

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFESTAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CANAVIAIS:
EFEITO DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO E DO SISTEMA DE
COLHEITA, POTENCIAL ALELOPÁTICO DE CULTIVARES E
DA BENZOXAZOLINONA**

**Micheli Satomi Yamauti
Engenheira Agrônoma**

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFESTAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CANAVIAIS:
EFEITO DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO E DO SISTEMA DE
COLHEITA, POTENCIAL ALELOPÁTICO DE CULTIVARES E
DA BENZOXAZOLINONA**

Micheli Satomi Yamauti

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves

Co-orientador: Prof. Dr. Stephen O. Duke

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

2014

Y19i Yamauti, Micheli Satomi
Infestação de plantas daninhas em canaviais: Efeito do ambiente de produção e do sistema de colheita, potencial alelopático de cultivares e da benzoxazolinona/Micheli Satomi Yamauti. – – Jaboticabal, 2014
vii, 181 p.:il.; 28 cm

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves
Co-orientador: Stephen O. Duke
Banca examinadora: Carlos Alberto Mathias Azania, Dagoberto Martins, Marcos Antonio Kuva, Sonia Cristina Juliano Gualtieri
Bibliografia

1. *Saccharum officinarum*. 2. Plantas daninhas. 3. Alelopatia. 4. Fitossociologia. 5. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.51:633.61

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INFESTAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CANAVIAIS: EFEITO DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO E DO SISTEMA DE COLHEITA, POTENCIAL ALELOPÁTICO DE CULTIVARES E DA BENZOXAZOLINONA

AUTORA: MICHELI SATOMI YAMAUTI

ORIENTADOR: Prof. Dr. PEDRO LUIS DA COSTA AGUIAR ALVES

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. STEPHEN O. DUKE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PEDRO LUIS DA COSTA AGUIAR ALVES

Departamento de Biologia Aplicada À Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. MARCOS ANTONIO KUVA

Herbae Consultoria / Jaboticabal/SP

Prof. Dr. DAGOBERTO MARTINS

Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrícolas de Botucatu

Prof. Dr. CARLOS ALBERTO MATHIAS AZANIA

Centro de Cana-De-Açúcar / Instituto Agrônômico de Campinas / Ribeirão Preto/SP

Profa. Dra. SONIA CRISTINA JULIANO GUALTIERI

Departamento de Botânica / UFSCar / São Carlos/SP

Data da realização: 25 de março de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MICHELI SATOMI YAMAUTI - nascida na cidade de Monte Alto, estado de São Paulo, no dia 12 de junho de 1984. Graduiu-se engenheira agrônoma pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, no ano de 2006. Durante esse período foi bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. Em 2007 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia na área de Produção Vegetal, da FCAV-UNESP, como bolsista CAPES e obteve o título de mestre no ano de 2009. No ano de 2010 ingressou no doutorado na mesma área de concentração, sendo bolsista FAPESP. Desde 2003 atua em pesquisa na área de matologia, principalmente em biologia, manejo e interferência de plantas daninhas e alelopatia. Publicou diversos artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais no período de 2007 a 2013. Fez Estágio Docência nas disciplinas de Ecologia e em Fisiologia Vegetal na FCAV/UNESP. Em 2013, esteve em estágio de Doutorado Sandwich no Natural Products Utilization Research Unit (NPURU) do National Center for Natural Products na University of Mississippi - USDA/ARS, Estados Unidos, realizando pesquisas sobre plantas daninhas e alelopatia.

“Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver”.

Amyr Klink

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu forças para concluir esta etapa da minha vida, por me guiar e abençoar todos os meus passos.

Aos meus pais e toda minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pela amizade, dedicação, ensinamentos, conselhos, orientação e por todo o suporte dado para a realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Stephen O. Duke, pela ajuda e co-orientação.

À FAPESP, pela concessão de bolsa de estudos e apoio financeiro e a Capes pela concessão de bolsa sanduíche.

Aos componentes das bancas de qualificação, Dr. Carlos Alberto Mathias Azania, Dra. Mariluce Pascoina Nepomuceno, Dra. Núbia Maria Correia e Dra. Priscila Lupino Gratão pelas correções e conselhos.

Aos membros da banca examinadora de defesa, Dr. Carlos Alberto Mathias Azania, Prof. Dr. Dagoberto Martins, Dr. Marcos Antonio Kuva, Dra. Sonia Cristina Juliano Gualtieri pelas críticas e sugestões.

À todos os funcionários do Departamento de Biologia aplicada à Agropecuária, pelo auxílio no decorrer do experimento.

À todos os meus amigos e colegas do LAPDA, pela convivência e ajuda no decorrer dos experimentos e elaboração desta Tese.

A todos do NPURU-USDA/ARS pela convivência, amizade e apoio (Miss y'all!).

As Usinas Santa Cruz e Cruz Alta pela disponibilidade e ajuda durante a coleta de dados.

Enfim, à todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
Capítulo 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
A cultura da cana-de-açúcar	1
Plantas daninhas e interferência	1
Importância da fitossociologia	2
Sistema cana-crua	4
Alelopatia	5
Ácidos hidroxâmicos	6
Análise multivariada	10
Objetivos gerais	12
Objetivos específicos	13
Capítulo 2 - Determinação da comunidade infestante em diferentes ambientes de produção sob efeito da palha de cana-de-açúcar	29
Resumo.....	29
Introdução	29
Material e métodos.....	31
Resultados e Discussão.....	33
Importância das espécies de plantas daninhas em áreas com presença e ausência de palha, independente da idade e do ambiente de produção	33
Importância das espécies de plantas daninhas em cana-de-açúcar com diferentes idades, de acordo com o sistema de colheita, independente do ambiente de produção	42
Importância das plantas daninhas em ambientes de produção, de acordo com o sistema de colheita, independente da idade	54
Conclusão	63
Referências.....	63
Capítulo 3 - Comunidades de plantas infestantes em áreas de cana-de-açúcar até segundo corte sob dois sistemas de colheita: cana crua e cana queimada.....	68
Resumo.....	68
Introdução	68
Material e Métodos.....	70
Resultados e discussão	72

Referências	81
Capítulo 4 - Potencial alelopático de cultivares de cana	87
Resumo.....	87
Introdução	87
Material e métodos.....	89
Bioensaio 1	89
Bioensaio 2	93
Bioensaio 3	95
Resultados e discussão	96
Bioensaio 1	96
Bioensaio 2	102
Bioensaio 3	104
Bioutografia.....	106
Conclusões	111
Referências	120
Capítulo 5 – Benzoxazolinona: Efeito sobre a germinação e crescimento inicial de espécies de plantas daninhas infestantes de canaviais	117
Resumo.....	117
Introdução	117
Material e Métodos.....	120
Resultados	123
<i>Amaranthus viridis</i>	123
<i>Ipomoea hederifolia</i>	128
<i>Ipomoea purpurea</i>	132
<i>Ipomoea nil</i>	136
<i>Senna obtusifolia</i>	140
<i>Digitaria nuda</i>	144
<i>Panicum maximum</i>	148
<i>Brachiaria decumbens</i>	152
<i>Brachiaria plantaginea</i>	156
<i>Rottboelia conchichinensis</i>	160
<i>Lactuca sativa</i>	164

<i>Allium cepa</i>	168
Discussão.....	172
Conclusão	175
Referências.....	175

Infestação de plantas daninhas em canaviais: efeito do ambiente de produção e do sistema de colheita, potencial alelopático de cultivares e da benzoxazolinona

RESUMO – As alterações devido a manutenção de palha de cana-de-açúcar sobre o solo podem afetar a composição específica das plantas daninhas. A palha pode, além de outras consequências, proporcionar efeitos alelopáticos sobre a cultura e as plantas daninhas. O objetivo desta pesquisa foi estudar o efeito da palha sobre a composição da comunidade infestante bem como analisar o efeito dos ácidos hidroxâmicos presentes nas folhas da cultura sobre a germinação e desenvolvimento de plantas daninhas. No primeiro estudo foram realizados levantamentos da comunidade de plantas daninhas para obtenção da cobertura específica, utilizando-se os dados 241 talhões de cana-de-açúcar da região de Ribeirão Preto. Foi realizada a organização das comunidades de plantas daninhas em agrupamentos padrões utilizando a porcentagem de cobertura específica, relacionando-os com as características do ambiente em que a cana estava implantada. Nas áreas com a presença da palha houve uma menor ocorrência de plantas daninhas se comparada as com ausência de palha, a distribuição desuniforme facilitou a ocorrência de *Digitaria* spp. A longevidade dos canaviais afetou as comunidades infestantes, porém espécies como *C. rotundus* e cordas-de-viola tiveram alta infestação em todos os cortes nas áreas de cana crua. Os ambientes de produção tiveram maior diversidade de espécies nos ambientes C e D. A comunidade infestante sofreu efeito da palha e sua distribuição, da idade de corte e dos ambientes de produção. Em um segundo ensaio foram realizadas amostragens em 20 talhões comerciais. Em cada talhão foram feitas amostragens de plantas emergidas como a ocorrência, densidade específica e massa seca da parte aérea. Com os dados obtidos foram calculados os índices fitossociológicos, que permitiram observar que nas áreas com cana crua ocorreu menor diversidade de espécies, até o segundo corte a flora infestante de ambos os sistemas de colheita foram similares. No terceiro estudo, foi realizado um conjunto de ensaios para avaliar o possível efeito alelopático ou fitotóxico da cana-de-açúcar, no primeiro bioensaio foram testados os extratos aquosos brutos de folhas verdes de dez

cultivares: IAC911099, IACSP955094, IAC873396, CTC2, CTC15, CTC9, RB855156, RB867515, RB855453 e FIJI19. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, primeira contagem, tempo médio de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de germinação, frequência relativa de emergência, massa seca e comprimento da parte aérea, raiz e total de alface. No segundo bioensaio foram avaliados qualitativamente os extratos hidroalcoólicos de 35 cultivares de cana de açúcar. No terceiro bioensaio foram avaliados os extratos das cultivares CTC 2 e RB855453 qualitativamente sobre a germinação de *Lactuca sativa* e *Agrostis stolonifera* e sobre o crescimento de fungos. Conclui-se que nas condições em que foram realizados estes bioensaios, o extrato bruto aquoso da cultivar CTC 2 foi a de maior potencial. Não foi possível identificar uma cultivar de maior potencial alelopático utilizando extração com solvente hidroalcoólico. As cultivares CTC 2 e RB855453 apresentam potencial alelopático antifúngico, indicando que estudos posteriores devem ser realizados para identificação dos compostos responsáveis pelos resultados. Foi realizado um estudo sobre o efeito alelopáticos de extratos do ácido hidroxâmico BOA sobre aspectos germinativos e crescimento inicial das plantas daninhas: *Amaranthus viridis*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea nil*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria nuda*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Rottboelia conchichinensis* e das espécies alvo teste *Lactuca sativa* e *Allium cepa*. Foram testadas oito concentrações de BOA (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), além do controle. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, primeira contagem, tempo médio de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de germinação, frequência relativa de emergência, massa seca e comprimento da parte aérea, raiz e total. Os extratos afetaram todas as espécies estudadas alterando pelo menos uma característica avaliada, atuando com maior ou menor intensidade dependendo da espécie, sendo maiores os efeitos com o aumento da concentração. Os resultados indicam a existência de potencial alelopático do ácido hidroxâmico estudado sobre as plantas testadas.

Palavras-chave: análise multivariada, fitossociologia, alelopatia, BOA.

Weed infestation in sugarcane: production environment and harvest system effect, cultivars allelopathic potential and benzoxazolinone

ABSTRACT – The alterations due presence of sugarcane straw on soil can affect the specific weed composition. The straw can, besides other consequences, promote allelopathic effects on crops and weeds. The aim of this research was to study the straw effect on weed community and test the hydroxamic acids present on sugarcane leaves on weed germination and growth. First essay it were carried out assesments from weed community to obtain specific cover, with 241 data from sugar mil at Ribeirão Preto city zone were used. It was conducted the community organization in pattern cluster using the specific cover percentage, relating with variables from sugarcane environment. In areas with straw presence a minor weed occurrence was obtained compared to straw ausence, disuniform distribution facilitate the occurrence of *Digitaria* spp. Age affected weed community, but species as *C. rotundus* and morning glory had high infestation in all periods in green sugarcane. The production environment had higher diversity of species on C and D environment. Straw and its distribution, period of harvest and production enviroment had effect on weed community. In a second essay, assesments were carried out in twenty sugarcane plots. In each plot, it was realized a weed evaluation: occurrence, especific density and aerial dry mass. With the data were calculated the phytosociological indexes. Analyzing all data, despite burned sugarcane presented low number for species diversity, in general, it was not possible to confirm that green sugarcane until second harvest selected weed community when compared to burned cane, or that were different from it. Some essays were carried out to evaluate the possible allelopathy of sugarcane, for the first bioassay were analysed the crude aqueous extracts of green leaves of tem cultivars IAC911099, IACSP955094, IAC873396, CTC2, CTC15, CTC9, RB855156, RB867515, RB855453 and FIJI19. It were evaluated germination percentage, first count, mean emergence time, speed index, relative frequence of emergence, aerial part, roots and total dry mass and length. On second bioassay were evaluated qualitatively the hydroalcoholic extracts of 35 sugarcane cultivars. On third bioassay were evaluated the extracts of CTC 2 and RB855453 qualitatively on *Lactuca sativa* and *Agrostis stolonifera* germination and on fungal growth. Under

these bioassays conditions, crude aqueous extract of CTC 2 it was the one with the higher potential. It was not possible identify a cultivar with the highest allelopathical potential using hydroalcoholic solvent extraction. CTC 2 and RB855453 presented antifungal allelopathical potential, indicating that more studies had to be done to identify the responsible compounds for the results. A study was to evaluate allelopathic effects of hydroxamic acid extracts (BOA) on weeds germinative and initial growth aspects: *Amaranthus viridis*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea nil*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria nuda*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* and *Rottboelia exaltata* and test species *Lactuca sativa* and *Allium cepa*. It was tested eight concentrations of BOA (0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2; 2.4 e 3.6 mM), and a control. It were evaluated germination percentage, first count, mean emergence time, speed index, relative frequency of emergence, aerial part, roots and total dry mass and length. The extracts affected all studied species modifying at least one evaluated characteristic, acting with more or less intensity depending on species, effects were intense at higher concentration. The results indicated existence of allelopathic potential of hydroxamic acid on studied plants.

Palavras-chave: multivariate analysis, phytosociology, allelopathy, BOA.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

A cultura da cana-de-açúcar

Os primeiros relatos do cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) provêm da Nova Guiné, difundindo-se, progressivamente, para a China e Índia (FALCONNIER, 1991) e chegou ao Brasil na metade do século XVI. Atualmente é uma das principais culturas agrícolas do país e, do seu processo industrial, obtém-se o açúcar e suas derivações como o álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura de cana, o bagaço, entre outros (TEIXEIRA, 2005).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, com cerca de 33% da produção mundial, seguido por Índia (23%) e China (quase 7%). Com a produção mundial de açúcar total de 165,5 milhões de toneladas, os resultados, em relação aos países que são os maiores produtores, não se alteram: o Brasil novamente ocupa a primeira posição, com 19% deste total, seguido pela Índia, com quase 17% e a China, com 9%. A União Européia representa 10% da produção mundial, enquanto a Índia, além de grande produtora, é a maior consumidora mundial de açúcar (SANT'ANA et al., 2009).

A área de cana-de-açúcar colhida no Brasil destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2013/2014 distribuída em todos os estados produtores está estimada em 8.799,150 mil hectares, um aumento de 3,70% em relação à safra anterior (CONAB, 2013). O estado de São Paulo representa 51,31% (4.515,360 mil hectares) em relação à área total (CONAB, 2013). Porém a região de Ribeirão Preto, localizada a nordeste do Estado de São Paulo, concentra cerca de 30% do açúcar e do álcool produzido no país.

Plantas daninhas e interferência

As plantas daninhas são um dos principais fatores bióticos presentes no agroecossistema da cana-de-açúcar que têm a capacidade de interferir no desenvolvimento e na produtividade da cultura (KUYA et al., 2003), pois acarretam redução significativa no rendimento desta cultura (LORENZI et al., 1988; COLETI,

1997; KUVA et al., 2000; KUVA et al., 2001; KUVA et al., 2003; SILVA et al, 2009) competindo pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, liberando substâncias alelopáticas e atuando como hospedeiras de pragas e doenças comuns a cultura, além de proporcionarem outros aspectos negativos, como decréscimo da longevidade do canavial, redução da qualidade industrial da matéria-prima e dificuldade nas operações de colheita e transporte (PITELLI, 1985; PROCÓPIO et al., 2003).

Em canaviais recém-implantados nas condições de outono no estado de São Paulo, as perdas de produtividade em decorrência da interferência das plantas daninhas variaram em função do tipo de infestação. Numa área que predominava tiririca (*Cyperus rotundus*), a produtividade foi reduzida em 20% (KUVA et al., 2000); quando a infestação foi predominantemente por capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) com perdas de até 82% (KUVA et al., 2001). Por outro lado, numa infestação mista de capim-braquiária e capim-colonião (*Panicum maximum*) as perdas foram de 40% (KUVA et al., 2003). Em outro experimento, quando a infestação foi composta por capim-colonião e espécies de folhas largas, as perdas foram de 33% (MEIRELLES et al., 2009). No caso da corda-de-viola (*Ipomoea hederifolia*), uma planta daninha que tem se destacado no sistema de cana crua, esta espécie pode provocar redução do número final de colmos e de produtividade da cana de 34% e 46%, respectivamente (SILVA et al., 2009).

Importância da fitossociologia

O maior objetivo dos estudos da ecologia de comunidade de plantas daninhas tem sido identificar padrões da composição e distribuição das espécies e interpretar esses padrões em relação aos graus de mudança do ambiente presumidos ou conhecidos (FRIED et al., 2008). Segundo KUVA et al. (2007) esse conhecimento da estrutura da comunidade de plantas daninhas é importante, pois antes de determinar um programa de controle, é necessário o estabelecimento de uma ordem de prioridade de espécies presentes. As espécies predominantes pela sua abundância e nocividade, deverão receber uma atenção especial, concentrando quase todos os esforços de controle (KUVA et al., 2007) e, embora as espécies secundárias não

requeiram atenção individualizada, não se deve ignorar sua presença (FERNANDEZ-QUINTANILLA et al., 1991).

O grau de interferência entre plantas cultivadas e as plantas daninhas depende de fatores relacionados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e à própria cultura (espécie ou cultivar, espaçamento entre sulcos e densidade de semeadura). Depende também da duração do período de convivência, da época em que este período ocorre, que é condicionada pelas condições edáficas e climáticas e pelos tratos culturais (PITELLI, 1985). Enquanto os princípios que controlam a vegetação e a ecologia das plantas daninhas são geralmente conhecidos, um grande número de fatores envolvidos e suas interações têm limitado fortemente a avaliação da importância relativa de cada fator sobre a composição ou diversidade da comunidade infestante (PYSEK e LEPS, 1991). Mesmo assim, alguns estudos têm procurado avaliar a importância relativa de muitos fatores em diferentes situações (ANDERSSON e MILBERG, 1998; HALLGREN et al., 1999; LOSOSOVA et al., 2004).

A cada ano, escolhas nas práticas agrícolas como revolvimento do solo, cultura, métodos de controle e adubação modificam os padrões de distúrbio e disponibilidade de recursos, afetando os processos de colonização natural das comunidades de plantas daninhas (POGGIO et al., 2004). Mudanças regulares e sequenciais no ambiente e em práticas agrônômicas contribuem para uma trajetória particular nas mudanças e adaptações das espécies de plantas daninhas (MARTÍNEZ-GHERSA et al., 2000). Ao longo da sua trajetória, uma comunidade de plantas daninhas segue situações sucessivas, como resultado dos limites bióticos e abióticos e, a comunidade infestante é separada e reagrupada em cada situação, nas quais algumas espécies são removidas enquanto outras são introduzidas (BOOTH e SWANTON, 2002).

Existem exemplos de inversão das importâncias relativas das espécies devido à adoção de métodos de controle (MONQUERO e CHRISTOFFOLETI, 2003), alteração no sistema de cultivo (VOLL et al., 2001) ou no esquema de rotação de culturas (BUHLER et al., 1997). DERKSEN et al. (1995), estudando o efeito de práticas de manejo sobre a estrutura da comunidade infestante, afirmaram que práticas que promovam maior diversidade nas comunidades infestantes e banco de

sementes (maior quantidade de espécies, maior distribuição da abundância relativa de espécies) pode ser mais sustentável do que práticas que promovam comunidades infestantes com poucas espécies dominantes (CLEMENTS et al., 1994). Esses autores afirmam que é pouco conhecida a relação entre características das comunidades infestantes e a sustentabilidade de práticas de manejo de plantas daninhas. E indicam a necessidade de estudos mais detalhados de comunidades infestantes e sistemas de manejo provendo informação necessária para aumentar o conhecimento e prever o efeito do manejo integrado de plantas daninhas sobre comunidades infestantes. Por exemplo, o deslocamento da época de corte ou plantio da cana-de-açúcar poderá alterar a composição da comunidade de plantas emergidas e as necessidades e estratégias de controle (KUVA, 2006).

Sistema cana-crua

O sistema de cana-crua trouxe algumas modificações importantes no que se refere às plantas daninhas: reduziu a movimentação do solo; introduziu a colhedora como agente disseminador; eliminou o distúrbio pela queimada; e proporcionou a manutenção de uma camada de palha sobre o solo (KUVA et al., 2008b). Qualquer mudança no sistema de produção agrícola acarreta alterações ambientais, que, com frequência, resultam em grande impacto no tamanho da população de plantas daninhas, pois atuam como fator ecológico não-periódico (PITELLI e KUVA, 1998). Com a repetição sistemática, passam a atuar como fator ecológico periódico e, a tendência é de que a comunidade se restabeleça até a capacidade suporte do meio. Porém, com uma composição específica que poderá ser diferente, assim a manutenção da palha e a eliminação da queimada alteraram a composição de plantas daninhas em áreas antigas de cana-crua e alteram as áreas mais recentes nesse sistema (KUVA et al., 2007). Como exemplo, espécies da família Convolvulaceae apresentam grande importância em locais de plantio de cana-de-açúcar onde antes as gramíneas tinham destaque (KUVA et al., 2007).

Considerando apenas aspectos agronômicos, existem grandes modificações que são conseqüências da manutenção das coberturas mortas sobre o solo, tais como: aumento e estabilização da umidade, elevação dos teores de matéria

orgânica, alterações na fertilidade e temperatura, maior eficácia no controle da erosão, interferência sobre a incidência de luz na superfície do solo, mudança da flora infestante e maior dificuldade para a aplicação de herbicidas que, em alguns casos, pode ser reduzida (VIDAL e THEISEN, 1999; SILVA et al., 2003; CHRISTOFFOLETI et al., 2007; CAVENAGHI et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2008).

Alelopatia

Com a deposição anual e manutenção de uma camada de palha sobre a superfície do solo é de se esperar que ocorra também aumento na manifestação do processo alelopático da cana-de-açúcar sobre as plantas daninhas (CORREIA et al., 2004; GRAVENA et al., 2004). A alelopatia é definida como efeitos prejudiciais ou benéficos das plantas de uma espécie vegetal sobre a germinação, crescimento ou desenvolvimento de outras plantas de mesma ou de outra espécie por meio da liberação de substâncias químicas no ambiente comum (PITELLI, 1985). A decomposição ocorre pela perda da integridade da membrana celular dos resíduos vegetais permitindo a liberação direta de uma variedade de compostos, que podem atuar no desenvolvimento de espécies, atuando de maneira aditiva ou sinérgica com outras substâncias presentes na superfície do solo. A atuação dos microorganismos presentes no solo pode induzir à produção de compostos tóxicos por degradação enzimática dos conjugados ou polímeros presentes nos tecidos (PITELLI, 1998). O isolamento do efeito alelopático dos outros processos de interferência não é uma tarefa fácil, no entanto, a potencialização da liberação no ambiente via decomposição de grandes quantidades de palha pode elevar a concentração dos compostos com potencial alelopático e exercer efeitos significativos de inibição para algumas plantas daninhas.

Alguns metabólitos secundários são liberados no ambiente e afetam o crescimento e desenvolvimento de diferentes espécies. Os modos de ação de aleloquímicos são diversos e o conhecimento é essencial a biologia (SÁNCHEZ-MOREIRAS et al., 2004).

Ácidos hidroxâmicos

As benzoxazinonas que contêm o ácido hidroxâmico tem atraído a atenção de pesquisadores desde o primeiro isolamento de 2,4-dihydroxy-(2H)-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (DIBOA) em 1959 (VIRTANEN et al., 1959) e de 2,4-dihydroxy-7-methoxy-(2H)-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (DIMBOA) em 1962 (HAMILTON et al., 1962). Os ácidos hidroxâmicos constituem um grupo de substâncias que ocorrem naturalmente em plantas, e são também classificados como carbamatos cíclicos, e sintetizados na rota metabólica do ácido chiquímico, mais precisamente na produção do aminoácido triptofano (NIEMEYER, 1988). São comumente metabólitos secundários em plantas da família Gramineae cultivadas e selvagens (FRIEBE et al., 1996; NIEMEYER, 1988; ZÚÑIGA et al., 1983) e também são encontrados nas famílias Acanthaceae, Ranunculaceae e Scrophulariaceae (SICKER e SCHULZ, 2002; MACÍAS et al., 2005a). Estes compostos, particularmente na sua forma aglucona, tem sido relacionados com a defesa da planta contra uma variedade de organismos, incluindo fungos (GLENN et al., 2003), bactérias (WOODWARD et al., 1978), insetos (BRAVO et al., 2004) e plantas daninhas (PÉREZ e ORMEÑO-NÚÑES, 1991). Todas essas propriedades fazem das benzoxazinonas um dos grupos de produtos naturais mais atrativos a serem estudados no desenvolvimento de novas substâncias químicas com potencial no manejo de plantas daninhas (MACÍAS et al., 2006a).

Os principais ácidos hidroxâmicos são: cyclic 4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones. O 2,4-dihydroxy-1,4-benzoxazin-3-one (DIBOA), que é prontamente descarboxilado para a forma 2(3H)-benzoxazolinone (BOA) (SÁNCHEZ-MOREIRAS et al., 2004). Outros ácidos hidroxâmicos e seus derivados também foram isolados e têm papel importante na alelopatia de gramíneas (BARNES e PUTNAM, 1987; BLUM et al., 1992). O azoperóxido (AZOB), um produto da conversão microbiológica de BOA, o maior ácido hidroxâmico cíclico em milho DIMBOA, seu produto de degradação MBOA, e outros produtos, como CI-MBOA, HMBOA, 6-MBOA, e outros, tem efeito sobre a germinação (BLUM et al., 1992; KATO-NOGUCHI, 2000), alongação da radícula (BARNES e PUTNAM, 1987; BLUM et al., 1992), crescimento das raízes e parte aérea (KATO-NOGUCHI et al., 1998; KATO-NOGUCHI, 2000), alongação auxina-induzida de coleóptilos (ANAI et al., 1996; PÉREZ, 1990) e outros

processos fisiológicos (PETHÕ, 1993). Existe uma ampla variedade de metabólitos relacionados ao 1,4-benzoxazin-3-ones, os benzoxazinona lactams foram descritos primeiramente por Niemeyer et al. (1988). Os compostos mais interessantes com sua estrutura base são 2-hydroxy-(2H)-1,4- benzoxazin-3(4H)-one (HBOA) e 2-hydroxy-7-methoxy-(2H)-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (HMBOA) (MACÍAS et al., 2006a). E têm sido propostos como precursores biossintéticos bem como produtos da degradação das benzoxazinonas (KUMAR et al., 1994; MACÍAS et al., 2004). A degradabilidade das benzoxazinonas em diferentes ambientes (FOMSGAARD et al., 2004; MACÍAS et al., 2004; MACÍAS et al., 2005b) mudou a atenção para seus produtos de degradação, pois alguns são mais estáveis do que os metabólitos produzidos originalmente pelas plantas (MACÍAS et al., 2006a).

Os produtos de degradação 2-benzoxazolinone e 6-methoxy-2-benzoxazolinone (MBOA) são produzidos por meio de degradação espontânea em soluções aquosas (MACÍAS et al., 2004; MACÍAS et al., 2005b) e também por processos biológicos (MACÍAS et al., 2004; MACÍAS et al., 2005b; FOMSGAARD et al., 2004). Existem trabalhos referenciando sua bioatividade (BRAVO e LAZO, 1996; MACÍAS et al., 2005b) e modo de ação (SÁNCHEZ-MOREIRAS et al., 2004). As benzoxazolinonas, quando degradadas correspondem a 2-aminofenóis, seguidos por dimerização, produzindo aminofenoxazinas. Eles tem sido encontrados em diferentes tipos de solo e culturas (MACÍAS et al., 2004; MACÍAS et al., 2005b) e também por meio de transformações microbianas (ZIKMUNDOVA et al., 2002).

Os ácidos malonâmicos N-(2-hydroxyphenyl) ácido malonâmico (HPMA) e N-(2-hydroxy-4-methoxyphenyl) ácido malonâmico (HMPMA) tem sido propostos como detoxificação de metabólitos por fungos de benzoxazolinonas BOA e MBOA, respectivamente (ZIKMUNDOVA et al., 2002; FRIEBE et al., 1998) e seu papel na detoxificação também tem sido confirmado (MACÍAS et al., 2005a).

BOA e MBOA têm sido isolados de plantas de interesse agrônômico (WAHLROOS e VIRTANEN, 1959; KOSEMURA et al., 1995) e sem interesse agrônômico (WERNER et al., 1993). Aminophenoxazinas 2-aminophenoxazin-3-one (APO), 2- amino-7-methoxyphenoxazin-3-one (AMPO), e seus derivados acetamida têm sido descritos como produtos da degradação das benzoxazolinonas BOA e MBOA (FRIEBE et al., 1996). Do ponto de vista agrônômico, a produção desses

metabolitos no solo, pela colonização de bactérias nas raízes (MACÍAS et al., 2004; MACÍAS et al., 2005b) tem atraído atenção dos pesquisadores para elucidar seu papel fitotóxico e ecológico (MACÍAS et al., 2005a). MACÍAS et al., (2006b) também buscaram substituir os prótons aromáticos das benzoxazinonas para entender seus efeitos sobre as daninhas *Lolium rigidum* Gaud. e *Avena fatua* L. e outras espécies alvo, na procura pelo aumento da fitotoxicidade desses compostos, encontrando que de todas as benzoxazinonas testadas a 7F-D-DIBOA foi a mais seletiva.

A presença destes compostos é dependente das espécies e também é influenciado pela idade da planta, temperatura, fotoperíodo e órgão analisado (ARGANDOÑA et al., 1981; COPAJA et al., 1999; GIANOLI e NIEMEYER, 1997; BRAVO et al., 2004). Por exemplo, a alta concentração de DIBOA em folhas jovens tem sido considerada como a base para a resistência contra insetos fitófagos encontrado em cereais (BRAVO e COPAJA, 2002). Segundo ARGANDOÑA et al (1980) e BRAVO et al. (2004) esta família de compostos não tem sido encontrada em sementes de cereais, mas eles podem ser detectados facilmente em plântulas e plantas adultas de trigo, milho ou centeio. Porém, em trabalho de VILLAGRASA et al. (2006) afirmam que a quantidade de aleloquímicos nos extratos de sementes foram similares a concentração dos extratos de folhas e raízes. Além disso, a degradação destes compostos pode diferir, DIBOA tem uma alta persistência no solo e pode ter um papel mais importante nos mecanismos de defesa química do que o DIMBOA em plantas que produzam grandes quantidades de ácidos hidroxâmicos (MACÍAS et al., 2004). Segundo os mesmos pesquisadores, quando BOA e MBOA estão presentes no solo, a degradação da meia-vida aumenta e a presença de um dos produtos afeta a degradação do outro.

Existem trabalhos que tratam da atividade biológica dos ácidos hidroxâmicos (SCHULZ et al., 1994; ESCOBAR et al., 1999) junto com algum de seus derivados da degradação (BRAVO e LAZO, 1996) em diferentes ambientes e também análogos sintéticos (MACÍAS et al., 2005a) procurando descobrir a relação entre estrutura e atividade (MACÍAS et al., 2006a). MACÍAS et al. (2005a) estudando os compostos DIBOA-Glc, DIBOA e DIMBOA com alguns derivados da degradação encontrados em trigo e análogos sintéticos sobre *Echinochloa crus-galli* observaram que os compostos mais ativos da degradação são o 2-aminophenol (APH) e o

análogo sintético 4-hydroxy-(2H)-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (D-DIBOA). Segundo os mesmos autores, essas atividades confirmam a proposta de estudos prévios que estabeleceram D-DIBOA como a melhor direção para um modelo de desenvolvimento de herbicida natural com a estrutura de benzoxazinona.

Os efeitos de ácidos hidroxâmicos cíclicos e compostos relacionados, como já citados, se mostram fortemente espécie-dependente (BARNES e PUTNAM, 1987; SCHULZ et al., 1994). Neste contexto, foi demonstrada uma maior sensibilidade das dicotiledôneas para DIBOA, em comparação às monocotiledôneas (BARNES e PUTNAM, 1987; SCHULZ et al., 1994). Os ácidos hidroxâmicos, BOA e DIBOA, se mostraram tóxicos ao crescimento da raiz de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum miliaceum*, *Licopersicum esculentum* e *Lactuca sativa* (BARNES et al., 1986)

Em um estudo sobre isolamento e identificação de aleloquímicos em folhas de cana-de-açúcar, SINGH et al. (2003) encontraram a presença de DIBOA e BOA, que no ensaio inibiram o crescimento das raízes de plântulas de lentilha em 50% ou mais, com concentrações de 0,45 mM e 1,25 mM, respectivamente. Neste mesmo ensaio, somente DIBOA mostrou atividade sobre trigo.

Estudando os efeitos de DIBOA e BOA isolados de folhas de cana-de-açúcar sobre a germinação e crescimento de algumas plantas, SINGH et al. (2009) encontraram que DIBOA e BOA em concentrações maiores que 0,3 mM inibiram significativamente a brotação de cana-de-açúcar e a inibiram completamente em concentrações maiores que 0,6 mM. Ambos os ácidos hidroxâmicos também reduziram o número de folhas por planta, altura da planta e massa seca da cana-de-açúcar, as concentrações de 0,3 a 0,7 mM causaram 15 a 40 % de inibição. Ambos os ácidos em concentrações menores que 0,3 mM não tiveram efeitos sobre a germinação, mas eles inibiram completamente a germinação de trigo e mostarda em concentrações maiores que 0,5 mM e causaram 90% de inibição em feijão-mungo.

Alguns trabalhos sugerem que os ácidos fenólicos podem estar envolvidos na fitotoxicidade causada pela palha da cana-de-açúcar (WANG et al., 1967). Ácidos ferúlicos, vanílicos e siríngicos também foram identificados como fitotoxinas na palha da cana-de-açúcar (SAMPIETRO et al., 2006; SAMPIETRO e VATTUONE, 2006b). Estes compostos aumentaram o vazamento celular das raízes, inibiram a atividade

da desidrogenase e reduziram o conteúdo de clorofila na alface (SAMPIETRO et al., 2006). Em outro estudo, extratos de folhas jovens de cana-de-açúcar reduziram a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), mas folhas senescentes não tiveram o mesmo efeito na germinação desta espécie (CARVALHO et al., 1996). Compostos presentes na palha de cana-de-açúcar inibiram o crescimento de *Bidens subalternans* L., *Brassica campestris* L. e *Sida rhombifolia* L (SAMPIETRO e VATTUONE, 2006a; SAMPIETRO et al., 2007), sendo os ácidos fenólicos os responsáveis por essa inibição do crescimento (SAMPIETRO et al., 2006). Em outro estudo, VIATOR et al. (2006) encontraram efeitos alelopáticos e autotóxicos em resíduos da colheita da cana e a presença de ácido benzóico nos extratos.

Análise multivariada

Alguns trabalhos têm se dedicado a descrever os agroecossistemas quanto à composição específica de plantas daninhas e os reflexos das práticas culturais nesta composição. Em grande parte deles tem se recorrido aos índices fitossociológicos (LARA et al., 2003, SOUZA et al., 2003) e a comparação entre áreas, na maioria dos casos, tem sido realizada determinando-se o coeficiente de similaridade proposto por SORENSEN (1972), que apresenta como limitação o fato de considerar somente a composição de espécies, deixando de lado tamanho das populações, o acúmulo de biomassa e suas distribuições. Além disso, com essa técnica somente é possível comparar as áreas duas a duas (MACEDO, et al., 2003), o que dificulta a obtenção de padrões de infestação, o agrupamento de talhões com algumas similaridades, se realizado com técnicas da estatística e, se considerados os índices relevantes e práticos, poderá ser bastante útil na tomada de decisões para controle de plantas daninhas (KUVA et al., 2008a).

Para o estabelecimento de grupos padrões um procedimento estatístico que pode ser utilizado é a análise multivariada de dados pela técnica de agrupamento, que permite a construção de dendrogramas que arranja os grupos em função do coeficiente de dissimilaridade, distância euclidiana ou outros coeficientes. Em ciências agrárias essa técnica pode perfeitamente ser empregada, mas poucos são os trabalhos que a utilizaram. No Brasil, tem sido utilizada na área florestal para

padronização de estratos verticais de florestas (SOUZA et al., 2003; SOUZA e SOUZA, 2004; ALBUQUERQUE et al., 2006), e para análise de divergência genética de culturas (SOUZA et al., 2005; BERTAN et al., 2006; BONETT et al., 2006). Já se tratando do estudo de comunidades de plantas daninhas, segundo PEREIRA et al. (2010), essas técnicas estatísticas foram capazes de avaliar as alterações da composição florística pelos tratamentos empregados em seu estudo. Recentemente no país, alguns trabalhos com plantas daninhas em cana-de-açúcar têm utilizado a técnica que visa analisar os dados referentes às comunidades infestantes para alcançar informações que podem ser importantes para o gerenciamento do processo de controle de plantas daninhas, entre outros (KUVA et al., 2007; KUVA et al., 2008a; KUVA et al., 2008b; FERREIRA, 2009; MAGARIO, 2009; KUVA et al., 2010).

Em outros países tem sido utilizada no estudo de associação de espécies de daninhas e propriedades de determinado local (DIELEMAN et al., 2000), em estudos da divergência genética de *Euphorbia esula*, *Euphorbia heterophylla* e *Elytrigia repens* por ROWE et al. (1997), WINKLER et al. (2003) e MERCER et al. (2002), respectivamente, em pesquisas sobre a relação da comunidade infestante com manejo nas culturas (HILLGER et al., 2006; SMITH e GROSS, 2006) e em estudos do banco de sementes de plantas daninhas (DAVIS et al., 2005; REBERG-HORTON et al., 2006).

A análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, as unidades amostrais em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (JOHNSON e WICHERN, 1992; CRUZ e REGAZZI, 1994). As técnicas de agrupamento podem ser classificadas em hierárquicas e não-hierárquicas (CORMACK, 1971). A técnica hierárquica consiste em uma série de sucessivos agrupamentos ou sucessivas divisões de elementos, em que os elementos são agregados ou desagregados. A técnica não-hierárquica foi desenvolvida para agrupar elementos em K grupos, em que K é a quantidade de grupos definida previamente.

As técnicas hierárquicas são as mais amplamente difundidas (SIEGMUND et al., 2004) e envolvem basicamente duas etapas. A primeira se refere à estimativa de uma medida de similaridade ou dissimilaridade entre os indivíduos e a segunda, à adoção de uma técnica de formação de grupos (SANTANA e MALINOVSKI, 2002).

Um grande número de medidas de similaridade ou de dissimilaridade tem sido proposto e utilizado em análise de agrupamento, sendo a escolha entre elas baseada na preferência e, ou, na conveniência do pesquisador (BUSSAB et al., 1990).

Com a definição da medida de dissimilaridade a ser utilizada, a etapa seguinte é a adoção de uma técnica de agrupamento para formação dos grupos. Para realização dessa tarefa, existe um grande número de métodos disponíveis, dos quais o pesquisador deve decidir qual o é mais adequado ao seu propósito, uma vez que as várias técnicas podem levar a diferentes soluções (SOUZA et al., 1997).

Um procedimento que vem sendo adotado por algumas usinas é a manutenção de áreas de observação sem aplicação de herbicidas. Durante os primeiros meses que sucedem à aplicação de herbicida no restante do talhão são realizadas vistorias para caracterizar a infestação nestas áreas de observação e também no seu entorno. Esta prática, denominada de “matologia”, tem permitido aos responsáveis pelo controle de plantas daninhas conhecerem melhor o potencial de infestação dos talhões bem como obter informações sobre a real contribuição dos tratamentos químicos com herbicidas que foram aplicados no talhão. Em algumas unidades, o banco de dados gerado com as observações e levantamentos feitos nestas áreas tem tomado grandes proporções, permitindo a extração de informações relevantes que poderão ser utilizadas para a otimização das atividades de manejo da comunidade de plantas daninhas. Para extração dessas informações relevantes são utilizadas técnicas estatísticas e em especial as técnicas multivariadas com auxílio de técnicas de geoprocessamento, que através de um SIG (Sistema de Informação Geográfica), gerenciam a informação localizada. Com essas técnicas busca-se reconhecer padrões nos registros de dados, organizá-los bem como investigar o comportamento das variáveis.

Objetivos Gerais

Os objetivos gerais com esta pesquisa foram estudar o comportamento das comunidades infestantes em áreas de cana-de-açúcar, em locais com a presença e ausência da palha, a atividade alelopática de extratos de cana bem como avaliar o

efeito do ácido hidroxâmico 2(3H)-benzoxazolinona (BOA) presente em folhas de cana-de-açúcar sobre a germinação e desenvolvimento de plantas daninhas.

Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da palha (ausência, presença e distribuição), idade de corte (número de colheitas) e do ambiente de produção (condições edafoclimáticas) sobre a comunidade infestante em áreas de cana-de-açúcar.
- Caracterizar as comunidades de plantas daninhas presentes em áreas agrícolas de cana-de-açúcar de até segundo corte, correlacionando-as com ausência e presença de palha.
- Identificar cultivares de cana-de-açúcar de maior potencial alelopático, utilizando-se de extrato aquoso de folhas verdes de cultivares de cana-de-açúcar sobre a germinação e crescimento de alface.
- Avaliar o potencial alelopático das cultivares CTC2 e RB 855453.
- Avaliar os efeitos alelopáticos de extratos do ácido hidroxâmico 2(3H)-benzoxazolinona (BOA) sobre aspectos germinativos e crescimento inicial das plantas daninhas: *Amaranthus viridis*, *Ipomoea hederifolia*, *I. purpurea*, *I. nil*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria nuda*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *B. plantaginea* e *Rottboelia conchichinensis* e das bioindicadoras *Lactuca sativa* e *Allium cepa*.

Referências

ALBUQUERQUE, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SANTOS, E. S.; STOSIC, B.; SOUZA, A. L. Estabilidade em análise de agrupamento: estudo de caso em ciência florestal. **Revista Árvore**, v.30, n. 2, p.257-265, 2006.

ANAI, T.; AIZAWA, H.; OHTAKE, N.; YAMAMURA, S.; HASEGAWA, K. A new auxina-inhibiting substance, 4-Cl-6,7-dimethoxy-2-benzoxazolinone, from light grown maize shoots. **Phytochemistry**, v.19, p.1665-1668, 1996.

ANDERSSON, T. N.; MILBERG, P. Weed flora and the relative importance of site, crop, crop rotation, and nitrogen. **Weed Science**, v. 46, n. 1, p. 30–38, 1998.

ARGANDOÑA, V. H.; LUZA, J.; NIEMEYER, H. M.; CORCUERA, L. J. Role of hydroxamic acids in the resistance of cereal to aphids. **Phytochemistry**, v. 19, p. 1665-1668, 1980.

ARGANDOÑA, V. H.; NIEMEYER, H. M.; CORCUERA, L. J. Effect of content and distribution of hydroxamic acids in wheat on infestation by the aphid *Schizaphis graminum*. **Phytochemistry**, v. 20, p. 673-676, 1981.

BARNES, J. P.; PUTNAM, A. R.; BURKE, B. A. Allelopathic activity of rye (*Secale cereale* L.). In: PUTNAM, A. R.; TANG, C. S. (Eds.). **The science of allelopathy**. John Wiley and Sons, New York, p. 271-286, 1986.

BARNES, J. P.; PUTNAM, A. R. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). **J. Chem. Ecol.**, v. 13, p. 889-905, 1987.

BARROSO, L. P.; ARTES, R. **Análise multivariada**. Lavras: [s.n], 2003. 156 p. Apostila didática. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/dex522.pdf>>. Acesso em: 09 de Março de 2012.

BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VIEIRA, E. A.; HARTWIG, I.; SILVA, J. A. G.; SHIMIDT, A. M.; VALÉRIO, I. P.; BUSATO, C. C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.279-286, 2006.

BLUM, U. GERIG, T. M.; WORSHAM, A. D.; HOLAPPA, L. D.; KING, L. D. Allelopathic activity in wheat-conventional and wheat-no-till soils: development of soil extract bioassays. **J. Chem. Ecol.**, v.18, p. 2191-2221, 1992.

BONETT, L. P.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; SHUELTER, A. R.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONELA, A.; LACANALLO, G. F. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil. **Semina**, v.27, p.547-560, 2006.

BOOTH, B. D.; SWANTON, C. J. Assembly theory applied to weed communities. **Weed Science**, v. 50, n. 1, p. 2–13, 2002.

BRAVO, H. R.; COPAJA, S. V. Contents and morphological distribution of 2,4-dihydroxy-1-4- benzoxazin-3 one and 2-benzoxazolinone in *Acanthus mollis* in relation to protection from larvae of *Pseudaletia impuncta*. **Ann. Appl. Biol.** v. 140, n. 1, p. 129- 132, 2002.

BRAVO, H. R.; COPAJA, S. V.; ARGANDOÑA, V. H. Chemical basis for the antifeedant activity of natural hydroxamic acids and related compounds. **J. Agric. Food Chem.**, v, 52, n.9, p. 2598-2601, 2004.

BRAVO, R.; LAZO, W. Antialgal and antifungal activity of natural hydroxamic acids and related compounds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 44, p. 1569-1571, 1996.

BUHLER, R.; HARTZLER, R. G.; FORCELLA, F. Implications of weed seedbank dynamics to weed management. **Weed Science**, v.45, p. – 329 – 336, 1997.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105p.

CARVALHO, G. J.; ANDRADE, L. A. B.; GOMIDE, M. B.; FIGUEIREDO, P. A. M. Allelopathic potential of senescent leaves and green leaves and tips of sugarcane, in different concentrations of dry matter, upon the germination of lettuce seeds. **Unimar**, v. 5, n. 2, p. 19–24, 1996.

CAVENAGHI, A. L.; ROSSI, C. V. S.; NEGRISOLI, E.; COSTA, E. A. D.; VELINI, E. D.; TOLEDO, R. E. B. Dinâmica do herbicida amicarbazone (Dinamic) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*).

Planta Daninha, v. 25, n. 4, p. 831-837, 2007.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZOVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; HIDALGO, E.; SILVA, J. E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protection**, v. 26, n. 3, p. 383-389, 2007.

CLEMENTS, D. R.; WEISE, S. F.; SWANTON, C. J. Integrated weed management and weed species diversity. **Phytoprotection**, v. 75, p. 1–18, 1994.

COLETI, J. T.; CAVALCANTI, JÚNIOR, N.; NEME, L. H.; DE PAULA, J.; ALBINO, F. E. *Brachiaria* pode provocar sérios danos nos canaviais. **Informativo Coopercitrus**, n.132, p. 34 – 35, 1997.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar - safra 2013/2014: Segundo levantamento: agosto/2013. [Brasília, DF]: CONAB, 2013. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 27 de outubro de 2013.

COPAJA, S. V.; NICOL, D.; WRATTEN, S. D. Accumulation of hydroxamic acids during wheat germination. **Phytochemistry**, v. 50, 17-24, 1999.

CORMARCK, R. A review of classification. **Journal of the Royal Statistical Society (Series A)**, v.134, p.321-367, 1971.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p. 11-17, 2004.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Divergência genética. In: CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1994. p. 287-323.

DAVIS, A. S.; RENNER, K. A.; GROSS, K. L. Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. **Weed Science**, v. 53, p. 296-306, 2005.

DERKSEN, D. A.; THOMAS, A. G.; LAFOND, G. P.; LOEPPKY, H. A.; SWANTON, C. J. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. **Weed Research**, v. 35, p. 311–320, 1995.

DIELEMAN, J. A.; MORTENSEN, D. A.; BUHLER, D. D.; FERGUSON, R. B. Identifying associations among site properties and weed species abundance. II. Hypothesis generation. **Weed Science**, v. 48, p. 576-587, 2000.

ESCOBAR, C. A.; SICKER, D.; NIEMEYER, H. M. Evaluation of DIMBOA analogs as antifeedants and antibiotics towards the aphid *Sitobion avenae* in artificial diets. **J. Chem. Ecol.**, v. 25, p. 1543-1554, 1999.

FALCONNIER, R. **La canne à sucre**. Paris: Maisonneuve et Larose, 1991. 165p.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. et al. Ecología de las malas hierbas. In GARCIA TORRES, L.; FERNÁNDEZQUINTANILLA, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. p. 49-69.

FERREIRA, R. V. **Organização de comunidades infestantes de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar em agrupamentos padrões**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

FRIEBE, A.; WIELAND, I.; SCHULZ, M. Tolerance of *Avena sativa* to the allelochemical benzoxazolinone. Degradation of BOA by root colonizing bacteria. **Angew. Bot.**, v. 70, p. 150-154, 1996.

FRIEBE, A.; VILIVH, V.; HENNING, L.; KLUGE, M.; SICKER, D. Detoxification of benzoxazolinone allelochemicals from wheat by *Gaeumannomyces graminis* var. tritici, *G. graminis* var. *graminis*, *G. graminis* var. *avenae* and *Fusarium culmorum*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 64, p.2386-2391, 1998.

FRIED, G.; NORTON, L. R.; REBOUD, X. Environmental and management factor determining weed species composition and diversity in France. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 128, n. 1, p. 68–76, 2008.

FOMSGAARD, I. S.; MORTENSEN, A. G.; CARLSEN, S. C. K. Microbial transformation products of benzoxazolinone and benzoxazinone allelochemicals: a review. **Chemosphere**, v. 54, p. 1025-1038, 2004.

FUNDAG – Fundação de Apoio a Pesquisa Agrícola. **Informativo**. Campinas, n. 4, mar/abr 2004.

GIANOLI, E.; NIEMEYER, H. M. Environmental effects on the accumulation of hydroxamic acids in wheat seedlings: the importance of plant growth rate. **J. Chem. Ecol.**, v. 23, p. 543-551, 1997.

GLENN, A. E.; MEREDITH, F. I.; MORRISON, W. H.; BACON, C. Identifications of intermediate and branch metabolites resulting from biotransformation of 2-benzoxazolinone by *Fusarium Verticillioides*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 69, p. 3165-3169, 2003

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada

à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.419 – 427, 2004.

GUIMARÃES, E. R.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; FERRO, M. I. T.; RAVANELI, G. C.; SILVA, J. A. Free proline accumulation in sugarcane under water restriction and spittlebug infestation. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 6, p. 628-633, 2008.

HALLGREN, E.; PALMER, M. W.; MILBERG, P. Data diving with cross-validation: an investigation of broad-scale gradients in Swedish weed communities. **J. Ecol.**, v. 87, n.2, p. 1037–1051, 1999.

HAMILTON, R. H.; BANDURSKI, R. S.; REUSCH, W. H. Isolation and characterization of a cyclic hydroxamate from *Zea mays*. **Cereal Chem.**, v. 39, p. 107-113, 1962.

HILLGER, D. E.; WELLER, S. C.; MAYNARD, E. T.; GIBSON, K. D. Emergent weed communities associated with tomato production systems in Indiana. **Weed Science**, v. 54, p. 1106-1112, 2006.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prantice Hall, 1992. 642p.

KATO-NOGUCHI, H. Allelopathy in maize II: Allelopathic potential of a new benzoxazolinone. **Plant Prod. Sci.**, v. 3, p. 47-50, 2000.

KOSEMURA, S.; EMORI, H.; YAMAMURA, S.; ANAI, T.; AIZAWA, H. Isolation and characterization of 4-chloro-6,7-dimethoxybenzoxazolin- 2-one, a new auxin-inhibiting benzoxazolinone from *Zea mays*. **Chem. Lett.**, p. 1053-1054, 1995.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. **Planta Daninha**. v.18, n.2, p.241 – 251, 2000.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.323 – 330, 2001.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**. v.21, n.1, p.37 – 44, 2003.

KUVA, M. A. **Banco de sementes, fluxo de emergência e fitossociologia de comunidade de plantas daninhas em agroecossistema de cana-crua**. 2006. 105f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.

KUVA, M. A.; FERRAUDO, A. S.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 549-557, 2008a.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P.; PAVANI, M. C. D. M. Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 735-744, 2008b.

KUVA M. A. et al. Organização das comunidades infestantes de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar em agrupamentos padrões. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27^o, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** p. 2190-2194.

LARA, J. F. R.; MACEDO, J. F.; BRANDÃO, M. Plantas daninhas em pastagens de várzeas no estado de Minas Gerais. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.11-20, 2003.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: COOPERSUCAR, 1988. p. 281 – 301.

LOSOSOVA, Z.; CHYTRY, M.; CIMALOVA, S.; KROPAC, Z.; OTYPKOVA, Z.; PYSEK, P.; TICHY, L. Weed vegetation of arable land in Central Europe: gradients of diversity and species composition. **J. Veg. Sci.**, v. 15, n. 1, p. 415–422, 2004.

MACEDO, J. F.; BRANDÃO, M.; LARA, J. F. R. Plantas daninhas na pós-colheita de milho nas várzeas do rio São Francisco, em Minas Gerais. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.239-248, 2003.

MACÍAS, F. A.; OLIVEROS-BASTIDAS, A.; MARÍN, D.; CASTELLANO, D.; SIMONET, A. M.; MOLINILLO, J. M. G. Degradation Studies on Benzoxazinoids Soil Degradation Dynamics of 2,4-Dihydroxy-7-methoxy-(2H)-1,4-benzoxazin-3(4H)-one (DIMBOA) and Its Degradation Products, Phytotoxic Allelochemicals from Gramineae. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, p. 6402-6413, 2004.

MACÍAS, F. A.; CHINCHILLA, N; VARELA, R. M.; OLIVEROS-BASTIDAS, A.; MARÍN, D.; MOLINILLO, J. M. G. Structure-Activity Relationship Studies of Benzoxazinones and Related Compounds. Phytotoxicity on *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. **J. Agric. Food Chem.**, v. 53, p. 4373-4380, 2005a.

MACÍAS, F. A.; OLIVEROS-BASTIDAS, A.; MARÍN, D.; CASTELLANO, D.; SIMONET, A. M.; MOLINILLO, J. M. G. Degradation studies on benzoxazinoids. Soil degradation dynamics of (2R)-2-O- β -Dglucopyranosyl- 2,4-dihydroxy-(2H)-1,4-

benzoxazin-3(4*H*)-one (DIBOA- Glc) and its degradation products, phytotoxic allelochemicals from Gramineae. **J. Agric. Food Chem.**, v. 53, p. 554-561, 2005b.

MACÍAS, F. A.; MARÍN, D.; OLIVEROS-BASTIDAS, A.; CHINCHILLA, D.; SIMONET, A. M.; MOLINILLO, J. M. G. Isolation and synthesis of allelochemicals from Gramineae: benzoxazinones and related compounds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 54, p. 991-1000, 2006a.

MACÍAS, F. A.; SIQUEIRA, J. M.; CHINCHILLA, N.; MARÍN, D.; VARELA, R. M.; MOLINILLO, J. M.G. New herbicide models from benzoxazinones: Aromatic ring functionalization effects. **J. Agric. Food Chem.**, v. 54, p. 9843-9851, 2006b.

MAGARIO, F. M. **Agrupamento fitossociológico de infestação de plantas daninhas em áreas de cana-planta.** 2009. 34 f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

MARTÍNEZ-GHERSA, M. A.; GHERSA, C. M.; SATORRE, E. H. Coevolution of agriculture systems and their weed companions: implications for research. **Field Crops Res.**, v. 67, n. 1, p. 181–190, 2000.

MERCER, K. L.; JORDAN, N. R.; WYSE, D. L.; SHAW, R. G. Multivariate differentiation of quackgrass (*Elytrigia repens*) from three farming systems. **Weed Science**, v. 50, p. 677-685, 2002.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p. 63 – 69, 2003.

NIEMEYER, H. M. Hydroxamic acids (4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones), defense chemicals in Gramineae. **Phytochemistry**, v. 27, n. 11, p. 3349-3358, 1988.

PEREIRA et al. Estudo de seleção de flora de plantas daninhas por herbicidas utilizando técnicas de análise multivariada – Índice de valor de importância. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27º, 2010, Ribeirão Preto, **Anais...** p. 154-158.

PÉREZ, F. J. Allelopathic effect of hydroxamic acids from cereals on *Avena sativa* and *A. fatua*. **Phytochemistry**, v. 29, p.773-776, 1990.

PÉREZ, F. J.; ORMEÑO-NÚÑES, J. Difference in hydroxamic acid contents in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): possible role in allelopathy. **J. Chem. Ecol.**, v. 17, p. 1037-1043, 1991.

PETHŐ, M. Possible role of hydroxamic acids in the iron uptake by grasses. **Acta Agronom. Hungar**, v. 42, p. 203-214, 1993.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p. 16 – 27, 1985.

PITELLI, R. A. Plantas daninhas no sistema plantio direto de culturas anuais. **Revista Plantio Direto**, n.47, p. 13 – 18, 1998.

PITELLI, R. A.; KUVA, M. A. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo da resistência aos herbicidas e seleção de flora. In: CURSO DE RECOMENDAÇÕES BÁSICAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E RESISTÊNCIA AOS HERBICIDAS, 1998, Piracicaba. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998. p. 1-46.

POGGIO, S. L.; SATORRE, E. H.; FUENTE, E. B. Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, n. 1, p. 225-235, 2004.

PROCÓPIO, S. O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 150.

REBERG-HORTON, C.; GALLANDT, E. R.; MOLLOY, T. Measuring community shifts in a weed seedbank study with the use of distance-based redundancy analysis. **Weed Science**, v. 54, p. 861-866, 2006.

ROWE, M. L.; LEE, D.J.; BOWDITCH, B.M.; MASTERS, R. A. Genetic variation in North America leafy spurge (*Euphorbia esula*) determined by DNA markers. **Weed Science**, v. 45, p. 446 – 454, 1997.

SAMPIETRO, D. A.; VATTUONE, M. A.; ISLA, M. I. Plant growth inhibitors isolated from sugarcane (*Saccharum officinarum*) straw. **Journal of Plant Physiology**, v. 163, p. 837-846, 2006.

SAMPIETRO, D. A.; VATTUONE, M. A. Nature of the interference mechanism of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) straw. **Plant Soil**, v. 280, p. 157-169, 2006a.

SAMPIETRO, D.A.; VATTUONE, M. A. Sugarcane straw and its phytochemicals as growth regulators of weed and crop plants. **Plant Growth Regul.**, v. 48, p.21–27, 2006b.

SÁNCHEZ-MOREIRAS, A. M.; COBA DE LA PEÑA, T.; MARTÍNEZ, A.; GONZÁLEZ, L.; PELLISIER, F.; REIGOSA, M. J. Mode of action of the hydroxamic acid BOA and other related compounds. In: MACÍAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER. H. G. eds. **Allelopathy: Chemistry and mode of action of allelochemicals**. Florida, CRC Press, p.239-252, 2004.

SANTANA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Uso da análise multivariada no estudo de fatores humanos em operadores de motosserra, **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 101–107, 2002.

SANT'ANNA, A. et al. (Coord). **Açúcar bruto**: exportações brasileiras. In: ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA AGRIANUAL. **AGRIANUAL 2009**. São Paulo: AGRA FNP Pesquisas Ltda., 2009. p. 256.

SCHULZ, M.; FRIEBE, A.; KUCK, P.; SEIPEL, M.; SCHNABL, H. Allelopathic effects of living quackgrass (*Agropyron repens* L.). Identification of inhibitory allelochemicals exuded from rhizome borne roots. **Applied Botany**, v. 38, p. 195-200, 1994.

SICKER, D.; SCHULZ, M. Benzoxazinones in plants: occurrence, synthetic access, and biological activity. **Stud. Nat. Prod. Chem.**, v. 27, p. 185-232, 2002.

SIEGMUND, K. D.; LAIRD, P. W.; LAIRD OFFRINGA, I. A. A comparison of cluster analysis methods using DNA methylation data. **Bioinformatics**, v. 20, n.12, p.1896-1904, 2004.

SILVA, J. R. V.; COSTA, N. V.; MARTINS, D. Efeito da palhada de cultivares de cana-de-açúcar na emergência de *Cyperus rotundus*. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 375-380, 2003.

SILVA, I. A. B.; KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta Daninha**, v. 27, p. 265-272, 2009.

SINGH, P.; SUMAN, A.; SHRIVASTAVA, A. K. Isolation and identification of allelochemicals from sugarcane leaves. **Allelopathy Journal**, v. 12, n. 1, p. 71-80, 2003.

SINGH, P.; SHRIVASTAVA, A. K.; SUMAN, A.; ARYA, N.; TIWARI, P.; RAI, R. K.; SINGH, J.; SINGH, A. K. Allelopathic effects of hydroxamic acids from sugarcane leaves on germination and growth of crops. **Allelopathy Journal**, v. 23, n. 1, p. 203-212, 2009.

SMITH, R. G.; GROSS, K. L. Weed community and corn yield variability in diverse management systems, **Weed Science**, v. 54, p. 106-113, 2006.

SORENSEN, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant society of species content. In: ODUM, E. P. **Ecologia**. México: Interamericana, 1972. 640 p.

SOUZA, A. L.; FERREIRA, R. L. C.; XAVIER, A. **Análise de agrupamento aplicada à ciência florestal**, Viçosa, MG: SIF, 1997. 109p., (Documento SIF, 16).

SOUZA, L. S. A.; SILVA, J. F.; SOUZA, M. D. B. Composição florística de plantas daninhas em agrossistemas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.249-255, 2003.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Estratificação vertical em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v.28, n.5, p.691-698, 2004.

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p. 271 – 278, 2005.

TEIXEIRA, F. N. **Caracterização e controle das emissões de óxidos de nitrogênio e material particulado em caldeiras**. 2005. 246f. Tese (Doutorado em Engenharia mecânica) – Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia mecânica, 2005.

VIATOR, R. P.; JOHNSON, R. M.; GRIMM, C. C.; RICHARD JR., E. P. Allelopathic, autotoxic and hormetic effects of postharvest sugarcane residue. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 1526-1531, 2006.

VIDAL, R. A.; THEISEN, G. Efeito da cobertura morta do solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades no solo. **Planta Daninha**, v. 17, n. 3, p. 339-344, 1999.

VOLL, E.; TORRES, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica do banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo. **Planta Daninha**, v.19, n.2, p.171-178, 2001.

VILLAGRASA, M.; GUILLAMON, M.; LABANDEIRA, A.; TABERNER, A.; ELJARRAT, E.; BARCELO, D. Benzoxazinoid Allelochemicals in Wheat: Distribution among Foliage, Roots, and Seeds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 54, n.3, p. 1009-1015, 2006

WAHLROOS, O.; VIRTANEN, I. The precursors of 6-methoxybenzoxazolinone in maize and wheat plants, their isolation and some of their properties. **Acta Chem. Scand.**, v. 13, p. 1906-1908, 1959.

WANG, T. S. C.; YANG, J.; CHUANG, T. Soil phenolic acids as plant growth inhibitors. **Soil Science**, v. 103, p. 239-246, 1967.

WERNER, C.; HEDBERG, C.; LORENZI-RIATSCH, A.; HESSE, M. Accumulation and metabolism of the spermine alkaloid aphelandrine in roots of *Aphelandra tetragona*. **Phytochemistry**, v. 33, p. 1033-1036, 1993.

WINKLER, L. M.; VIDAL, R. A.; NETO, J. F. B. Caracterização genética de *Euphorbia heterophylla* resistente a herbicidas inibidores de acetolactato sintase. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.9, p. 1067- 1072, 2003.

WOODWARD, M. D.; CORCUERA, L. J.; HELGESON, J. P.; KELMAN, A.; UPPER, C. D. Factors that influence the activity of 2,4- dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one on *Erwinia* species in growth assays. **Plant Physiol.**, v. 61, p. 803-805, 1978.

ZIKMUNDOVA, M.; DRANDAROV, K.; BIGLER, L.; HESSE, M.; WERNER, C. Biotransformation of 2-benzoxazolinone and 2-hydroxy-1,4- benzoxazin-3-one by endophytic fungi isolated from *Aphelandra tetragona*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 68, p. 4863-4870, 2002.

ZÚÑIGA, G. E.; ARGANDOÑA, V. H.; NIEMEYER, H. M.; CORCUERA, L. J. Hydroxamic acid content in wild and cultivated Gramineae. **Phytochemistry**, v. 22, p. 2665-2668, 1983.

Capítulo 2 - Determinação da comunidade infestante em diferentes ambientes de produção sob efeito da palha de cana-de-açúcar

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da palha (ausência, presença e distribuição), idade de corte (número de colheitas) e do ambiente de produção (condições edafoclimáticas) sobre a comunidade infestante em áreas de cana-de-açúcar. O estudo foi realizado contemplando 241 talhões de cana de usinas da região de Ribeirão Preto, SP. Em cada um desses talhões foi mantida uma área de observação que ficou isenta da aplicação comercial de herbicidas, tendo como dimensões 7,5 m de largura por 12 m de comprimento. No interior dessas áreas de observação foram realizados levantamentos da comunidade de plantas daninhas para obtenção da cobertura específica. Para cada talhão amostrado foram tomadas as informações referentes à cultura, solo, clima e tratos culturais (histórico). A organização das comunidades de plantas daninhas em agrupamentos padrões foi realizada pela técnica de agrupamento utilizando a composição específica e a porcentagem de cobertura específica, relacionando-os com as características do ambiente em que a cana está implantada. Nas áreas com a presença da palha houve uma menor ocorrência de plantas daninhas se comparada as com ausência de palha; a distribuição desuniforme da palha facilitou a ocorrência de *Digitaria* spp. A idade afetou as comunidades infestantes, porém espécies como tiririca e cordas-de-violas tiveram alta infestação em todos os cortes nas áreas de cana crua. Os ambientes de produção tiveram maior diversidade de espécies nos ambientes C e D. Conclui-se que comunidade infestante sofreu efeito da palha e de sua distribuição, bem como da idade do canavial e dos ambientes de produção.

Palavras-chave: análise de agrupamento, análise multivariada, *Saccharum* spp.

Introdução

Um dos pontos-chave no processo produtivo da cana-de-açúcar é a interferência imposta pelas plantas daninhas ao competir com a cultura por nutrientes, água e luz, dificultar a colheita, diminuir a qualidade da produção e reduzir a longevidade do canavial (PROCÓPIO et al., 2003). A flora infestante da cana-de-açúcar é altamente específica (MASCARENHAS et al., 1995), e a implementação da colheita mecanizada mudou a composição da comunidade infestante (AZANIA et al., 2002).

Pois, a colheita da cana-de-açúcar sem queima deixa sobre o solo uma espessa camada de palha, que é muito importante no manejo das plantas daninhas, sendo retratada como barreira física à penetração de luz solar sobre o solo, impedindo a germinação de espécies consideradas fotoblásticas positivas, isto é, espécies que necessitam de luz para sua germinação (FERREIRA et al., 2010). Ademais, a palha sobre o solo libera aleloquímicos, que podem alterar, de forma direta ou indireta, a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de algumas plantas daninhas (RICE, 1984; PITELLI, 1985).

Como a cobertura vegetal de determinada área resulta de fatores como clima, solo e ação da fauna. Os indivíduos da mesma espécie (que podem reagir diferentemente a esses fatores) compõem uma população e, grupos de populações que ocorrem juntas caracterizam uma comunidade (OLIVEIRA e FREITAS, 2008). As comunidades podem diferenciar-se, dependendo das interações das espécies com o meio abiótico (MARTINS e SANTOS, 1999). E o reconhecimento das espécies presentes torna-se fundamental, se for levado em conta o custo financeiro e ambiental da utilização de produtos químicos (ERASMO et al., 2004).

Assim, estudos referentes à seleção da flora infestante pela palha são importantes, pois permitem identificar espécies com potencial de seleção no sistema de colheita de cana crua e estabelecer programas de controle preventivo (GRAVENA et al., 2004).

Correia e Durigan (2004) verificaram que a palha de cana mantida na superfície do solo interfere na dormência, germinação e mortalidade das sementes de plantas daninhas, provocando modificações da comunidade infestante. Essas mudanças, no entanto, são muito específicas e dinâmicas, pois dependem da

quantidade de palha e, principalmente, da espécie daninha, que pode ser favorecida ou não pela cobertura morta (FERREIRA et al., 2010).

O controle das plantas daninhas no ambiente de colheita de cana-crua é dependente da quantidade, composição e periodicidade da palha, sendo determinante na composição da flora infestante e, a eficiência do controle das espécies infestantes se dá em função principalmente do tempo de permanência desses resíduos na área (FERREIRA et al., 2010).

Os ambientes de produção são classificados de acordo com o solo, os mesmos designam níveis de A a E, e com as suas classes de produtividade. Assim, na medida em que os ambientes tramitam de A para E, os elementos do solo vão restringindo cada vez mais a produtividade da cultura (JOAQUIM et al., 1994).

A hipótese deste trabalho é a de que a comunidade infestante sofra modificações dependendo do ambiente em que está inserida.

Assim, o objetivo foi avaliar o efeito da palha (ausência, presença e distribuição), idade de corte (número de colheitas) e do ambiente de produção (condições edafoclimáticas) sobre a comunidade infestante em áreas de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

Os dados utilizados foram obtidos de levantamentos das áreas de observação utilizados no estudo da “matologia” realizado pela Usina Santa Cruz, na região de Ribeirão Preto, São Paulo. A usina mantém áreas de observação para realização de levantamento das plantas daninhas presentes a cada safra, como forma de monitoramento destas plantas e dos resultados de controle pelos tratamentos herbicidas empregados nos canaviais. Para este estudo foram utilizados os dados coletados em 2009/2010, totalizando registros referentes a 241 talhões.

Áreas mantidas sem aplicação de herbicidas (áreas de observação, também chamadas de matologia) foram alocadas aleatoriamente no interior dos talhões respeitando uma distância mínima de 50 metros em relação ao carreador mais próximo. As dimensões foram de no mínimo 12,0 metros de largura por 7,5 metros

de comprimento e o foram mantidas na proporção de aproximadamente uma área a cada cinquenta hectares de cana-de-açúcar.

O monitoramento da infestação de plantas daninhas foi feito por meio de visitas para a realização das avaliações que foram realizadas visualmente, atribuindo-se valores percentuais de cobertura do solo pelas diferentes espécies de plantas daninhas.

Todos os dados foram organizados em um banco de dados onde foram criadas tabelas cadastrais contendo informações de campo, estruturadas para análises estatísticas. Nestas análises estatísticas utilizaram-se somente informações referentes às plantas daninhas (percentual de cobertura), cultivares, tipo de colheita, número do corte, data de plantio, ambiente agrícola além de dados para identificação dos talhões compostos por safra, gleba, bloco, talhão, área e dia do monitoramento.

Foram realizadas análises exploratórias para verificar a possível relação entre a comunidade infestante e as características das áreas em que os talhões estavam inseridos como tipo de colheita (cana crua ou queimada), efeito da idade do canavial e ambiente de produção, baseadas na metodologia apresentada por Kuva et al (2007; 2008) e Ferreira et al. (2011).

Com todas as informações e depois, separadamente por tipo de colheita, foram realizadas análises multivariadas de agrupamento com os dados relativos às plantas daninhas para organizá-las em grupos por padrões de intensidade infestação, ignorando cultivar, época de aplicação, época de corte, número de corte, entre outros.

Os dados foram separados em cana queimada e cana crua; no caso da cana crua ainda foram separados em presença de palha uniforme e desuniforme (dados fornecidos pela usina).

Foram utilizados os dados de porcentagem de cobertura específica das plantas daninhas presentes nas áreas para o agrupamento das mesmas seguindo as informações fornecidas pelas usinas. A categoria corda-de-viola se refere as espécies do gênero *Merremia* e *Ipomoea* dentre elas, podemos citar, *Ipomoea nil*, *I. quamoclit*, *I. hederifolia*, *I. grandifolia*, *I. purpureae*, *I. triloba*, *Merremia aegyptia* e

Merremia cissoides, enquanto a categoria Outras se refere a plantas daninhas que apareceram somente em um talhão com infestação inferior a 3%.

Foi utilizada a análise de agrupamento por método hierárquico utilizando como medida de semelhança a distância euclidiana simples e como método de ligação o método de Ward.

Todas as análises multivariadas de agrupamento foram processadas após a padronização dos dados utilizando o programa Statistica 8.0.

Resultados e Discussão

Importância das espécies de plantas daninhas em áreas com presença e ausência de palha, independente da idade e do ambiente de produção

Em estudos preliminares de comparação, a melhor forma de análise dos dados foi o método de ligação de Ward com a distância euclidiana.

No levantamento de plantas daninhas, considerando a infestação sem levar em conta o tipo de colheita dentre outras informações (cana crua ou cana queimada), houve a ocorrência de 28 categorias (espécies, gêneros ou grupo de espécies) (Figura 1). Houve uma separação em dois grupos: o primeiro com as que apresentaram maiores valores de infestação: *Cyperus rotundus* (CYPRO), *Digitaria* spp. (DIGSS), *Cordas* e *Brachiaria* spp. (BRASS) e outro grupo nos quais as espécies apresentaram menor grau de infestação quando comparado ao primeiro grupo. As espécies encontradas no segundo grupo foram: *Sida cordifolia* (SIDCO), *Cynodon dactylon* (CYNDA), *Commelina benghalensis* (COMBE), *Eleusine indica* (ELEIN), *Ricinus communis* (RIICO), *Senna obtusifolia* (CASOB), *Emilia fosbergii* (EMISO), *Acanthospermum hispidum* (ACNHI), *Chamaesyce hirta* (EPHHL), *Acanthospermum australe* (ACNAU), *Rhynchelytrum repens* (RHYRE), *Richardia brasiliensis* (RCHBR), *Eragrostis pilosa* (ERAPI), *Sida* spp. (SIDSS), *Amaranthus* spp. (AMASS), *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL), Outras, *Panicum maximum* (PANMA), *Portulaca oleracea* (POROL), *Solanum americanum* (SOLAM), *Cenchrus echinatus* (CCHEC), *Conyza* ssp. (CNDSS) e *Arachis hypogaea* (ARHHY) (Figura 1). Todas essas espécies são comuns em áreas

de cana-de-açúcar e a maioria já foi citada em outros levantamentos realizados (VICTORIA FILHO e CHRISTOFFOLETI, 2004; KUVA et al., 2007; FERREIRA et al., 2011).

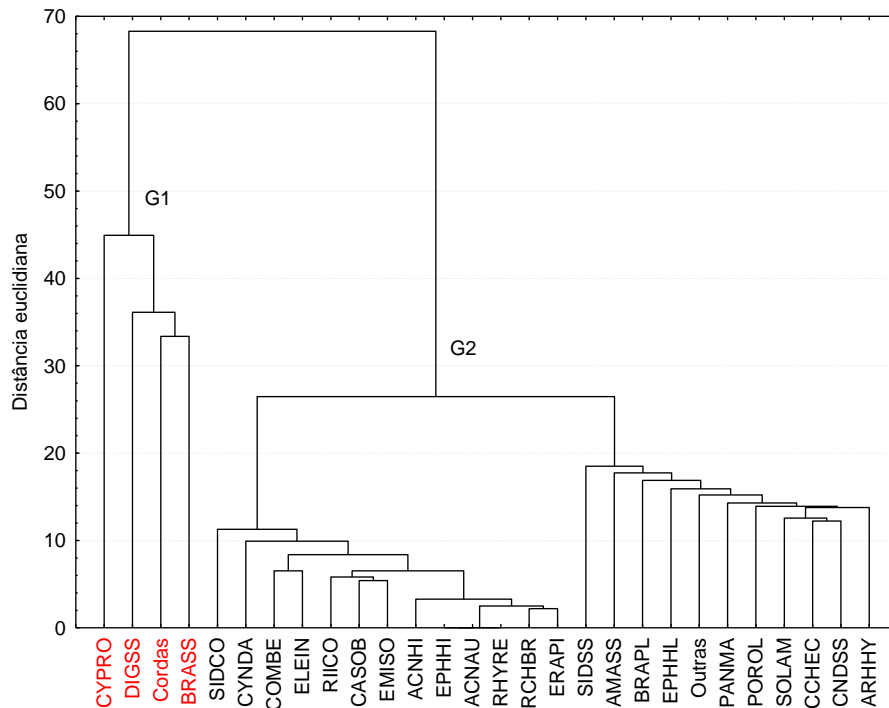


Figura 1. Dendrograma da infestação de plantas daninhas resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Considerando somente as áreas que tiveram como sistema de colheita manual, ou seja, na qual a cana foi queimada, obteve-se o total de 83 talhões. Nessas áreas de cana sem a presença da palha, as plantas que tiveram maior ocorrência e cobertura foram DIGSS, CYPRO, Cordas e BRASS; essas espécies formaram o grupo 1 (G1). O G2 foi formado pelas demais espécies e houve uma subdivisão dentro do mesmo, ficando agrupadas as espécies RIICO, RCHBR, EMISO, ACNHI, CASOB, EPHHI, RHYRE e ERAPI e as demais espécies em outro subgrupo foram AMASS, POROL, EPHHL, SIDSS, SIDCO, Outras, BRAPL, CCHEC, COMBE, ELEIN, SOLAM, CYNDA, CNDSS, PANMA e ARHHY (Figura 2).

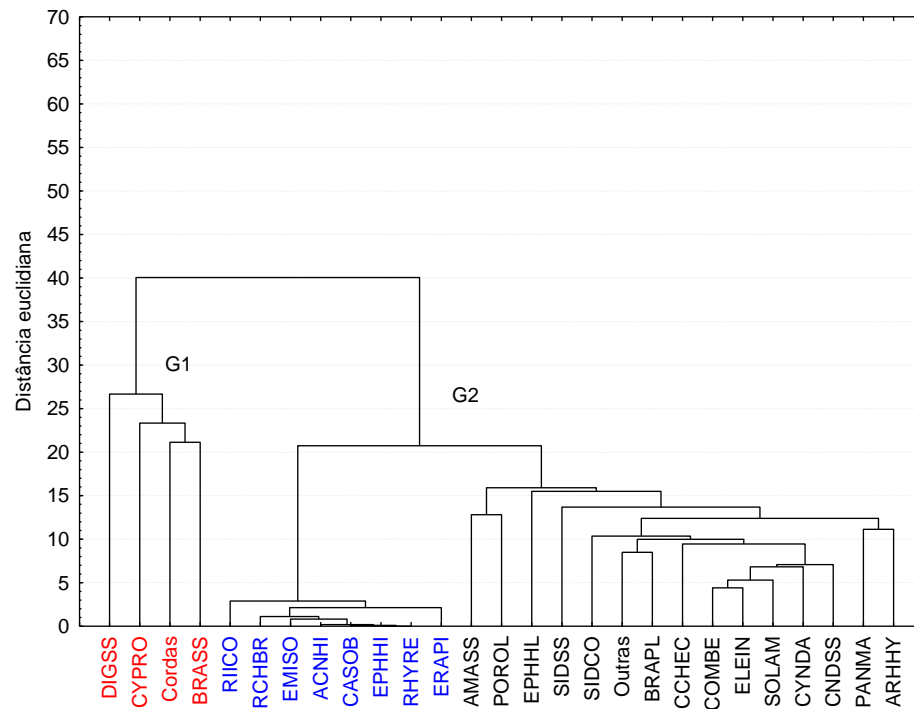


Figura 2. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

As áreas de cana-crua com distribuição de palha uniforme resultaram em 78 talhões. As principais espécies foram as categorias CYPRO e o grupo Cordas, que apresentaram maior cobertura nas áreas de palha com distribuição uniforme permanecendo em dois grupos isolados. As demais espécies que apresentaram menor infestação ficaram em outro grupo (Figura 3). Observou-se a ocorrência de 18 categorias um menor número se comparado as áreas de cana queimada com 28 categorias.

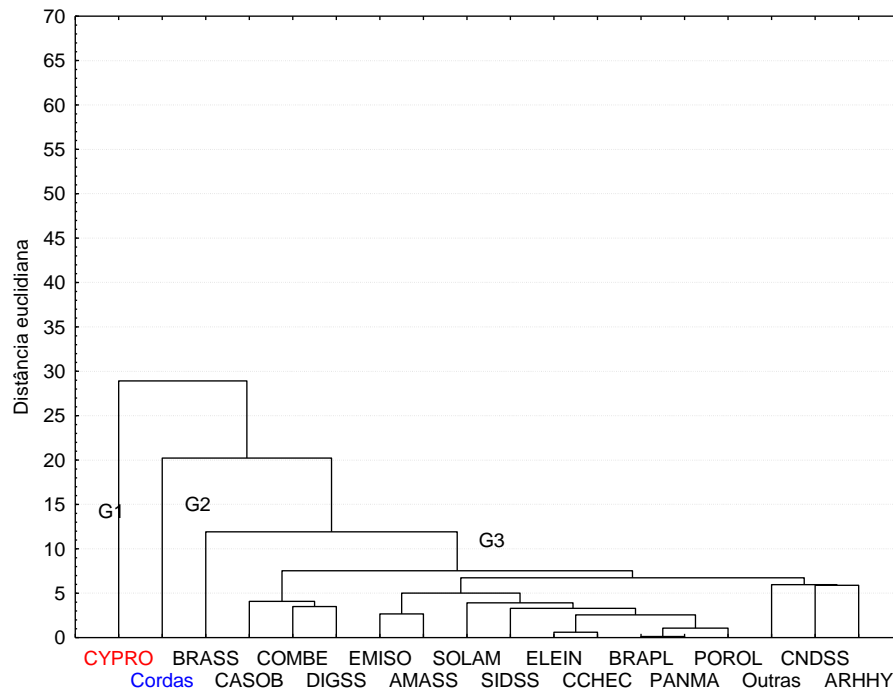


Figura 3. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

As áreas de cana crua e com distribuição de palha desuniforme resultaram em 73 talhões. Houve a divisão em dois grupos, o primeiro grupo com as categorias de maior importância - CYPRO, Cordas e DIGSS - as demais categorias ficaram em outro grupo (Figura 4).

Houve uma redução no número de categorias de plantas daninhas presentes em áreas com distribuição de palha uniforme. Monquero et al. (2008), avaliando a infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar, observaram que os talhões com cana-crua possuíam menor potencial de infestação em relação aos talhões de cana-queimada, concordando com os resultados encontrados. Segundo Monquero et al (2009), o efeito físico da cobertura morta é muito importante na regulação da germinação e na taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies de plantas daninhas. Os efeitos sobre o processo germinativo podem ser exemplificados com a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas, das sementes que requerem determinado

comprimento de onda e das sementes que necessitam de grande amplitude de variação térmica para inibir o processo germinativo. O efeito físico da palha também reduz as chances de sobrevivência das plântulas das espécies daninhas com pequena quantidade de reservas nos diásporos (MONQUERO et al., 2009).

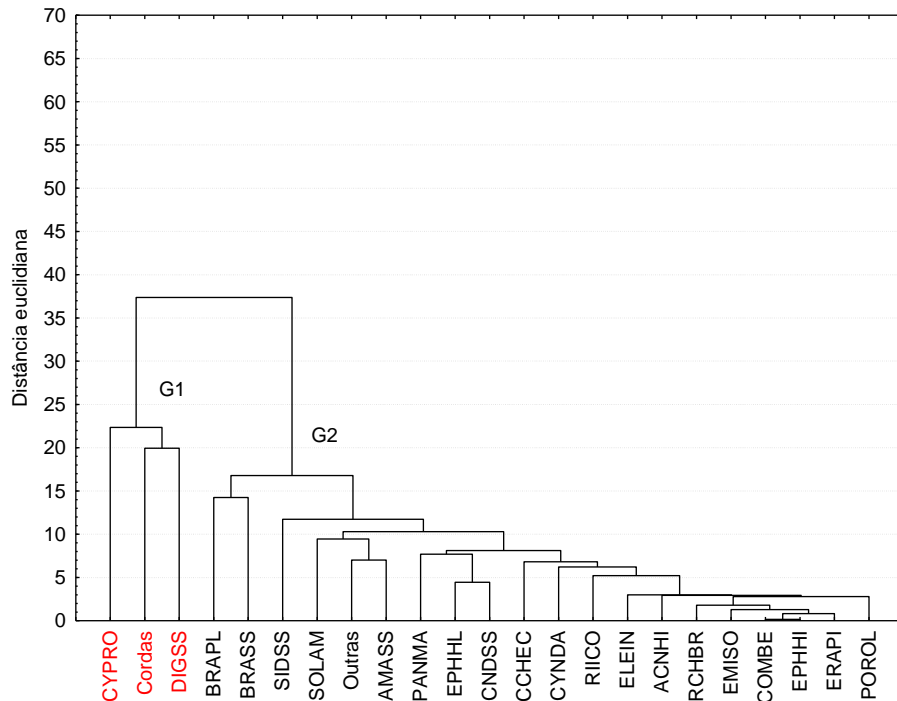


Figura 4. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com distribuição de palha desuniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Outro fator que pode ter afetado as plantas daninhas foi a deposição de resíduos orgânicos sobre o solo e com isso o conseqüente aumento do teor de matéria orgânica, associado a uma menor vulnerabilidade dos microrganismos nesse sistema, criando condições para instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na camada superficial do solo (MONQUERO et al., 2009). Na composição específica dessa microbiocenose há grande quantidade de organismos que podem utilizar sementes e plântulas de espécies daninhas como fontes de energia. De maneira geral, os microrganismos exercem importantes funções na deterioração e perda de viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo

(PITELLI e DURIGAN, 2001). Velini e Negrisoni (2000) observaram que a palha da cana-de-açúcar reduziu drasticamente a variação da temperatura do solo a 1 e a 5 cm de profundidade. Segundo esses autores, esse efeito contribuiu de modo decisivo para a redução da germinação de plantas daninhas de áreas de cana-crua, pois é sabido que a amplitude térmica é um dos componentes mais importantes na promoção da germinação das sementes de muitas espécies.

Estes fatores podem ter ocorrido e ter levado à redução das categorias de plantas daninhas. Além disso, pode ainda haver atividade alelopática da cobertura morta sobre as plantas daninhas, e isso depende diretamente da qualidade e da quantidade do material vegetal depositado na superfície, do tipo de solo, da população microbiana, das condições climáticas e da composição de espécies da comunidade de plantas daninhas de forma específica (MONQUERO et al., 2009).

A tiririca (*C. rotundus*) foi a espécie mais importante em levantamentos em áreas com palha de distribuição uniforme e não uniforme concordando com outros levantamentos em áreas de cana-de-açúcar realizados por Oliveira e Freitas (2008) e Kuva et al. (2007). É considerada uma das espécies de plantas daninhas mais problemáticas em áreas tropicais e subtropicais do mundo (GUPTA et al., 2002), sendo uma planta daninha importante em várias culturas, incluindo a cana-de-açúcar (DOR e HERSHENHORN, 2013). *C. rotundus*, segundo Arévalo (1998), está presente em canaviais com a presença de palha nas quantidades de 1 a 15 t ha⁻¹; já em áreas com mais de 15 t ha⁻¹ a espécie estava ausente. Desta forma, infere-se que nas áreas deste estudo não houve quantidade suficiente de palha para a supressão da espécie. Durigan et al. (2004), ao trabalharem com controle químico de tiririca com e sem cobertura do solo, observaram redução na emergência de plantas aos 45 e 90 dias na presença de palhada. Segundo esses autores, a presença da palha esta sendo forte aliada no controle, porém está longe de ser a solução para evitar a brotação, emergência e convivência, sobretudo da tiririca, com a cultura.

Apesar de possuir um crescimento lento, possui forte habilidade competitiva (INGLIS et al, 2001), a tiririca pode reduzir a produtividade e a qualidade e interferir nas aplicações de produtos fitossanitários e operações de colheita (GRICHAR e SESTAK, 2000; INGLIS et al., 2001). Ela é tolerante a solos úmidos e alta

temperatura e sua habilidade de converter CO₂ em carboidrato pelas vias C4 e C3 é extremamente eficiente (BENDIXEN e NANDIHALLI, 1987). A mesma possui o ciclo C4 de fixação de carbono, o que lhe confere altas taxas fotossintéticas em condições de altas temperatura e luminosidade (MEIRONG, 1993), tal como ocorre na região nos quais os levantamentos foram realizados. Seu alto potencial de propagação e capacidade competitiva e sua reprodução vegetativa por rizomas e tubérculos é uma das explicações para sua agressividade e distribuição mundial e pode dificultar seu controle (BENDIXEN e NANDIHALLI, 1987). *C. rotundus* se tornou uma planta daninha problemática em todo o mundo como resultado do uso de herbicidas seletivos que não a controlam, uso da monocultura que reduz o número de herbicidas seletivos que podem ser utilizados, falta de rotação de culturas e reduzido uso de eliminação manual das plantas (KADIR e CHARUDATTAN, 2000).

Além disso, *C. rotundus* em condições favoráveis pode produzir até 8.700 tubérculos m⁻², que liberam substâncias alelopáticas (ácidos dicarboxílicos, fenólicos e graxos) no solo, na maioria das vezes por exsudação radicular, afetando negativamente o desenvolvimento das plantas circunvizinhas, incluindo a cultura (DURIGAN, 1991). *C. rotundus* inibe a brotação de gemas e o perfilhamento da cana, o que resulta em estandes menores nas áreas infestadas (OLIVEIRA e FREITAS, 2008), demonstrando assim grande importância.

Para *C. rotundus* em áreas tropicais, como o Brasil, a intensidade de luz é extremamente alta e a mesma não pode ser considerada um fator limitante para a espécie (DOR e HERSENHORN 2013), mesmo em áreas com cobertura de palha, que teriam uma menor intensidade de luz as plantas germinaram sendo as mais importantes dessas áreas. As flutuações diárias na temperatura do solo são provavelmente importantes para a emergência de tiririca (KAMABATA e NISHIMOTO, 2003) e sua distribuição é limitada por sua sensibilidade a temperaturas baixas (OKOLI et al., 1996). Segundo Nishimoto (2001) a brotação de tiririca não ocorre abaixo de 10 °C ou acima 45 °C, essas temperaturas limitantes não foram alcançadas nas áreas com palha. Essa pode ser uma das razões da grande infestação dessa espécie nas áreas sob estudo nesse trabalho.

Segundo Wisniewski e Holtz (1997), a cobertura morta no solo é responsável pela formação de microclima com temperatura, teor de umidade e população

microbiana característica de cada tipo e quantidade de palha encontrada, o que no caso pode ser positiva para algumas espécies de daninhas. No caso deste estudo, a palha parece não beneficiar a germinação de *Digitaria* spp., pois sendo a mesma importante em talhões sem palha perdeu destaque nos talhões com distribuição de palha uniforme, aparecendo somente em áreas de palha desuniforme, ou seja, sua ocorrência pode ter se dado onde não havia presença de palha. Segundo Velini e Negrisoli (2000), a irregularidade da distribuição da cobertura da palha permite que a germinação de sementes de plantas daninhas ocorra em determinados pontos da lavoura e ainda, segundo Ferreira et al. (2010), para um melhor efeito da cobertura morta sobre as plantas daninhas, três fatores são primordiais: quantidade, densidade e uniformidade de distribuição de palha.

Em estudo realizado por Yamauti et al. (2011), a espécie teve sua germinação e massa seca reduzida com cobertura de palha de 8 a 16 t ha⁻¹ e, segundo Velini et al. (2000), *Digitaria horizontalis* pode ser eficientemente controlada pela presença de 15 t ha⁻¹ de palha. Segundo Correia e Durigan (2004), a germinação é um processo-chave na organização e dinâmica das espécies vegetais, sendo muito sensível à cobertura do solo, pois os resíduos culturais na superfície do solo alteram a umidade, luminosidade e temperatura do solo, principais variáveis no controle da dormência e germinação de sementes. A cobertura, também, pode prejudicar as plântulas em desenvolvimento, devido à barreira física, causando o estiolamento destas e tornando-as suscetíveis aos danos mecânicos. Essa pode ser uma das razões da redução de importância de *Digitaria* spp. nas áreas com palha no presente estudo.

Segundo Monquero et al (2009), o efeito físico da cobertura morta pode interferir na sobrevivência das plântulas, principalmente das espécies com pequena quantidade de reservas nas sementes, que podem não ser suficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenha acesso à luz e inicie o processo fotossintético, como no caso das sementes de *Digitaria* spp. se comparada a outras espécies presentes neste estudo, como a corda-de-viola.

Segundo levantamento de Arévalo (1998), algumas espécies de *Digitaria* como *D. insularis*, *D. horizontalis* e *D. sanguinalis* são encontradas em quantidades

de palha de até 5 t ha⁻¹, porém diminuem com o aumento da quantidade de palha aparecendo somente *D. horizontalis* em quantidades de 5 a 15 t ha⁻¹ e são nulas em quantidades de palha de mais de 15 t ha⁻¹. Esse comportamento reforça que a presença dessas espécies seja dependente da quantidade de palha, diminuindo com o aumento desta. Em outro estudo realizado por Maciel et al. (2008), a presença da palhada da cana-de-açúcar proporcionou controle excelente de *D. horizontalis* mesmo na ausência de herbicida.

No caso das cordas-de-viola elas apareceram como uma categoria importante em termos de infestação nas áreas com a presença e ausência de palha. Segundo Silva et al. (2009), as cordas-de-viola tem se destacado nas comunidades infestantes da cultura da cana-de-açúcar, particularmente em áreas de colheita de cana crua. Essas espécies pertencem aos gêneros *Ipomoea* e *Merremia*, da família Convolvulaceae. Dentro do gênero *Ipomoea* destacam-se: *I. hederifolia*, *I. quamoclit*, *I. nil*, *I. grandifolia* e *I. purpurea*, enquanto no gênero *Merremia* destacam-se *M. cissoides* e *M. aegyptia*. Medeiros e Christoffoleti (2001) relataram que *Ipomoea hederifolia* emergiu em parcelas sem palha e com palha, porém nas áreas com palha houve maior taxa de emergência dessa espécie. Concordando com o que ocorreu no presente estudo, Martins et al. (1999) encontraram que para *Ipomoea grandifolia*, o controle pela palha é deficiente. Correia e Durigan (2004) trabalhando com emergência de plantas daninhas em solo coberto com palhada em condições de casa de vegetação, não observaram variações na densidade populacional de *I. grandifolia*, *I. hederifolia* e *I. quamoclit* em condições de palha de até 15 t ha⁻¹. Pode-se inferir que plantas desse gênero apresentam-se como fotoblásticas negativas, não requerendo grande intensidade luminosa para germinarem (FERREIRA et al., 2010). As sementes das cordas-de-viola apresentam grande quantidade de reserva e, ao germinarem, suas plântulas emergem sob camadas com quantidades variáveis de palha (Martins et al., 1999; Azania et al., 2002; Gravena et al., 2004). O desenvolvimento das plantas ocorre mesmo na fase de maior crescimento dos canaviais, e as plantas adultas se entrelaçam aos colmos e folhas, interferindo negativamente no desenvolvimento da planta, nas práticas culturais e na colheita (AZANIA et al., 2002). Por ocasião da colheita, seus frutos e suas sementes podem-

se encontrar ainda ligados à planta-mãe, favorecendo a disseminação pela colhedora para médias e longas distâncias (SILVA et al., 2009).

De modo coerente com essas informações, drásticas reduções na incidência de gramíneas são observadas em áreas de cana crua. Por outro lado, altas infestações de *Ipomoea* spp. têm sido constatadas nessas áreas (DURIGAN et al., 2004; KUVA et al., 2008), como ocorreu neste estudo.

As quantidades de palha formadas são variáveis, dependendo principalmente da variedade de cana-de-açúcar, das condições climáticas, da nutrição da cultura e dos tratos culturais, podendo ultrapassar 20 t ha⁻¹ (FERREIRA et al., 2010). Em áreas em que se irá adotar o sistema de colheita de cana-crua, é preferível optar pelo cultivo de variedades que produzam grande quantidade de palha e também por plantas que tenham adequado suprimento nutricional e ótima resistência ou tolerância a pragas e doenças (PROCÓPIO et al., 2003). Como no estudo não se houve um estudo específico por cultivares ou pela quantidade de palha não é possível dizer quais foram as cultivares responsáveis pela supressão de plantas daninhas presentes nas áreas.

Com este estudo pode-se concluir que houve mudança na importância das diferentes categorias na participação da comunidade infestante em relação a áreas com presença e ausência de palha e a distribuição da palha também influenciou a infestação das espécies.

Importância das espécies de plantas daninhas em cana-de-açúcar com diferentes idades, de acordo com o sistema de colheita, independente do ambiente de produção

Cana crua

Em áreas com presença de palha em canaviais com plantio realizado no inverno, de primeiro corte, a comunidade infestante foi composta por 12 categorias que se dividiram em dois grupos, o primeiro: Cordas, CASOB e o segundo com DIGNU, CYPRO, POROL, CCHEC, Outras, COMBE, RCHBR, ELEIN, BRAPL e

SOLAM (Figura 5). As de maior infestação das áreas foram as pertencentes do primeiro grupo: Cordas e CASOB.

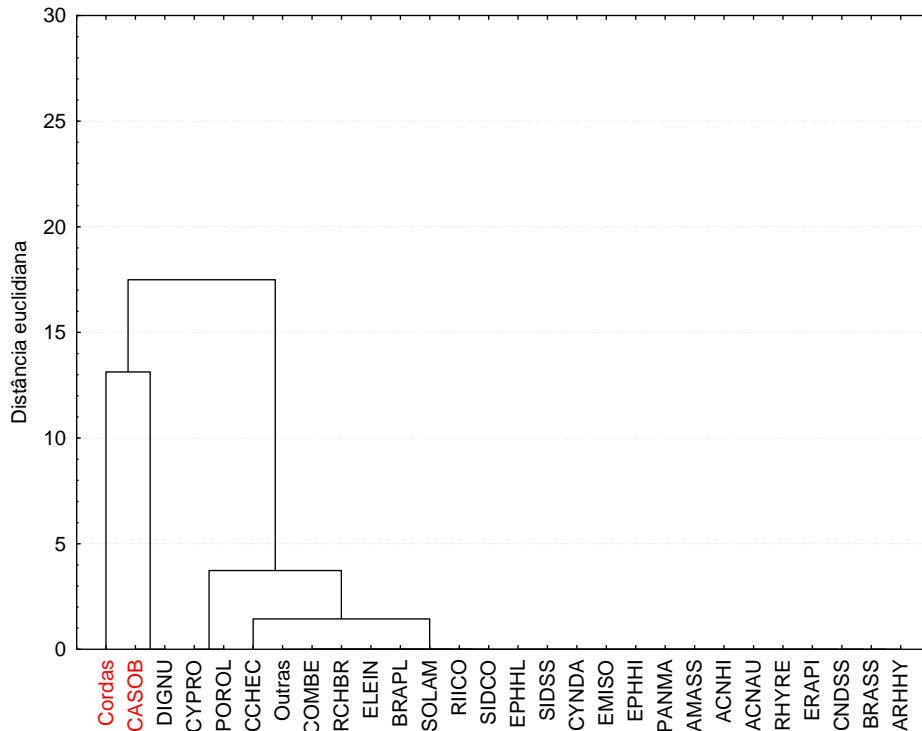


Figura 5. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com plantio no inverno de primeiro corte com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Em áreas com presença de palha em canas com plantio de ano e meio foram encontrados três grupos, espécies ou gêneros: Cordas, CYPRO e BRASS, sendo essas mais importantes, pois não houve a ocorrência das demais espécies (Figura 6).

Em áreas com presença de palha em cana de segundo corte, foram encontrados cinco grupos, espécies ou gêneros: CYPRO, outras espécies, cordas-de-viola, EMISO e AMASS, sendo estas as mais importantes, sem a ocorrência de outras espécies (Figura 7).

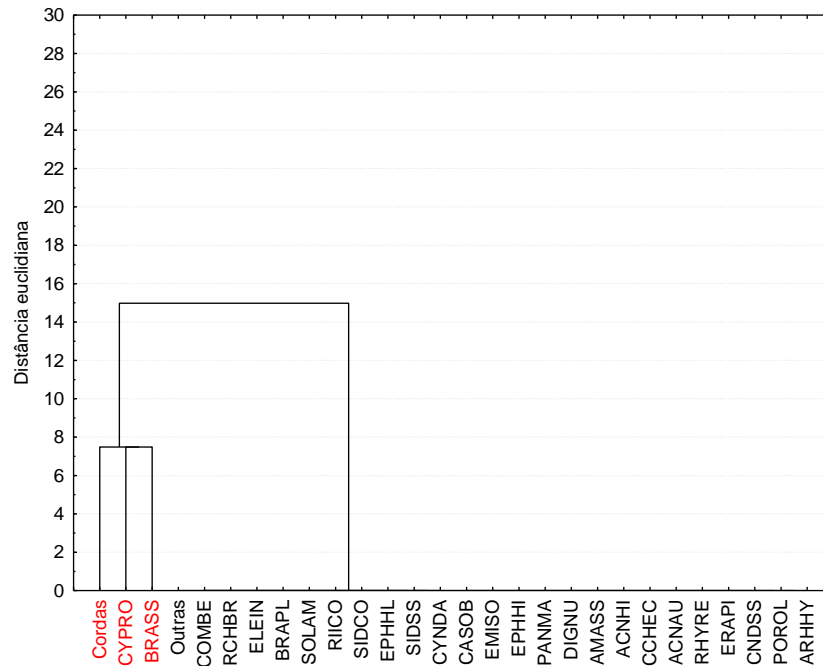


Figura 6. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com plantio de ano e meio de primeiro corte com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

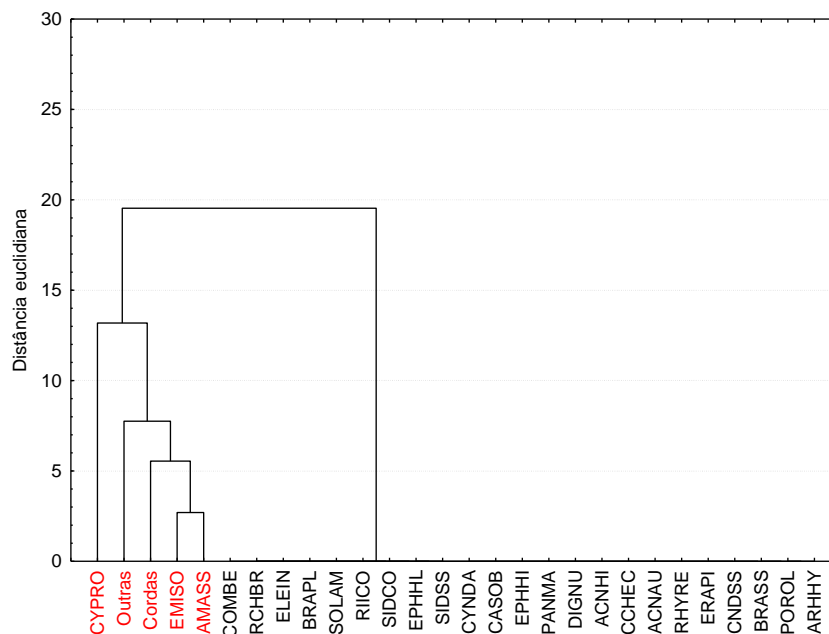


Figura 7. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com de segundo corte com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Em áreas de terceiro corte foram encontradas apenas oito grupos, espécies ou gêneros, que se subdividiram em dois grupos, nos quais o de maior infestação foi formado por: CYPRO, COMBE, DIGNU, Cordas-de-viola e ARHHY e outro de menor importância com as espécies ELEIN, AMASS e CCHEC; as demais espécies não apareceram nas áreas (Figura 8).

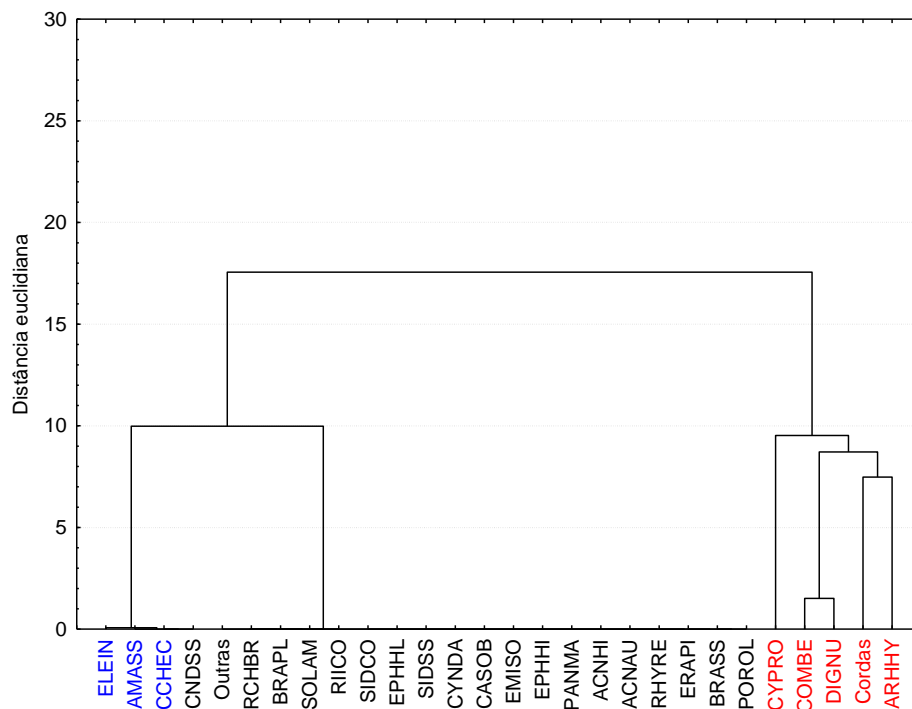


Figura 8. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com de terceiro corte com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Nos levantamentos em áreas de quarto corte houve a formação de dois grupos, com maior importância para o primeiro formado por: CYPRO, SOLAM, Cordas, CNDSS e BRASS e outro de menor infestação formado por PANMA, COMBE, AMASS, POROL e Outras espécies totalizando 10 espécies ou grupos no total (Figura 9).

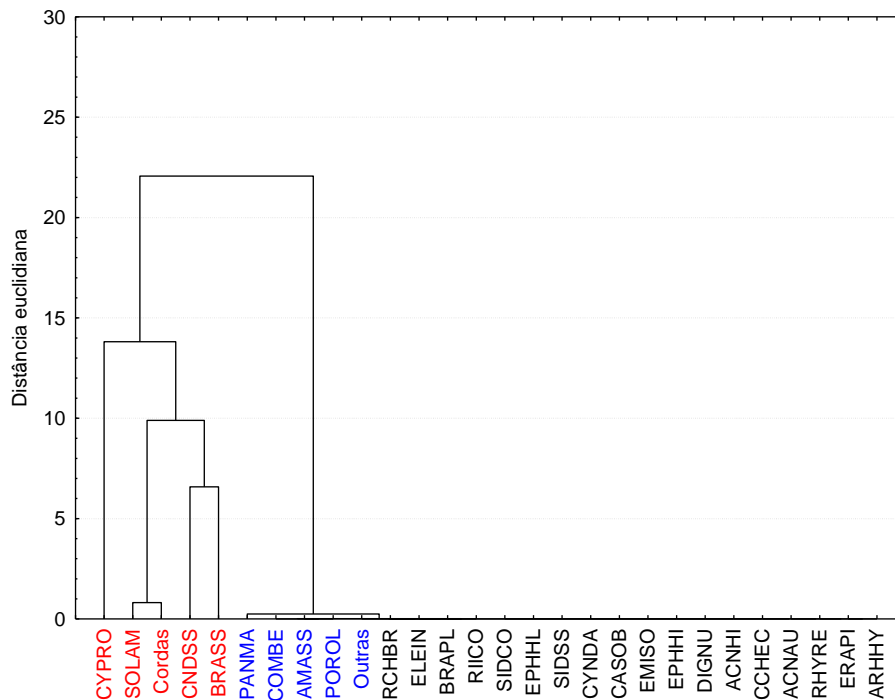


Figura 9. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com de quarto corte com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

O número de grupos, espécies ou gêneros encontrados no quinto corte foram oito; houve a divisão em dois grupos, sendo o mais importante formado por CYPRO e Cordas e outro com menor importância formado por DIGNU, AMASS, Outras, COMBE, RCHBR e ELEIN (Figura 10).

O número de grupos, espécies ou gêneros encontrados no sétimo corte de cana crua foram três, separados em dois grupos importantes formados por CYPRO e Cordas e outro, com menor importância, formado por DIGNU (Figura 11).

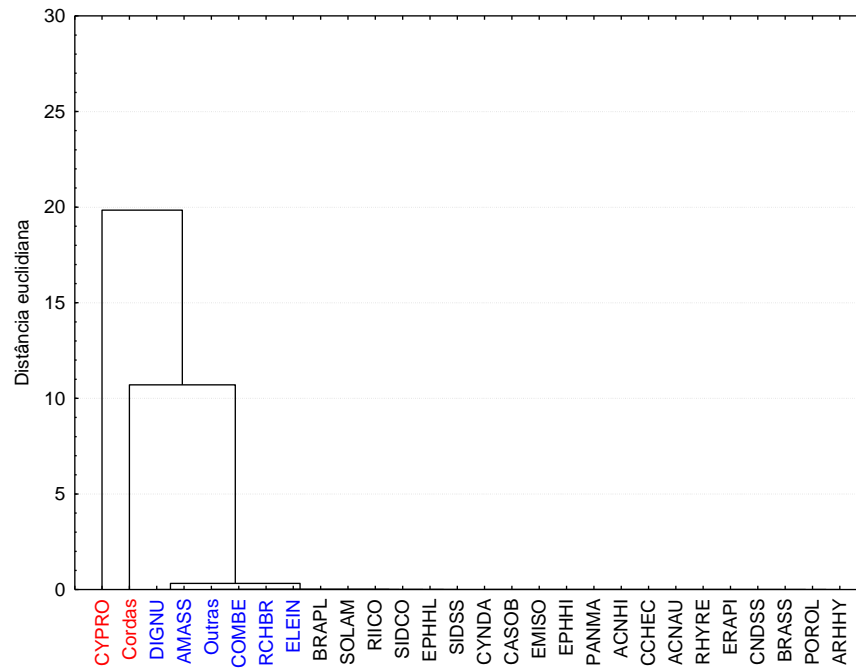


Figura 10. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com de quinto corte com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

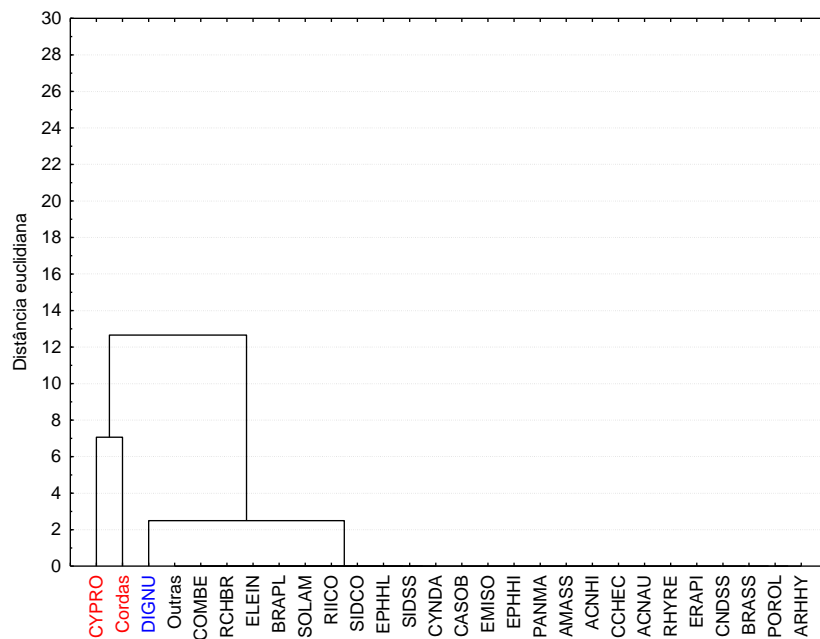


Figura 11. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua com de sétimo corte com distribuição de palha uniforme resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Cana queimada

Para as áreas de cana queimada de primeiro corte com plantio no inverno houve 8 espécies, sendo que as mais importantes formaram o primeiro grupo: CYPRO, DIGNU, Outras e ARHHY e outra com as espécies menos importantes para estes locais que foram SIDCO, EPHHL, EMISO e BRASS (Figura 12).

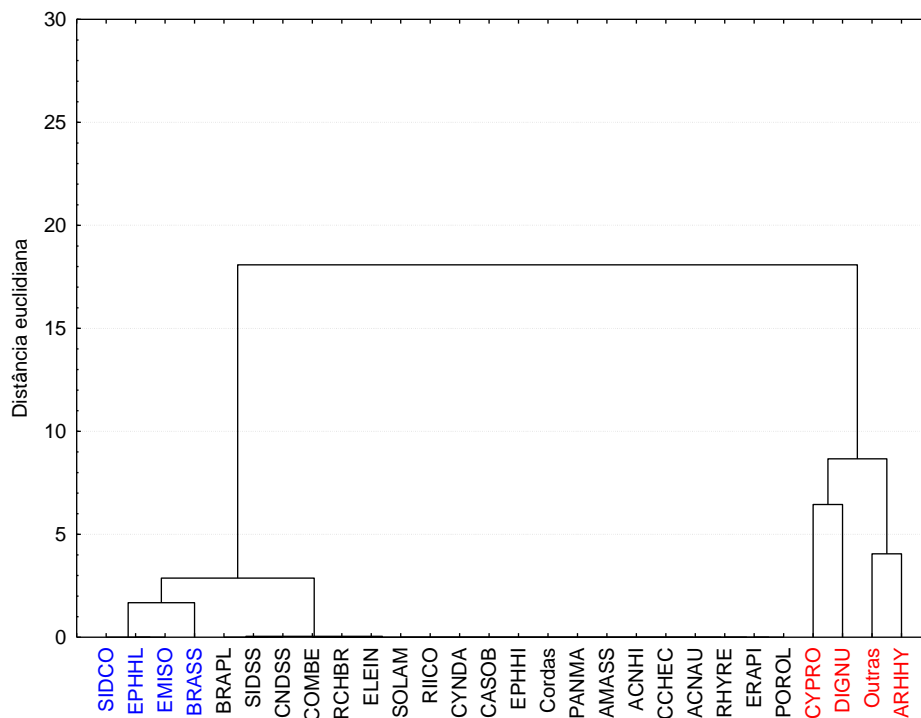


Figura 12. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada com plantio de inverno de primeiro corte resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Para as áreas com cana queimada de primeiro corte ocorreram onze espécies e a formação de dois grupos com maior importância: um para EPHHL, SIDSS, Cordas e BRASS e outro grupo com as espécies de menor ocorrência, formado por Outras, SOLAM, COMBE, CYPRO, RCHBR, ELEIN, BRAPL, RIICO (Figura 13).

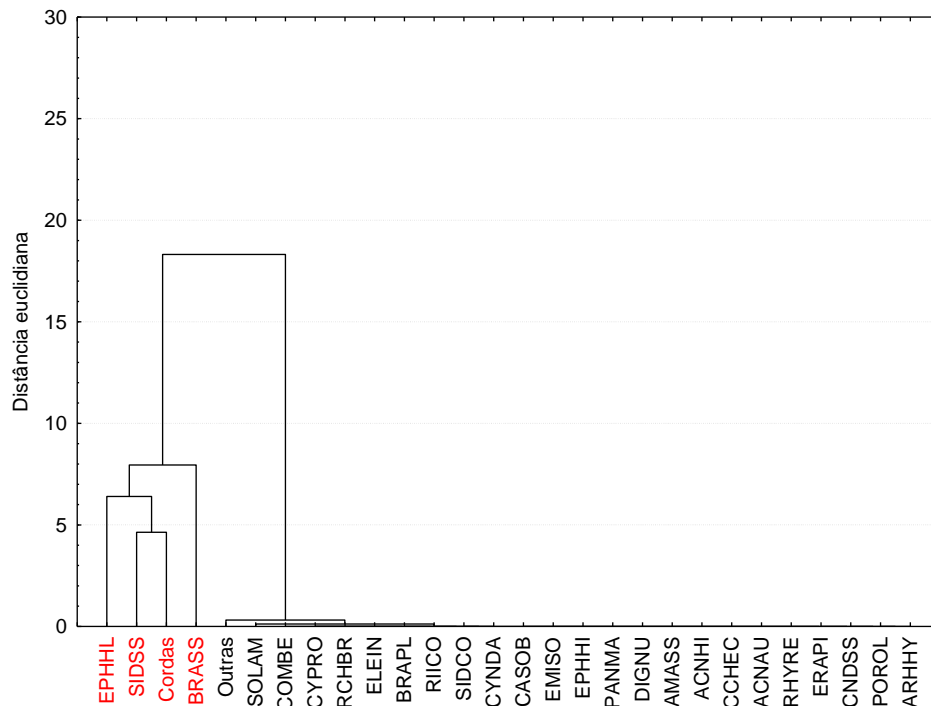


Figura 13. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada de primeiro corte resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Para as áreas de segundo corte de cana queimada houve a formação de dois grupos: um com maior importância formado por Cordas, SIDSS, PANMA, DIGNU, SIDCO, SOLAM, CYNDA, AMASS e BRASS e outro formado por COMBE, Outras, RCHBR, CYPRO, ELEIN, CNDSS, POROL, EPHHL, ACNHI, EPHHI e BRAPL totalizando 20 espécies (Figura 14).

Para as áreas de terceiro corte foram encontradas somente onze espécies, sendo que essas espécies formaram dois grupos: o primeiro com BRAPL e DIGNU e o segundo com as espécies Cordas, ERAPI, SIDSS, AMASS, CYPRO, EPHHL, Outras, COMBE e RCHBR, sendo o de maior importância o primeiro grupo (Figura 15).

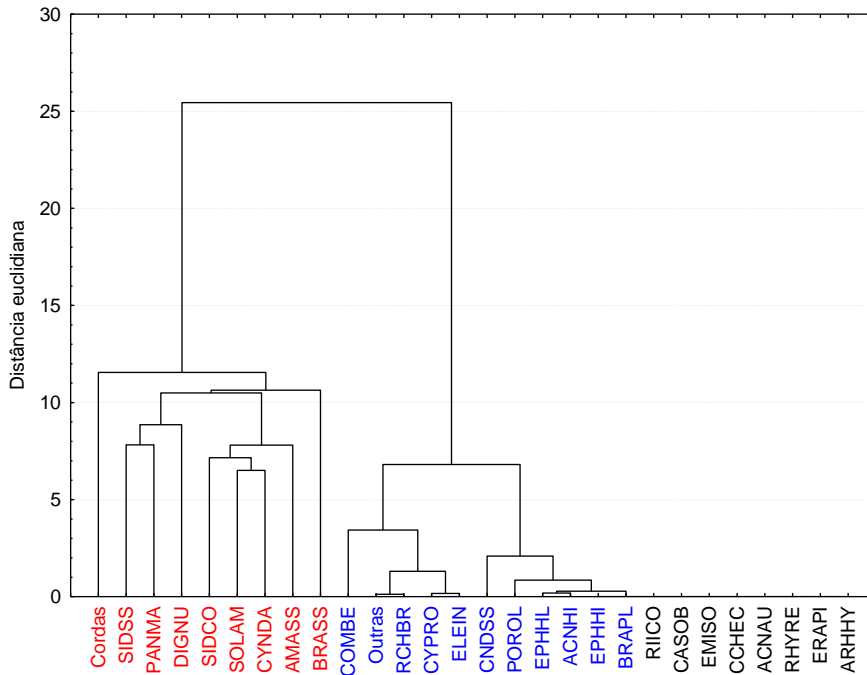


Figura 14. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada de segundo corte resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

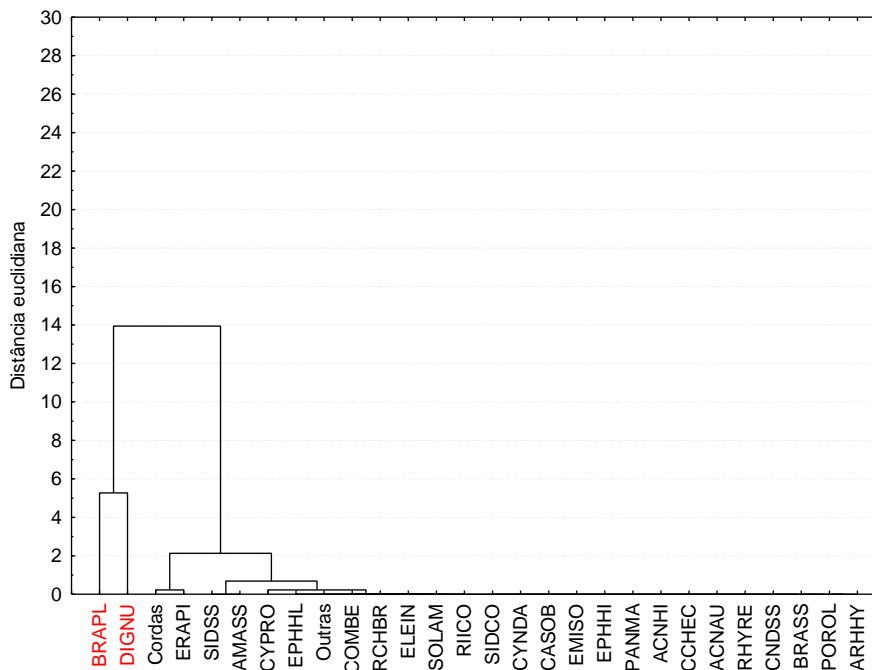


Figura 15. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada de terceiro corte resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

No caso das áreas de quarto corte foram encontradas catorze espécies, sendo o grupo de maior importância formado por SIDSS, Cordas, CYPRO, DIGNU, EPHHL, CCHEC, AMASS, CNDSS e BRASS e o de menor importância por EMISO, COMBE, ELEIN, PANMA e Outras (Figura 16).

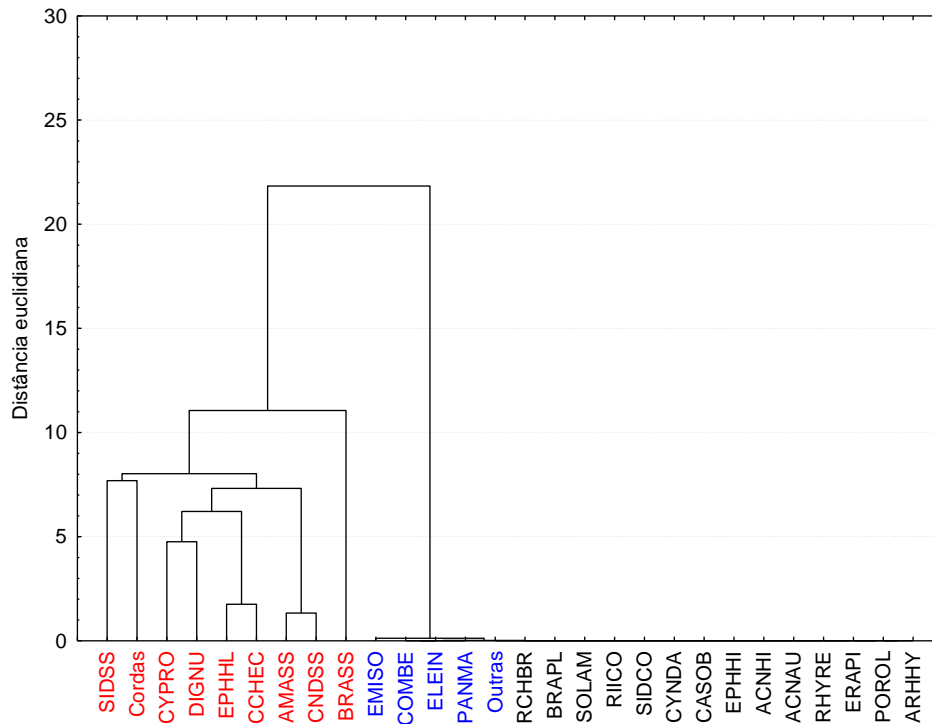


Figura 16. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada de quarto corte resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Nas áreas de quinto corte, foram observadas onze espécies, havendo a formação de três diferentes grupos, nos quais o mais importante em termos de infestação foi o formado por DIGNU, CYPRO e BRASS; outro grupo foi formado por Outras, Cordas e AMASS e o terceiro pelas espécies BRAPL, POROL, EPHHL, COMBE e RCHBR (Figura 17).

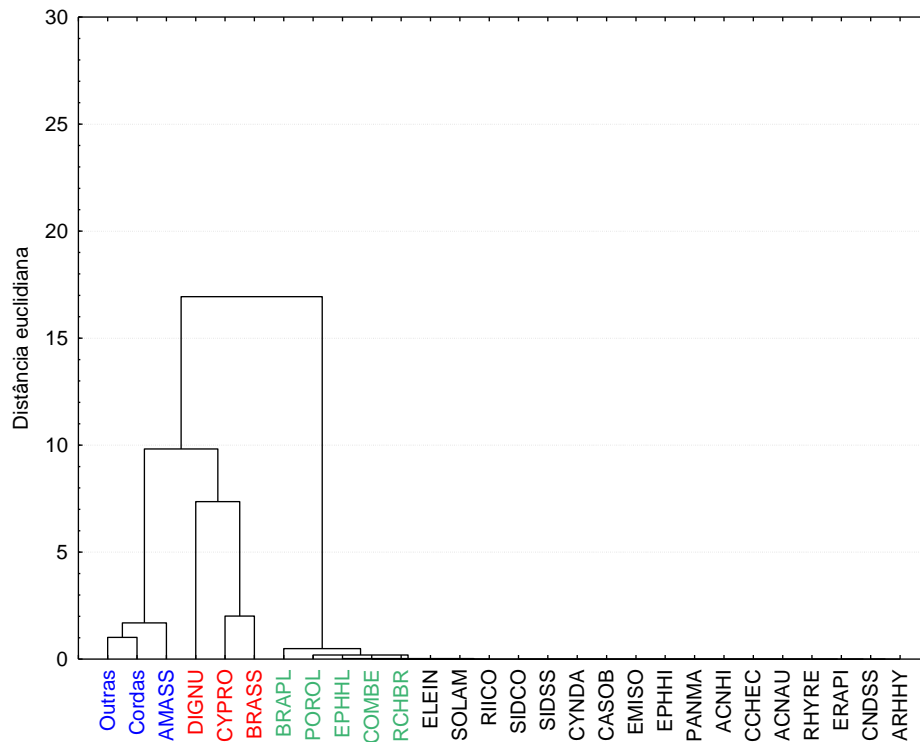


Figura 17. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada de quinto corte resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Nas áreas de sétimo corte foram encontradas quinze espécies, sendo essas subdividas em dois grupos de maior e menor importância. O primeiro foi formado pelas espécies BRAPL, DIGNU, CYPRO, Cordas, COMBE e AMASS e o segundo foi formado pelas espécies ELEIN, POROL, Outras, RCHBR, CCHEC, BRASS, SOLAM, RIICO e SIDCO (Figura 18).

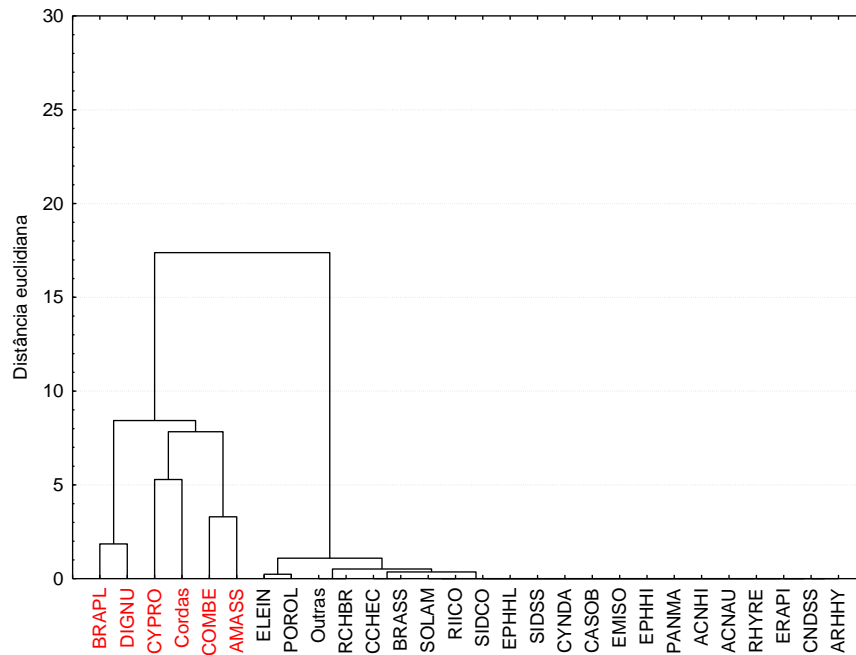


Figura 18. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada de sétimo corte resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

De modo geral, houve maior diversidade de espécies presentes em áreas sem a presença da palha, não importando a idade do canavial, demonstrando a importância da palha sobre as comunidades.

Ocorreram pequenas mudanças de importância de plantas daninhas na comunidade infestante nas diferentes idades em que os levantamentos foram realizados, mas outros fatores parecem afetar a comunidade e somente o tempo como variável não foi suficiente para explicar tais diferenças. Segundo Oliveira e Freitas (2008), as diferenças presentes entre áreas e épocas podem ser ocasionadas pelas diferenças entre os solos, manejo adotado na condução da lavoura de cana-de-açúcar (adubação, irrigação, controle de pragas e doenças) e pelas medidas de controle das próprias plantas daninhas, principalmente a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, que contribuem para selecionar flora diversificada. As mesmas podem servir para explicar as mudanças neste estudo e, além disso, o banco de sementes garante infestações de plantas daninhas

por longo tempo, mesmo quando é impedida a entrada de novas sementes na área (MONQUERO e CHRISTOFFOLETI, 2005).

Espécies menos afetadas pela presença da palha podem ser selecionadas com o tempo, tornando-se problemáticas nos canaviais (MONQUERO et al., 2008). Segundo Erasmo et al. (2004), a utilização de um mesmo sistema de cultivo em uma determinada área por vários anos consecutivos pode aumentar a pressão de seleção sob as comunidades de plantas daninhas, selecionando as espécies mais adaptadas ao sistema de cultivo. Neste caso, nas áreas com a presença de palha, houve espécies como CYPRO e cordas-de-viola que apareceram em todos os cortes como as de maior infestação não sendo afetadas pela palha, demonstrando seu potencial como planta daninha na cultura e sua melhor adaptação com o passar do tempo. Alguns resultados de pesquisa indicaram que numa área que predominava tiririca a produtividade foi reduzida em 20% (KUVA et al., 2000), com predominância de corda-de-viola houve redução de 46% (SILVA et al., 2009), demonstrando o potencial negativo das mesmas como daninhas.

Assim, a idade causou algumas mudanças na comunidade infestante com a presença e ausência de palha; para as áreas de cana crua houve uma maior importância de espécies como *C. rotundus* e cordas-de-viola, em todas as idades de avaliação.

Importância das plantas daninhas em ambientes de produção, de acordo com o sistema de colheita, independente da idade

Cana crua

A distribuição das plantas daninhas em áreas de ambiente de A de produção foi organizada em dois grupos, sendo que a espécie de maior importância foi CYPRO e outro grupo de menor infestação foi formado pelas espécies Cordas, DIGNU, AMASS, Outras, COMBE, RCHBR e ELEIN (Figura 19).

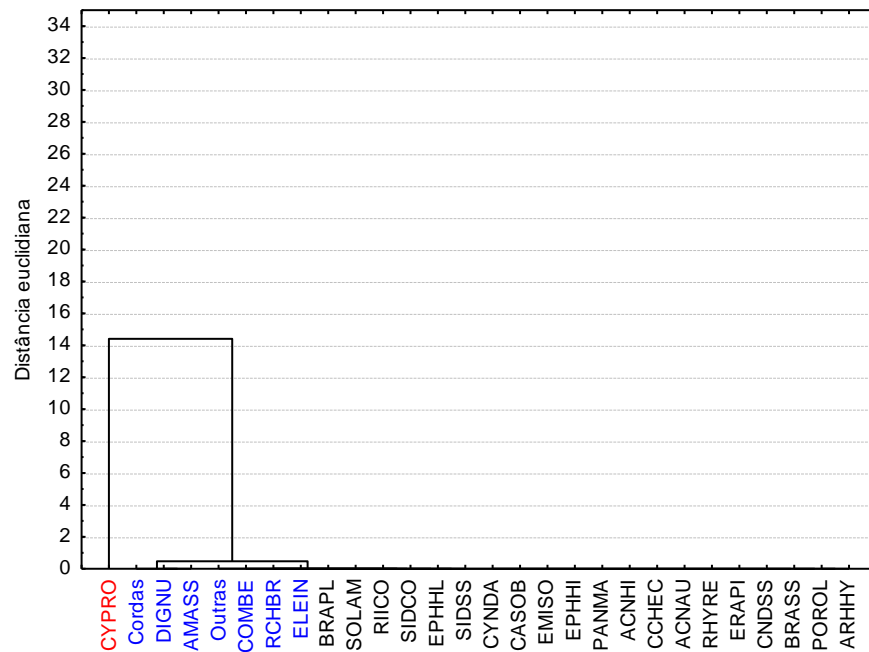


Figura 19. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua em ambiente A de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Para o ambiente B de produção em cana crua, as espécies encontradas foram CYPRO, Cordas, EMISO, AMASS, Outras e BRASS, dentre as quais CYPRO foi a de maior infestação, ficando em um grupo separado das demais (Figura 20).

No ambiente C de produção, as espécies mais importantes foram CYPRO, SIDSS, BRAPL, Cordas e BRASS e outro grupo de menor infestação foi formado por EPHHL, AMASS, PANMA, EMISO, CNDSS, COMBE, SOLAM e POROL (Figura 21).

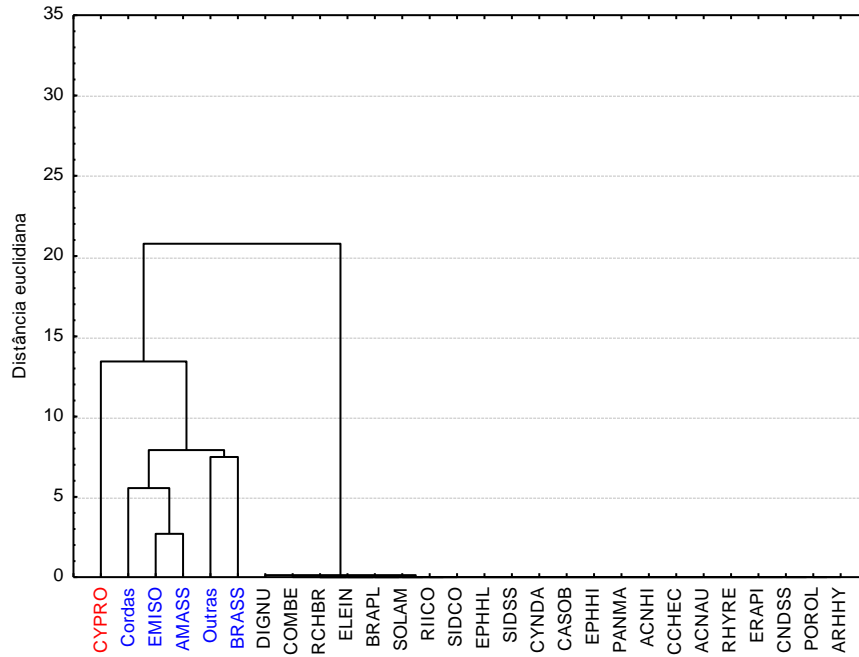


Figura 20. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua em ambiente B de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

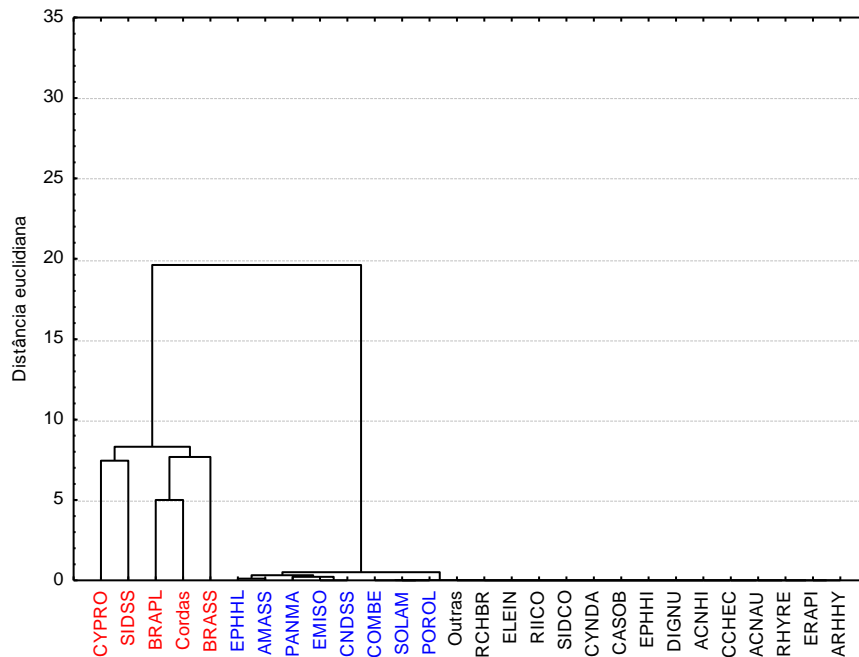


Figura 21. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua em ambiente C de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

No ambiente D de produção, as espécies de maior infestação formaram o grupo 1 e foram CYPRO e Cordas e, de menor infestação, o grupo foi formado pelas espécies CASOB, DIGNU, CNDSS, BRASS, ELEIN, AMASS, CCHEC, POROL, Outras, COMBE, RCHBR e BRAPL (Figura 22).

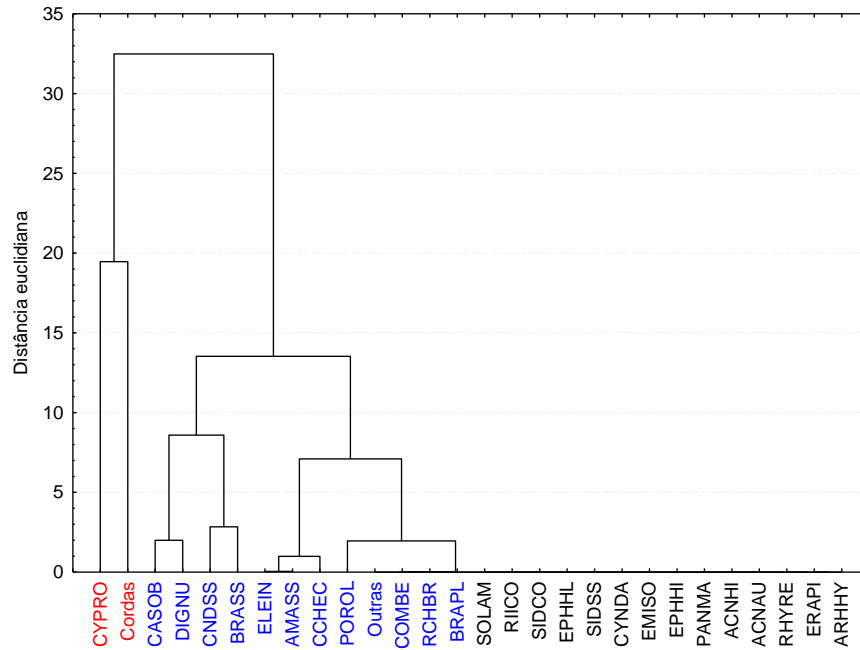


Figura 22. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua em ambiente D de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

No ambiente E de produção, as espécies mais importantes foram DIGNU, Cordas, CYPRO, SOLAM, SIDSS, BRASS e ARHHY (Figura 23).

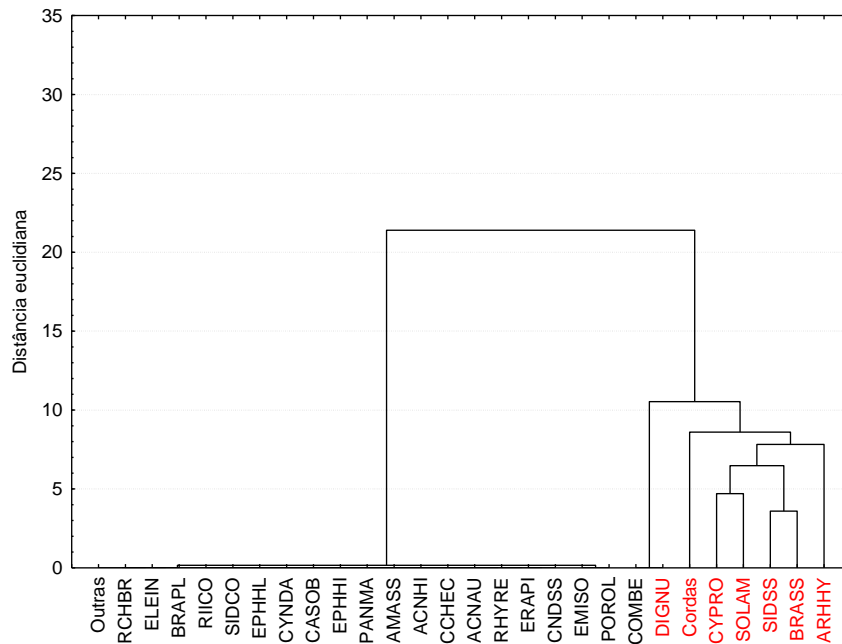


Figura 23. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana crua em ambiente E de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

Cana queimada

No ambiente A de produção em áreas de cana queimada, as espécies de maior infestação foram CYPRO, Cordas e DIGNU, que formaram o primeiro grupo e outro com as espécies ELEIN, RIICO, AMASS, POROL, CCHEC, BRASS, SIDSS, Outras e COMBE (Figura 24).

No ambiente B de produção houve o agrupamento das espécies em três grupos, sendo o primeiro formado por DIGNU, o segundo por Outras, Cordas, EPHHL, BRASS, SOLAM, COMBE, BRAPL, SIDSS, CCHEC, CYPRO, AMASS, CNDSS, POROL e o terceiro formado por ERAPI, ELEIN, ACNHI, RCHBR e EMISO (Figura 25).

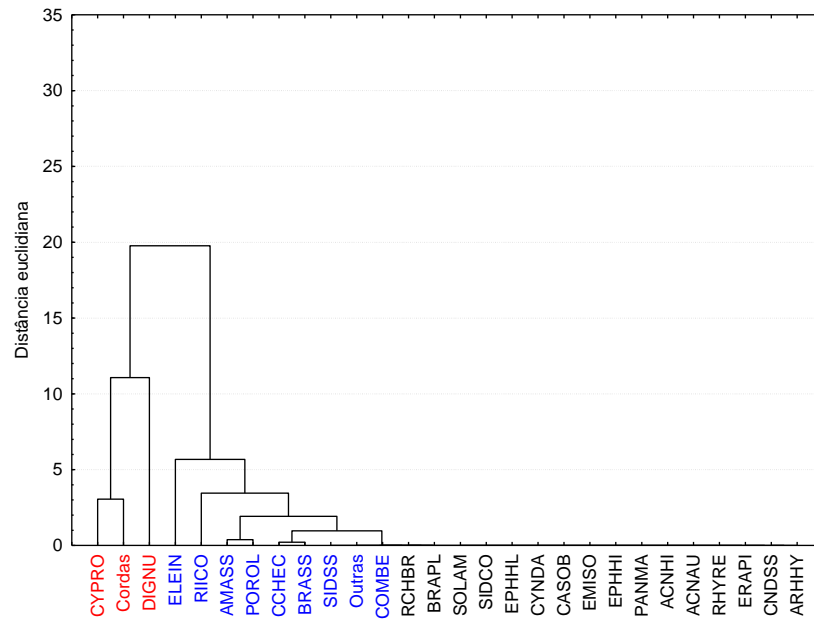


Figura 24. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada em ambiente A de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

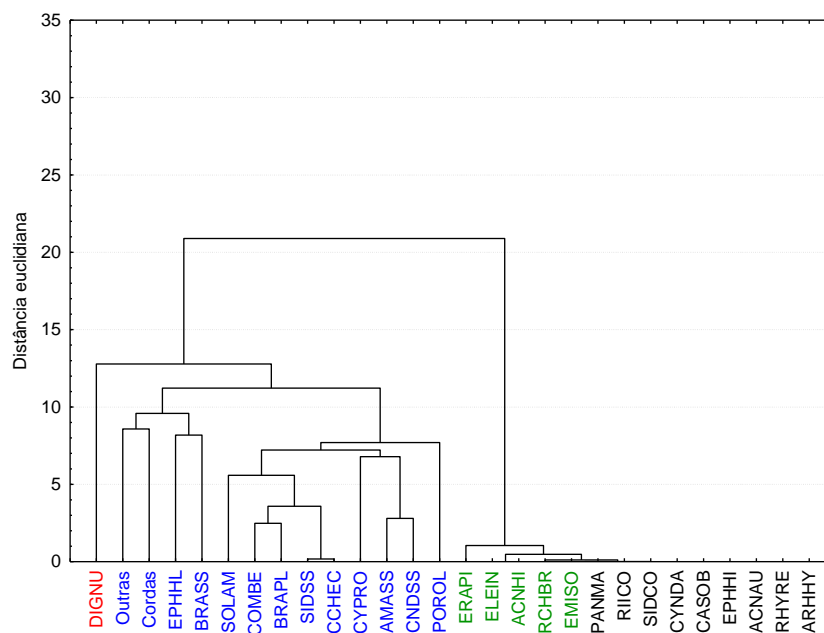


Figura 25. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada em ambiente B de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

No ambiente C de produção em áreas de cana queimada as espécies de maior infestação foram o grupo formado por Cordas, AMASS e POROL, outro grupo foi formado pelas espécies CYPRO, SIDSS, PANMA, SIDCO, Outras, DIGNU, EPHHL, CNDSS e BRASS e outro grupo formado por COMBE, RCHBR, ELEIN, EMISO, ERAPI e BRAPL (Figura 26).

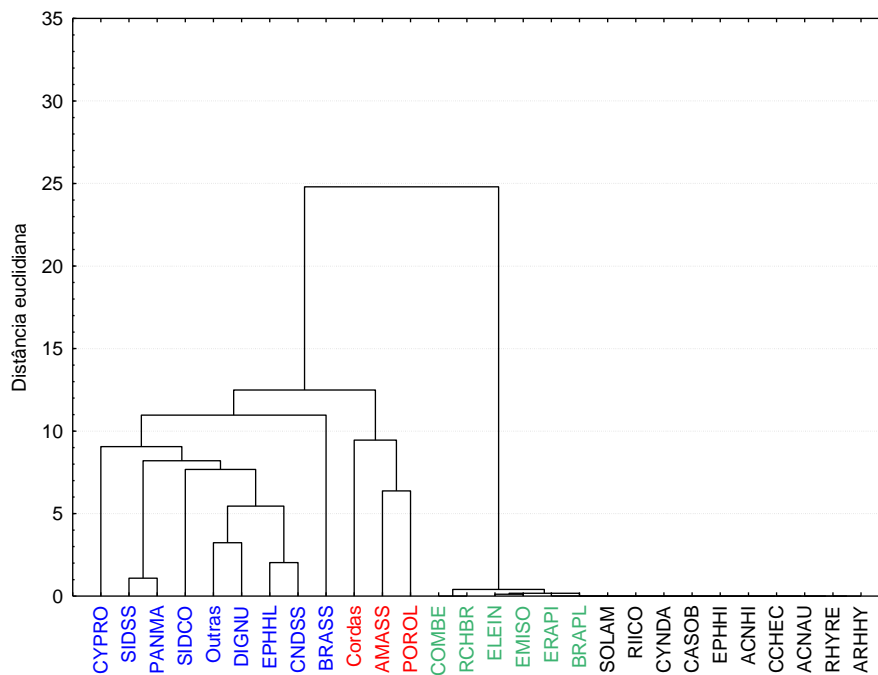


Figura 26. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada em ambiente C de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

No ambiente D de produção, as espécies de maior infestação foram DIGNU e CYPRO; o segundo grupo de infestação média foi formado por Cordas, EPHHL, CCHEC, BRASS, AMASS, CYNDA, SIDSS, BRAPL, POROL, PANMA e ARRHY e o terceiro grupo por COMBE, Outras, ERAPI, SIDCO, EMISO, ELEIN, RCHBR, CASOB, SOLAM, RIICO, EPHHI, ACNHI, ACNAU, RHYRE e CNDSS (Figura 27).

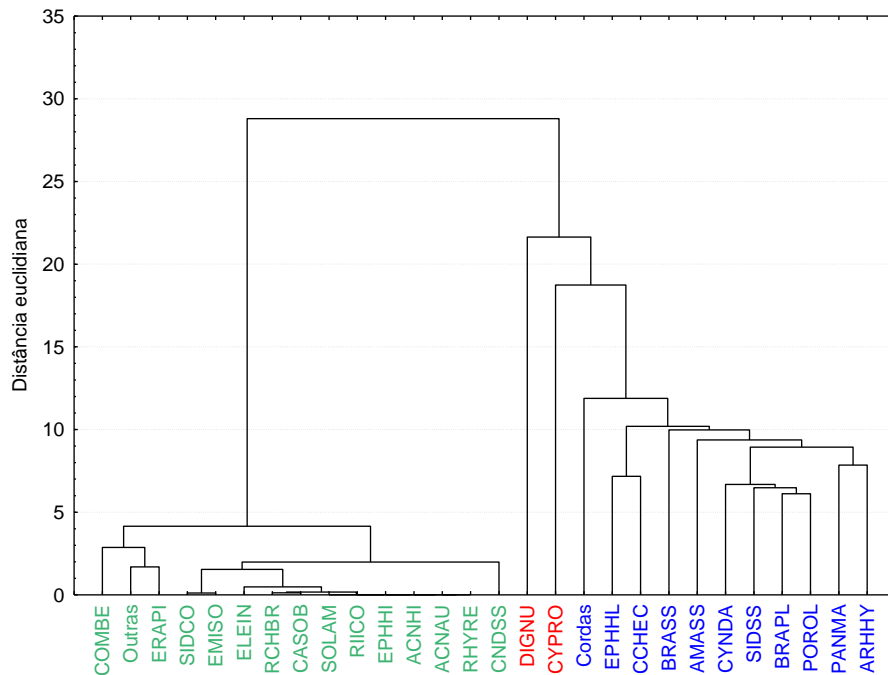


Figura 27. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada em ambiente D de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

No ambiente E de produção houve a formação de 3 grupos sendo o de maior infestação formado por CYPRO, BRASS e DIGNU, um segundo grupo formado por SIDSS, SIDCO, PANMA, AMASS, BRAPL, COMBE, CCHEC, ELEIN e POROL, o terceiro grupo foi formado por Outras, RCHBR, Cordas, SOLAM e EPHHL (Figura 28).

A comunidade infestante variou com o ambiente de produção com a presença ou ausência de palha. A espécie mais adaptada aos diferentes ambientes e com maior infestação em cana crua foi CYPRO. Para as áreas sem palha, a importância foi variável de ambiente para ambiente e não foi possível identificar um padrão na infestação.

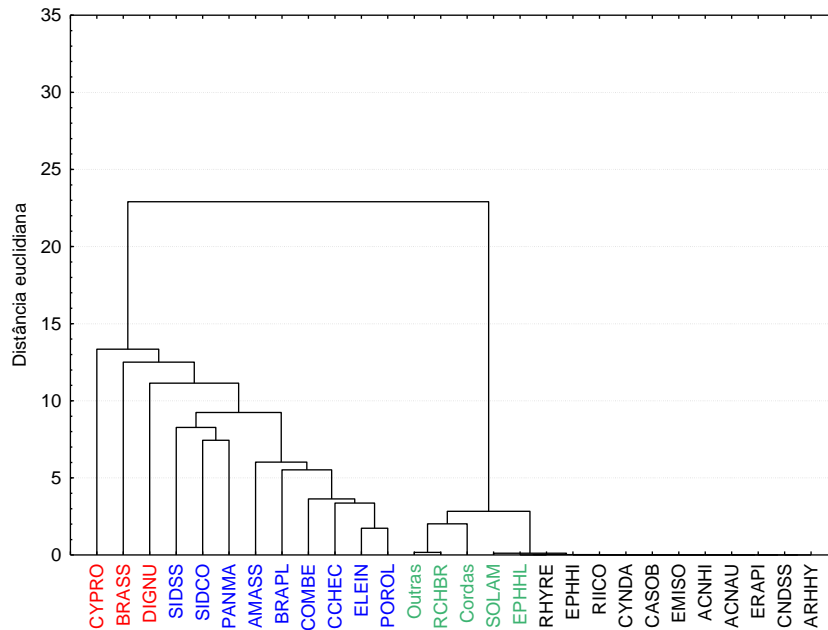


Figura 28. Dendrograma da infestação de plantas daninhas em áreas de cana queimada em ambiente E de produção resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método de ligação de Ward. Usina Santa Cruz, 2009/2010.

A comunidade infestante é composta por indivíduos distintos e muitas espécies diferentes, a resposta de cada um às variações climáticas e edáficas das diferentes regiões determina uma mudança no equilíbrio da comunidade e também na própria cultura, influenciando o balanço competitivo (PITELLI, 1985).

De acordo com este estudo, em ambientes de produção A e B houve uma menor infestação se comparados aos ambientes C e D, nos quais houve um aumento na diversidade de espécies. Assim, pode-se inferir que em ambientes nos quais se espera maior produção a competição é menos intensa, devido a maior disponibilidade de recursos, ou pela maior competitividade da cultura nestes ambientes, que pode ter um fechamento do dossel mais rápido ou por essas áreas serem bem manejadas de modo geral, ou mesmo pelo nível de adaptação das plantas daninhas a esses ambientes, afetando assim a comunidade. Nas áreas com menor produtividade esperada houve aumento na diversidade de espécies, que

pode ser explicado pela maior habilidade competitiva das espécies daninhas e menor da cultura em solos mais arenosos.

Porém o ambiente E parece ter sido limitante tanto para a cultura quanto para as daninhas, pois neste ambiente houve uma redução das espécies de plantas daninhas em ambos os sistemas de produção e é o ambiente em que se espera a menor produtividade da cultura.

De modo geral, os ambientes de produção afetaram a comunidade infestante em áreas com presença e ausência de palha e seus efeitos foram mais acentuados em áreas com ausência de palha.

Conclusão

A comunidade infestante sofreu efeito da palha e sua distribuição, da idade de corte e dos ambientes de produção.

Referências

ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 1. Ed. Livroceres.1985.

ARÉVALO, R.A. Manejo de plantas daninhas em áreas de colheita de cana-crua. **STAB**, v. 16, n. 4, p. 26-28, 1998.

AZANIA, A. A. P. M. et al. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.

BENDIXEN, L. E.; NANDIHALLI, V. B. Worldwide distribution of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). **Weed Technol.**, v. 1, p. 61–65, 1987.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.

DOR, E.; HERSHENHORN, J. Effect of Low Temperature on Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) Reproductive Biology. **Weed Science**, v. 61, n. 2, p. 239-243, 2013.

DURIGAN, J. C.; TIMOSSI, P. C.; LEITE, G. J. Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 127-135, 2004.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes e áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.195-201, 2004.

FERREIRA, E. A. et al. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.

GRAVENA, R. et al. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 419-427, 2004.

GRICHAR, W.; SESTAK, D. C. Effect of adjuvants on control of nutsedge (*Cyperus esculentus* and *C. rotundus*) by imazapic and imazethapyr. **Crop Prot.**, v. 19, p. 461–465, 2000.

GUPTA, V. P.; KUNAR, V.; MISHRA, R. K.; THIAGARAJAN, V.; DATTA, R. K. *Puccinia romagnoliana* Marie & Sacc.—a potential bioherbicide agent for biocontrol of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in Mulberry. **Phytopathology**, v. 150, p. 263–270, 2002.

INGLIS, P. W.; TEIXEIRA, E. A.; RIBEIRO, D. M., VALADARES-INGLIS, M. C.; TIGANO, M. S.; MELO, S. C. M. Molecular markers for the characterization of Brazilian *Cercospora caricis* isolates. **Curr. Microbiol.**, v. 42, p. 194–198, 2001.

JOAQUIM, A. C.; BELLINARO, I. F.; DONZELLI, J. L.; QUADROS, A. C.; BARATA, M. Q. F. Potencial de manejo de solos cultivados com cana-de-açúcar. In: Seminário copersucar de tecnologia agrônômica, 6., 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba: COPERSUCAR, 1994.

KADIR, J.; CHARUDATTAN, R. *Dactylaria higginsii*, a fungal bioherbicide agent for purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Biol. Contr.*, v. 17, p. 113–124, 2000.

KAMABATA, O.; NISHIMOTO, R. K. Temperature and rhizome chain effect on sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) ecotypes. *Weed Sci.*, v. 51, p. 348–355, 2003.

KUVA, M.A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. **Planta Daninha**. V.18, n.2, p.241 – 251, 2000.

KUVA, M.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.

MACIEL, C. D. G. et al. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.

MASCARENHAS, M. H. T. et al. Eficácia do halosulfuron no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 13, n. 2, p. 69-80, 1995.

MARTINS, D. et al. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 17, n. 1, p. 151-161, 1999.

MEDEIROS, D.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeito da palha de cana-de-açúcar em áreas de colheita mecanizada sem queima sobre a infestação de plantas daninhas e eficácia de herbicidas. In: PRADO, R.; JORRÍN, J. V. Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI. Córdoba: Universidad de Córdoba, 2001. p. 599-605.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v.64, n.2, p.203-209, 2005

MONQUERO, P. A. et al. Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 47-55, 2008.

MONQUERO, P. A. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

NISHIMOTO, R. K. Purple nutsedge tuber sprouting. **Weed Biol. Manag.**, v. 1, p. 203–208, 2001.

OKOLI, C. A. N.; SHULLING, D. G.; SMITH, R. L.; BEWICH, T. A. Genetic diversity in purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). **Biol. Contr.**, v. 8, p. 111-118, 1996.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PROCÓPIO, S. O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. Siembra directa en el cono sur. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. 422 p.

SILVA, I. A.B.; KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 265-272, 2009

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

VELINI, E. D. et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana planta). **Planta Daninha**, v. 18, p. 123-134, 2000.

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, v. 1, n. 1, p. 32-37, 2004.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, 1997.

YAMAUTI, M.S.; BARROSO, A. A. M.; GIANCOTTI, P. R. F.; SQUASSONI, V. L.; REVOLTI, L. T. M.; ALVES, P. L. C. A. Emergência de plantas daninhas em função da posição da semente e quantidade de palha de cana-de-açúcar. **Scientia Agraria**, v.12, n.2, p. 75- 80, 2011.

Capítulo 3 - Comunidades de plantas infestantes em áreas de cana-de-açúcar até segundo corte sob dois sistemas de colheita: cana crua e cana queimada

Resumo – O objetivo desta pesquisa foi caracterizar as comunidades de plantas daninhas presentes em áreas agrícolas de cana-de-açúcar de até segundo corte, correlacionando-as com ausência e presença de palha. Foram realizadas amostragens em 20 talhões comerciais localizados em uma usina no norte do estado de São Paulo. Em cada talhão foram demarcadas unidades de avaliação e coleta, que consistiram de áreas mantidas sem controle de plantas daninhas e onde foram realizadas as amostragens de plantas emergidas: ocorrência, densidade específica e massa seca da parte aérea. Com os dados obtidos foram calculados os índices fitossociológicos de frequência relativa, densidade relativa, dominância relativa e importância relativa de cada espécie e, com base nestes dados, foram calculados os índices de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e de Equitabilidade (E'). Analisando todos os dados, apesar das áreas com cana crua apresentarem menor diversidade de espécies, de modo geral, não foi possível afirmar que o uso do sistema de cana crua até o segundo corte selecionou a flora infestante quando comparado ao de cana queimada, ou que tenha divergido desta.

Palavras-chave: plantas daninhas, manejo, *Saccharum* spp., índices fitossociológicos.

Introdução

Dentre os diferentes sistemas de controle de plantas daninhas adotados, a utilização de herbicidas destaca-se em razão da sua maior eficiência e facilidade, mas o seu sucesso depende de uma série de princípios técnicos. A identificação das espécies daninhas a serem controladas constitui-se em um desses princípios, visto que a escolha do ingrediente ativo do produto a ser utilizado dependerá do tipo de planta daninha existente no local, além da cultura plantada (ERASMO et al., 2004).

A escolha de herbicida e da época de sua aplicação, bem como a sua distribuição, tem sido realizada com critério definido, mas sem incluir todas as

variáveis necessárias para maximizar o efeito de controle e de redução da interferência das plantas daninhas sobre a cana-de-açúcar. Dentre essas variáveis não consideradas, o melhor conhecimento da comunidade infestante poderá ser útil para sustentar decisões e torná-las mais criteriosas (KUVA et al., 2007).

O sistema de cana-crua trouxe algumas modificações importantes no que se refere às plantas daninhas, reduziu a movimentação do solo, introduziu a colhedora como agente disseminador, eliminou o distúrbio pela queimada e proporcionou a manutenção de uma camada de palha sobre o solo (KUVA et al., 2008).

E uma vez que as comunidades infestantes podem variar sua composição florística em função do tipo e da intensidade de tratos culturais impostos, o reconhecimento das espécies presentes torna-se fundamental, quanto mais se for levado em conta o custo financeiro e ambiental da utilização de produtos químicos (ERASMO et al., 2004).

Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas num determinado momento. As repetições programadas dos estudos fitossociológicos podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações, e essas variações podem estar associadas às práticas agrícolas adotadas (OLIVEIRA e FREITAS, 2008). Durante o manejo de plantas daninhas em uma lavoura o levantamento fitossociológico é fundamental, pois a partir dele é que se pode definir o que será feito, como e quando no que se refere ao manejo das plantas daninhas, pois as condições de infestação são variadas e as possibilidades de manejo, diversas (OLIVEIRA e FREITAS, 2008).

E um dos métodos mais utilizados no reconhecimento florístico em áreas agrícolas ou não é o denominado estudo fitossociológico, que pode ser conceituado como “a ecologia da comunidade vegetal e envolve as inter-relações de espécies vegetais no espaço e, de certo modo, no tempo” (MARTINS, 1985). A aplicação de um método fitossociológico ou quantitativo num dado local e num dado tempo permite fazer uma avaliação momentânea da composição da vegetação, obtendo dados de frequência, densidade, abundância, índice de importância relativa e coeficiente de similaridade das espécies ocorrentes naquela formação. O método fitossociológico é uma ferramenta que, se usada adequadamente, permite fazer várias inferências sobre a comunidade em questão (ERASMO et al., 2004).

A hipótese do trabalho é a de que a presença de palha no sistema de colheita possa alterar a composição da comunidade infestante em canaviais e que esse efeito é dependente do tempo de adoção do sistema

Assim, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar as comunidades de plantas daninhas presentes em áreas agrícolas de cana-de-açúcar de até segundo corte, correlacionando-as com ausência e presença de palha.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em áreas comerciais pertencentes a uma usina, localizadas no norte do estado de São Paulo, na região de Olímpia, SP, no período de novembro de 2010 a março de 2011. Foram realizados levantamentos em 10 talhões com queima prévia da palha e 10 com o sistema de cana crua, totalizando 20 talhões de primeiro e segundo corte (Tabela 1). Em cada um deles foram mantidas áreas de observação e coleta que ficaram livres da aplicação comercial de herbicidas. Essas áreas mantidas sem aplicação de herbicidas (áreas de observação ou matologia) foram alocadas aleatoriamente no interior dos talhões respeitando-se uma distância mínima de 50 metros em relação ao carreador mais próximo. As dimensões das áreas foram de 12,0 metros de largura por 7,5 metros de comprimento e estas áreas foram implantadas distantes ao menos a cada cinquenta hectares.

Nessas áreas de “matologia” foram realizados levantamentos da composição de comunidades de plantas daninhas por meio de quadrados vazados, 90 dias após o corte. Os quadrados vazados, com lado de 0,5 metro ($0,25 \text{ m}^2$), foram lançados aleatoriamente cinco vezes nessas áreas. As partes aéreas das plantas daninhas encontradas nas áreas amostrais foram coletadas e separadas por espécie, determinando-se os valores de densidade e de massa seca de cada população. A massa seca da parte aérea das plantas daninhas foi obtida após secagem em estufa com ventilação forçada de ar a $70 \text{ }^\circ\text{C}$, até atingir massa constante. Foram determinadas a frequência, a densidade específica e a massa seca específica. Com os dados obtidos, calcularam-se os índices fitossociológicos: densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa, que por sua vez foram usadas no cálculo

de importância relativa (IR) conforme MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG (1974). Com base nestes dados foram calculados o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e o Índice de Equitabilidade (E') (LUDWIG e REYNOLDS, 1988). O índice de equitabilidade expressa a relação entre o índice de diversidade máximo e o real (CARVALHO et al., 2009).

Tabela 1. Identificação, localização e informações mais relevantes dos talhões amostrados.

Cana Crua			
Área	Cultivar	Data de corte	Cortes
1	RB855536	07/09/2010	Segundo
2	RB855453	02/09/2010	Primeiro
3	SP81-3250	24/08/2010	Segundo
4	SP81-3250	29/10/2010	Segundo
5	RB935744	02/09/2010	Segundo
6	RB855453	30/08/2010	Primeiro
7	SP81-3250	19/09/2010	Segundo
8	RB867515	17/09/2010	Segundo
9	CTC-2	08/11/2010	Segundo
10	SP81-3250	16/08/2010	Primeiro
Cana Queimada			
Área	Cultivar	Data de corte	Cortes
11	RB855453	08/08/2010	Primeiro
12	RB855453	26/08/2010	Primeiro
13	RB937570	14/09/2010	Primeiro
14	RB867515	24/08/2010	Primeiro
15	SP81-3250	23/11/2010	Primeiro
16	RB855453	02/08/2010	Primeiro
17	RB855536	17/08/2010	Primeiro
18	SP81-3250	19/09/2010	Segundo
19	RB867515	17/09/2010	Segundo
20	RB966928	23/08/2010	Primeiro

Nas áreas de colheita mecanizada foi realizada coleta da palha para determinação da quantidade. Para tanto, foram lançados os quadrados vazados por cinco vezes na área, a palha foi coletada e pesada, e o valor foi extrapolado para tonelada por hectare.

Resultados e Discussão

Foram encontradas 17 espécies nos talhões com ausência de palha e outras 17 espécies nos talhões com palha. Ao comparar ambos os sistemas, dez espécies foram coincidentes, o que sugere que se adaptaram em ambos os sistemas. A família com maior número de espécies para ambos os sistemas de colheita foi a Poaceae com seis e quatro espécies para cana crua e queimada, respectivamente (Tabela 2). As outras famílias encontradas nos dois sistemas de cultivo foram Amaranthaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Commelinaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Malvaceae e Solanaceae. Na área de cana crua houve também a ocorrência da família Euphorbiaceae e, no caso dos talhões com queima, a família Lamiaceae (Tabela 2). Essas famílias encontradas assemelham-se às encontradas em outros levantamentos fitossociológicos realizados também em áreas de cana-de-açúcar (BRANDÃO et al., 1995; OLIVEIRA e FREITAS, 2008; KUVA et al., 2007; FERREIRA et al., 2011).

As espécies ou gêneros encontrados apresentaram o mesmo número nos dois levantamentos, mas não foram as mesmas para os dois sistemas de colheita (Tabela 2).

Analisando a Importância Relativa (IR) das populações de plantas daninhas, nos talhões avaliados na cana crua, observou-se que 11 espécies ou gêneros apareceram entre as três primeiras de maior importância em pelo menos um dos talhões, sendo que em três talhões estudados não houve ocorrência de plantas daninhas possivelmente devido à camada de palha presente (Tabela 3). Já nos talhões com cana queimada foram encontradas 13 espécies ou gêneros demonstrando um maior número de espécies entre as três mais importantes em relação aos talhões com cana crua (Tabela 4).

Tabela 2. Relação de plantas daninhas, identificadas por nome comum, nome científico e família, em áreas de cana crua e cana queimada.

Família	Espécie		Ocorrência na cana	
	Nome científico	Nome comum	Crua	Queimada
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> ssp.	caruru	x	x
	<i>Conyza</i> ssp.	buva	x	
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i>	cravinho		x
	<i>Emilia sonchifolia</i>	serralha-brava		x
Convolvulaceae	<i>Ipomoea grandifolia</i>	corda-de-viola	x	x
	<i>Merremia aegyptia</i>	corda-de-viola		x
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba	x	x
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca	x	x
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	erva-andorinha	x	
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	leiteiro	x	
	<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira		x
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	mimosa		x
	<i>Senna obtusifolia</i>	fedegoso	x	
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	cordão-de-frade		x
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	guanxuma	x	x
	<i>Sida glaziovii</i>	malva	x	
	<i>Cynodon</i> spp.	grama bermuda	x	
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	capim mão-de-sapo	x	x
Poaceae	<i>Digitaria</i> spp.	capim-colchão	x	x
	<i>Echinochloa</i> sp	milhã	x	
	<i>Eleusine indica</i>	capim pé-de-galinha	x	x
	<i>Panicum maximum</i>	capim-colonião	x	x
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	beldroega	x	x
Solanaceae	<i>Nicandra physalodes</i>	balãozinho		x

Essas diferenças no número e das espécies que foram encontradas e a ausência de plantas daninhas em dois talhões com palha podem ser explicadas. Além de atuar como barreira física, a cobertura da camada de palha de cana-de-açúcar pode provocar efeito indutor ou redutor na germinação das sementes e emergência de plântulas, dependendo origem da palha e da densidade de cobertura (CORREIA e REZENDE, 2002). O aumento da área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente também tem proporcionado alterações na flora infestante, selecionando plantas com capacidade de germinar sob a camada de palha (CAMPOS et al., 2011). A cobertura de palha inibe o início do crescimento ativo do

embrião das sementes fotoblásticas positivas e de sementes que necessitam de alternância de temperatura para germinar (PAES e REZENDE, 2001). O efeito físico da cobertura morta também reduz a sobrevivência de plantas daninhas com pequena quantidade de reservas nas sementes (MONQUERO et al., 2011).

Tabela 3. Valores de Importância relativa (IR) das três principais espécies presentes no sistema cana crua.

Talhão	Primeira espécie		Segunda espécie		Terceira espécie	
	Espécie	IR	Espécie	IR	Espécie	IR
1	<i>Amaranthus</i> spp.	100,00	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	<i>Digitaria</i> spp.	32,12	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	20,57	<i>Eleusine indica</i>	13,40
5	<i>Digitaria</i> spp.	64,58	<i>Ipomoea grandifolia</i>	9,88	<i>Sida rhombifolia</i>	9,28
6	<i>Amaranthus</i> spp.	84,30	<i>Portulaca oleracea</i>	15,70	-	-
7	<i>Digitaria</i> spp.	48,65	<i>Amaranthus</i> spp.	26,12	<i>Conyza</i> spp.	25,23
8	<i>Panicum maximum</i>	61,12	<i>Echinochloa</i> sp.	33,37	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	5,51
9	<i>Cyperus rotundus</i>	32,16	<i>Amaranthus</i> spp.	28,14	<i>Digitaria</i> spp.	12,07
10	-	-	-	-	-	-

Tabela 4. Valores de Importância relativa (IR) das três principais espécies presentes no sistema cana queimada.

Talhão	Primeira espécie		Segunda espécie		Terceira espécie	
	Espécie	IR	Espécie	IR	Espécie	IR
11	<i>Amaranthus</i> spp.	36,51	<i>Merremia aegyptia</i>	18,29	<i>Digitaria</i> spp.	14,88
12	<i>Cyperus rotundus</i>	49,06	<i>Amaranthus</i> spp.	39,85	<i>Ipomoea grandifolia</i>	3,98
13	<i>Digitaria</i> spp.	89,52	<i>Eleusine indica</i>	5,40	<i>Porophyllum ruderale</i>	5,08
14	<i>Cyperus rotundus</i>	38,92	<i>Digitaria</i> spp.	35,64	<i>Ipomoea grandifolia</i>	17,04
15	<i>Amaranthus</i> spp.	52,60	<i>Digitaria</i> spp.	39,30	<i>Eleusine indica</i>	8,10
16	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	25,91	<i>Sida rhombifolia</i>	21,81	<i>Digitaria</i> spp.	20,19
17	<i>Digitaria</i> spp.	55,20	<i>Eleusine indica</i>	20,40	<i>Mimosa pudica</i>	13,02
18	<i>Digitaria</i> spp.	46,02	<i>Indigofera hirsuta</i>	36,48	<i>Cyperus rotundus</i>	5,89
19	<i>Cyperus rotundus</i>	46,52	<i>Panicum maximum</i>	35,44	<i>Leonotis nepetifolia</i>	11,37
20	<i>Amaranthus</i> spp.	33,54	<i>Ipomoea grandifolia</i>	35,42	<i>Eleusine indica</i>	13,64

Em uma comunidade de plantas daninhas, nem todas as espécies exercem a mesma intensidade na interferência imposta ao desenvolvimento e à produtividade

da cultura. Existem espécies dominantes, que são as que originam a maior parte da interferência, as espécies secundárias, presentes numa menor densidade e cobertura, e as acompanhantes, cuja presença é ocasional e que dificilmente resultam em problemas econômicos aos cultivos (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA et al., 1991). As espécies de maior importância considerando os valores de IR, nas áreas de cana crua, foram *Digitaria* spp. presente em três talhões com valores de cerca de 30 a 64%, seguida de *Amaranthus* spp. em dois talhões apresentando valores altos chegando a 100% de IR e de *Panicum maximum* e *Cyperus rotundus* em um talhão cada com valores de 61,12 e 32,16%, respectivamente (Tabela 3). Como segunda espécie de maior IR apareceram espécies e gêneros como *Dactyloctenium aegyptium*, *Ipomoea grandifolia*, *Portulaca oleracea*, *Amaranthus* spp., *Echinochloa* sp. com valores que variaram de 9,88 a 33,37%.

Para as áreas com cana queimada, as espécies ou gêneros com maior IR foram *C. rotundus* com valores de 38 a 49%, *Digitaria* spp. com valores de 46 a 89% e *Amaranthus* spp. com valores de 33 a 52%, presente em três talhões; *Dactyloctenium aegyptium* apareceu somente em um talhão, com valor de 25,91% (Tabela 4). Como segunda espécie de maior IR destaca-se também a ocorrência de *Merremia aegyptia*, *Eleusine indica*, *Sida rhombifolia*, *Indigofera hirsuta*, *Panicum maximum* e *Ipomoea grandifolia* com valores de 5,4 a no máximo 36,48%.

As espécies do gênero *Digitaria* (capim-colchão) apresentaram grande importância nestes levantamentos, tanto em áreas de cana crua quanto em áreas de cana queimada, sendo que em áreas de produção de cana-de-açúcar as espécies *D. horizontalis*, *D. ciliaris*, *D. bicornis* e *D. nuda* são facilmente encontradas no Estado de São Paulo (DIAS et al., 2003; DIAS et al., 2007). Produtores têm relatado casos de falhas de controle em áreas de cana-de-açúcar, que possivelmente estão relacionadas com mudanças da flora infestante em razão da seleção de algumas espécies de capim-colchão tolerantes aos herbicidas anteriormente recomendados para seu controle (DIAS et al., 2007). Segundo os mesmos autores as espécies do gênero *Digitaria* spp. também apresentam resposta diferente de controle com a aplicação de um mesmo herbicida.

A presença de *C. rotundus* como uma das mais importantes corrobora com resultados encontrados em levantamentos realizados por Kuva et al. (2007), Oliveira

e Freitas (2008) e Ferreira et al. (2011) em áreas de cana crua, pois se trata de uma planta daninha com características bastante particulares, que apresenta eficiente sistema vegetativo de reprodução por tubérculos e bulbos (HOLM et al. 1990). Sua presença em áreas de cana queimada também é explicada, pois de acordo com Godoy et al. (1995), o uso do preparo convencional das áreas também favorece a propagação e o estabelecimento desta espécie, devido à quebra de dormência ocasionada pela divisão da seqüência de tubérculos e pela eliminação da dominância apical exercida pelo tubérculo distal. Segundo Oliveira e Freitas (2008), *C. rotundus* é uma das espécies que mais oneram a atividade canavieira, uma vez que, devido sua importância, aumentam os custos de controle.

Amaranthus também foi um dos gêneros de maior importância encontrada em levantamento de banco de sementes (KUVA et al., 2008) e levantamento fitossociológicos (KUVA et al., 2007). O manejo das espécies de *Amaranthus* pode ser dificultado em virtude de apresentarem extenso período de germinação, rápido crescimento, grande produção e viabilidade de sementes (HORAK e LOUGHIN, 2000).

Em levantamento de banco de sementes, Monquero et al. (2011) observaram redução no número de sementes de *Amaranthus hybridus* nas áreas de colheita mecanizada, sendo encontrado maior número de sementes dessa espécie em talhões com colheita manual; o mesmo ocorreu para *A. retroflexus*, para o qual a infestação foi expressivamente menor. De acordo com os trabalhos encontrados, esperava-se que nas áreas dos levantamentos, o gênero *Amaranthus* pudesse ser reduzido com o decorrer dos anos, principalmente nas áreas de cana crua, pois, segundo Gravena et al. (2004) a presença de palha suprime satisfatoriamente populações de *A. hybridus*. e a espécie *A. retroflexus* desapareceu dos levantamentos em áreas com maior tempo de implantação da colheita mecanizada (MONQUERO et al., 2011).

A espécie *P. maximum* também foi encontrada em outros levantamentos realizados por Kuva et al. (2007) e Oliveira e Freitas (2008) em áreas de cana crua e é uma espécie normalmente encontrada em áreas de cana-de-açúcar. Já *D. aegyptium* não é tão comum em áreas de plantio de cana-de-açúcar, sendo citada em levantamentos realizados em algodão (CARDOSO et al., 2010) e pastagem

(CURTINHAS et al., 2010). Espécies que antes não eram encontradas podem estar sendo beneficiadas pelo novo sistema de colheita e esse ritmo de crescimento depende da eficiência dos mecanismos de dispersão de cada espécie entre outros fatores (KUYVA et al., 2008).

Analisando a importância relativa acumulada ($\sum IR$) para os talhões de cana crua, as espécies ou gêneros mais importantes foram *Amaranthus* spp, seguida de *Digitaria* spp, *P. maximum* e *C. rotundus* (Tabela 5). Quantidades de palha de 15 t ha⁻¹ proporcionam controle de *D. horizontalis* (VELINI et al., 2001) e para *D. nuda* houve redução da emergência em com 8 e 16 t ha⁻¹ (YAMAUTI et al., 2011), valores encontrados em alguns casos nos talhões em que foi o gênero mais importante. Porém, cabe salientar que apesar da presença da palha, para que haja efeito da cobertura morta sobre as plantas daninhas, três fatores são primordiais: quantidade, densidade e uniformidade de distribuição de palha da cana-de-açúcar no solo (FERREIRA et al., 2010). A irregularidade da distribuição da cobertura da palha, que pode ter ocorrido no presente trabalho, pode ter permitido que a germinação e a emergência de plantas daninhas ocorresse em determinados pontos da lavoura, e para que o controle de espécies sensíveis à cobertura com palha ocorra, é necessário que o resíduo esteja presente na quantidade suficiente e regularmente distribuído sobre o solo (VELINI e NEGRISOLI, 2000).

Espécies normalmente consideradas importantes nessa cultura, como *P. maximum*, podem ser eficientemente controladas pela presença de 15 t ha⁻¹ de palha (VELINI et al., 2000). Porém, não foi determinada essa quantidade de palha nos talhões em que a espécie foi encontrada, como no talhão 8, que só tinha 7 t ha⁻¹, embora a média tenha sido de 13,5 t ha⁻¹ (Tabela 7). Fisk et al. (2001) encontraram que o resíduo de cobertura sobre a superfície do solo diminuiu a densidade e a massa seca de plantas daninhas perenes em 35 e 75%, respectivamente, como pode ocorrer com *P. maximum* uma planta perene, e de plantas daninhas anuais em cerca de 80% quando comparadas as áreas sem resíduo. O nível de supressão de plantas daninhas está diretamente relacionado a quantidade de resíduos sobre a superfície do solo (CRUTCHFIELD et al., 1986; VANDER VORST et al., 1983). Os resíduos de cana-de-açúcar sobre a superfície do solo durante o período de inverno

podem reduzir a emergência de algumas plantas daninhas em até 62% (RICHARD, 1999).

Tabela 5. Lista das espécies de plantas daninhas encontradas nas áreas monitoradas em talhões de cana crua, ordenadas de forma decrescente, em função da importância relativa acumulada.

Posição	Planta Daninha	Σ IR
1 ^a	<i>Amaranthus</i> spp.	239
2 ^a	<i>Digitaria</i> spp.	157
3 ^a	<i>Panicum maximum</i>	61
4 ^a	<i>Cyperus rotundus</i>	47
5 ^a	<i>Echinochloa</i> sp.	33
6 ^a	<i>Conyza</i> spp.	32
7 ^a	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	26
8 ^a	<i>Portulaca oleracea</i>	16
9 ^a	<i>Ipomoea grandifolia</i>	15
10 ^a	<i>Eleusine indica</i>	13
11 ^a	<i>Chamaesyce hirta</i>	11
12 ^a	<i>Sida rhombifolia</i>	9
13 ^a	<i>Senna obtusifolia</i>	9
14 ^a	<i>Sida glaziovii</i>	9
15 ^a	<i>Commelina benghalensis</i>	8
16 ^a	<i>Cynodon</i> spp.	7
17 ^a	<i>Euphorbia heterophylla</i>	6

Para as áreas de cana queimada, destacaram-se *D. nuda*, *Amaranthus* spp., *C. rotundus* e *I. grandifolia* (Tabela 6). Apesar das espécies se apresentarem em ordem diferente de importância, elas foram semelhantes para ambos os sistemas de colheita. Segundo Monquero et al. (2008), as espécies menos afetadas pela presença da palha podem ser selecionadas com o tempo, tornando-se problemáticas nos canaviais. No caso deste trabalho, como se tratavam de cana-de-açúcar de primeiro e no máximo segundo corte, o tempo parece não ter sido suficiente para que essa seleção ocorresse e assim a relação de espécies foram semelhantes. Espécies como *I. grandifolia* e *I. purpurea* tiveram incremento na infestação em áreas de cana crua (MONQUERO et al., 2011). O mesmo não ocorreu nos levantamentos realizados nesse trabalho, pois foram espécies que apareceram em ambos os sistemas (Tabela 5 e 6), não sendo as espécies mais importantes em

termos de importância relativa, como ocorreu em levantamentos realizados por Kuva et al. (2007).

Tabela 6. Lista das espécies de plantas daninhas encontradas nas áreas monitoradas em talhões de cana queimada, ordenadas de forma decrescente, em função da importância relativa acumulada.

Posição	Planta Daninha	Σ IR
1 ^a	<i>Digitaria</i> spp.	301
2 ^a	<i>Amaranthus</i> spp.	177
3 ^a	<i>Cyperus rotundus</i>	160
4 ^a	<i>Ipomoea grandifolia</i>	56
5 ^a	<i>Sida rhombifolia</i>	53
6 ^a	<i>Panicum maximum</i>	48
7 ^a	<i>Eleusine indica</i>	48
8 ^a	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	37
9 ^a	<i>Indigofera hirsuta</i>	36
10 ^a	<i>Merremia aegyptia</i>	18
11 ^a	<i>Mimosa pudica</i>	13
12 ^a	<i>Portulaca oleracea</i>	12
13 ^a	<i>Leonotis nepetifolia</i>	11
14 ^a	<i>Nicandra physalodes</i>	9
15 ^a	<i>Emilia sonchifolia</i>	9
16 ^a	<i>Commelina benghalensis</i>	7
17 ^a	<i>Porophyllum ruderale</i>	5

Tabela 7. Quantidade de palha de cana-de-açúcar sobre a superfície do solo.

Talhões	Quantidade de palha (t/ha)
1	9 ± 2,11
2	20 ± 5,29
3	22 ± 5,01
4	12 ± 2,82
5	10 ± 0,25
6	8 ± 2,35
7	14 ± 6,79
8	7 ± 3,76
9	10 ± 4,69
10	23 ± 2,89
Média	13,5

Os talhões de cana crua apresentaram uma menor diversidade de espécies e, dentre eles, um talhão não teve nenhuma diversidade de espécies, e outros três não apresentaram nenhuma espécie (Tabela 8). Segundo Pitelli et al. (2008), o valor H' é nulo quando há uma única espécie, e seu valor máximo é igual a $\text{Log}_2 S$, quando todas as espécies têm a mesma abundância. Já para as áreas de cana queimada foi encontrada uma maior diversidade de espécies comparada aos demais talhões. Segundo Carvalho et al. (2008), o valor máximo do índice de diversidade é observado quando todas as espécies têm a mesma expressão na comunidade infestante. Pode-se dizer que estes talhões com maior valor para H' tiveram o maior número de espécies com o maior equilíbrio entre elas. Em comunidades muito densas, a importância de cada espécie como elemento competitivo fica diminuída, ou seja, haverá maior equivalência entre as diferentes espécies (BLANCO, 1972). E as comunidades infestantes geralmente são bastante diversificadas, o que lhes garante maior estabilidade na ocupação do meio e nos efeitos competitivos sobre as culturas (PITELLI et al., 1987). Essa diversificação de espécies pode ser explicada pela utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, que acabam por contribuir para uma seleção de flora diversificada (OLIVEIRA e FREITAS, 2008). Se a diversidade de espécies encontrada no talhão for muito maior, isso poderá dificultar o controle pela necessidade de herbicidas com espectro de controle que abranja todas.

Tabela 8. Índices de diversidade (H') e equitabilidade (E') em talhões de cana crua e cana queimada.

Cana crua			Cana queimada		
Talhões	H'	E'	Talhões	H'	E'
1	0	0	11	1,77	0,85
2	0	0	12	1,08	0,67
3	0	0	13	0,41	0,38
4	1,79	0,92	14	1,3	0,8
5	1,14	0,70	15	0,91	0,83
6	0,43	0,63	16	1,81	0,93
7	1,05	0,95	17	1,16	0,84
8	0,83	0,75	18	1,27	0,71
9	1,71	0,88	19	1,15	0,83
10	0	0	20	1,43	0,88

Os talhões que tiveram os menores índices de equitabilidade, mais próximos a zero estiveram novamente entre os talhões de cana crua. Segundo Dajoz (2005), isso ocorre quando uma espécie domina amplamente a comunidade. Já talhões com o sistema de colheita de cana crua, como o 7, ou com colheita de cana queimada, como o 16, que obtiveram os maiores valores para o índice, apresentam assim maior similaridade entre as espécies encontradas, sendo estes valores mais próximos de um. Segundo Dajoz (2005), quando o valor de E' é igual a um, todas as espécies têm a mesma abundância, com uma distribuição equilibrada das infestantes. À medida que o índice de diversidade diverge do valor máximo, há maior desequilíbrio na comunidade em relação a determinado fator: frequência relativa, densidade relativa ou dominância relativa, ou seja, algumas espécies passam a se destacar na comunidade em função de um ou mais fatores (CARVALHO et al., 2009).

Comparando áreas conduzidas nos sistemas de cana-crua com cana queimada, autores relataram que o primeiro sistema enfrentou menor agressividade das plantas daninhas em relação à cultura, maior produção de biomassa, maior pureza da garapa e maior produção de açúcar no México (TOLEDO et al., 2005). Núñez e Spaans (2008), em estudo similar, no Equador, observaram que o custo de controle das plantas daninhas foi 35% menor após a colheita pelo sistema de cana-crua. Monquero et al. (2008), avaliando a infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita de cana-de-açúcar, observaram que os talhões com cana-crua possuíam menor potencial de infestação em relação aos talhões de cana-queimada.

Porém, analisando todos os dados, apesar das áreas com cana crua apresentarem menor diversidade de espécies, de modo geral, não foi possível afirmar que o uso do sistema de cana crua até o segundo corte selecionou a flora infestante quando comparado ao de cana queimada, ou que tenha divergido desta.

Referências

BLANCO, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, v. 38, n. 10, p. 343-50, 1972.

BRANDÃO, M. et al. Plantas daninhas do Estado do Rio de Janeiro: acréscimo aos trabalhos já efetuados no Estado. **Planta Daninha**, v. 13, n. 2, p. 98-116, 1995.

CAMPOS, L. H. F.; MELLO, M.S. C.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Emergência de *Merremia cissoides*, *Mucuna aterrima* e *Neonotonia wightii* sob diferentes profundidades de semeadura e quantidades de palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 29, p. 975-980, 2011.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P.L.C.A.; BELTRÃO, N.E.M.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida 'BRS Safira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2010.

CARVALHO, L. B. et al. Efeitos da dessecação com glyphosate e chlorimuron-ethyl na comunidade infestante e na produtividade da soja. **Planta Daninha**, v. 27, p. 1025-1034, 2009.

CAUSTON, D. R. **An introduction to vegetation analysis, principles and interpretation**. London: Unwin Hyman, 1988. 342 p.

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 55 p. (Boletim Agropecuário, 51).

CRUTCHFIELD, D. A.; WICKS, G. A.; BURNSIDE, O. C. Effect of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) straw mulch level on weed control. **Weed Sci.**, v. 34, p. 110-114, 1986.

CURTINHAS, J. N.; SANTOS, J. B.; VICENTE, N. M. F.; PEREZ, A. L. Caracterização fitossociológica da vegetação herbácea de áreas alteradas pela atividade agropecuária na região do médio Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 321-329, 2010.

- DAJOZ, R. **Princípios de ecologia**. 7.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 520 p.
- DIAS, N. M. P.; REGITANO, J. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; TORNISIELO, V. L. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.293-300, 2003.
- DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 489-499, 2007.
- ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.195-201, 2004.
- FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. et al. Ecología de las malas hierbas. In GARCIA TORRES, L.; FERNÁNDEZQUINTANILLA, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid: Mundi-Prensa, p. 49-69, 1991.
- FERREIRA, E. A. et al. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta daninha**, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.
- FERREIRA, R. V. et al. Organização das comunidades infestantes de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar da cana-de-açúcar em agrupamentos-padrão. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 363-371, 2011.
- FISK, J. W.; HESTERMAN, O. B.; SHRESTHA, A.; KELLS, J. J.; HARWOOD, R. R.; SQUIRE, J. M.; SHEAFFER, C. C. Weed suppression by annual legume cover crops in no-till corn. **Agron. J.**, v. 93, p. 319–325, 2001.
- GODOY, G.; VEGA, J.; PITTY, A. El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. **Ceiba**, v. 36, n. 2, p. 217-229, 1995.

GRAVENA, R. et al. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada a mistura dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 419-427, 2004.

HOLM, L.G., PLUNCKNETT, D.L., PANCHO, J.V., HERBERGER, J.P. **The World's Worst Weeds**. Honolulu: University Press of Hawaii, 1977, 1977. 607p.

HORAK, M. J.; LOUGHIN, T. M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. **Weed Science**, v. 48, n. 3, p. 347-355, 2000.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; SALGADO, T. P.; PAVANI, M. C. D. M. Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana crua. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 735-744, 2008.

LUDWING, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology**: a primer on methods and computing. New York: John Wiley, 1988. 337p.

MARTINS, F. R. Esboço histórico da fitossociologia florestal no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IBAMA, 1985. p. 33-60.

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; BINHA, D. P.; SILVA, P.V.; SILVA, A. C.; MARTINS, F. R. A. Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n.1, p. 47-55, 2008.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V.; HIRATA, A. C. S.; MARTINS, F. R. A. Monitoramento do banco de sementes de plantas daninhas em áreas com cana-de-açúcar colhida mecanicamente. *Planta Daninha*, 29, n. 1, p. 107-119, 2011

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

NÚÑEZ, O.; SPAANS, E. Evaluation of green-cane harvesting and crop management with a trash-blanket. **Sugar Technol.**, v. 10, n. 1, p. 29-35, 2008.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

PITELLI, R.A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. IPEF, v.4, n.12, p.25-35, 1987.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **J. Conserb**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2000.

PITELLI, R. L. C. M. et al. Dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana, RJ. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 473-480, 2008.

RICHARD, E. P. Jr. Management of chopper harvester-generated green cane trash blankets: a new concern for Louisiana. Proc. Int. Soc. **Sugarcane Technol.** v. 23, n. 2, p. 52–62, 1999.

TOLEDO, E. T. et al. Green sugarcane versus burned sugarcane - results of six years in the Soconusco region of Chiapas, Mexico. **Sugar Cane Intern.**, v. 23, n. 1, p. 20-23, 2005.

VANDER VORST, P. B.; WICKS, G. A.; BURNSIDE, O. C. Weed control in a winter wheat-corn-ecofarming rotation. **Agron. J.**, v. 75, p. 507–511, 1983.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

YAMAUTI, M. S. et al. Emergência de plantas daninhas em função da posição da semente e quantidade de palha de cana-de-açúcar. **Scientia Agraria**, v.12, n.2, p.75-80, 2011.

Capítulo 4 - Potencial alelopático de cultivares de cana

Resumo - A alelopatia é um fenômeno natural de interferência entre plantas, geralmente caracterizado por interações negativas. A cana-de-açúcar produz uma série de compostos alelopáticos que influenciam na germinação e no crescimento de plantas. Os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas verdes de cultivares de cana-de-açúcar na germinação e crescimento de alface, identificar cultivares de maior potencial alelopático, avaliar o potencial alelopático das cultivares CTC2 e RB 855453. Para o primeiro bioensaio foram testados os extratos aquosos brutos de folhas verdes de dez cultivares: IAC91-1099, IACSP95-5094, IAC87-3396, CTC2, CTC15, CTC9, RB855156, RB867515, RB855453 e FIJI19. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, primeira contagem, tempo médio de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de germinação, frequência relativa de emergência, massa seca e comprimento da parte aérea, raiz e total de alface. No segundo bioensaio foram avaliados qualitativamente os extratos hidroalcoólicos de 35 cultivares de cana de açúcar. No terceiro bioensaio foram avaliados os extratos das cultivares CTC 2 e RB855453 qualitativamente sobre a germinação de *Lactuca sativa* e *Agrostis stolonifera* e sobre o crescimento de fungos. Conclui-se que nas condições em que foram realizados estes bioensaios, o extrato bruto aquoso da cultivar CTC 2 foi a de maior potencial. Não foi possível identificar uma cultivar de maior potencial alelopático utilizando extração com solvente hidroalcoólico. As cultivares CTC 2 e RB855453 apresentam potencial alelopático antifúngico, indicando que estudos posteriores devem ser realizados para identificação dos compostos responsáveis pelos resultados.

Palavras-chave: extração, *Lactuca sativa*, *Agrostis stolonifera*, aspectos germinativos, cana-de-açúcar.

Introdução

O estudo de ações alelopáticas pode ser útil na busca por fitotoxinas naturais e de derivados sintéticos a serem empregados como herbicidas naturais, pois podem ser mais específicos em sua ação e menos prejudiciais ao meio ambiente (CHOU, 1999). No caso da utilização de extratos alelopáticos como herbicidas, numerosos compostos produzidos por plantas cultivadas mostram-se inibitórios para diversas plantas daninhas e, agem como eficientes herbicidas naturais (MACÍAS et al., 1998; WU et al., 1999).

Cabe ressaltar que os avanços na química de produtos naturais têm contribuído para o conhecimento mais acurado da composição química das plantas, e permitem revelar a bioatividade de muitas substâncias naturais que interferem na germinação de sementes, no desenvolvimento de outras plantas e no crescimento de fungos (CUNICO et al., 2007; FERREIRA e ROSA, 2009). Pesquisas recentes têm mostrado que extratos vegetais apresentam ação fungitóxica, despertando grande interesse científico no emprego de plantas no controle alternativo de fitopatógenos (PERINI et al., 2013). Os defensivos naturais podem atuar diretamente no patógeno, sobre a doença, ou ambos (SILVA et al., 2009).

Fungos patogênicos sozinhos causam aproximadamente 20% de redução na produtividade das culturas (AGRIOS, 2000). Para evitar a perdas de produtividade devido a doenças de plantas, varias medidas de controle têm sido utilizadas (BAJWA et al., 2003). Sem dúvida, o uso de químicos tem sido muito efetivos no controle de doenças fúngicas de plantas, mas outros problemas têm surgido com o uso continuo desses fungicidas, alguns desses fungos tem desenvolvido resistência a produtos químicos, o que causa a necessidade de doses maiores ou o desenvolvimento de novos produtos para repor aqueles que se tornaram resistentes (BAJWA et al., 2003). Além disso, alguns fungicidas não são prontamente biodegradáveis e persistem por anos no ambiente, o que leva ao efeito sobre outros organismos que não são alvo (BRADY, 1984). Por isso, pesquisas têm sido desenvolvidas tentando utilizar métodos para o controle de fungos ambientalmente seguros, e os aleloquímicos podem levar a redução da germinação de esporos e o crescimento micelial de fungos patogênicos (BAJWA et al., 2003).

Vários tipos de bioensaios têm sido empregados para investigar e demonstrar atividades alelopáticas de certas plantas (LEATHER e EINHELLIG, 1988).

Geralmente eles norteiam a bioatividade de extratos, frações e compostos isolados de plantas, sendo de grande utilidade na identificação e monitoramento de substâncias potencialmente tóxicas (NOLDIN et al., 2003). O potencial inibitório destas substâncias é variável conforme a espécie alelopática utilizada bem como a parte do corpo vegetal escolhida (JAVAID et al., 2006).

Alguns aleloquímicos já foram identificados e isolados de folhas de cana-de-açúcar. Os compostos fitotóxicos encontrados foram 2,4- dihydroxi-1,4-benzoxazina-3-one e 2-benzoxazolinona, ambos ácidos hidroxâmicos. As concentrações destes dois compostos de 0,45 mM a 1,25 mM reduziram o crescimento das raízes de plântulas de lentilha, mas a germinação não foi afetada nessas concentrações (SINGH et al., 2003). Pesquisas anteriores indicaram que compostos fenólicos poderiam estar envolvidos na fitotoxicidade causada pela palha da cana-de-açúcar (WANG et al., 1967). Ácidos ferúlico, vanílico e siríngico também foram identificados como fitotoxinas na palha de cana-de-açúcar (SAMPIETRO et al., 2005; SAMPIETRO e VATTUONE, 2006). Em outra pesquisa, extratos de folhas verdes de cana-de-açúcar reduziram a germinação de *Lactuca sativa*, mas folhas senescentes não tiveram efeito sobre a mesma (CARVALHO et al., 1996). Outro estudo demonstrou que resíduos pós-colheita de cana tiveram propriedades alelopáticas, autotóxicas e horméticas, sendo encontrado ácido benzóico nos extratos (VIATOR et al., 2006).

A hipótese deste trabalho é a de que a cana-de-açúcar tenha efeitos alelopáticos e que seus efeitos sejam diferentes dependendo da cultivar.

Os objetivos deste trabalho foram: determinar o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas verdes de cultivares de cana-de-açúcar na germinação e crescimento de alface, identificar cultivares de maior potencial alelopático, avaliar o potencial alelopático de extratos de duas cultivares de cana-de-açúcar.

Material e métodos

Bioensaio 1

Foram coletadas folhas de dez cultivares de cana-de-açúcar: IAC91-1099, IACSP95-5094, IAC87-3396, CTC 2, CTC 15, CTC 9, RB85-5156, RB86-7515, RB85-5453 e FIJI19, em área não comercial pertencente ao IAC/APTA, em Ribeirão Preto, SP.

Para obtenção do extrato aquoso bruto foram utilizados 30 g de folhas frescas de cana-de-açúcar para 90 ml de água destilada (33% p/v). Estas folhas foram picadas e deixadas em imersão por 14 horas. O material, após a imersão, foi filtrado em papel filtro qualitativo de 80 g m⁻² com porosidade de 3 µm, para a retirada de possíveis detritos da solução. Em cada extrato foi medido o pH (Analon PM 608), osmolalidade (Wescor 5500) e condutividade elétrica (Analon PM 608) (Tabela 1).

Para o ensaio de germinação foram utilizadas placas de Petri de vidro (90 x 15 mm) que continham como substrato papel filtro autoclavado, adicionando-se o extrato bruto de cada cultivar de cana-de-açúcar e uma testemunha com água destilada, com características semelhantes ao dos extratos com pH (4,8) e condutividade (1,3) e osmolalidade (90). Foram utilizadas 25 sementes de *L. sativa* por placa e foram feitas 5 repetições por cultivar. O delineamento foi inteiramente casualizado com dez tratamentos referentes às cultivares mais uma testemunha.

Tabela 1. Características físico químicas de extratos aquosos de cultivares de cana-de-açúcar, usados nos bioensaios de crescimento de alface.

Cultivares	pH	Condutividade elétrica (mohm)	Osmolalidade (osmol kg ⁻¹)
IAC911099	5,00	1,64	88
IACSP955094	4,45	1,36	92
IAC 873396	5,12	1,42	82
CTC2	5,10	1,33	96
CTC15	4,99	1,27	98
CTC9	4,90	1,20	99
RB855156	4,70	1,30	86
RB867515	5,10	1,36	69
RB855453	4,38	1,00	72
FIJI19	4,76	1,59	97

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulado para temperatura de 20 °C com fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009), utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), proporcionando $105 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de intensidade luminosa.

As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de no mínimo 15 dias (BRASIL, 2009), quando o experimento foi encerrado. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protusão radicular igual ou superior a 2 mm (REHMAN et al., 1996). Com os dados foram calculadas a porcentagem de germinação, dados da primeira contagem, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, frequência relativa de germinação e velocidade média de germinação.

Para o cálculo da porcentagem de germinação, foi utilizada a fórmula conforme Brasil (1992),

$$G = \frac{N}{A} \times 100$$

G = a porcentagem de germinação;

N = o número de sementes germinadas;

A = o número total de sementes colocadas para germinar.

A primeira contagem foi realizada juntamente com o teste de germinação, e consistiu da contagem de plântulas normais, aos 4 dias após a instalação do teste e, os resultados foram expressos em porcentagem.

Para cálculo da germinação diária utilizou-se o índice de velocidade de germinação (IVG), que foi realizado juntamente com o teste de germinação, no qual se efetuaram contagens diárias das plântulas normais, desde a semeadura até aos 15 dias após a semeadura, na mesma hora, e este índice foi calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962),

$$\text{IVG} = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G_3}{N_3} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

IVG = índice velocidade de germinação;

G1, G2 e Gn = número de sementes germinadas a cada dia;

N1, N2,..., Nn = número de dias decorridos da semeadura a primeira, segunda e última contagem.

O tempo médio de germinação (TMG) foi determinado segundo Silva e Nakagawa (1995) com base no número de sementes germinadas em cada avaliação multiplicado pelo respectivo tempo, dividindo o resultado pelo número total de sementes germinadas ao final do teste e de acordo com a fórmula de Hartmann e Kester (1975):

$$TMG = \frac{n_1t_1 + n_2t_2 + \dots + n_x t_x}{N}$$

n1, n2, nx = número de plântulas normais a cada dia de contagem;

ti, t2, tx = número de dias transcorridos desde a instalação do teste até o dia de contagem.

N = número de sementes que germinaram dentro dos intervalos de tempo consecutivos.

Os cálculos de velocidade média de germinação foram realizados de acordo com a fórmula proposta por Labouriau e Valadares (1976)

$$VG = \frac{1}{TMG}$$

VG = a velocidade média de germinação;

TMG = tempo médio de germinação.

Para determinação do comprimento da parte aérea e do sistema radicular das plântulas, após a contagem final do teste de germinação todas as plântulas de cada tratamento e repetição foram medidas (raiz e parte aérea), com auxílio de papel milimetrado, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹. Nessa ocasião, foram feitos registros fotográficos.

Foram avaliadas também as massas secas da parte aérea e da raiz das plântulas. Para tanto, as partes foram colocadas em sacos de papel separados por repetição e por tratamento e postos para secar em estufa 70 °C durante 96 h. A pesagem do material seco foi realizada em balança com precisão de 0,001 g e os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos dados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com todas as variáveis, após o cálculo de porcentagem de redução com relação ao controle, foi realizada uma análise de agrupamento das cultivares, utilizando a distância euclidiana como medida de semelhança entre as cultivares e como estratégia de agrupamento o método UPGA, utilizando o programa Statistica 8.0.

Bioensaio 2

Foram realizados bioensaios no laboratório do USDA-ARS, Natural Products Utilization Research Unit, na Universidade do Mississippi, com extratos hidroalcóolicos de folhas secas de cana-de-açúcar de 35 cultivares: IAC91-1099, IACSP95-5094, IAC87-3396, CTC 2, CTC 15, CTC 9, RB855156, RB867515, RB855453, FIJI19, IAC93-3396, IAC91-1099, IAC93-2060, IAC93-3046, IAC94-2094, IAC94-2101, IAC94-4004, IAC95-3028, IAC95-5000, IAC95-5094, IAC96-2042, IAC96-3060, RB72454, IAC93-3046, IAC95-5000, IAC86-2480, RB855453, RB937570, RB867515, SP81-3250, RB855536, CTC 15, CTC 17 e RB966928. Essas amostras foram preparadas seguindo procedimento descrito na Figura 1.

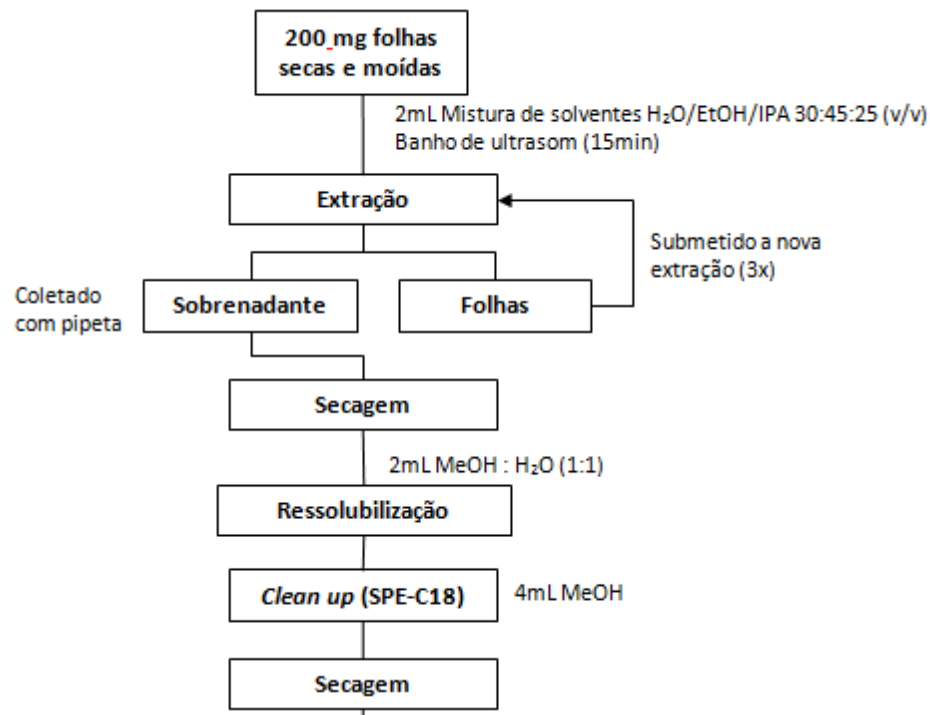


Figura 1. Fluxograma do procedimento preliminar do preparo das amostras

O efeito dos extratos sobre o crescimento de plantas foi avaliado sobre alface (*Lactuca sativa*) e erva-fina (*Agrostis stolonifera*), de acordo com método descrito por DAYAN et al. (2000).

As sementes de *L. sativa* utilizadas foram da cultivar Iceberg A Crisphead oriundas da Burpee Seeds e as sementes de *A. stolonifera* variedade Penncross (espécies Creeping Bentgrass) obtidas da Turfseed, Inc of Hubbard, Oregon. Todas as sementes tiveram sua superfície esterilizada através de mistura com 5% de solução com cloro por aproximadamente 10 minutos. Após a esterilização as sementes foram lavadas com água deionizada e secas ao ar em ambiente estéril.

Todos os bioensaios foram realizados em placas de 24 células (CoStar 3524, Corning Incorporated). Foi utilizado um disco de filtro de papel (Whatman Grade 1, de 1,5 cm) por célula com 5 sementes de *L. sativa* ou 10 mg de *A. stolonifera*.

As células do controle continham 200 µl de água deionizada. As células do controle+solvente continham 180 µl de água e 20 µl do solvente. Todas as amostras continham 180 µl de água e 20 µl da diluição apropriada da amostra. A água foi sempre pipetada antes do solvente ou amostra. Toda a preparação das placas foi

realizada em ambiente estéril para que fossem diminuídas as chances de contaminação.

Todas as placas foram seladas com Parafilm e foram colocadas em câmara de germinação Percival Scientific CU-36L5 sobre condição de luz contínua a 26 °C e 120,1 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ intensidade média de luz.

A fitotoxicidade foi avaliada qualitativamente depois de 7 dias comparando a germinação em cada célula com os controles sem tratamento. A avaliação foi baseada em uma escala de 0 a 5. O valor 0 indica inibição não aparente (as células das amostras são iguais as células do controle+solvente). O valor 5 indica um não crescimento ou completa inibição; este valor só é dado se nenhuma das sementes germinarem.

Bioensaio 3

Foram feitos extratos com solventes orgânicos de folhas e raízes de duas cultivares de cana-de-açúcar, CTC 2 e RB 855453, no laboratório do USDA-ARS, Natural Products Utilization Research Unit, na Universidade do Mississippi.

A partir do material seco e triturado, os extratos orgânicos foram obtidos utilizando-se sequencialmente, hexano, acetato de etila e metanol, como solventes extratores. Foi realizada turbólise do material com o solvente e, posteriormente, o mesmo material foi deixado em maceração por um período de 24 horas, seguido de filtragem a vácuo e secagem em evaporador rotativo para concentração do extrato.

Os extratos foram analisados em placas de cromatografia de camada delgada (CCD) com indicador fluorescente (Analtech, Newark, DE); vapor de iodo, luz UV e pulverização de anisaldeído também foram utilizados para tentativa de detecção dos compostos.

Os extratos obtidos foram utilizados em bioensaios de fitotoxicidade conforme descritos no bioensaio 2. Aqueles que apresentaram atividade passaram pelo método de fracionamento cromatográfico, objetivando o isolamento e a purificação das substâncias com atividade biológica envolvendo técnicas de cromatografia de camada delgada comparativa e cromatografia de camada delgada preparativa.

Com os extratos obtidos também foram realizados testes de atividade em fungos com uso da bioautografia sobre placas de sílica gel de CCD. *Colletotrichum* spp. foi utilizado para identificar a atividade antifúngica, de acordo com método publicado por Wedge et al. (2000). As amostras dos extratos foram separadas nas placas de CCD colocando-as em diferentes cubas de vidro, nas concentrações de 10 e 30% acetato de etila e hexano e secas ao ar e 50% quando necessária uma maior separação das frações. Cada placa foi pulverizada com a suspensão de esporos (10^5 esporos ml^{-1}) do fungo de interesse e foi incubada nas câmaras Percival Scientific CU-36L5 por 4 dias a 26 °C com um fotoperíodo de 12 h. Zonas livres com inibição do crescimento do fungo nas placas de CCD indicam a presença de constituintes antifúngicos.

Resultados e discussão

Bioensaio 1

Observou-se que não houve diferença significativa entre o controle e as cultivares de cana-de-açúcar para a porcentagem de germinação (Tabela 1). Ferreira e Aquila (2000) e Ferreira (2004) argumentam que a germinação é menos sensível a ação de aleloquímicos do que o crescimento da plântula, pois para cada semente o fenômeno é extremo: germina ou não germina. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), freqüentemente o efeito alelopático não ocorre através da redução da germinação, mas sobre a velocidade de germinação ou sobre outro parâmetro relacionado a mesma, concordando com os resultados deste bioensaio.

Uma possível explicação para isso pode residir no fato de o processo de germinação utilizar prioritariamente as reservas da própria semente (MIRÓ et al., 1998). Essa dependência das reservas internas poderia fazer com que a germinação fosse menos suscetível a fatores exógenos como a presença de aleloquímicos no ambiente (PINA, 2008). E essa tolerância ou menor efeito negativo encontrado para algumas cultivares pode também ser devido ao fenômeno de detoxificação da espécie alvo para algumas cultivares de cana-de-açúcar, que ocorre durante a fase inicial do processo germinativo (HAGEMANN et al., 2010). Também existe a

possibilidade de que, durante o processo de embebição das sementes, muitos dos aleloquímicos presentes nos extratos fiquem retidos pelos tegumentos protetores do embrião, não chegando até ele em concentrações significativas a ponto de interferir na sua expansão (PINA, 2008).

A cultivar que causou maior efeito negativo na variável primeira contagem foi a CTC 9, que levou a uma menor germinação de plântulas normais, ou seja, diminuiu o vigor das sementes de alface.

Tabela 1. Efeito dos extratos de cultivares de cana-de-açúcar sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Lactuca sativa*.

Concentração	PG	PC	TMG	VG	IVG	MS PA	MS Raiz	MS Total
(mM)	----- % -----		dias	----- x 10 ⁻⁵ g -----				
Controle	92,67 a	88,67 a	1,30 d	0,79 a	21,80 a	40,89 ab	18,48 bc	59,37 ab
IAC 911099	95,20 a	90,40 a	3,10 abc	0,32 bc	7,77 cd	51,59 ab	19,95 abc	71,54 ab
IAC SP9550	89,60 a	88,80 a	2,49 d	0,40 b	11,31 b	49,90 ab	18,28 bc	68,18 ab
IAC 8733	90,00 a	83,00 a	3,17 abc	0,32 bc	7,26 d	51,17 ab	21,32 ab	72,49 a
CTC 2	91,20 a	83,20 a	3,17 abc	0,32 bc	7,70 d	38,49 b	16,61 c	56,10 b
CTC 15	91,20 a	86,40 a	3,07 abc	0,33 bc	7,71 d	49,49 ab	24,01 a	73,50 a
CTC 9	88,00 a	66,40 b	3,53 a	0,28 c	6,59 d	55,06 a	16,34 c	71,40 ab
RB 855156	84,80 a	76,80 ab	2,72 cd	0,38 bc	10,12 bc	44,94 ab	20,58 abc	65,52 ab
RB 867515	86,40 a	84,00 a	3,00 bc	0,33 bc	7,52 d	47,85 ab	23,89 a	71,74 ab
RB 855453	90,40 a	83,20 a	2,72 cd	0,37 bc	10,62 b	51,33 ab	18,49 bc	69,82 ab
FIJI 9	88,80 a	79,20 ab	3,27 ab	0,31 bc	7,03 d	51,21 ab	20,74 abc	71,94 ab
CV	6,94	9,42	8,13	14	11,57	14,54	10,79	11,23
DMS	13,27	16,59	0,49	0,11	2,41	14,92	4,58	16,29

O tempo médio de germinação foi maior com os extratos de todas as cultivares, com exceção de IAC SP9550, quando comparados a testemunha. Isso significa que o vigor dos aquênios de alface foi afetado e que a redução da velocidade média promoveu um aumento nos dias para que ocorresse a germinação. Estes resultados concordam com Ferreira e Áquila (2000), que afirmam que muitas vezes o que se observa são efeitos significativos de extratos sobre o

tempo médio e entropia de germinação e nenhuma diferença na germinabilidade em relação ao controle.

Os extratos das cultivares também levaram a alteração na velocidade de emergência e no índice de velocidade de emergência, levando a uma redução nos mesmos, relacionando assim com os resultados de aumento no tempo médio para que a germinação ocorresse (Tabela 1).

Analisando os efeitos sobre o crescimento da alface, pode-se notar que o efeito de redução da massa seca da parte aérea foi maior para cultivar CTC 2 e, no caso da massa seca da raiz, a cultivar CTC 9 e CTC 2 foram as de maior efeito redutor. Considerando a massa seca total, a cultivar de maior efeito negativo foi a CTC 2, revelando que a resposta depende da cultivar estudada. De forma semelhante, Trezzi e Vidal (2004) observaram variações consideráveis na quantidade de sorgoleone produzida em 41 genótipos de sorgo, justificando a relevância da identificação de genótipos ou cultivares que possam ter maior potencial alelopático.

Segundo Ferreira e Aquila (2000), a germinação é menos sensível aos aleloquímicos que o crescimento da plântula. Houve efeito positivo sobre o crescimento da parte aérea de *L. sativa* para todos os extratos, exceto CTC 2 e RB 855156, os quais causaram decréscimo de crescimento (Figura 2). Aparentemente, a maior parte dos compostos orgânicos que são inibitórios em alguma concentração para determinadas partes das plantas, podem ser estimulantes quando presentes em determinadas faixas de concentração para outros órgãos (RICE, 1984). Neste caso, para a alface a maioria das cultivares estimulou o crescimento da parte aérea e reduziu o crescimento da raiz, demonstrando que as raízes foram mais afetadas. Segundo Chung e Miller (1995), isso se deve ao contato mais íntimo entre as raízes e o papel filtro tratado com os aleloquímicos usados em bioensaios com placas de Petri. A cultivar CTC 2 foi a que causou maior redução atingindo valor de 80% de redução no crescimento radicular (Figura 3).

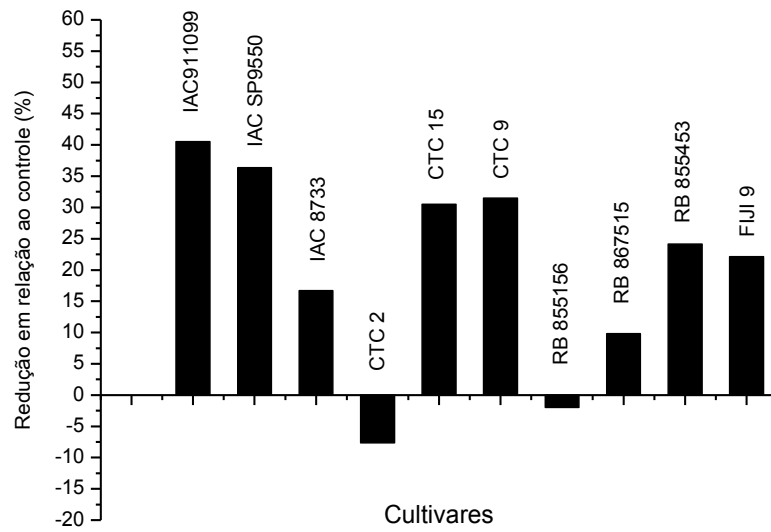


Figura 2. Efeito de extratos brutos de cultivares de cana-de-açúcar sobre o crescimento da parte aérea de *Lactuca sativa*.

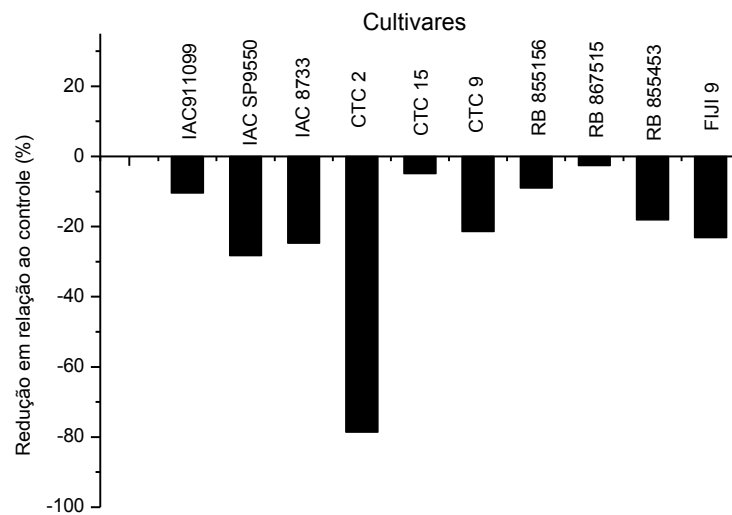


Figura 3. Efeito de extratos brutos de cultivares de cana-de-açúcar sobre o crescimento da raiz de *Lactuca sativa*.

Considerando o crescimento total das plântulas de *L. sativa*, a cultivar com maior efeito negativo foi a CTC 2, causando reduções de 60% (Figura 4). Segundo Jacobi (1997), a inibição do crescimento da plântula após a germinação, sob o ponto de vista ecológico, é um mecanismo mais eficiente, porque a descendência seria eliminada por morte dos indivíduos, desaparecendo o competidor, ou, em casos menos severos, por um retardamento do crescimento ou de germinação.

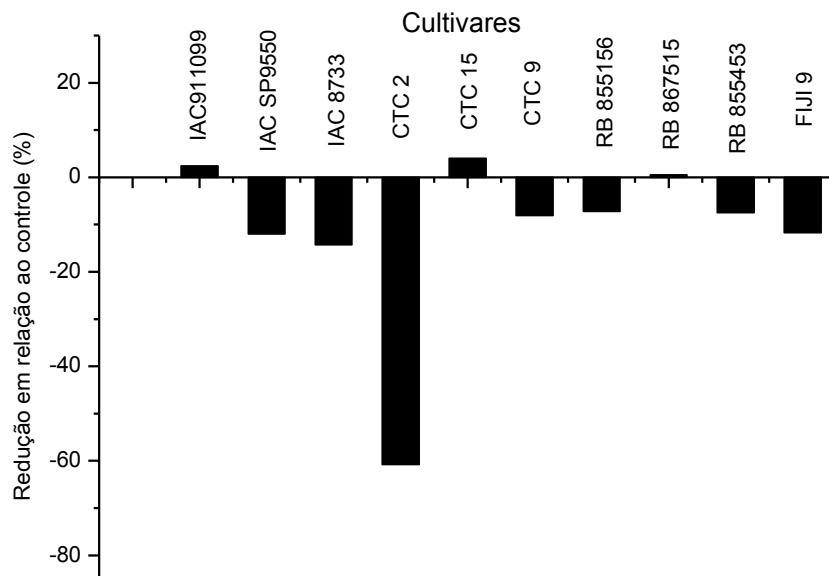


Figura 4. Efeito de extratos brutos de cultivares de cana-de-açúcar sobre o crescimento total de *Lactuca sativa*.

Os extratos brutos das cultivares testadas apresentaram um efeito inibidor do crescimento das plântulas de alface quando comparadas ao controle. O efeito foi maior nas raízes das plântulas, e que este efeito se mostrou dependente da cultivar, concordando com Wu et al. (1999) que citam que o efeito alelopático depende do genótipo utilizado.

O extrato da cultivar CTC 2, além de redução no crescimento, causou alterações morfológicas no hipocótilo da alface, como aumento no diâmetro ou espessamento e oxidação da coifa, com seu escurecimento. Como observado nos

trabalhos de Hoffmann et al. (2007) e Hageman et al. (2010), neste trabalho também se constatou que o sistema radicular das plantas é o mais sensível a ação de aleloquímicos, porque o seu alongamento depende da divisão celular que, se inibida, compromete o seu desenvolvimento normal. Muitos aleloquímicos inibem o crescimento das plantas e seu desenvolvimento por afetarem diretamente a divisão celular (HESS, 1987).

Analisando o agrupamento (Figura 5), pode-se notar a formação de dois grupos distintos: um formado pela cultivar CTC 2, que ficou isolada, e outro formado pelas demais cultivares estudadas. Essa separação foi devida a maior redução das variáveis estudadas pelo uso do extrato da cultivar CTC 2 sobre o crescimento da alface.

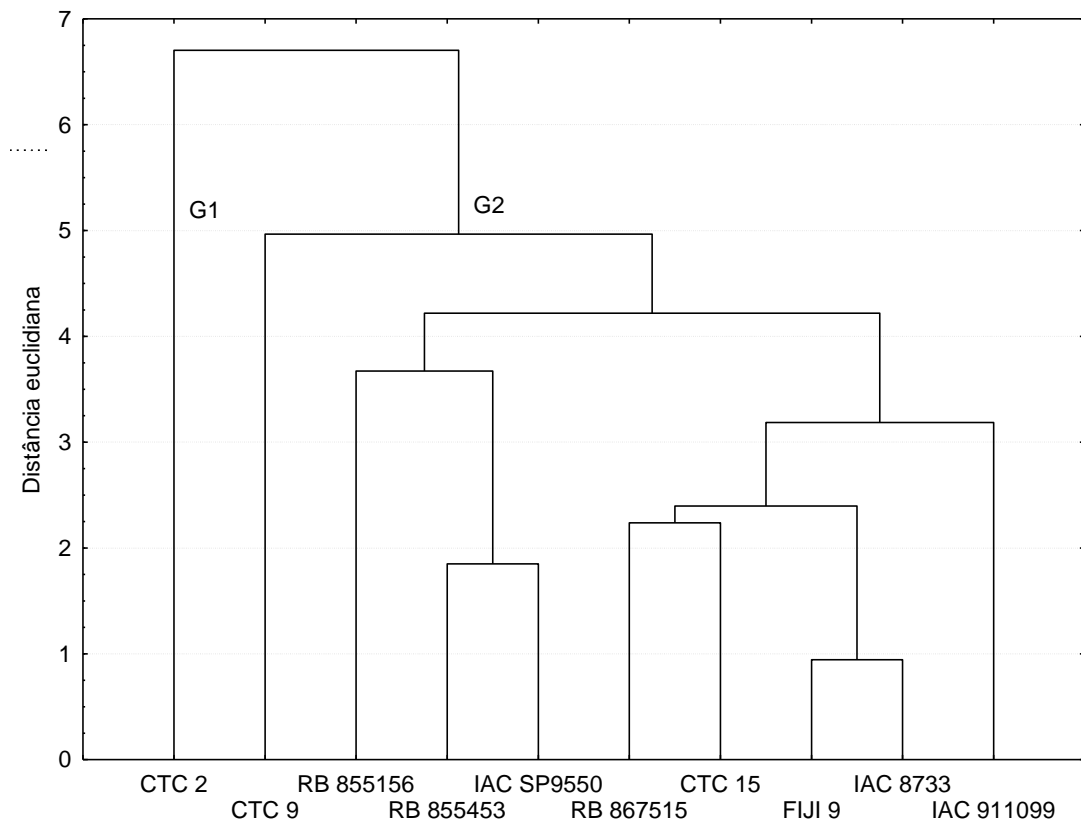


Figura 5. Dendrograma resultante da análise de agrupamento por método hierárquico, processada com a distância euclidiana e o método UPGA, utilizando as características germinativas e de crescimento de *Lactuca sativa*.

Deve-se salientar o fato de que os extratos brutos são misturas de diferentes componentes em proporções variadas e é frequentemente desconhecido se e como esses constituintes interagem entre si e promovem seus efeitos sobre outros organismos (SOUZA FILHO et al., 2009). Paralelamente, há considerável variação na composição dos constituintes de extratos brutos entre espécies de plantas; essa variação pode ocorrer em função tanto da sazonalidade como da diferença entre indivíduos de diferentes populações e indivíduos de mesma população (TARAYRE et al., 1995).

Concluiu-se que o extrato aquoso bruto de folhas verdes de cana-de-açúcar, apresentou potencial alelopático sobre *L. sativa*, e a cultivar mais tóxica ao crescimento foi a CTC 2. Não foi constatado neste bioensaio qual foi o composto responsável pela ação alelopática, visto que o extrato utilizado não foi fracionado, indicando a necessidade de estudos posteriores para se determinar o composto ou compostos responsáveis pelo efeito.

Bioensaio 2

Não houve efeito tóxico de nenhuma das cultivares sobre a *L. sativa* ou *A. stolonifera* (Tabela 2).

Diferentes solventes têm sido utilizados para a extração de metabólitos secundários a partir de plantas, porque a sua eficiência de extração depende da natureza de sua composição química (POONPAIBOONPIPAT et al., 2011). Como cultivares que tiveram efeito no bioensaio anterior sobre *L. sativa* como, por exemplo, CTC 2 e IAC 911099, que não tiveram qualquer efeito neste bioensaio pode ser que as condições em que os extratos foram preparados, como solvente ou método de extração, não tenha sido adequados à extração dos mesmos compostos. Segundo Sasidharan et al. (2011), os estudos qualitativos e quantitativos de compostos bioativos provenientes de plantas dependem principalmente de um método de extração adequado. Apesar da água e misturas aquosas de etanol, metanol e acetona serem comumente utilizadas na extração (SUN e HO, 2005), aparentemente não foram eficientes neste ensaio.

Tabela 2. Efeito tóxicos de extratos de cultivares de cana-de-açúcar sobre *L. sativa* e *A. stolonifera* segundo escala de notas de 0 a 5..

Cultivar	Concentração (mg ml ⁻¹)	Solvente utilizado	Ranking ^a	
			<i>L. sativa</i>	<i>A. stolonifera</i>
IAC911099	1	água	0	0
IACSP955094	1	água	0	0
IAC 873396	1	água	0	0
CTC 2	1	água	0	0
CTC 15	1	água	0	0
CTC 9	1	água	0	0
RB855156	1	água	0	0
RB867515	1	água	0	0
RB855453	1	água	0	0
FIJI19	1	água	0	0
IAC 933396	1	água	0	0
IAC 911099	1	água	0	0
IAC 932060	1	água	0	0
IAC 933046	1	água	0	0
IAC 942094	1	água	0	0
IAC 942101	1	água	0	0
IAC 944004	1	água	0	0
IAC 953028	1	água	0	0
IAC 955000	1	água	0	0
IAC 955094	1	água	0	0
IAC 962042	1	água	0	0
IAC 963060	1	água	0	0
RB 72454	1	água	0	0
IAC 933046	1	água	0	0
IAC 955000	1	água	0	0
IAC 862480	1	água	0	0
RB855453	1	água	0	0
RB937570	1	água	0	0
RB867515	1	água	0	0
SP81-3250	1	água	0	0
RB855536	1	água	0	0
CTC15	1	água	0	0
CTC-17	1	água	0	0
RB966928	1	água	0	0

^a 0 = sem efeito; 5 = inibição completa do crescimento

Além disso, os fatores mais comuns que afetam os processos de extração são propriedades da matriz da parte da planta, solvente, temperatura, pressão e

tempo (HERNÁNDEZ et al., 2009), que também diferiram em algumas variáveis para os dois bioensaios.

Outra possível explicação para a inexistência de efeito fitotóxico pode ser o uso do material verde no primeiro bioensaio e seco no segundo. De acordo com Rice (1984), fatores bióticos como densidade da planta, estágio de crescimento, idade da planta doadora podem afetar a disponibilidade e atividade de compostos aleloquímicos.

A concentração do aleloquímico presente nos extratos pode não ter sido o suficiente para causar alguma injúria nas espécies testadas, ou pode se tratar de diferentes compostos. Além disso, outros fatores podem ter afetado essa atividade, pois segundo Kobayashi (2004) a atividade fitotóxica de um aleloquímico em um dado ecossistema será função de interações complexas entre o comportamento dos aleloquímicos e as propriedades fisiológicas e ecológicas de planta doadora e da planta alvo com a interação de condições ambientais.

Assim, não foi possível identificar qual cultivar de cana-de-açúcar que teve maior potencial sobre as espécies estudadas nas condições em que foram realizadas este ensaio, mas isto pode ter ocorrido devido a diversos fatores, necessitando-se de mais estudos para tentar isolar ou minimizar estes efeitos que podem influenciar os resultados obtidos.

Bioensaio 3

Foram testados preliminarmente os extratos brutos foliares e radiculares provenientes da extração com hexano, acetato de etila e metanol. Porém, somente o extrato de acetato de etila demonstrou efeitos inibitórios sobre as espécies testadas (dados não apresentados). Por essa razão, foi realizado o fracionamento somente do extrato com o solvente acetato de etila para as duas cultivares.

O fracionamento do extrato com acetato de etila das folhas da cultivar CTC 2 não tiveram efeitos sobre as espécies estudadas (Tabela 3). O efeito desta cultivar encontrado nos ensaios anteriores foi diferente deste bioensaio, provavelmente porque as condições dos ensaios não foram as mesmas. Já algumas frações da

cultivar RB 855453 apresentaram efeitos inibitórios, principalmente sobre *A. stolonifera*, com algumas frações atingindo maiores valores de inibição (Tabela 4).

Tabela 3. Efeito do extrato foliar da cultivar CTC2 sobre *L. sativa* e *A. stolonifera*.

Fração	Concentração (mg ml ⁻¹)	Solvente utilizado	Ranking ^a	
			<i>L. sativa</i>	<i>A. stolonifera</i>
1	1	10% acetona	0	0
2	1	10% acetona	0	0
3	1	10% acetona	0	0
4	1	10% acetona	0	0
5	1	10% acetona	0	0
6	1	10% acetona	0	0
7	1	10% acetona	0	0
8	1	10% acetona	0	0
9	1	10% acetona	0	0
10	1	10% acetona	0	0
11	1	10% acetona	0	0
12	1	10% acetona	0	0
13	1	10% acetona	0	0
14	1	10% acetona	1	1
15	1	10% acetona	1	1
16	1	10% acetona	1	1
17	1	10% acetona	0	0
18	1	10% acetona	0	0
19	1	10% acetona	0	0
20	1	10% acetona	0	1

^a 0 = sem efeito; 5 = inibição completa do crescimento

Foi realizada uma tentativa de identificação dos compostos presentes nas frações com atividade, mas por se tratar de mais de um composto em cada fração, o material purificado não foi suficiente para chegar a identificação do composto ou dos compostos presentes, necessitando mais estudos.

Tabela 4. Efeito do extrato foliar da cultivar RB 855453 sobre *L. sativa* e *A. stolonifera*.

Fração	Concentração (mg ml ⁻¹)	Solvente utilizado	Ranking ^a	
			<i>L. sativa</i>	<i>A. stolonifera</i>
1	1	10% acetona	0	0
2	1	10% acetona	0	0
3	1	10% acetona	0	0
4	1	10% acetona	0	0
5	1	10% acetona	0	0
6	1	10% acetona	0	0
7	1	10% acetona	0	0
8	1	10% acetona	0	0
9	1	10% acetona	0	0
10	1	10% acetona	2	0
11	1	10% acetona	1	1
12	1	10% acetona	1	2
13	1	10% acetona	1	2
14	1	10% acetona	0	2
15	1	10% acetona	0	3
16	1	10% acetona	0	0
17	1	10% acetona	0	0
18	1	10% acetona	1	0

^a 0 = sem efeito; 5 = inibição completa do crescimento

Bioautografia

As áreas brancas das placas indicam os locais onde houveram zonas de inibição, ou seja, onde houve atividade do composto (Figura 6). As áreas com maior inibição foram encontradas nos extratos com acetato de etila de raízes e folhas da cultivar CTC 2 (Figura 6A e 6B). O mesmo ocorreu para a cultivar RB 855453, mas em menor intensidade (Figura 6C e 6D).

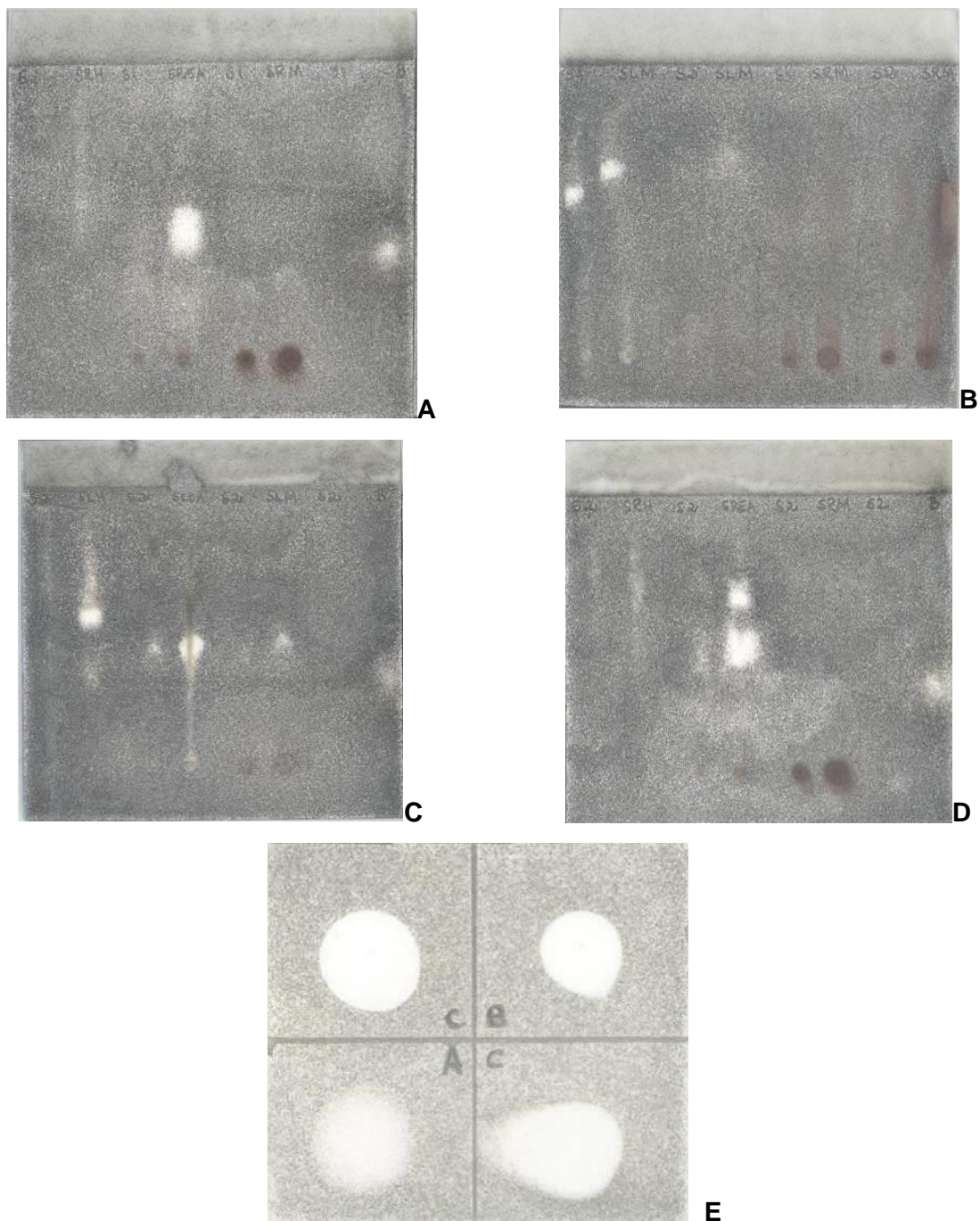


Figura 6. Bioautografia de extratos de cana-de-açúcar de extrato radicular CT2 (A) e foliares (B) e de RB 855453 radicular (C) e foliares (D) e controle (E).

As frações dos extratos de raízes e folhas da cultivar CTC 2 com acetato de etila foram submetidas ao ensaio de bioautografia. O extrato foi fracionado e posteriormente separado em placas de CCD de sílica gel utilizando 10 e 30% de acetato de etila e hexano. Houve atividade antifúngica a partir da sétima fração até a

décima sexta para o extrato das folhas da cultivar CTC 2 nas duas concentrações (Figura 7 e 8). Não foi encontrada atividade antifúngica elevada em frações do extrato radicular (Figura 9 e 10).

Estes ensaios demonstram o potencial biológico de extratos brutos e fracionados de cana-de-açúcar cultivar CTC 2 contra fungos, incentivando novas pesquisas com substâncias isoladas com o intuito de conhecer o constituinte ou constituintes químicos responsáveis por tal atividade.

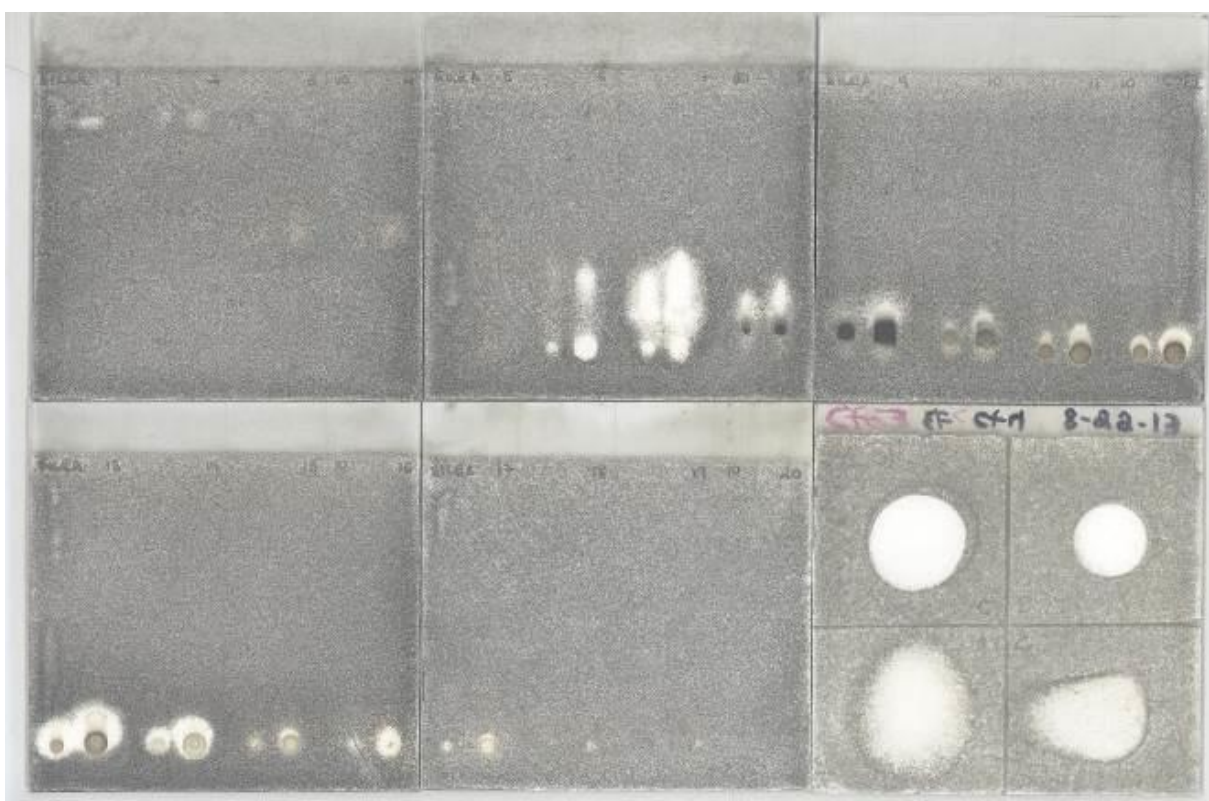


Figura 7. Frações extrato das folhas com acetato de etila da cultivar CTC 2 na concentração de 10%.

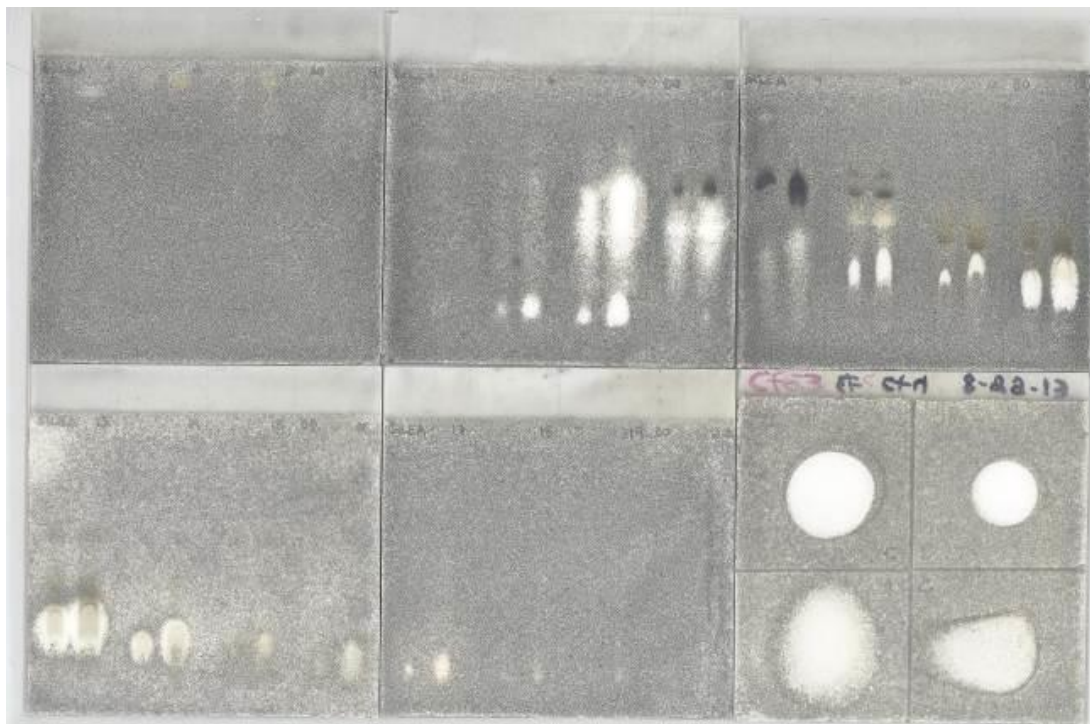


Figura 8. Frações extrato das folhas com acetato de etila da cultivar CTC 2 na concentração de 30%.

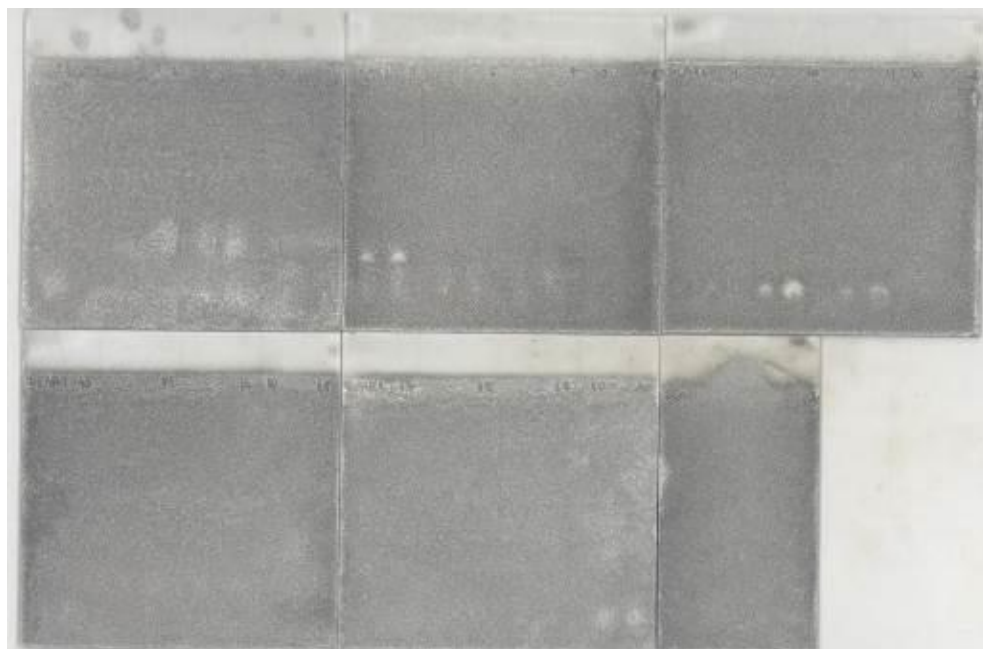


Figura 9. Frações extrato das raízes com acetato de etila da cultivar CTC 2 na concentração de 10%.

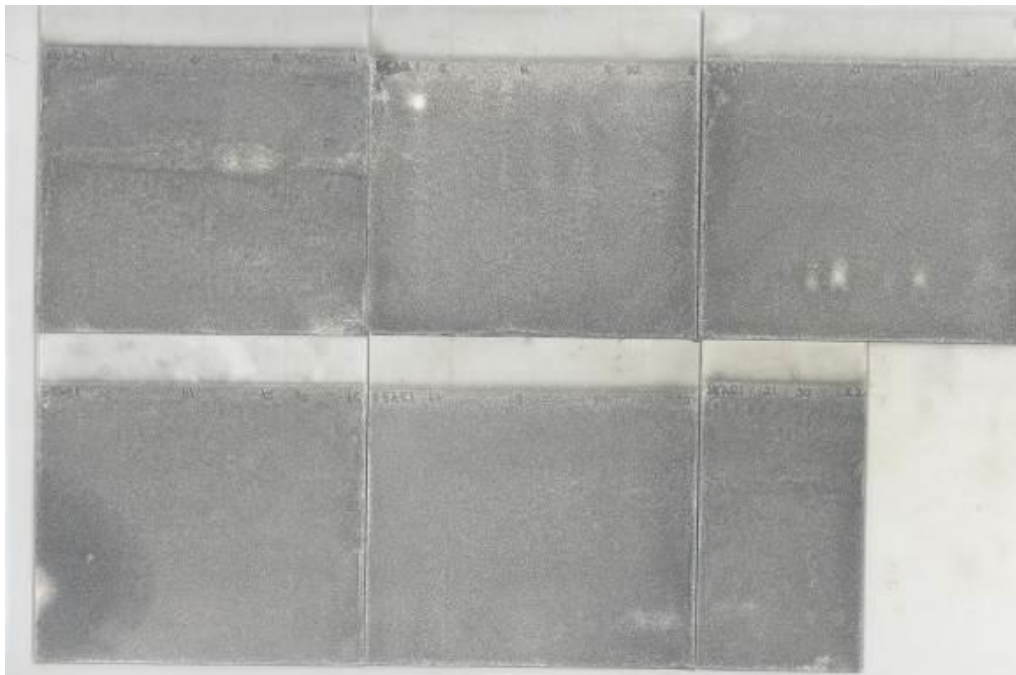


Figura 10. Frações extrato das raízes com acetato de etila da cultivar CTC 2 na concentração de 30%.

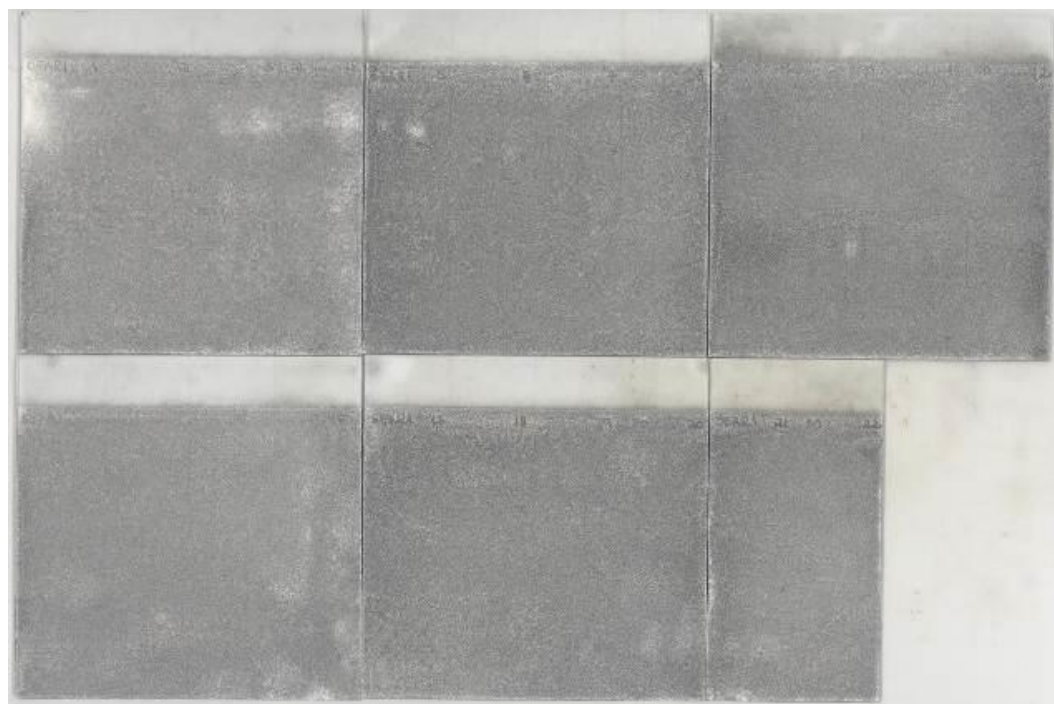


Figura 11. Frações extrato das raízes com acetato de etila da cultivar CTC 2 na concentração de 50%.

Conclusões

Conclui-se que nas condições em que foram realizados estes bioensaios, o extrato bruto aquoso da cultivar CTC 2 foi o de maior potencial. Não foi possível identificar uma cultivar de maior potencial alelopático utilizando extração com solvente hidroetanólico. As cultivares CTC 2 e RB 855453 apresentam potencial alelopático, indicando que estudos posteriores devem ser realizados para identificação dos compostos responsáveis pelos efeitos.

Referências

AGRIOS, G. N. **Significance of plant diseases**. In: Plant Pathology. Academic Press, London, pp. 25-37, 2000.

BAJWA, R. et al. Antifungal activity of allelopathic plant extracts III: Growth response of some pathogenic fungi to aqueous extract of *Parthenium hysterophorus*. **Pakistan Journal of Plant Pathology**, v. 2, n. 3, p. 145-156, 2003.

BRADY, N. C. **The nature and properties of soil**. MacMillan Publishing Company, New York, pp. 528, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNAD, DNDV, CLAV, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395p.

CHOU, C.H. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.18, n.5, p.609-630, 1999.

CHUNG, III-M.; MILLER, D.A. Allelopathic influence of nine forage grass extracts on germination and seedling growth of alfalfa. **Agronomy Journal**, v.87, p.767-772, 1995.

CUNICO, M.M. et al. Avaliação antifúngica de extratos obtidos de *Ottonia martiana* Miq. (Piperaceae) sobre três fitopatógenos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, p.141-3, 2004.

DAYAN, F. E.; ROMAGNI, J. G.; DUKE, S. O. Investigating the mode of actions of natural phytotoxins. **J. Chem. Ecol.**, v. 26, 2079-2094, 2000.

FERREIRA, A. G. Interferência, competição e alelopatia. In: FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p. 251-262, 2004.

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

FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 323p.

FERREIRA, A.G.; ROSA, S.G.T. Germinação de sementes de sete espécies medicinais nativas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.3, p.230-5, 2009.

HAGEMANN, T. R. et al., Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. *Bragantia*, v. 69, n. 3, p509-518, 2010

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1975. 662p.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. Factors affecting sample extraction in the liquid chromatographic determination of organic acids in papaya and pineapple. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 734–741, 2009.

HESS, F.D. Herbicide effects on the cell cycle of meristematic plant cells. **Reviews of Weed Science**, v.3, p.183-203, 1987.

HOFFMANN, C.E.F. et al. Atividade alelopática de *Nerium Oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca Sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.6, n.1, p.11-21, 2007.

JACOBI, U.S. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia**. 1997. 165p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 1997.

JAVOID, A.; SHAFIQUE, S.; BAJWA, R.; SHAFIQUE, S. Effect of aqueous extracts of allelopathic crops on germination and growth of *Parthenium hysterophorus* L. **South African Journal of Botany**, v. 72, p. 609-612, 2006.

LABORIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, p. 174-186, 1976.

LEATHER, G. R.; EINHELLIG, F. A. Bioassay of naturally occurring allelochemicals for phytotoxicity. *Journal of Chemical Ecology*, v. 14, n.10, p. 1821-1828, 1988.

MACÍAS, F. A.; VARELA, M.R.; TORRES, A.; OLIVA, M.R.; MOLINILLO, J.M.G. Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* with potential allelopathic activity. **Phytochemistry**, v 48, n.4, p. 631–636, 1998.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MIRÓ, C.P.; FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. 8, p. 1261-1270, 1998.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85

NOLDIN, V. F.; MONACHE, F. D.; YUNES, R. A. Composição química e atividade biológica de *Cynara scolymus* L. cultivada no Brasil. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p.331-334, 2003.

PERINI, V.; DE CASTRO, H.; SANTOS, G. dos; CHAGAS JÚNIOR, A.; CARDOSO, D.; AGUIAR, R.; SOARES, A. Efeito de extratos vegetais na inibição do crescimento micelial de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 1, p. 70 - 77, 2013.

PINA, G.O. **Efeito alelopático do extrato aquoso foliar de *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae – cagaita) na germinação, crescimento e morfo-anatomia de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae – gergelim) e *Raphanus sativus* L. (Brassicaceae – rabanete)**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

POONPAIBOONPIPAT, T. et al. Allelopathic effects of Arabian jasmine (*Jasminum sambac* Ait.) and preliminary test for estimation of its natural herbicide activity. **Journal of Agricultural Technology**, v. 7, n. 4, p. 1075-1087, 2011.

REHMAN, S.; HARRIS, P.J.C.; BOURNE, W.F.; WILKEIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.45-57, 1996.

RICE, E.L. **Allelopathy**, 2 ed. Academic Press. New York, 1984.

SAMPIETRO, D.A.; VATTUONE, M.A.; ISLA, M. I. Plant growth inhibitors isolated from sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) straw. **J. Plant Physiol.**, v. 163, p.837–846, 2005.

SAMPIETRO, D.A.; VATTUONE, M.A. Nature of the interference mechanism of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) straw. **Plant Soil**, v. 280, p. 157–169, 2006.

SASIDHRAN, S., CHEN, Y., SARAVANAN, D., SUNDRAM, K.M., LATHA, Y.L. Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. **African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines** v. 8, n. 1, p. 1–10, 2011.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, v. 5, n. 1, p.62-73, 1995.

SILVA, A.C. et al. Efeito in vitro de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, edição especial, p.1853-60, 2009.

SINGH, P., SUMAN, A.; SHRIVASTAVA, K. Isolation and identification of allelochemicals from sugarcane leaves. **Allelopathy Journal**, v. 12, n. 1, p. 71–80, 2003.

SOUZA FILHO, A.P.S. et al . Análise comparativa do potencial alelopático do extrato hidroalcoólico e do óleo essencial de folhas de cipó-d'alho (Bignoniaceae). **Planta daninha**, v. 27, n. 4, p. 647-653, 2009

SUN, T.; HO, C. Antioxidant activities of buckwheat extracts. **Food Chemistry**, v. 90, p. 743-749, 2005.

TARAYRE, M. et al. Intraspecific variation in the inhibition effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. **Oecologia**, v. 101, n. 1, p. 110-118, 1995.

TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condições de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v.22, p.1-10, 2004.

VIATOR, R. P.; JOHNSON, R. M.; GRIMM, C.C.; RICHARD JR., E.P. Allelopathic, autotoxic, and hormetic effects of postharvest sugarcane residue. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 1526-1531, 2006.

WANG, T.S.C.; YANG, J.; CHUANG, T. Soil phenolic acids as plant growth inhibitors. **Soil Science**, v. 103, p. 239–246, 1967.

WEDGE, D. E.; GALINDO, J. C. G.; MACÍAS, F. A. Fungicidal activity of natural and synthetic sesquiterpene lactone analogs. **Phytochemistry**, v. 53, p. 747-757, 2000.

WU, H.; PRATLEY, J.; LEMERLE, D. HAIG, T. Crop cultivars with allelopathic capability. **Weed Research**, v. 39, n.3, p. 171–180, 1999.

Capítulo 5 – Benzoxazolinonas: Efeito sobre a germinação e crescimento inicial de espécies de plantas daninhas infestantes de canaviais

RESUMO - Os metabólitos secundários produzidos e liberados no ambiente por algumas plantas podem provocar alterações no desenvolvimento de outras, fenômeno este denominado de alelopatia. O ácido hidroxâmico 2-benzoxazolinona (BOA) é considerado um potencial herbicida para a supressão de plantas daninhas, principalmente sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito alelopáticos de extratos do BOA sobre aspectos germinativos e crescimento inicial das plantas daninhas: *Amaranthus viridis*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea nil*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria nuda*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Rottboelia conchichinensis* e das espécies teste *Lactuca sativa* e *Allium cepa*. Foram testadas oito concentrações de BOA (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), além do controle. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, primeira contagem, tempo médio de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de germinação, frequência relativa de emergência, massa seca e comprimento da parte aérea, raiz e total. Os extratos afetaram todas as espécies estudadas alterando pelo menos uma característica avaliada, atuando com maior ou menor intensidade dependendo da espécie, sendo maiores os efeitos com o aumento da concentração. Os resultados indicam a existência de potencial alelopático do ácido hidroxâmico estudado sobre as plantas testadas.

Palavras-chave: alelopatia, ácido hidroxâmico, BOA, *Saccharum*.

Introdução

Com a deposição anual e manutenção de uma camada de palha sobre a superfície do solo é de se esperar que ocorra também aumento na manifestação do processo alelopático da cana-de-açúcar sobre as plantas daninhas (CORREIA et al., 2004; GRAVENA et al., 2004). A alelopatia é definida como efeitos prejudiciais ou benéficos de uma espécie vegetal sobre a germinação, crescimento ou

desenvolvimento de outras plantas de mesma ou de outra espécie por meio da liberação de substâncias químicas no ambiente comum (PITELLI, 1985).

Alguns metabólitos secundários ou aleloquímicos são liberados no ambiente e afetam o crescimento e desenvolvimento de diferentes espécies. Os modos de ação de aleloquímicos são diversos e o conhecimento desses é essencial para a compreensão do fenômeno biológico (SÁNCHEZ-MOREIRAS et al., 2004).

Os ácidos hidroxâmicos constituem um grupo de substâncias que ocorrem naturalmente em plantas, e são também classificados como carbamatos cíclicos, e sintetizados na rota metabólica do ácido chiquímico, mais precisamente na produção do aminoácido triptofano (NIEMEYER, 1988). São metabólitos secundários comumente encontrados em gramíneas cultivadas e selvagens (FRIEBE et al., 1995; NIEMEYER, 1988; ZÚÑIGA et al., 1983). Estas substâncias, particularmente na sua forma aglucona, tem sido relacionadas com a defesa da planta contra uma variedade de organismos, incluindo fungos (GLENN et al., 2003), bactéria (WOODWARD et al., 1978), insetos (BRAVO et al., 2004) e plantas daninhas (PÉREZ e ORMEÑO-NÚÑES, 1991). Isso faz das benzoxazinonas um dos grupos de produtos naturais mais atrativos a serem empregados no desenvolvimento de novas substâncias químicas com potencial no uso do manejo de plantas daninhas (MACÍAS et al., 2006).

Ao testar o efeito de BOA e de herbicidas (linuron e fluometuron), NAGABHUSHANA et al. (2001) concluíram que BOA é muito ativo quando comparado aos herbicidas sintéticos, podendo inclusive ser utilizado no manejo de planta daninha em sistema de plantio direto ou na agricultura sustentável, com o objetivo de minimizar o uso de herbicidas. Além disso, os biocidas desenvolvidos a partir de aleloquímicos têm vantagens com relação aos herbicidas, fungicidas ou inseticidas tradicionais, pois podem ter novos modos de ação, alta biodegradabilidade e um menor impacto ambiental (RICE, 1995).

BOA é considerado um potencial herbicida para a supressão de plantas daninhas, principalmente sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas (CHIAPUSIO et al., 2004), o que foi demonstrado sobre várias espécies como *Lepidium sativum* (BARNES et al., 1987), *Avena sativa* (FRIEBE et al., 1996) e *Cucumis sativus* (CHASE et al., 1991). De acordo com Burgos e Talbert (2000), BOA

pode ser utilizado como herbicida natural, especialmente sobre plantas daninhas pequenas, como *Echinochloa crus-galli*.

As fitotoxinas presentes na palha da cana de açúcar levam a uma maior preocupação devido à retenção de palha sobre a superfície do solo depois da colheita (SCANDALIARIS et al., 2002). Além disso, lixiviados da palha inibiram o crescimento de plantas daninhas em experimentos de campo e em casa de vegetação (LORENZI et al., 1989). Certos extratos orgânicos das folhas secas de cana-de-açúcar mostraram efeitos inibitórios sobre a germinação e o crescimento de *Triticum aestivum*, *Lens esculenta* e *Brassica nigra*, e a presença de ácidos hidroxâmicos pode explicar os efeitos alelopáticos de cana-de-açúcar na redução do crescimento de muitas espécies de plantas daninhas (HAMILTON, 1964). Folhas de cana-de-açúcar em decomposição podem produzir certos ácidos orgânicos que são capazes de inibir a germinação e o crescimento de cana-de-açúcar na concentração de 50 ppm (SINGH et al., 2003).

Apesar de a toxicidade estar bem estabelecida em uma ampla gama de organismos, os mecanismos desta toxicidade ainda não são bem conhecidos (SINGH et al., 2003). Entretanto, segundo Long et al. (1975), a fitotoxicidade produzida por esses ácidos estaria relacionada a uma interferência na atividade normal da auxina. Em outra pesquisa, BOA reduziu o teor de clorofila de lentilha d'água (*Lemna minor*) indicando que o mesmo inibe a fotossíntese desta espécie, e também promoveu sintomas semelhantes aos causados por herbicidas inibidores da fotossíntese (SOUZA e EINHELLIG, 1994). Singh et al. (2003; 2009) encontraram ácidos hidroxâmicos, como 2,4-dihidroxi-7-metoxi-1,4-benzoxazin-3-ona (DIBOA) e 2-benzoxazolinona (BOA), em folhas de cana-de-açúcar, com efeito negativo sobre algumas espécies, o que leva a inferir que a presença deles possa estar relacionada à diversidade da comunidade infestante e seu potencial competitivo em canaviais.

Amaranthus viridis, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea nil*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria nuda*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Rottboelia exaltata* são espécies de plantas daninhas que tem sido citadas como principais infestantes de canaviais (KUVA et al, 2007; MONQUERO et al., 2008; FERREIRA et al., 2011). Já espécies como *Lactuca sativa*

e *Allium cepa* são espécies teste comumente utilizadas para avaliar o efeito de compostos alelopáticos.

A hipótese do trabalho é a de que o ácido hidroxâmico BOA, citado como presente em cana-de-açúcar possa afetar a germinação e o desenvolvimento inicial de espécies de plantas daninhas presentes em áreas de canaviais, alterando assim a comunidade infestante, o potencial competitivo de algumas espécies bem como seu banco de sementes. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito alelopáticos de extratos do ácido hidroxâmico 2(3H)-benzoxazolinona (BOA) sobre aspectos germinativos e crescimento inicial das plantas daninhas: *Amaranthus viridis*, *Ipomoea hederifolia*, *I. purpurea*, *I. nil*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria nuda*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *B. plantaginea* e *Rottboelia conchichinensis* e das espécies teste *Lactuca sativa* e *Allium cepa*.

Material e Métodos

Sementes de *Amaranthus viridis*, *Ipomoea hederifolia*, *I. purpurea*, *I. nil*, *Senna obtusifolia*, *Digitaria nuda*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, *B. plantaginea*, *Rottboelia conchichinensis*, *Lactuca sativa* e *Allium cepa* foram postas para germinar na presença de soluções com concentrações crescentes de BOA: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM, além do controle com água destilada acrescida de 1 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) por 100 ml de água. Para a diluição do BOA, a cada 100 ml foi utilizado 1 ml de DMSO. Foram utilizadas placas de Petri de vidro (90 x 15 mm), que continham como substrato papel filtro previamente autoclavado, embebido com as soluções conforme tratamentos já descritos. Foram utilizadas 50 sementes de *D. nuda* e *A. viridis* e 25 sementes das demais espécies por placa, e foram feitas 8 repetições.

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) regulado para os regimes de temperatura alternada de 20-35 °C para *D. nuda* e de 20-30 °C para as demais espécies, com fotoperíodo de 12 horas para todas, conforme o indicado para cada espécie, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W).

As contagens de sementes germinadas foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de 15 dias de acordo com Brasil (2009), quando o experimento foi encerrado. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular igual ou superior a 2 mm (REHMAN et al., 1996). Com os dados foram obtidas a porcentagem de germinação, dados da primeira contagem, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, frequência relativa de germinação e velocidade média de germinação.

Para o cálculo da porcentagem de germinação, foi utilizada a fórmula conforme Brasil (1992),

$$G = \frac{N}{A} \times 100$$

G = a porcentagem de germinação;

N = o número de sementes germinadas;

A = o número total de sementes colocadas para germinar.

A primeira contagem foi realizada juntamente com o teste de germinação, e consistiu da contagem de plântulas normais. O dia dessa avaliação variou de espécie para espécie, para *D. nuda*, *B. decumbens*, *B. plantaginea* e *R. conchichinensis* a primeira contagem foi realizada 7 dias após a instalação do teste; para *A. viridis*, *I. hederifolia*, *I. purpurea*, *I. nil*, *S. obtusifolia*, *L. sativa* e *A. cepa* aos 4 dias, e para *P. maximum* aos 10 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Para determinação do índice de velocidade de germinação (IVG) foram realizadas contagens diárias das plântulas normais, desde a semeadura até aos 15 dias após a semeadura, e este índice foi calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962),

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G_3}{N_3} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

IVG = índice velocidade de germinação;

G1, G2 e Gn = número de sementes germinadas a cada dia;

N1, N2,..., Nn = número de dias decorridos da sementeira a primeira, segunda e última contagem.

Foi calculado também o tempo médio de germinação (TMG), que é determinado, segundo Silva e Nakagawa (1995), com base no número de sementes germinadas em cada avaliação multiplicado pelo respectivo tempo, dividindo o resultado pelo número total de sementes germinadas ao final do teste, de acordo com Hartmann e Kester (1975), utilizando-se a fórmula:

$$TMG = \frac{n_1t_1 + n_2t_2 + \dots + n_x t_x}{N}$$

n1, n2, nx = número de plântulas normais a cada dia de contagem;

ti, t2, tx = número de dias transcorridos desde a instalação do teste até o dia de contagem.

N = número de sementes que germinaram dentro dos intervalos de tempo consecutivos.

Nos estudos alelopáticos, a germinabilidade é um índice muito usado, embora não demonstre outros aspectos do processo de germinação, como atrasos, já que envolve apenas resultados finais, ignorando períodos de germinação inativa no decorrer do bioensaio (CHIAPUSO et al., 1997). Por essa razão analisou-se também a frequência relativa de germinação.

Para cálculo da frequência relativa de germinação, utilizou-se a fórmula de Santana e Ranal (2004):

$$f_i = n_i / \Sigma n_i$$

ni = número de sementes germinadas no dia i

Σni = somatório de valores até o último dia de germinação.

Os cálculos de velocidade média de germinação foram realizados de acordo com a fórmula citada por Labouriau e Valadares (1976):

$$VG = \frac{1}{TMG}$$

VG = velocidade média de germinação;

TMG = tempo médio de germinação.

Após a contagem final do teste de germinação, todas as plântulas de cada tratamento e repetição foram medidas (raiz e parte aérea), e os dados médios foram expressos em cm.plântula⁻¹.

Após a determinação dos comprimentos, a parte aérea e radicular das plântulas foram colocadas em sacos de papel separados por repetição e por tratamento e postos para secar em estufa 70 °C durante 96 h para obtenção da massa seca da parte aérea e raiz das plântulas. A pesagem do material seco foi realizada em balança com precisão de 0,001 g e os resultados expressos em mg.plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e teste Tukey, e para as variáveis que sofreram redução foi calculada uma média com todos os dados e a diferença com relação à testemunha em porcentagem seguida da análise de regressão.

Resultados

Eudicotiledôneas

Amaranthus viridis

Houve redução na porcentagem de germinação de *A. viridis* com o aumento na concentração de BOA. A germinação foi reduzida em cerca de 50% a partir da concentração de 0,6 mM e foi totalmente inibida nas concentrações de 2,4 e 3,6 mM (Tabela 1). A primeira contagem e o índice de velocidade de germinação também foram reduzidos com o aumento da concentração diferindo do controle a partir de

0,4 mM demonstrando a fitotoxicidade do BOA. O tempo médio e a velocidade de germinação diminuíram e diferiram do controle a partir de 1,2 mM e 1,0 mM, respectivamente. Essas alterações nos índices e nas curvas de germinação indicam interferências nas reações metabólicas que culminam na germinação (BEWLEY e BLACK, 1994).

Apesar de apresentar reduções no acúmulo de massa, a massa seca da parte aérea, raiz e a massa seca total por plântula diferiram da testemunha somente a partir de 1,2 para as duas primeiras e 2,4 mM para a última variável (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Amaranthus viridis*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC -----	TMG (dias)	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	54,75 a	33,00 a	5,27 a	0,19 a	5,75 a	8,56 a	6,69 a	15,25 a
0,2	37,75 ab	21,25 ab	5,20 a	0,19 a	3,99 ab	8,37 a	6,11 a	14,49 a
0,4	37,00 ab	12,75 bc	6,19 a	0,16 ab	3,40 bc	8,47 a	4,85 a	13,32 a
0,6	22,71 bc	6,00 cd	5,65 a	0,14 ab	1,64 cd	6,87 ab	6,23 a	13,10 a
0,8	21,00 bc	7,75 cd	6,96 a	0,15 ab	1,90 cd	7,99 ab	6,76 a	14,76 a
1,0	11,75 cd	4,00 cd	4,47 a	0,09 b	1,11 d	5,16 abc	4,07 a	9,24 ab
1,2	0,25 d	0,00 d	0,87 b	0,01 c	0,02 d	2,50 bc	2,50 b	5,00 ab
2,4	0,00 d	0,00 d	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 c	0,00 b	0,00 b
3,6	0,00 d	0,00 d	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 c	0,00 b	0,00 b
CV (%)	39	38,77	33,33	21,83	25	36,79	19,27	38,68
DMS	19,58	11,91	3,29	0,07	2,09	5,71	7,12	11,96

O crescimento das plântulas foi afetado pelos extratos testados e chegou a 100% para *A. viridis* na concentração de 2,4 mM de BOA (Figura 1).

O crescimento da parte aérea teve reduções que variaram de 1 a 100%, porém só diferiu da testemunha na concentração de 1,2 mM com uma redução no crescimento de 88%, se comparada à mesma. No crescimento da raiz, o mesmo diferiu da testemunha na concentração de 0,8 mM com uma redução de aproximadamente 35% em relação à testemunha (Figura 1).

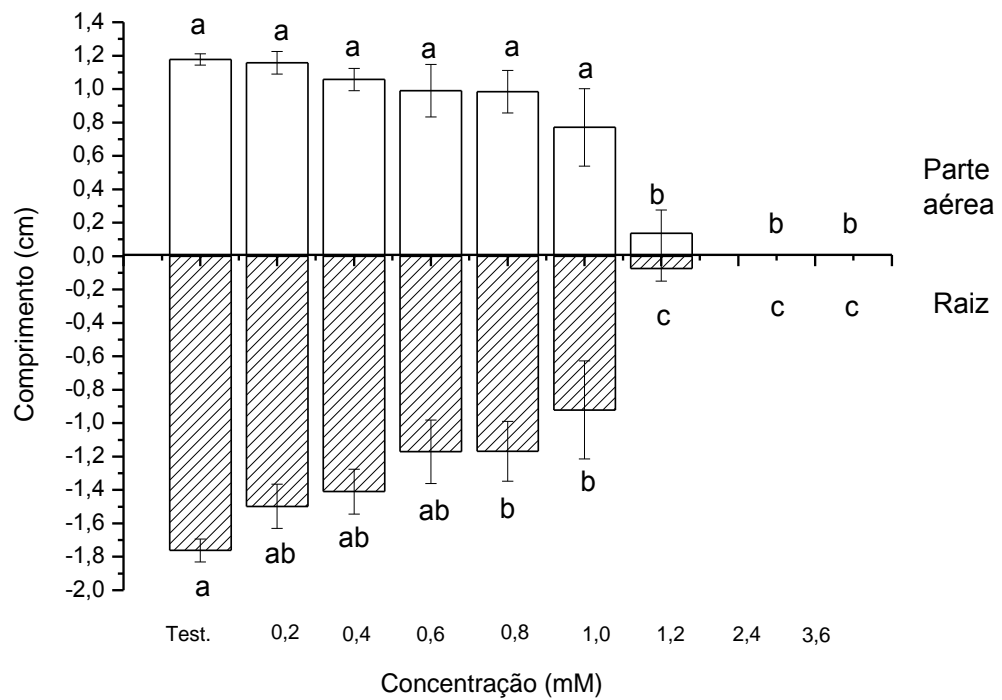


Figura 1. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Amaranthus viridis* sob diferentes concentrações de BOA.

Considerando a média das variáveis que sofreram redução, a tendência dos dados apresentou diminuição acentuada a partir da concentração de 1,0 mM (Figura 2). Seguindo a equação obtida, a redução máxima encontrada para *A. viridis* foi de 100,48% e a mínima 23,97%.

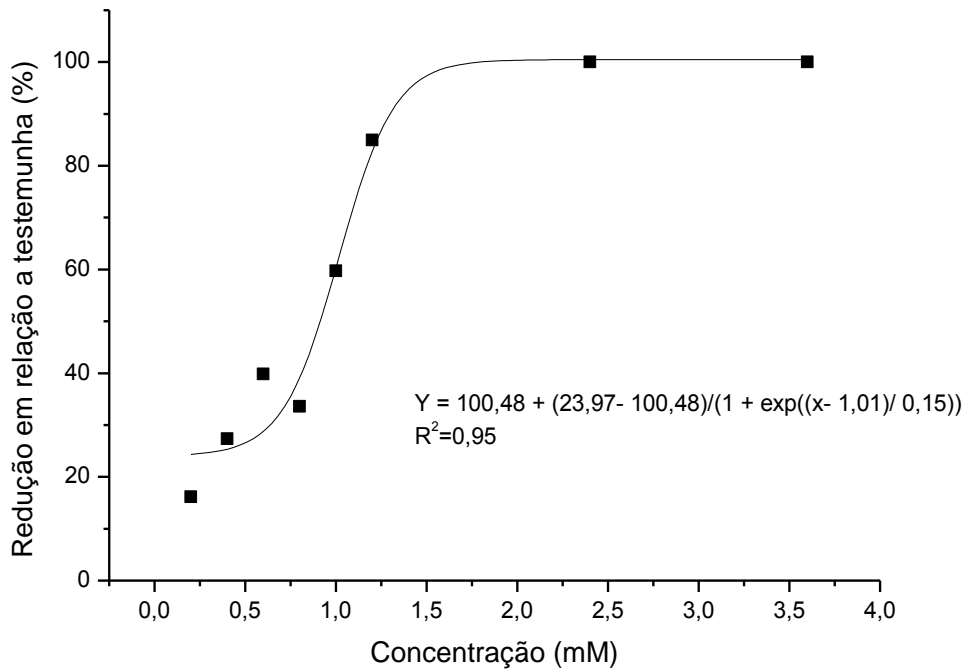


Figura 2. Redução em relação a testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Amaranthus viridis*.

Analisando a frequência relativa de germinação para *A. viridis*, os picos de germinação foram menores com o aumento da concentração se comparado ao controle (Figura 3). A frequência de germinação se mostrou polimodal, para a maioria das concentrações inclusive testemunha, ocorrendo uma germinação heterogênea, com mais de dois pontos máximos de germinação. Houve um pico de germinação no quarto dia até a concentração de 0,8 mM, com um segundo pico ocorrendo no décimo primeiro dia. E na concentração de 1,2 mM houve somente um pequeno pico no sétimo dia e não houve germinação nas concentrações acima de 2,4 mM.

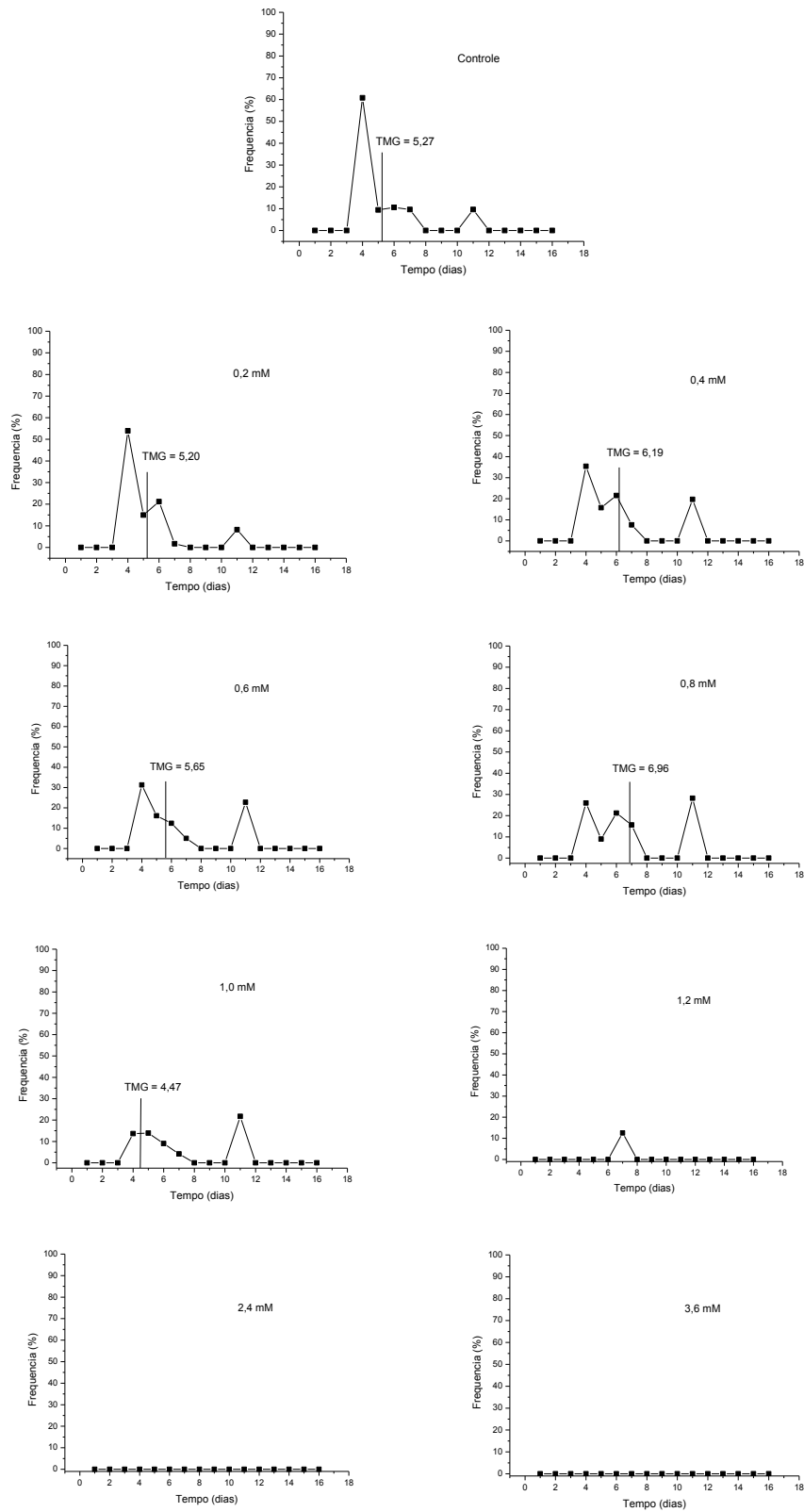


Figura 3. Frequência relativa da germinação de sementes de *Amaranthus viridis*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Ipomoea hederifolia

A espécie *I. hederifolia* se mostrou pouco sensível ao efeito do BOA, pois nenhuma das variáveis analisadas foi afetada pelas concentrações, com exceção da velocidade de germinação, que apresentou redução na concentração 3,6 mM (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Ipomoea hederifolia*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC -----	TMG (dias)	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	21,71 a	17,50 a	2,63 a	0,42 a	2,09 a	582,24 a	135,11 a	717,36 a
0,2	19,62 a	14,00 a	3,12 a	0,37 ab	1,57 a	565,59 a	122,83 a	688,42 a
0,4	19,50 a	16,00 a	2,74 a	0,41 ab	1,88 a	583,57 a	129,58 a	713,15 a
0,6	19,42 a	19,00 a	2,73 a	0,37 ab	2,12 a	606,09 a	123,71 a	729,81 a
0,8	17,00 a	14,00 a	2,77 a	0,37 ab	1,72 a	560,28 a	214,00 a	774,28 a
1,0	17,00 a	13,00 a	3,82 a	0,31 ab	1,51 a	736,42 a	171,21 a	907,64 a
1,2	16,50 a	13,00 a	3,37 a	0,34 ab	1,64 a	712,91 a	130,88 a	843,79 a
2,4	12,50 a	12,00 a	2,84 a	0,36 ab	1,18 a	387,19 a	119,71 a	506,90 a
3,6	12,50 a	12,50 a	3,42 a	0,28 b	1,29 a	818,21 a	95,86 a	914,08 a
CV (%)	40	51,03	30,72	21,54	49,55	52	50,24	48,58
DMS	11,23	11,93	1,5	0,13	1,33	564	119,85	63,33

O crescimento também foi reduzido tanto para a parte aérea como para a raiz de *I. hederifolia*, o crescimento da parte aérea diferiu da testemunha a partir de 1,2 mM com uma redução de 23% no crescimento. Já o crescimento radicular diferiu da testemunha a partir da concentração de 0,8 mM com decréscimo de 30% (Figura 4).

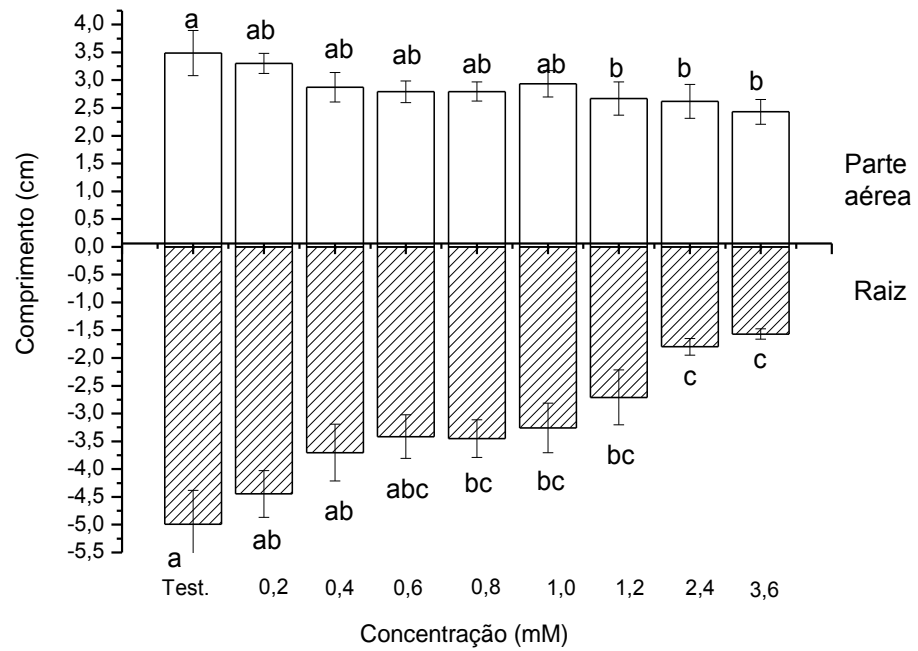


Figura 4. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Ipomoea hederifolia* sob diferentes concentrações de BOA.

A redução em relação à testemunha para a média das variáveis seguiu a tendência de redução a partir da concentração de 0,8 mM para *I. hederifolia*. Porém essas reduções foram baixas se comparadas as das demais espécies, e chegaram a máxima de 29,12% e mínima de 9,17% (Figura 5).

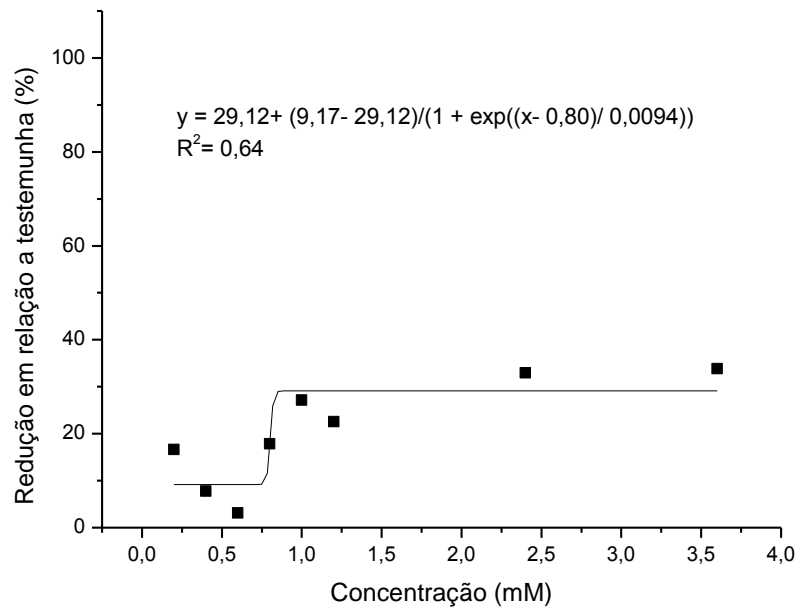


Figura 5. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Ipomoea hederifolia*.

A frequência de germinação para *I. hederifolia* se apresentou de forma polimodal, e se modificou com a presença de BOA, apesar do pico de germinação ocorrer já no segundo dia. A partir da concentração de 1,0 mM houve menor germinação, com aparecimento de outros picos de germinação ao longo do tempo, indicando assim um atraso na germinação em concentrações maiores do ácido e demonstrando uma maior heterogeneidade na germinação da espécie nessas condições (Figura 6).

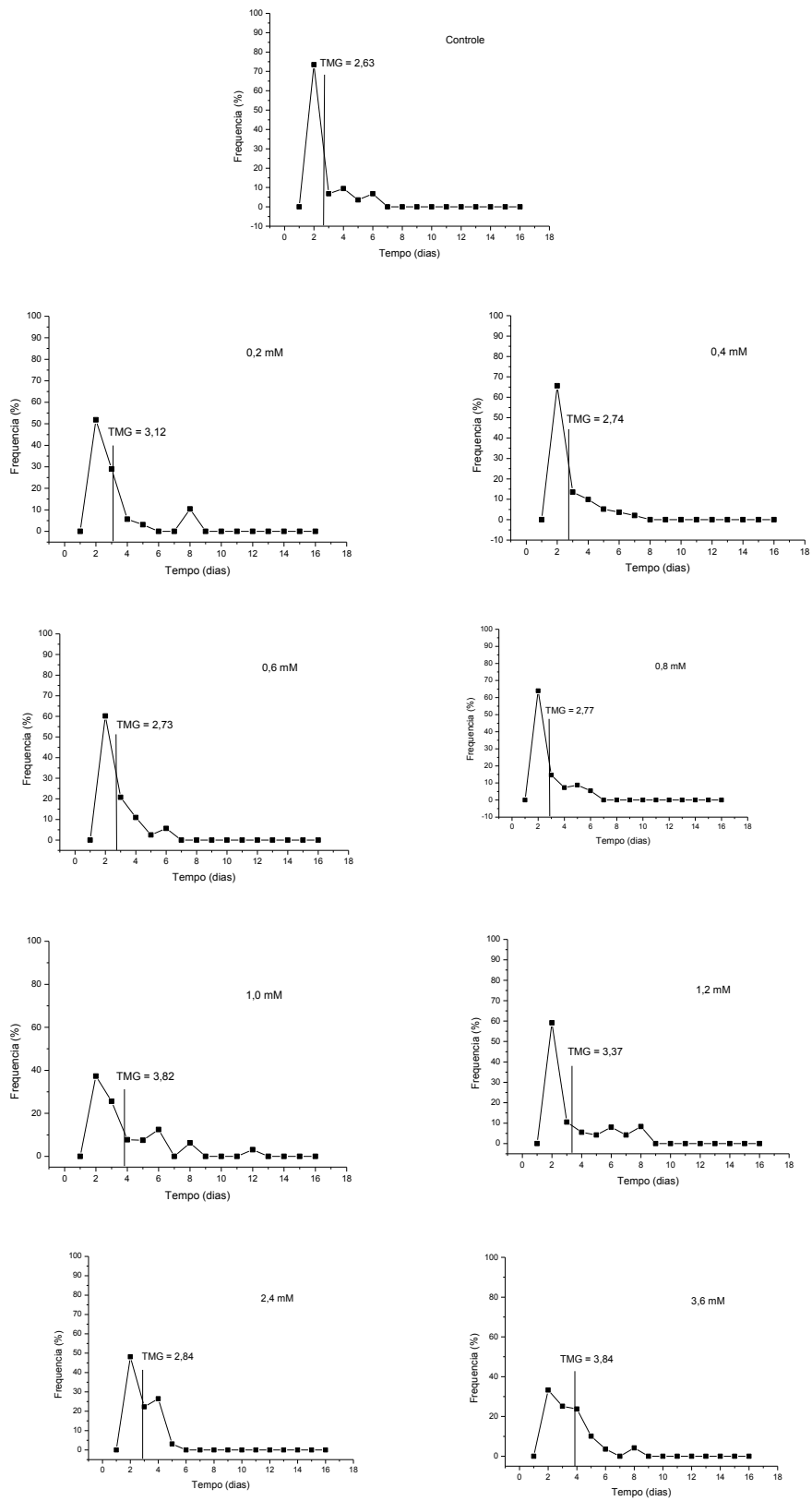


Figura 6. Frequência relativa da germinação de sementes de *Ipomoea hederifolia*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Ipomoea purpurea

Para a espécie *I. purpurea* a maioria das características demonstraram alguma redução devido a presença de BOA. Para porcentagem de germinação e primeira contagem essas reduções foram significativas somente na concentração de 3,6 mM; já a velocidade de germinação diferiu do controle a partir da concentração 0,2 mM, demonstrando uma maior sensibilidade, e o índice de velocidade de germinação diferiu do controle a partir da concentração 1,2 mM. O tempo médio de germinação aumentou com o aumento da concentração de BOA, levando um maior tempo para que a germinação ocorresse com a presença de BOA diferindo do controle somente na concentração de 0,8 mM (Tabela 3).

As massas secas da parte aérea e a total não foram afetadas. Já a massa seca da raiz diferiu do controle a partir da concentração 0,2 mM (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Ipomoea purpurea*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG dias	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	55,29 a	37,00 ab	2,39 e	0,43 a	4,44 ab	891,83 a	548,07 a	1439,90 a
0,2	57,50 a	49,00 a	2,86 de	0,36 b	5,79 ab	1052,99 a	142,41 b	1195,39 a
0,4	61,50 a	52,50 a	2,85 de	0,35 b	6,25 a	956,42 a	143,88 b	1143,53 a
0,6	65,50 a	54,00 a	2,93 cde	0,35 b	6,27 a	1094,56 a	149,09 b	1103,92 a
0,8	59,50 a	53,50 a	3,04 cd	0,34 b	5,58 ab	981,06 a	179,58 b	1160,64 a
1,0	58,50 a	50,00 a	3,01 cd	0,33 b	5,58 ab	1064,71 a	187,11 b	1227,82 a
1,2	50,00 ab	44,50 ab	3,53 bc	0,29 bc	3,90 bcd	988,41 a	236,78 b	1322,98 a
2,4	50,50 ab	41,50 ab	4,06 ab	0,25 c	3,29 cd	972,57 a	334,57 b	1209,35 a
3,6	34,00 b	24,50 b	4,29 a	0,23 c	2,07 d	811,83 a	391,79 b	1203,62 a
CV	24,34	31,00	12,35	14,01	24,54	22,55	33,81	23,27
DMS	20,95	22,80	0,64	0,07	1,89	354,76	346,02	457,09

Analisando o crescimento de *I. purpurea*, a parte aérea não diferiu do controle, e a raiz diferiu da testemunha somente na concentração de 3,6 mM, com redução de 52% em relação a testemunha (Figura 7).

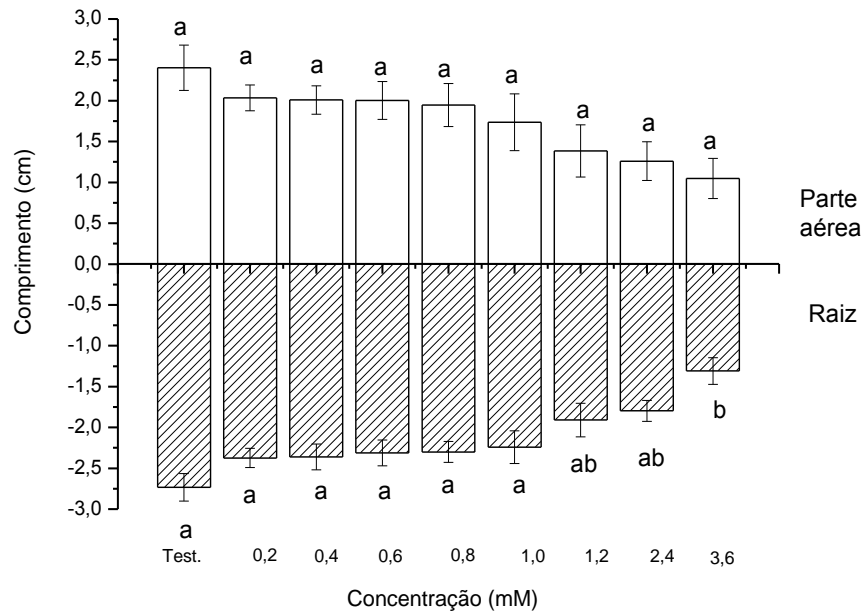


Figura 7. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Ipomoea purpurea* sob diferentes concentrações de BOA.

Considerando somente a média das variáveis que sofreram redução em relação à testemunha, houve uma menor redução com o aumento da concentração, tendência essa que diferiu de todas as observadas para as outras espécies (Figura 8).

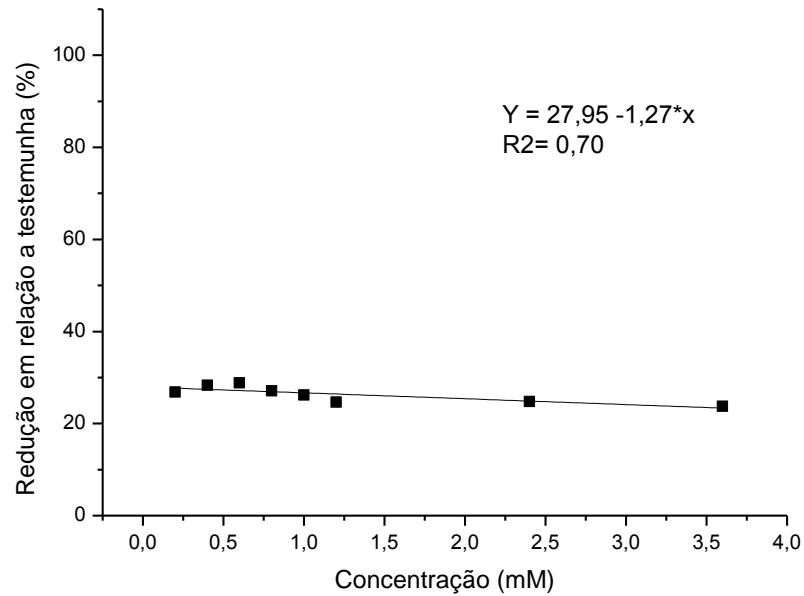


Figura 8. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Ipomoea purpurea*.

A frequência de germinação de *I. purpurea* apresentou-se de forma mais heterogênea com dois picos de germinação, um no segundo e outro no quarto dia. Porém com a presença de BOA houve menor germinação no primeiro pico e maior no segundo, sendo essa mudança visível principalmente nas concentrações de 2,4 e 3,6 mM, demonstrando atraso na germinação devido o aumento da concentração de BOA (Figura 9).

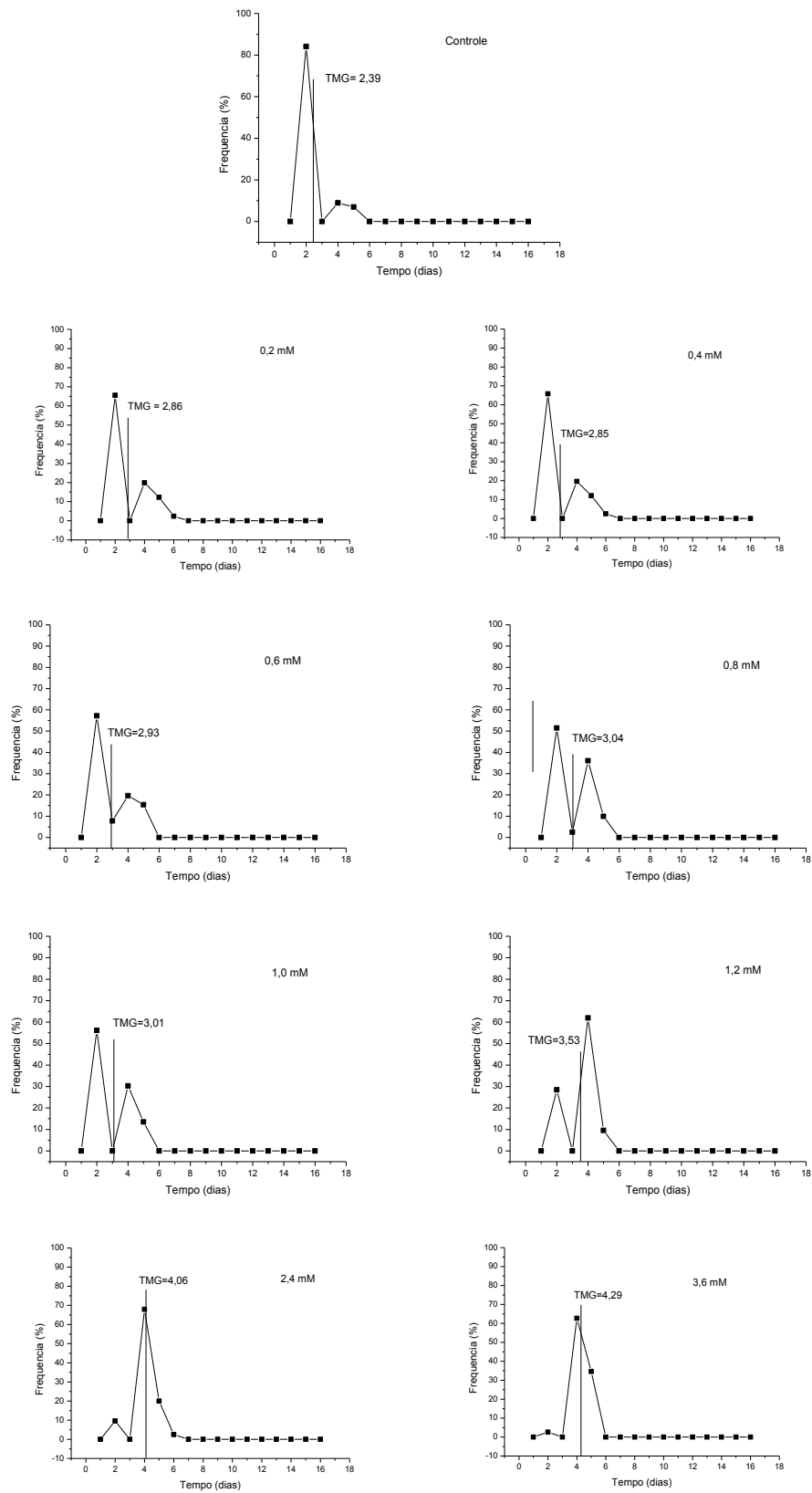


Figura 9. Frequência relativa da germinação de sementes de *Ipomoea purpurea*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação.

Ipomoea nil

A espécie *I. nil* não sofreu efeito de BOA para a maioria das características analisadas, com exceção do índice de velocidade de germinação, que diferiu da testemunha na concentração de 3,6 mM, e da massa seca da raiz, que diferiu da testemunha a partir de 0,2 mM de BOA sendo sensível a presença do ácido hidroxâmico (Tabela 4).

Analisando o crescimento de *I. nil* não houve diferença significativa para o desenvolvimento da raiz demonstrando que apesar da redução na massa seca o mesmo não ocorreu para esta variável, e para a parte aérea houve redução somente na concentração de 3,6 mM, apresentando uma redução de 53% em relação ao controle (Figura 10).

Tabela 4. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Ipomoea nil*.

Concentração	PG	PC	TMG	VG	IVG	MS PA	MS Raiz	MS Total
(mM)	%		dias			10 ⁻⁵ g		
Controle	12,86 a	11,67 a	2,22 a	0,46 a	2,29 a	1040,71 a	129,81 a	1170,52 a
0,2	12,42 a	11,79 a	2,14 a	0,37 a	1,35 ab	1019,86 a	74,75 b	1094,61 a
0,4	12,38 a	11,25 a	2,26 a	0,45 a	1,71 ab	1047,92 a	73,75 b	1121,67 a
0,6	9,51 a	9,58 a	2,31 a	0,38 a	1,10 ab	1037,29 a	73,86 b	1111,16 a
0,8	9,50 a	9,13 a	2,23 a	0,35 a	1,12 ab	1064,17 a	77,67 b	1141,83 a
1,0	7,25 a	7,25 a	2,25 a	0,35 a	1,02 ab	1181,87 a	73,67 b	1255,54 a
1,2	7,46 a	7,46 a	2,35 a	0,41 a	1,04 ab	1199,88 a	78,27 b	1326,92 a
2,4	7,08 a	7,08 a	2,40 a	0,32 a	0,83 ab	949,17 a	77,89 b	1027,05 a
3,6	5,42 a	5,42 a	2,05 a	0,28 a	0,65 b	993,75 a	45,16 b	1038,91 a
CV	33,06	38,00	36,17	35,73	33,63	25,63	38,78	24,66
DMS	9,43	9,79	1,3	0,21	1,46	436,06	48,78	452,72

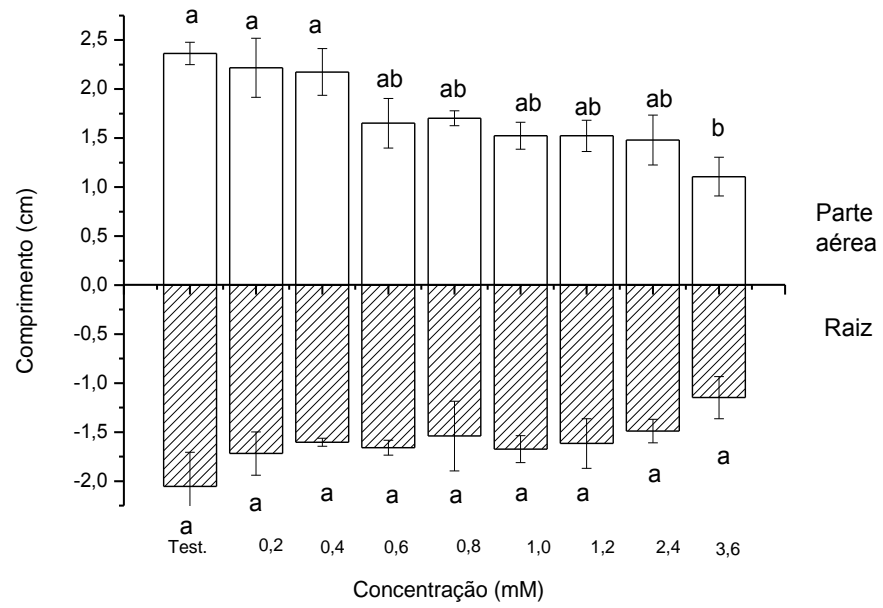


Figura 10. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Ipomoea nil* sob diferentes concentrações de BOA.

I. nil teve comportamento similar as outras espécies com um aumento na redução com o acréscimo da concentração de BOA (Figura 11).

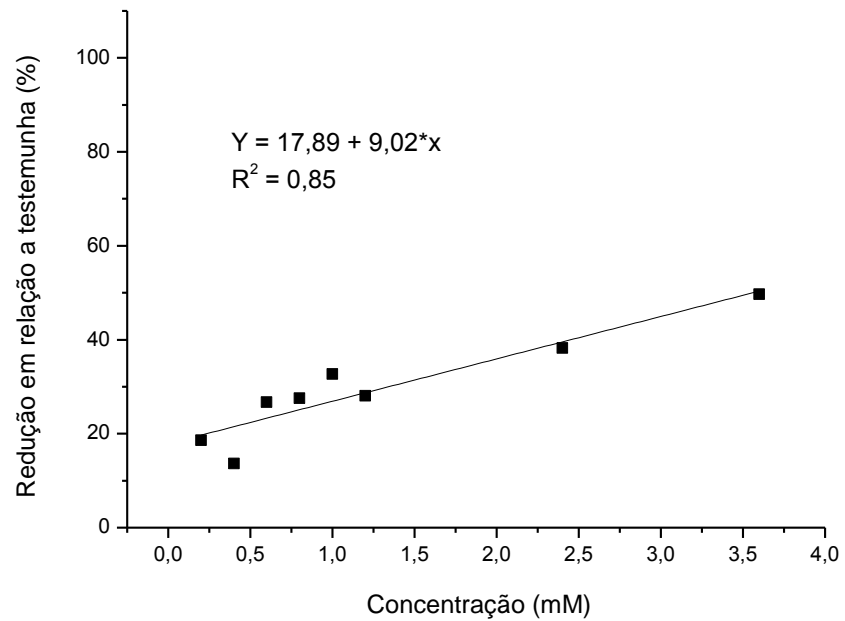


Figura 11. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Ipomoea nil*.

A frequência de germinação de *I. nil* foi unimodal, sendo assim mais homogênea e apresentando somente um pico de germinação. Houve um atraso na germinação a partir da concentração de 0,8 mM, no qual o pico de germinação passou do segundo para o terceiro dia (Figura 12).

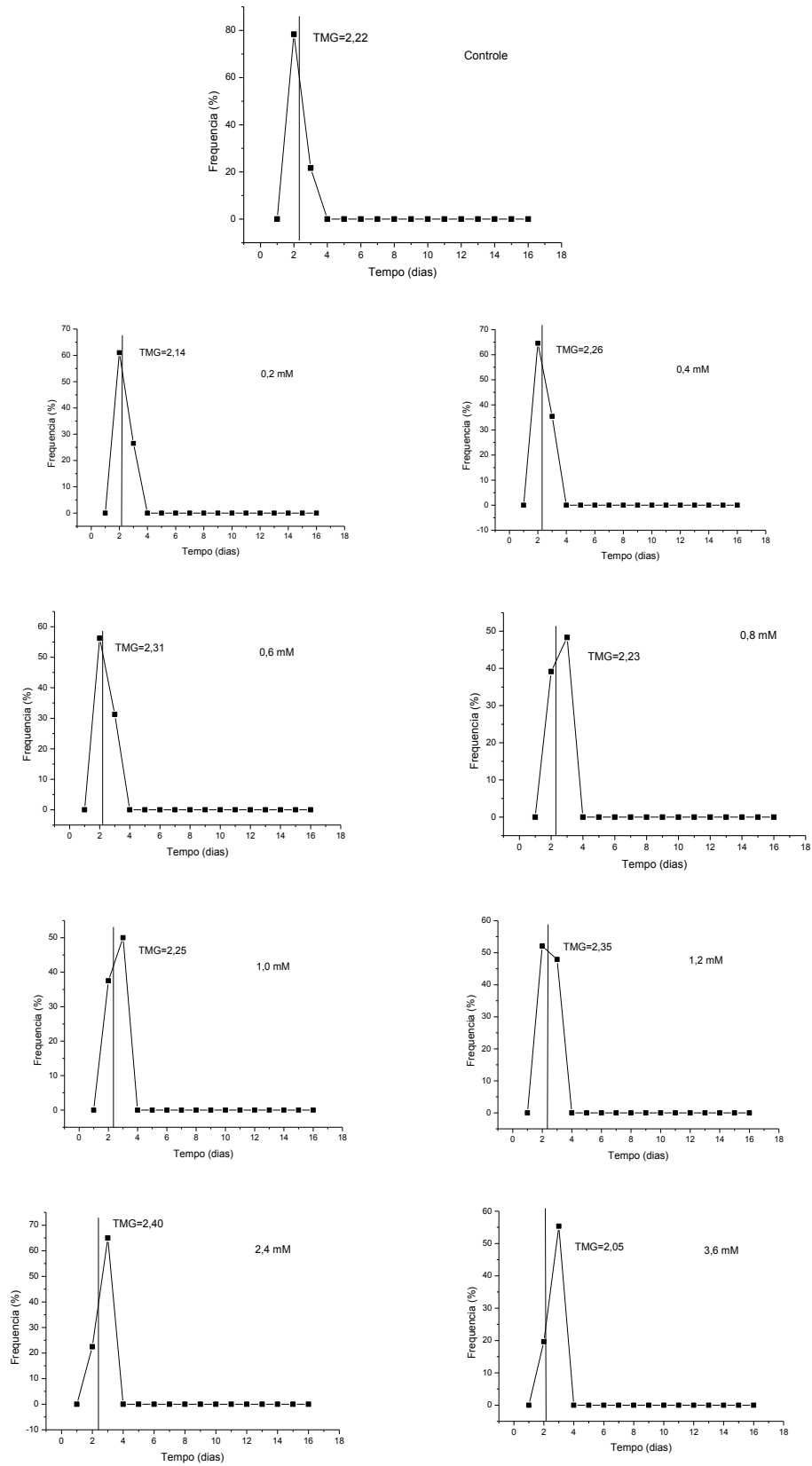


Figura 12. Frequência relativa da germinação de sementes de *Ipomoea nil*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação

Senna obtusifolia

No caso da espécie *S. obtusifolia* não houve efeito sobre a porcentagem de germinação e a velocidade de germinação, a primeira contagem e o índice de velocidade de germinação diferiram do controle somente na concentração de 3,6 mM de BOA e o TMG foi maior com o aumento da concentração, mas só diferiu da testemunha na maior concentração de 3,6 mM (Tabela 5).

A massa seca diminuiu com o aumento da concentração de BOA sendo que diferiu do controle a 0,6 mM para a parte aérea, a 0,4 mM para a raiz e 0,8 mM para a massa seca total (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Senna obtusifolia*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG dias	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	24,44 a	22,59 a	2,87 b	0,28 a	14,00 ab	607,2667 a	86,54 a	86,54 a
0,2	24,17 a	22,50 a	3,25 ab	0,31 a	12,64 ab	577,9175 ab	70,17 ab	70,17 ab
0,4	23,75 a	21,58 a	3,22 ab	0,31 a	12,52 ab	459,1857 abc	66,70 bc	66,70 ab
0,6	22,92 a	20,48 ab	3,18 ab	0,32 a	12,10 ab	430,114 bc	64,27 abc	64,27 abc
0,8	22,86 a	20,50 ab	3,42 ab	0,29 a	13,03 ab	416,6508 bc	58,14 bc	58,14 bc
1,0	21,67 a	20,38 ab	3,26 ab	0,31 a	11,27 ab	382,0833 c	55,65 bc	55,65 bc
1,2	21,52 a	20,25 ab	3,44 ab	0,29 a	11,30 ab	376,7381 c	55,65 bc	55,65 bc
2,4	21,43 a	20,00 ab	3,47 ab	0,29 a	11,12 ab	361,5167 c	50,76 bc	50,76 bc
3,6	17,50 a	10,00 b	3,83 a	0,20 b	7,44 b	291,1721 c	38,17 c	38,17 c
CV	32,71	33,56	16,22	11,67	31,91	19,5	21,57	18,59
DMS	11,79	10,77	0,87	0,05	5,87	176,35	27,3	192,92

O crescimento de *S. obtusifolia* diferiu do controle somente na concentração de 3,6 mM para a parte aérea e de 2,4 mM para a raiz com reduções de 33% e 26% em relação à testemunha (Figura 13).

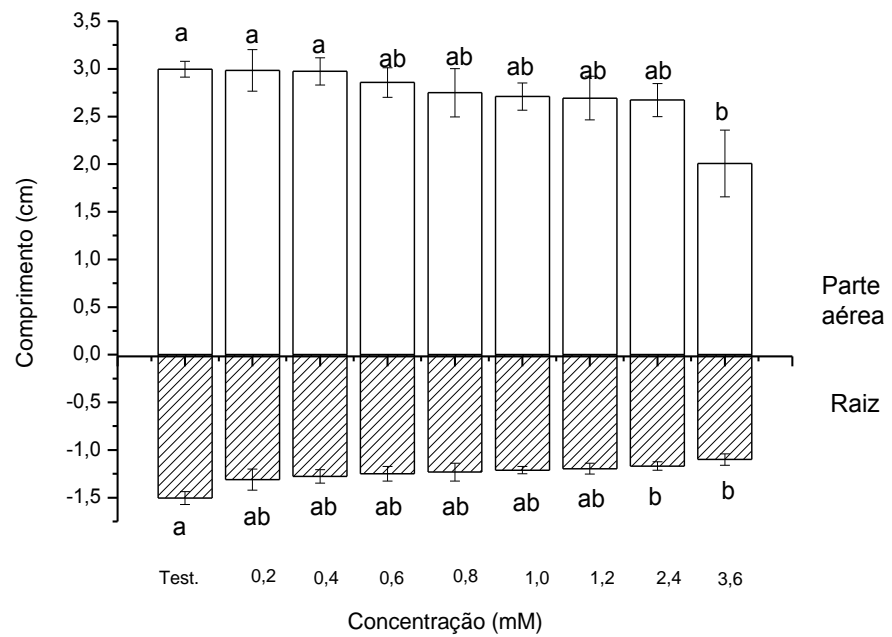


Figura 13. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Senna obtusifolia* sob diferentes concentrações de BOA.

Considerando a média das variáveis que sofreram redução, *S. obtusifolia* apresentou comportamento similar das outras espécies com um aumento na redução com o acréscimo da concentração de BOA (Figura 11).

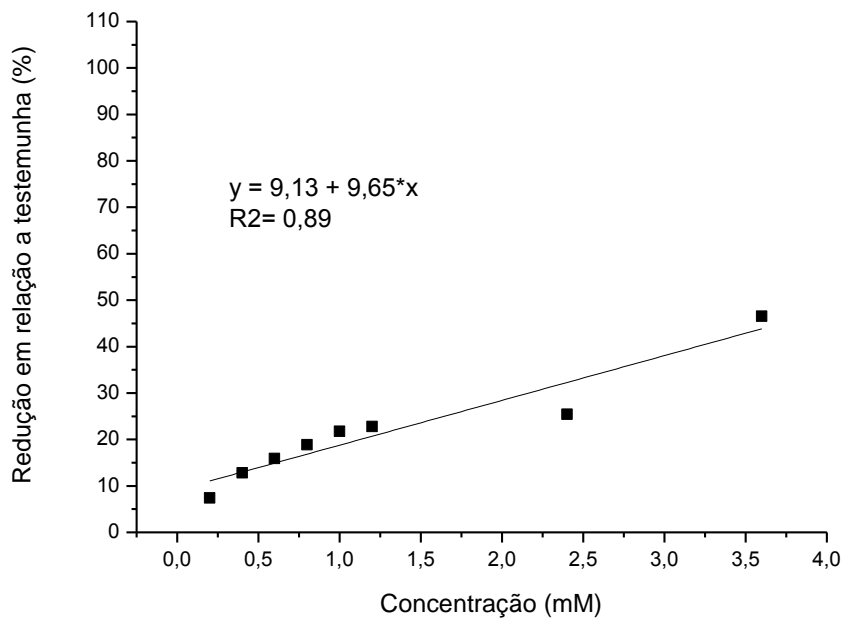


Figura 14. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Senna obtusifolia*.

A frequência de germinação de *S. obtusifolia* apresentou polígonos de maneira unimodal sendo assim heterogênea, e exibiu atraso na germinação somente na maior concentração de 3,6 mM, no qual o pico de germinação passou do terceiro para o quinto dia (Figura 15).

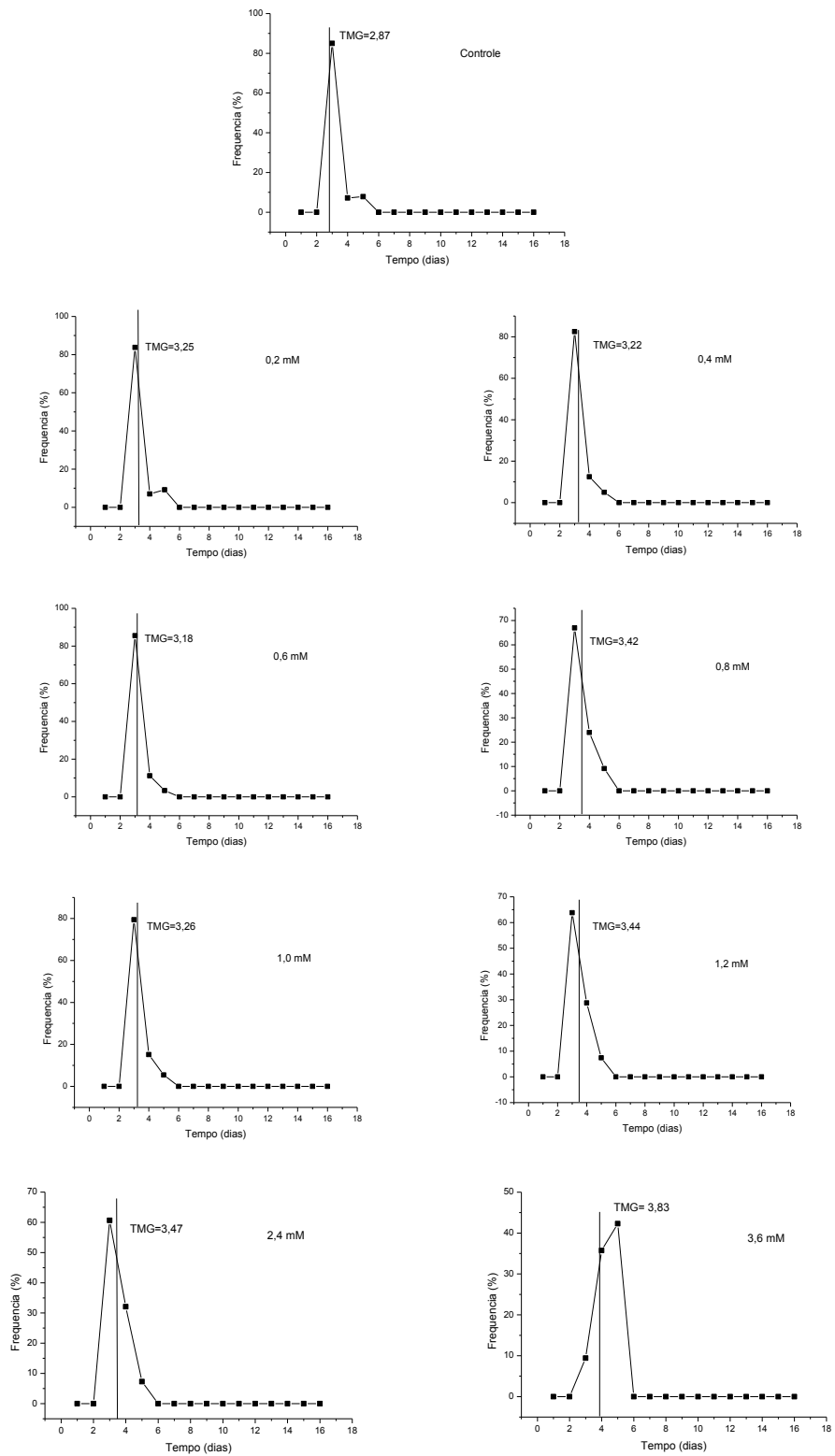


Figura 15. Frequência relativa da germinação de sementes de *Ipomoea purpurea*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Monocotiledôneas

Digitaria nuda

A porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação de *D. nuda* apresentaram reduções que diferiram do controle a partir de 1,2 mM (Tabela 6). A primeira contagem e a velocidade de germinação diferiram do controle somente a partir da concentração de 2,4 mM. Já o tempo médio de germinação aumentou com o aumento da concentração chegando a 7,61 e 7,78 dias para 2,4 e 3,6 mM respectivamente.

A massa seca da parte aérea das plântulas de *D. nuda* não diferiu do controle; já as massas da raiz e total diferiram a partir de 0,4 e 0,8 mM, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Digitaria nuda*.

Concentração (mM)	PG ----- %	PC -----	TMG (dias)	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g	MS Raiz	MS Total
Controle	23,75 a	19,71 a	5,95 c	0,17 a	2,17 a	21,16 a	38,65 a	59,81 a
0,2	22,57 ab	18,28 a	6,09 c	0,16 a	2,06 a	17,62 a	33,90 ab	51,52 ab
0,4	21,25 ab	16,85 a	6,66 c	0,15 ab	1,81 ab	17,15 a	26,55 bc	43,25 abc
0,6	20,75 ab	18,00 a	6,53 c	0,15 ab	1,95 ab	16,37 a	28,34 bc	44,71 abc
0,8	20,00 abc	20,00 a	5,75 c	0,17 a	1,95 ab	15,00 a	26,67 bc	41,67 bcd
1,0	20,50 abc	19,00 a	5,88 c	0,17 a	1,97 ab	15,42 a	23,54 bc	38,96 bcd
1,2	15,14 bc	13,50 ab	6,57 c	0,15 ab	1,28 bc	15,59 a	21,75 c	37,82 bcd
2,4	12,50 c	7,25 bc	7,61 b	0,13 bc	0,86 cd	25,48 a	7,69 d	33,18 cd
3,6	4,25 d	2,25 bc	7,78 a	0,11 c	0,27 d	25,23 a	0,00 d	25,23 d
CV (%)	27,28	33,37	9,71	13,26	28,21	44,54	30,1	23,79
DMS	7,82	8,03	1,02	0,03	0,72	14,45	11,96	17,17

O crescimento da parte aérea não diferiu da testemunha em nenhuma das concentrações (Figura 16). Para a raiz, o crescimento diferiu da testemunha a partir

da concentração de 1,2 mM, sendo que na concentração 3,6 mM o crescimento da raiz foi de apenas 0,05 cm, uma redução de 99% em relação à testemunha.

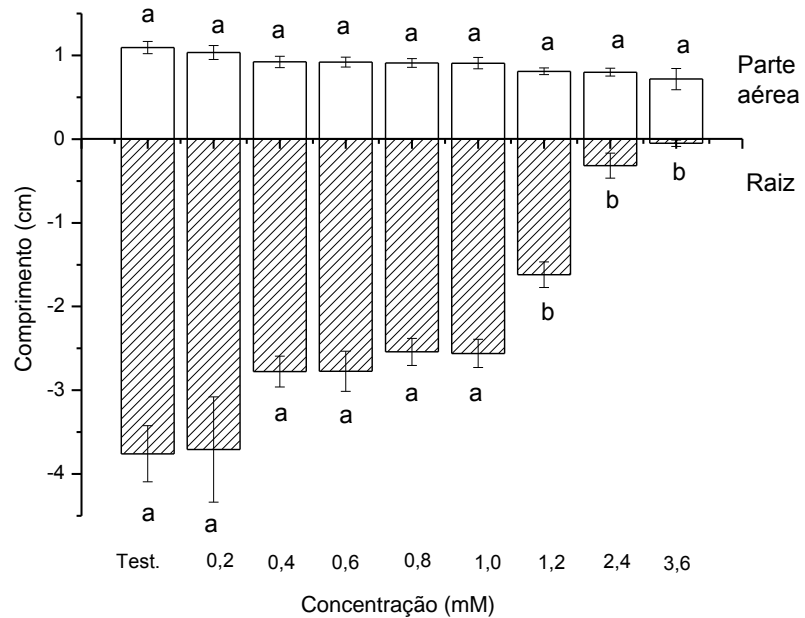


Figura 16. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Digitaria nuda* sob diferentes concentrações de BOA.

A redução referente a todas as características avaliadas de *D. nuda* seguiu uma tendência linear com maior redução nas variáveis com o aumento da concentração dos extratos de BOA (Figura 17).

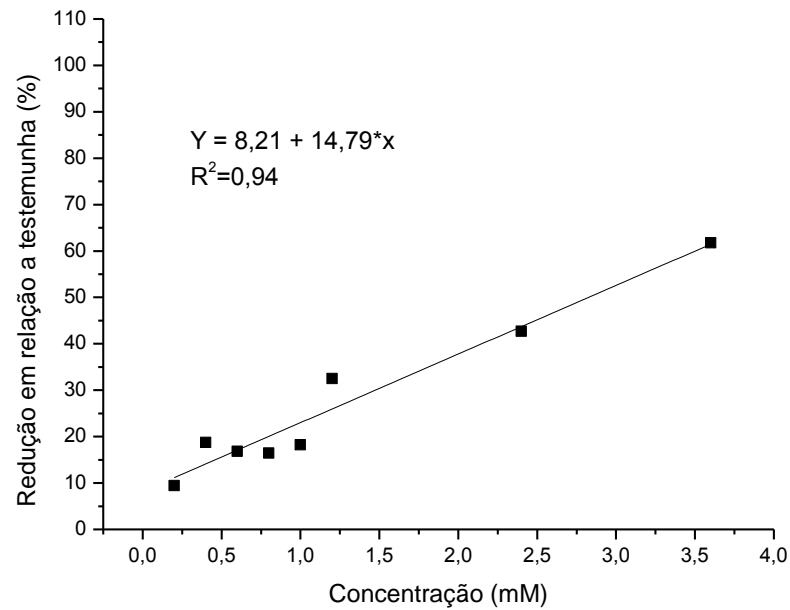


Figura 17. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Digitaria nuda*.

A germinação de *D. nuda* foi polimodal, ou seja, com mais de um pico de germinação. O TMG aumentou para a maioria das concentrações se comparado ao da testemunha. A frequência de germinação diferiu da testemunha nas concentrações de 0,8 mM a 1,2 mM, com uma maior germinação no quinto dia; já o pico de germinação para concentrações de 2,4 mM e 3,6 mM foi no sétimo dia (Figura 18).

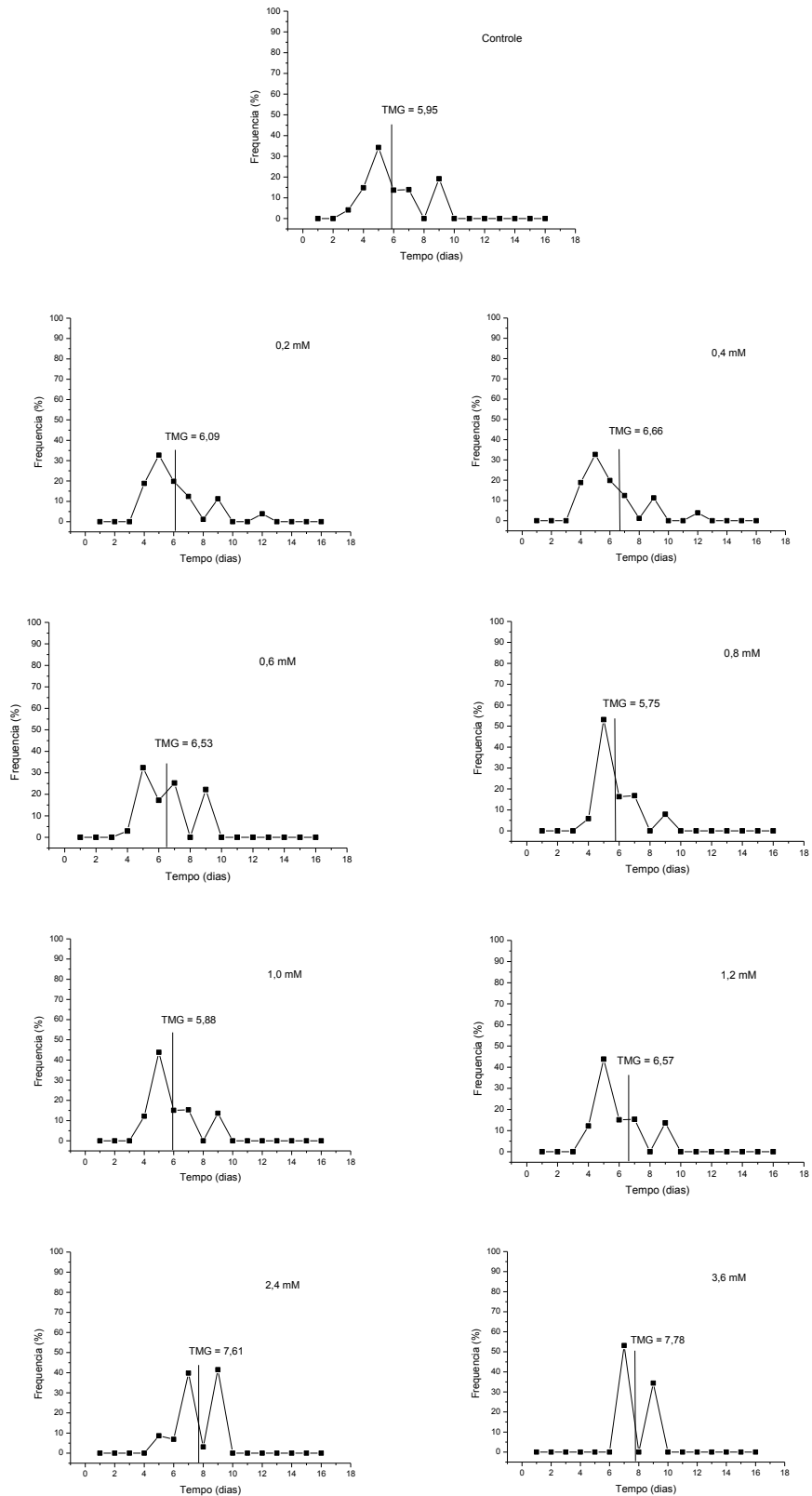


Figura 18. Frequência relativa da germinação de sementes de *Digitaria nuda*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Panicum maximum

A porcentagem de germinação de *P. maximum* foi reduzida pela presença do BOA e a partir da concentração de 0,8 mM diferiu do controle (Tabela 7). A primeira contagem e velocidade de germinação diferiram do controle somente na concentração de 2,4 mM. O índice de velocidade de germinação apresentou redução significativa já com a concentração de 0,4 mM. O tempo médio de germinação também aumentou com o aumento da concentração dos extratos, sendo maiores com a concentração de 2,4 e 3,6 mM, atingindo valores de 4,97 e 5,21 dias, respectivamente.

Para a massa seca de *P. maximum*, a parte aérea teve maior acúmulo na maior concentração 3,6 mM; já a massa seca da raiz diminuiu com o aumento da concentração, sendo inferior ao controle a partir da concentração de 1,2 mM. Para a massa seca total, a diferença do controle foi significativa somente a partir de 2,4 mM, com efeito prejudicial.

Tabela 7. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Panicum maximum*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG (dias)	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	78,85 a	76,50 a	4,39 c	0,22 a	4,85 a	39,41 b	70,01 a	109,43 a
0,2	77,50 ab	77,50 a	4,66 ab	0,21 ab	4,47 ab	34,41 b	67,12 a	101,53 ab
0,4	78,28 abc	68,50 ab	4,67 ab	0,21 ab	3,95 bc	34,16 b	60,60 ab	94,77 abc
0,6	70,00 abc	70,00 ab	4,65 ab	0,21 ab	3,98 bc	33,29 b	62,74 ab	96,03 abc
0,8	65,25 bc	63,00 ab	4,65 ab	0,21 ab	3,61 bc	37,71 b	64,56 ab	102,27 ab
1,0	67,25 bc	71,00 ab	4,77 ab	0,21 ab	3,96 bc	35,86 b	62,50 ab	98,36 abc
1,2	66,28 bc	68,00 ab	4,82 ab	0,20 ab	3,74 bc	38,96 b	48,67 bc	87,64 abc
2,4	46,28 c	45,00 c	4,97 a	0,19 b	2,36 d	45,45 ab	32,10 cd	77,55 c
3,6	45,71 c	48,00 c	5,21 a	0,19 b	2,40 d	57,46 a	25,74 d	83,20 c
CV (%)	11,42	13,51	7,55	7,28	14,01	28,04	20,4	15,23
DMS	11,97	14,16	0,58	0,02	0,84	17,85	17,99	23,13

A parte aérea de *P. maximum* diferiu da testemunha com a concentração de 0,6 mM com uma redução de 14% em relação ao controle, enquanto o crescimento da raiz só foi afetado na concentração de 1,2 mM, com 40% de redução no crescimento (Figura 19).

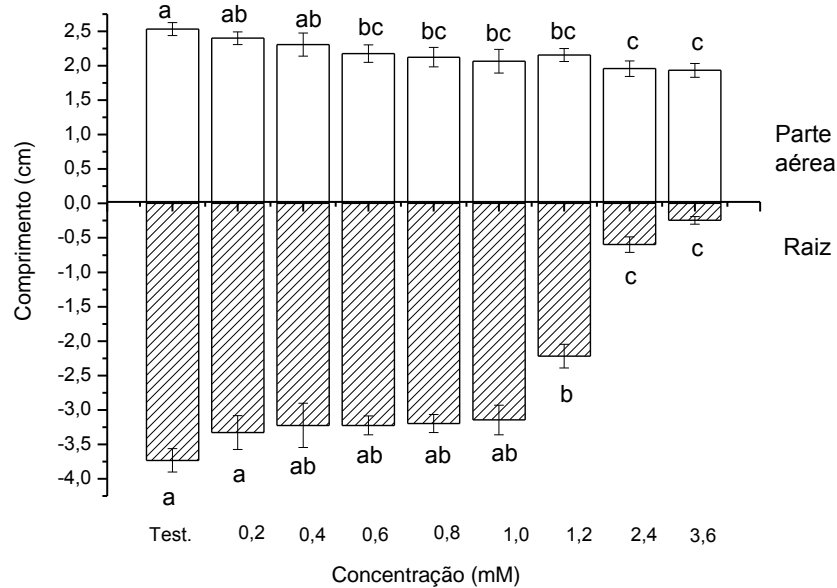


Figura 19. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Panicum maximum* sob diferentes concentrações de BOA.

Para *P. maximum* a média geral das reduções causadas pelo BOA nas características avaliadas também foram baixas, sendo que a redução máxima foi de 28,68% na maior concentração do ácido e a redução mínima foi de 8,58% (Figura 20).

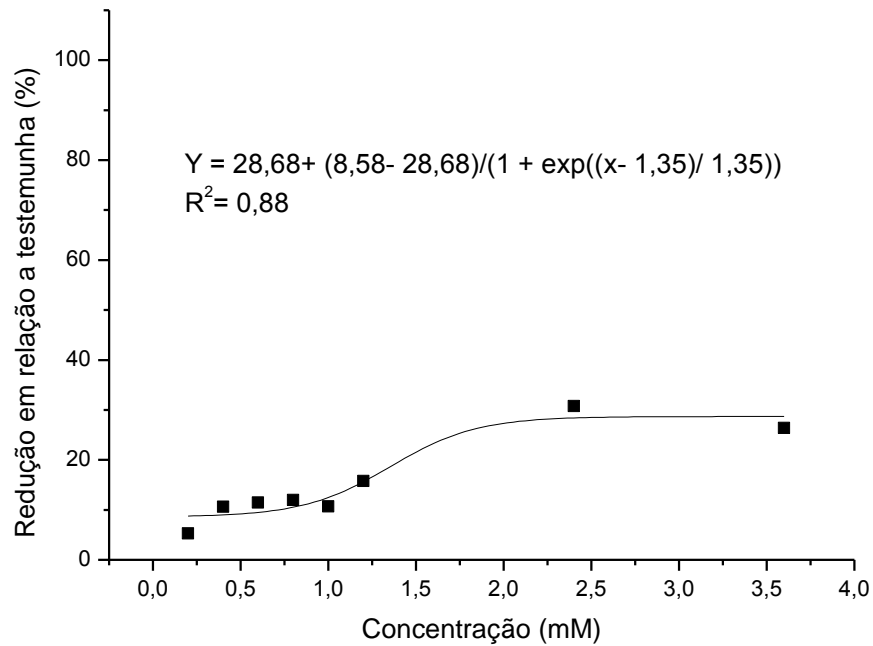


Figura 20. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Panicum maximum*.

Para *P. maximum* a frequência de germinação foi similar para a maioria das concentrações de BOA, tendo somente um pico de germinação no quarto dia para a maioria das concentrações ou no quinto dia, no caso da concentração de 2,4 mM (Figura 21).

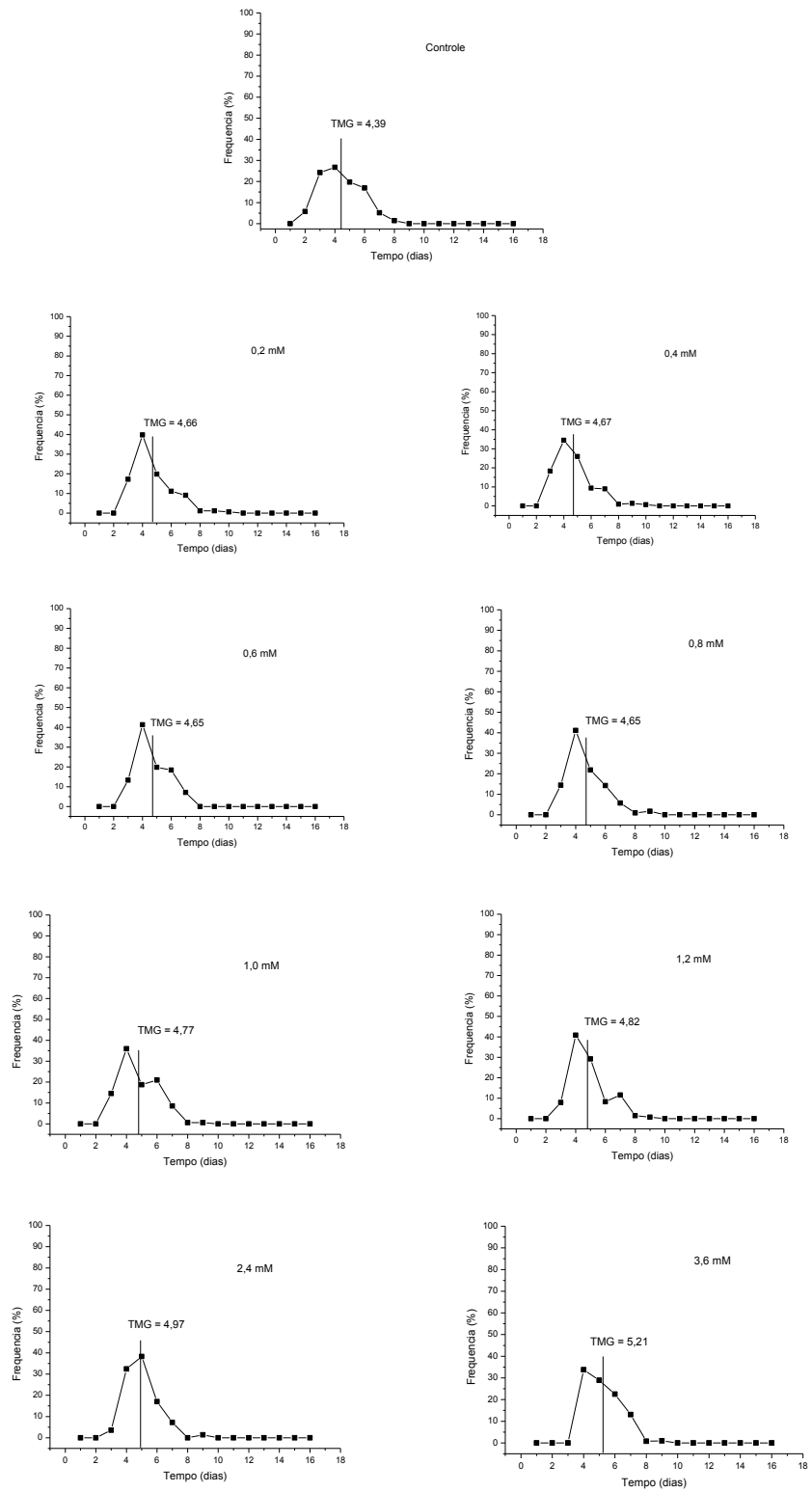


Figura 21. Frequência relativa da germinação de sementes de *Panicum maximum*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Brachiaria decumbens

Não houve efeito de BOA sobre o tempo médio de germinação e sobre a velocidade de germinação de *B. decumbens* (Tabela 8). A porcentagem de germinação e a primeira contagem diferiram da testemunha somente a partir da concentração de 1,2 mM e o índice de velocidade de germinação somente a partir de 2,4 mM.

A massa seca da raiz de *B. decumbens* diferiu da testemunha e apenas na concentração de 3,6 mM (Tabela 8), na qual apresentou menor valor, para a massa seca da parte aérea e total não houve diferença significativa.

Tabela 8. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Brachiaria decumbens*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG dias	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	45,71 a	41,71 a	4,42 a	0,23 a	2,83 a	390,04 a	46,31 A	436,35 a
0,2	43,50 ab	36,50 ab	5,15 a	0,20 a	2,53 ab	388,69 a	44,61 A	433,29 a
0,4	38,29 ab	33,43 ab	5,04 a	0,20 a	2,10 ab	383,93 a	43,43 A	427,37 a
0,6	36,50 ab	33,50 ab	4,41 a	0,23 a	2,22 ab	382,72 a	42,11 Ab	424,83 a
0,8	35,14 ab	29,14 ab	4,54 a	0,20 a	1,58 bcd	347,59 a	41,18 Ab	388,78 a
1,0	33,50 ab	29,13 ab	4,49 a	0,23 a	2,22 ab	350,38 a	41,08 Ab	391,46 a
1,2	29,00 bc	25,50 bc	4,97 a	0,22 a	1,78 abc	350,99 a	35,13 Ab	388,49 a
2,4	15,00 cd	13,00 cd	4,83 a	0,22 a	0,91 cd	338,63 a	31,56 Ab	365,59 a
3,6	7,50 d	7,50 d	3,38 a	0,24 a	0,56 d	334,19 a	24,81 B	359,00 a
CV	31,13	32,76	26,72	25,02	37,65	13,31	29,32	12,3
DMS	15,78	15,47	1,96	0,08	1,12	77,6	18,32	79,36

Não houve diferença para o crescimento da parte aérea de *B. decumbens*. O crescimento da raiz foi afetado a partir de 2,4 mM, sendo que a redução nessa concentração foi de 51% em relação à testemunha, mas chegou a 77% na concentração de 3,6 mM (Figura 22).

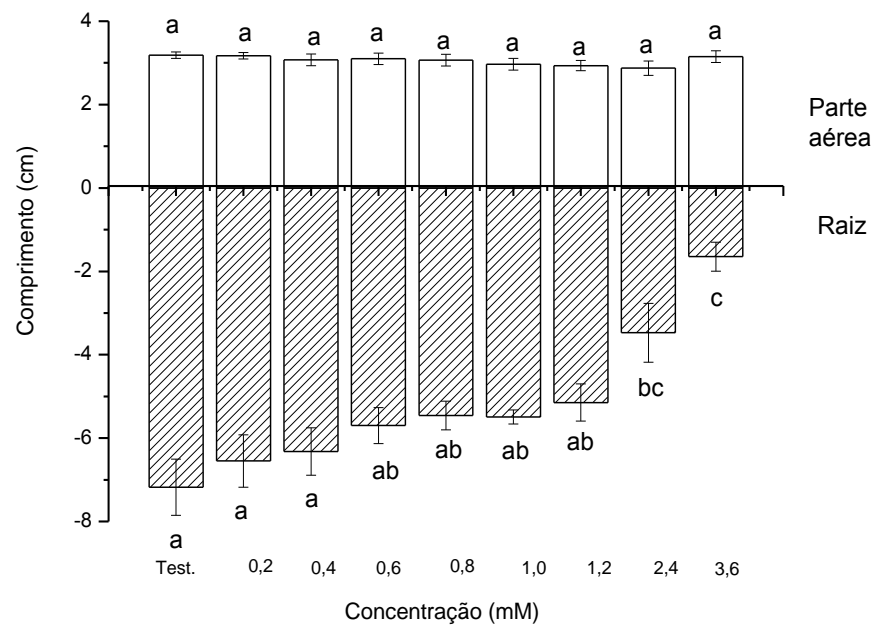


Figura 22. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Brachiaria decumbens* sob diferentes concentrações de BOA.

A redução máxima alcançada foi de 41,89% e a mínima foi de 7,45% considerando todas as características que sofreram redução para *B. decumbens* (Figura 23).

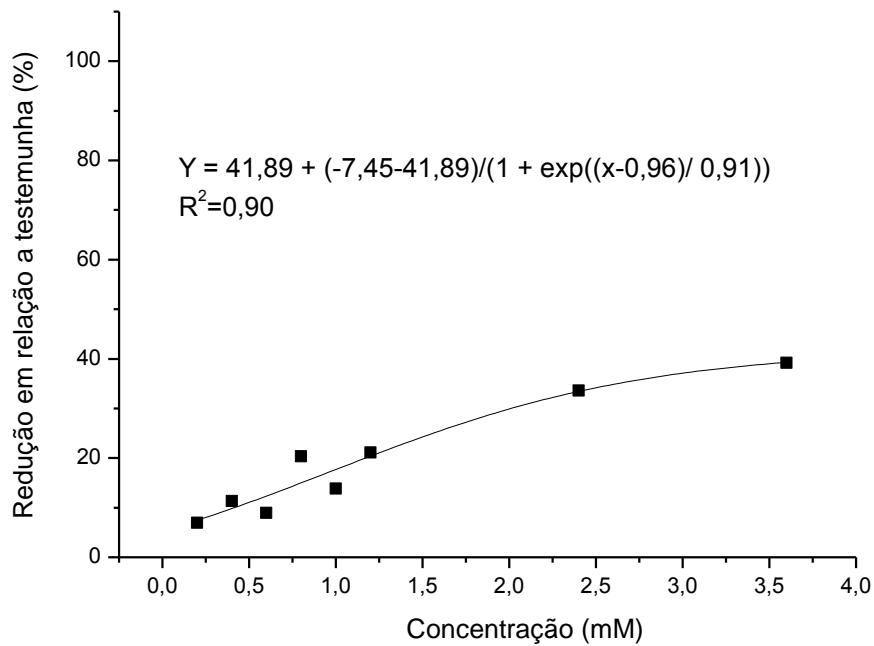


Figura 23. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Brachiaria decumbens*.

A frequência de germinação de *B. decumbens* foi polimodal com mais de um pico de germinação ao longo do tempo e diferiu com as concentrações de BOA, com um pequeno atraso com o aumento da concentração (Figura 24). Os maiores picos de germinação ocorreram ao terceiro dia e quarto em alguns casos, porém houve outros picos posteriores que levaram a um maior atraso na germinação da espécie.

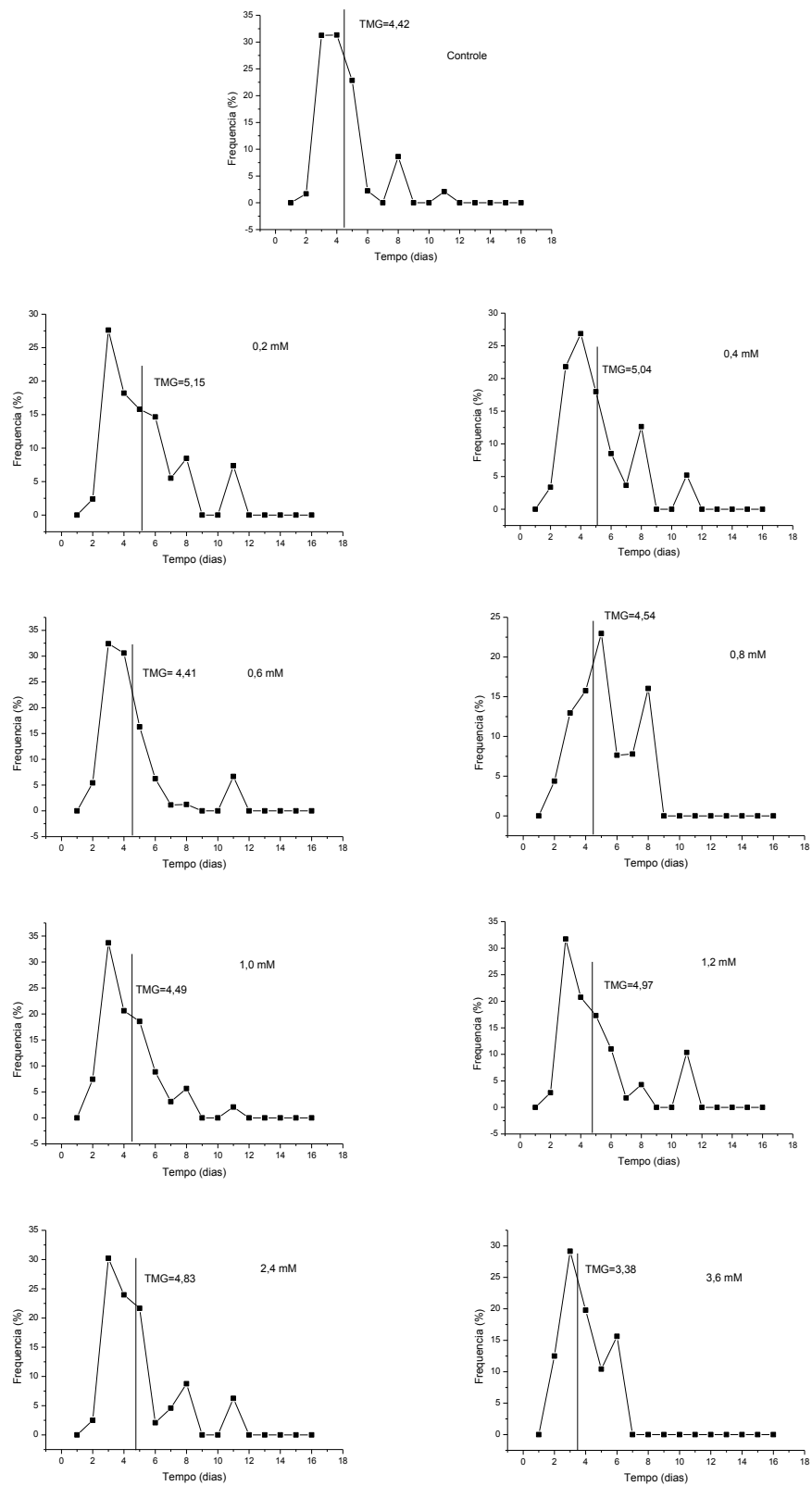


Figura 24. Frequência relativa da germinação de sementes de *Brachiaria decumbens*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Brachiaria plantaginea

Para a espécie de *B. plantaginea* o tempo médio de germinação não diferiu para nenhuma das concentrações. A porcentagem de germinação diferiu a partir de 1,0 mM e o mesmo ocorreu para o índice de velocidade de germinação. Já a primeira contagem e a velocidade de germinação diferiram a partir de 2,4 mM (Tabela 9).

A massa seca da raiz de *B. plantaginea* foi a mais sensível dentre as espécies estudadas, sendo reduzida a partir de 0,2 mM, enquanto as massas secas da parte aérea e total diferiram somente a partir de 1,2 mM (Tabela 9).

Tabela 9. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Brachiaria plantaginea*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG dias	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	9,00 a	6,88 a	4,86 a	0,22 a	0,52 a	324,35 a	44,46 a	390,94 a
0,2	8,00 ab	4,50 ab	4,50 a	0,21 a	0,23 ab	260,31 ab	30,63 b	368,81 a
0,4	7,00 ab	5,00 ab	4,98 a	0,20 a	0,28 ab	227,71 abc	26,95 b	270,66 ab
0,6	6,50 ab	5,00 ab	4,88 a	0,20 a	0,33 ab	229,58 abc	25,73 b	252,60 abc
0,8	6,00 ab	5,00 ab	4,90 a	0,20 ab	0,32 ab	230,10 abc	25,21 b	254,79 abc
1,0	4,00 bc	4,00 ab	5,00 a	0,18 ab	0,20 b	243,71 abc	24,90 b	255,83 abc
1,2	4,00 bc	3,50 abc	3,94 a	0,18 ab	0,20 b	145,19 bcd	15,38 c	142,42 bcd
2,4	4,50 bc	2,25 bc	3,90 a	0,10 bc	0,16 b	111,35 cd	13,96 c	125,31 cd
3,6	1,50 c	0,50 c	4,00 a	0,07 c	0,07 b	82,50 d	12,38 c	94,88 d
CV	35,02	33,12	34,55	35,84	32,84	31,92	23,07	30,27
DMS	4,05	3,47	2,35	0,09	0,27	136,77	9,04	144,1

Para *B. plantaginea* não houve diferença no crescimento para a parte aérea. Para a raiz, a diferença em relação a testemunha só foi significativa a partir da

concentração de 2,4 mM, na qual a redução foi de 74% e para a concentração de 3,6 mM a redução foi de 84% em relação ao controle (Figura 25).

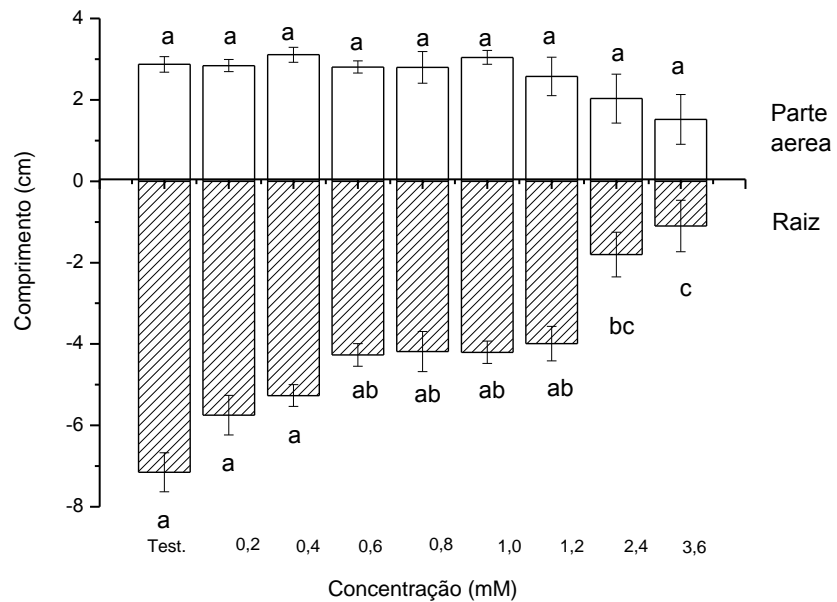


Figura 25. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Brachiaria plantaginea* sob diferentes concentrações de BOA.

Considerando a média das variáveis de todas as características que sofreram redução, a redução mínima encontrada foi de 28,16% e a redução máxima encontrada foi de 71,79% (Figura 26).

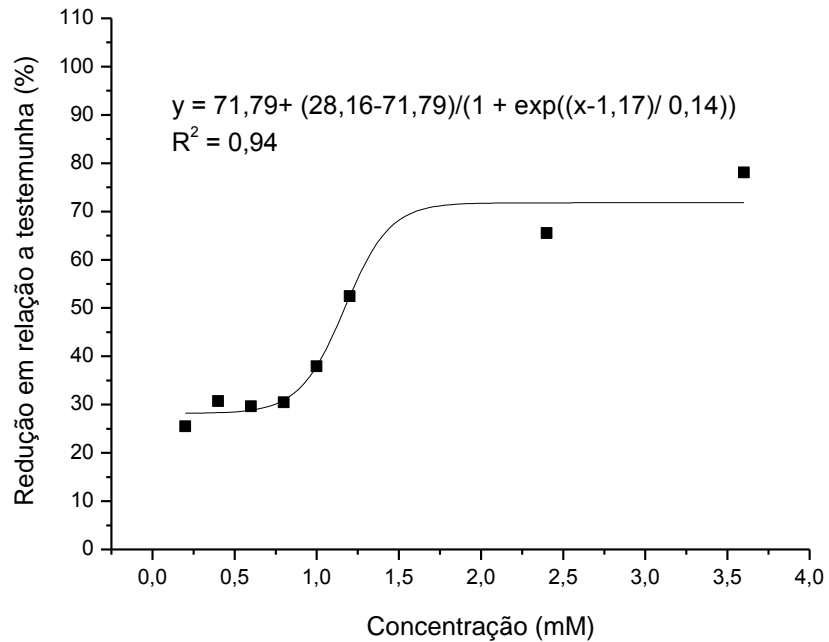


Figura 26. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Brachiaria plantaginea*.

A frequência de germinação de *B. plantaginea* foi polimodal, ou seja, foi mais heterogênea com dois picos de germinação, um no quarto e outro no sexto dia, com aumento na germinação nas maiores concentrações no sexto dia se comparado as menores concentrações, indicando um atraso na germinação de algumas sementes (Figura 27).

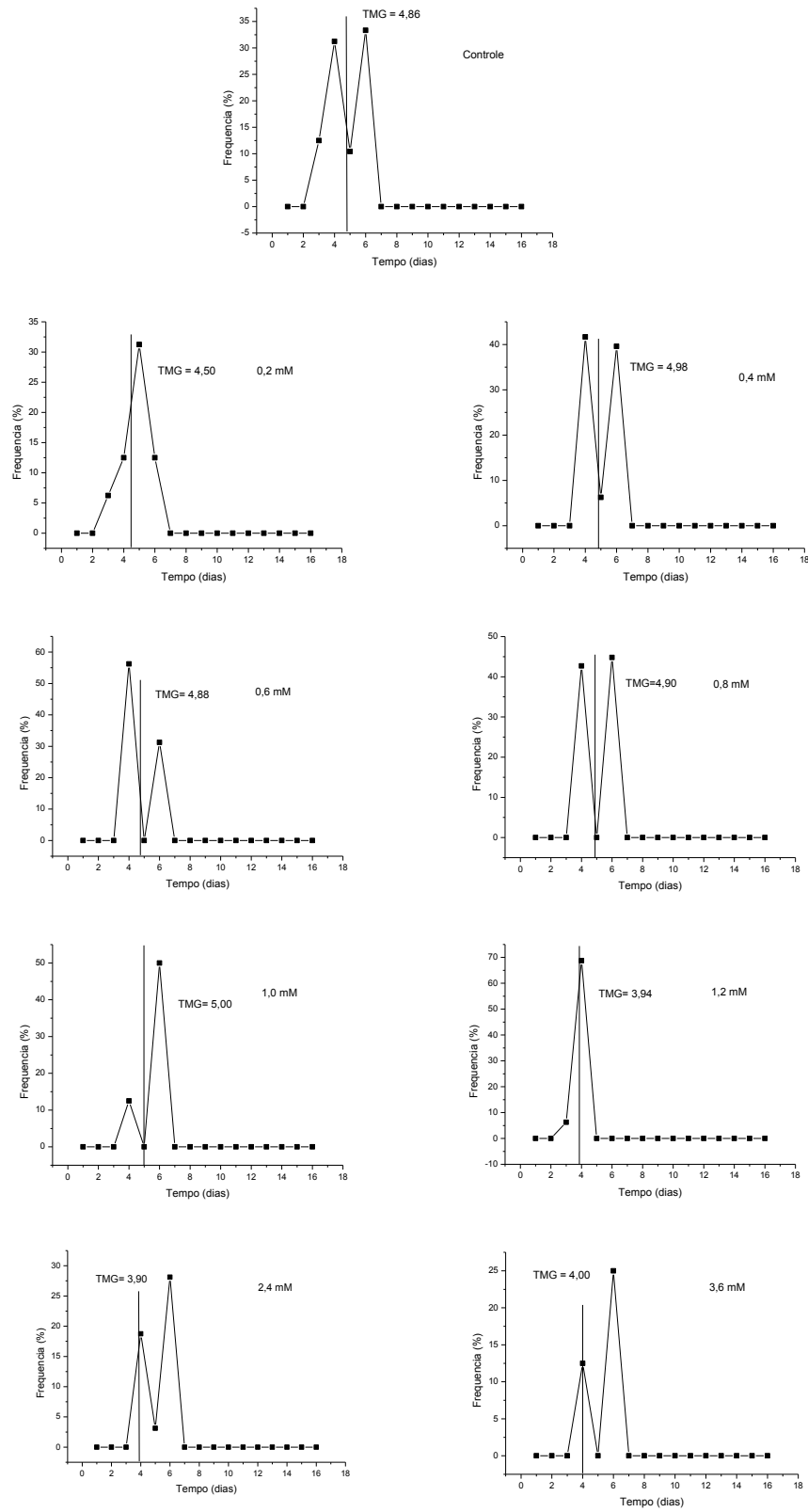


Figura 27. Frequência relativa da germinação de sementes de *Brachiaria plantaginea*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Rottboelia conchichinensis

Para *R. conchichinensis* a porcentagem de germinação e a primeira contagem diferiram somente na concentração de 3,6 mM; não houve diferença para as demais variáveis analisadas (Tabela 10).

Tabela 10. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Roettbolia conchichinensis*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG dias	VG	IVG	MS PA	MS Raiz	MS Total
						----- x 10 ⁻⁵ g -----		
Controle	46,25 a	40,48 a	3,12 a	0,38 a	4,35 a	1047,10 a	41,67 a	1084,22 a
0,2	37,14 ab	32,38 ab	3,00 a	0,37 a	4,13 a	1013,50 a	41,54 a	1055,04 a
0,4	36,43 ab	27,86 ab	2,57 a	0,36 a	4,14 a	1001,82 a	44,78 a	1046,60 a
0,6	34,76 ab	26,43 ab	2,73 a	0,31 a	4,14 a	1001,27 a	39,58 a	1040,85 a
0,8	35,24 ab	27,62 ab	2,98 a	0,29 a	4,16 a	996,78 a	39,86 a	1036,64 a
1,0	34,76 ab	26,19 ab	3,04 a	0,31 a	4,17 a	984,13 a	41,49 a	1025,62 a
1,2	34,76 ab	34,58 ab	3,15 a	0,28 a	4,17 a	863,45 a	39,52 a	902,97 a
2,4	33,81 ab	32,86 ab	3,07 a	0,29 a	4,18 a	829,19 a	41,11 a	870,30 a
3,6	29,13 b	22,92 b	3,55 a	0,23 a	4,56 a	716,69 a	32,26 a	748,96 a
CV	26,65	30,99	30,36	30,51	30,2	25,31	30,75	24,46
DMS	15,32	15,00	1,72	0,15	2,32	381,89	21,13	384,00

O crescimento da parte aérea e da raiz de *R. conchichinensis* diferiram da testemunha somente na concentração, de 3,6 mM na qual a redução chegou a 50 e 53%, respectivamente (Figura 28).

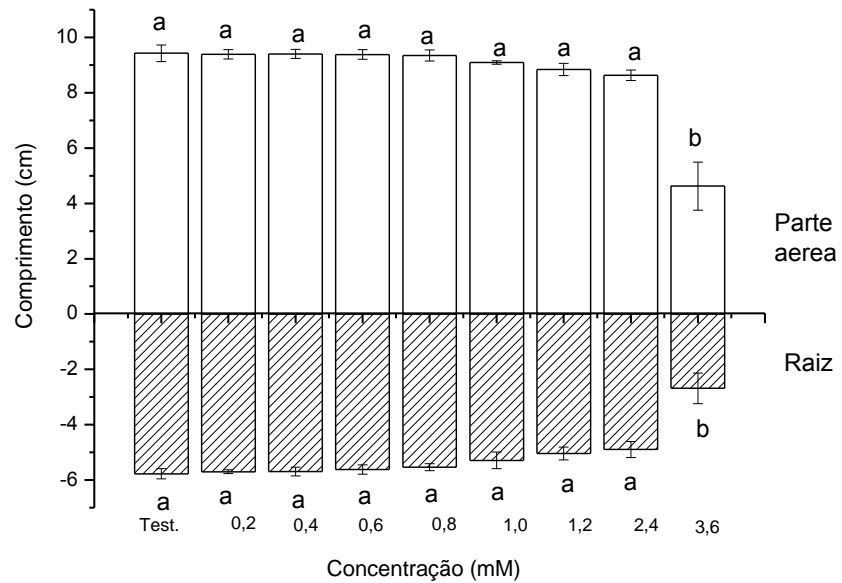


Figura 28. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Rottboelia conchichinensis* sob diferentes concentrações de BOA.

A média das características que sofreram redução seguiu uma tendência linear e foi maior com o aumento da concentração (Figura 29).

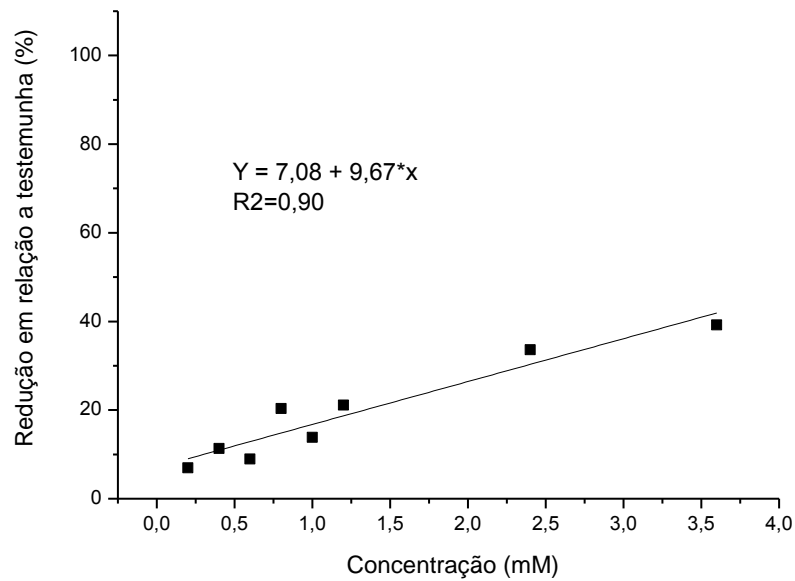


Figura 29. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Rottboelia conchichinensis*.

A distribuição da germinação foi heterogênea para *R. conchichinensis* com dois picos de germinação: no segundo e no sexto dia, com atraso na germinação nas maiores concentrações (Figura 30).

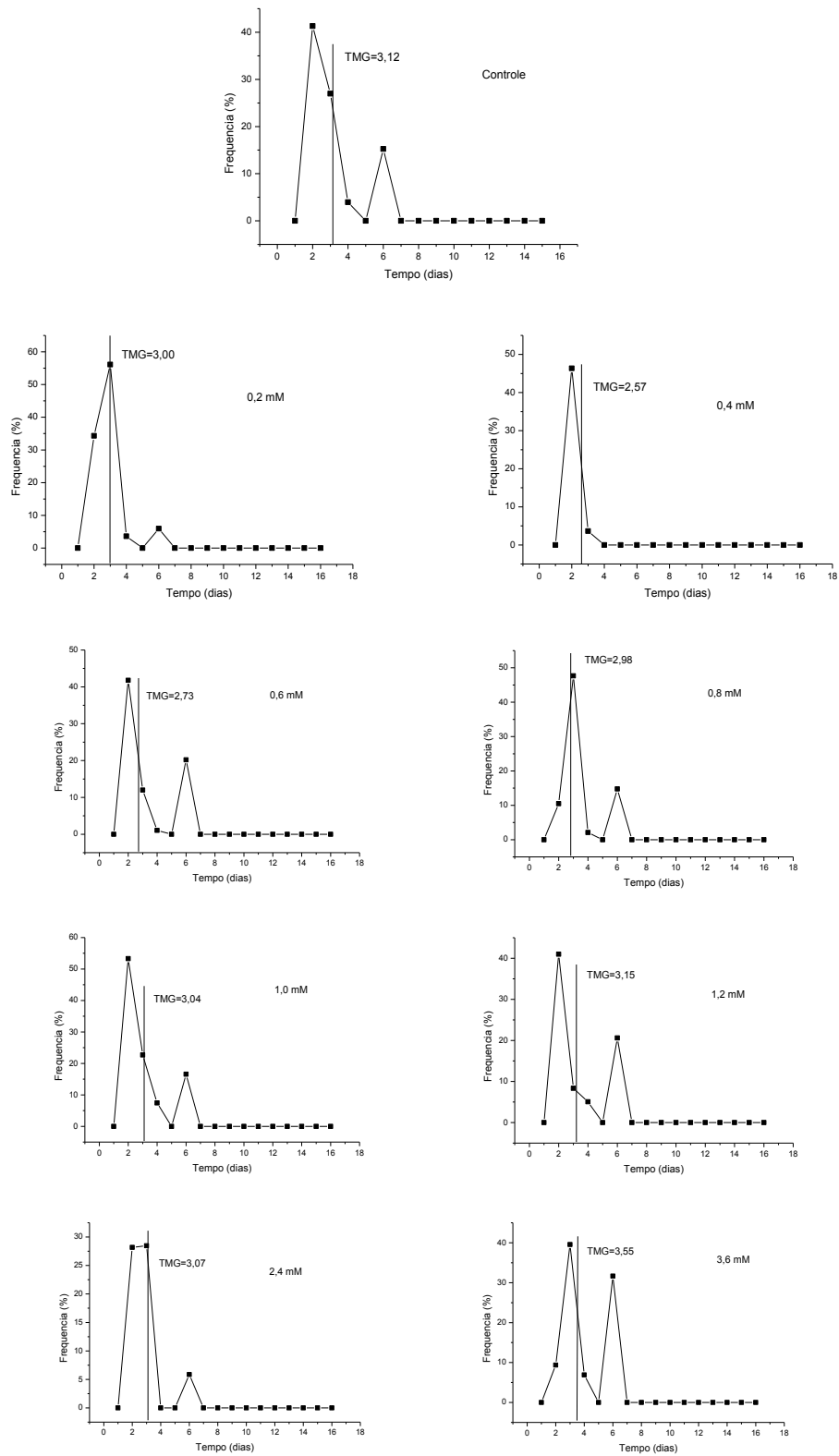


Figura 30. Frequência relativa da germinação de sementes de *Rottboelia conchichinensis*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Espécies teste

Lactuca sativa

Para as espécies teste, o ácido hidroxâmico BOA teve efeito sobre todas as características germinativas, reduzindo a porcentagem de germinação e a primeira contagem a partir da concentração de 0,6 mM, e a velocidade de germinação e o índice de velocidade de germinação com 0,2 mM de BOA. Já o tempo médio de germinação aumentou com a concentração, diferindo da testemunha a partir de 0,8 mM com um tempo médio de germinação de 4,76 dias (Tabela 11).

No caso da massa seca, não houve efeito das concentrações do BOA para nenhuma das partes da planta analisadas (Tabela 11).

Tabela 11. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Lactuca sativa*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG dias	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	78,86 a	70,50 a	2,43 b	0,42 a	10,18 a	42,65 a	8,57 a	51,22 a
0,2	76,14 a	68,50 a	3,55 ab	0,28 bc	6,02 b	45,83 a	8,57 a	54,40 a
0,4	68,57 ab	52,50 a	3,5 ab	0,29 b	4,67 bc	44,46 a	10,75 a	55,21 a
0,6	61,43 b	46,00 b	3,74 ab	0,28 bc	4,55 bc	44,05 a	12,92 a	56,96 a
0,8	54,86 cd	15,75 c	4,76 a	0,21 cd	1,22 d	48,05 a	14,06 a	62,10 a
1,0	38,00 cd	16,00 c	4,38 a	0,18 de	1,43 d	43,66 a	14,31 a	57,98 a
1,2	28,57 cd	19,50 c	4,25 a	0,19 de	1,59 d	55,52 a	14,33 a	59,85 a
2,4	22,00 d	12,00 c	4,93 a	0,19 de	1,63 d	46,52 a	15,01 a	61,53 a
3,6	15,50 d	0,00 c	4,27 a	0,13 e	0,68 d	41,99 a	13,45 a	55,44 a
CV	23,66	44,28	20,3	19,07	30,28	16,58	21,84	27,71
DMS	21,49	24,56	1,85	0,07	2,14	50,87	5,68	83,14

O crescimento da parte aérea de *L. sativa* diferiu da testemunha a partir da concentração 0,4 mM com 25% de redução, e a redução máxima foi de 77% na concentração 3,6 mM. Já o crescimento da raiz diferiu da testemunha a partir da 0,4 mM, com redução de 26% em relação à testemunha e com o aumento da concentração houve acréscimo na redução, chegando a 90% na concentração de 3,6 mM (Figura 31).

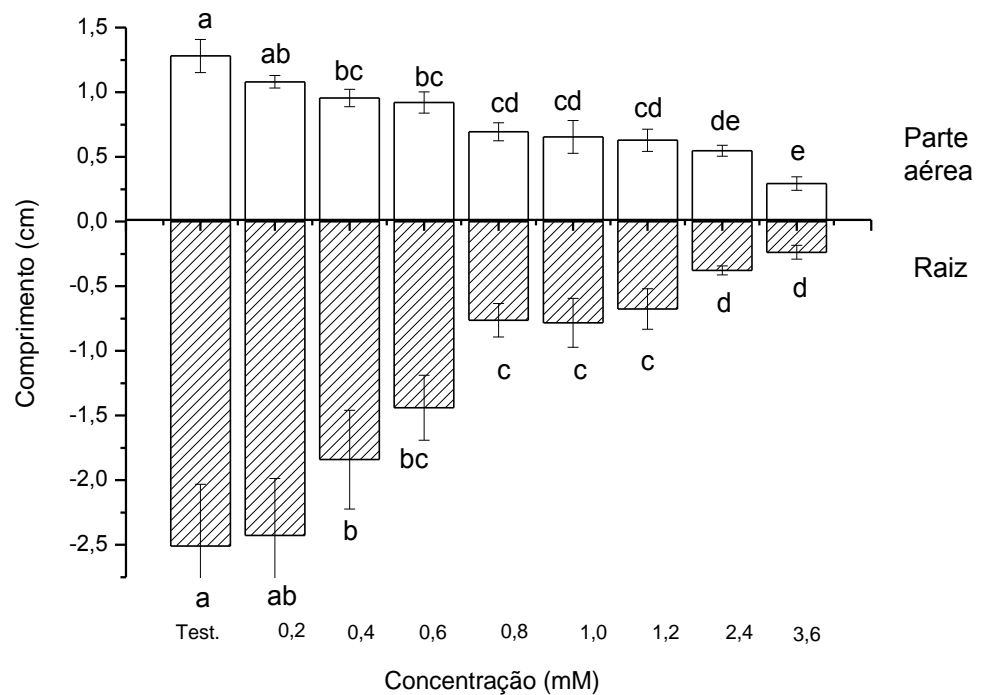


Figura 31. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Lactuca sativa* sob diferentes concentrações de BOA.

A redução máxima na média das variáveis foi de 75% e a mínima foi de 17% para *L. sativa* (Figura 32).

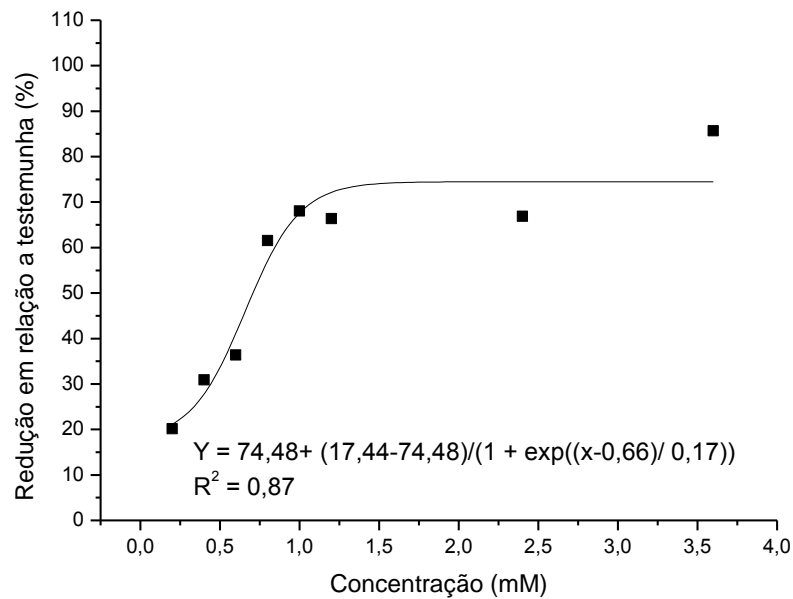


Figura 32. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Lactuca sativa*.

A frequência relativa de emergência da *L. sativa* sofreu mudanças com o aumento da concentração de BOA e houve atraso no pico de germinação se comparado ao controle, passando do segundo para o terceiro dia nas concentrações de 0,2 a 0,6 mM, e a partir da concentração 0,8 mM esse pico na germinação ocorreu no quarto dia. Porém nas concentrações de 1,0 a 2,4 mM houve no sexto dia uma maior germinação, com um aumento no tempo médio de germinação para todas as concentrações (Figura 33). De modo geral, a germinação de *L. sativa* foi heterogênea para a maioria das concentrações, com mais de um pico de germinação ao longo do tempo.

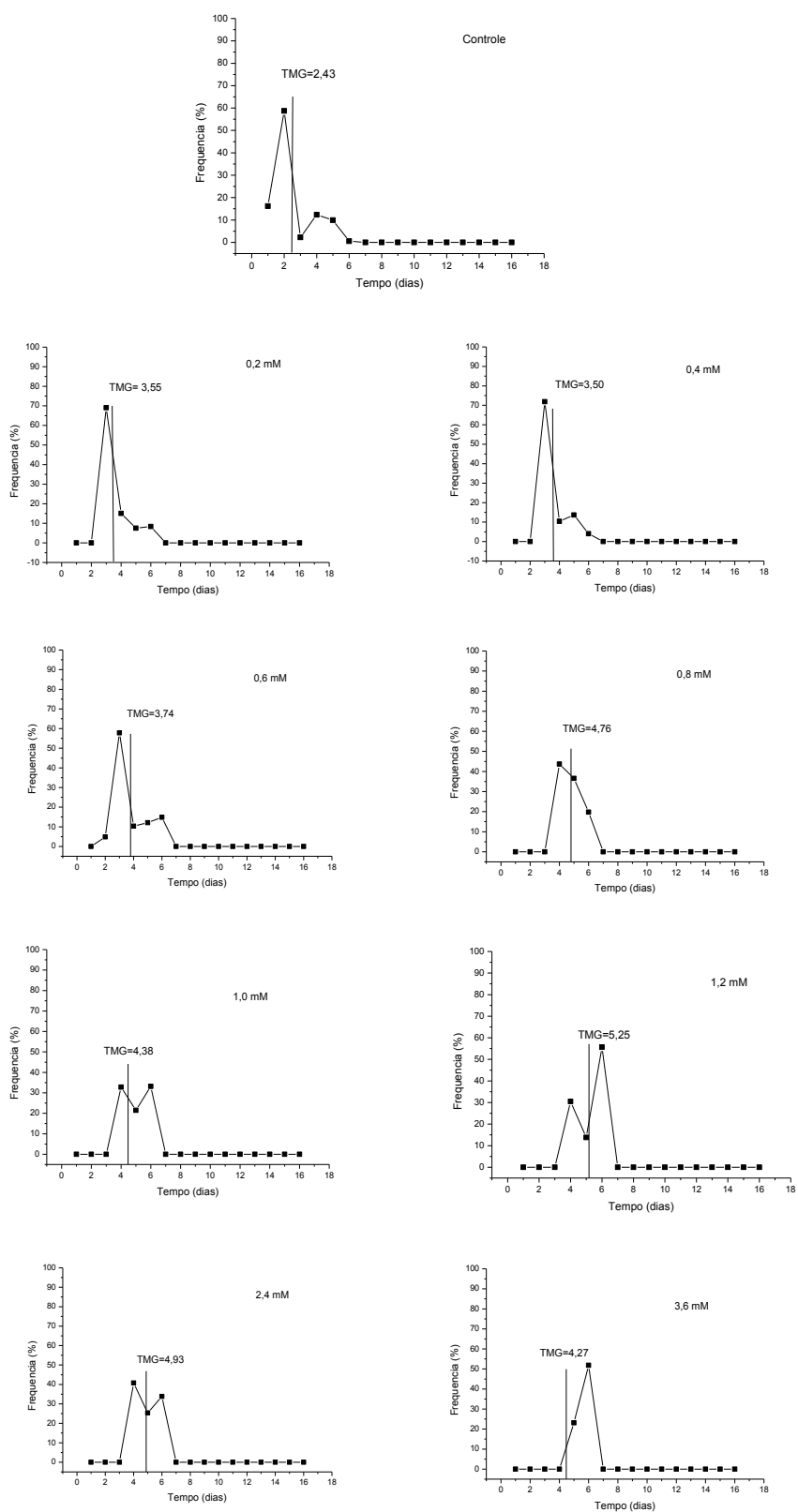


Figura 33. Frequência relativa da germinação de sementes de *Lactuca sativa*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Allium cepa

Para *A. cepa* não houve diferença para o tempo médio de germinação. Já a porcentagem de germinação, a velocidade de germinação e o índice de velocidade de germinação diferiram da testemunha a partir da concentração de 2,4 mM, sendo a primeira contagem mais sensível ao diferir do controle a partir da concentração de 0,4 mM. Isso ocorreu porque as sementes não haviam germinado na ocasião da primeira contagem nas maiores concentrações (Tabela 12).

Não houve diferença dos efeitos das concentrações de BOA para a massa seca da parte aérea e total, havendo diferenças somente para a massa seca da raiz na concentração de 3,6 mM, que foi menor que a da testemunha (Tabela 12).

Tabela 12. Efeito do ácido hidroxâmico (BOA) sobre a porcentagem de germinação (PG), primeira contagem de germinação (PC), tempo médio de germinação (TMG), velocidade de germinação (VG), índice de velocidade germinação (IVG), massa seca da parte aérea (MS PA), massa seca da raiz (MS Raiz) e massa seca total (MS Total) de *Allium cepa*.

Concentração (mM)	PG ----- % -----	PC	TMG dias	VG	IVG	MS PA ----- x 10 ⁻⁵ g -----	MS Raiz	MS Total
Controle	53,00 a	5,00 a	8,46 a	0,12 a	1,58 a	297,11 a	37,45 a	234,57 a
0,2	41,25 ab	1,50 ab	9,13 a	0,11 ab	1,00 ab	290,14 a	25,07 ab	315,21 a
0,4	48,50 ab	0,50 b	10,08 a	0,10 ab	1,17 ab	249,34 a	34,40 ab	283,74 a
0,6	32,75 ab	0,00 b	9,54 a	0,10 ab	0,99 ab	304,49 a	22,18 ab	326,67 a
0,8	33,25 ab	0,00 b	8,12 a	0,08 ab	0,98 ab	306,35 a	24,75 ab	361,10 a
1,0	47,00 ab	0,00 b	10,15 a	0,09 ab	1,11 ab	246,34 a	28,19 ab	274,53 a
1,2	45,50 ab	0,00 b	10,51 a	0,09 ab	1,14 ab	241,33 a	29,66 ab	271,00 a
2,4	9,87 c	0,00 b	8,03 a	0,07 b	0,23 b	273,83 a	20,33 ab	294,17 a
3,6	7,00 c	0,00 b	9,31 a	0,07 b	0,16 c	275,83 a	8,94 b	284,78 a
CV	21,33	31,90	29,00	28,31	20,27	24,34	22,67	23,80
DMS	17,78	3,99	4,41	0,04	0,68	124,39	26,42	133,59

O crescimento da parte aérea e da raiz de *A. cepa* foi afetado negativamente, sendo o crescimento radicular mais sensível. A parte aérea só diferiu do controle na concentração de 3,6 mM, com uma redução de 67% em relação a testemunha e a

raiz a partir de 0,2 mM de BOA, com redução de 44%, chegando à reduções próximas a 80% na maior concentração do ácido (Figura 34).

A porcentagem de redução com relação a todas as características analisadas em *A. cepa* foi máxima com 79% e mínima com 40,72% (Figura 35).

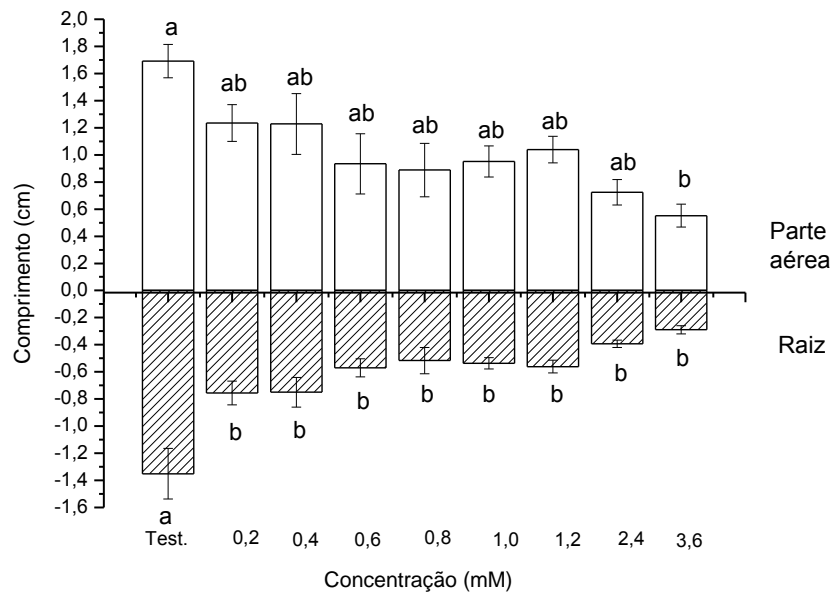


Figura 34. Crescimento da parte aérea e radicular de plântulas de *Allium cepa* sob diferentes concentrações de BOA.

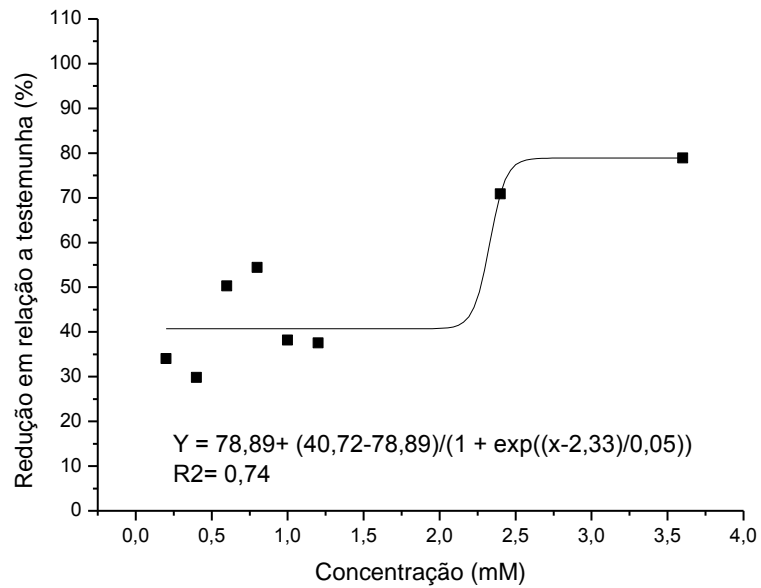


Figura 35. Porcentagem de redução em relação à testemunha sobre a média das características germinativas e de crescimento de *Allium cepa*.

A frequência de germinação de *A. cepa* foi polimodal, com alguns picos de germinação ao longo do tempo, e houve um maior atraso na germinação nas maiores concentrações de BOA (Figura 36).

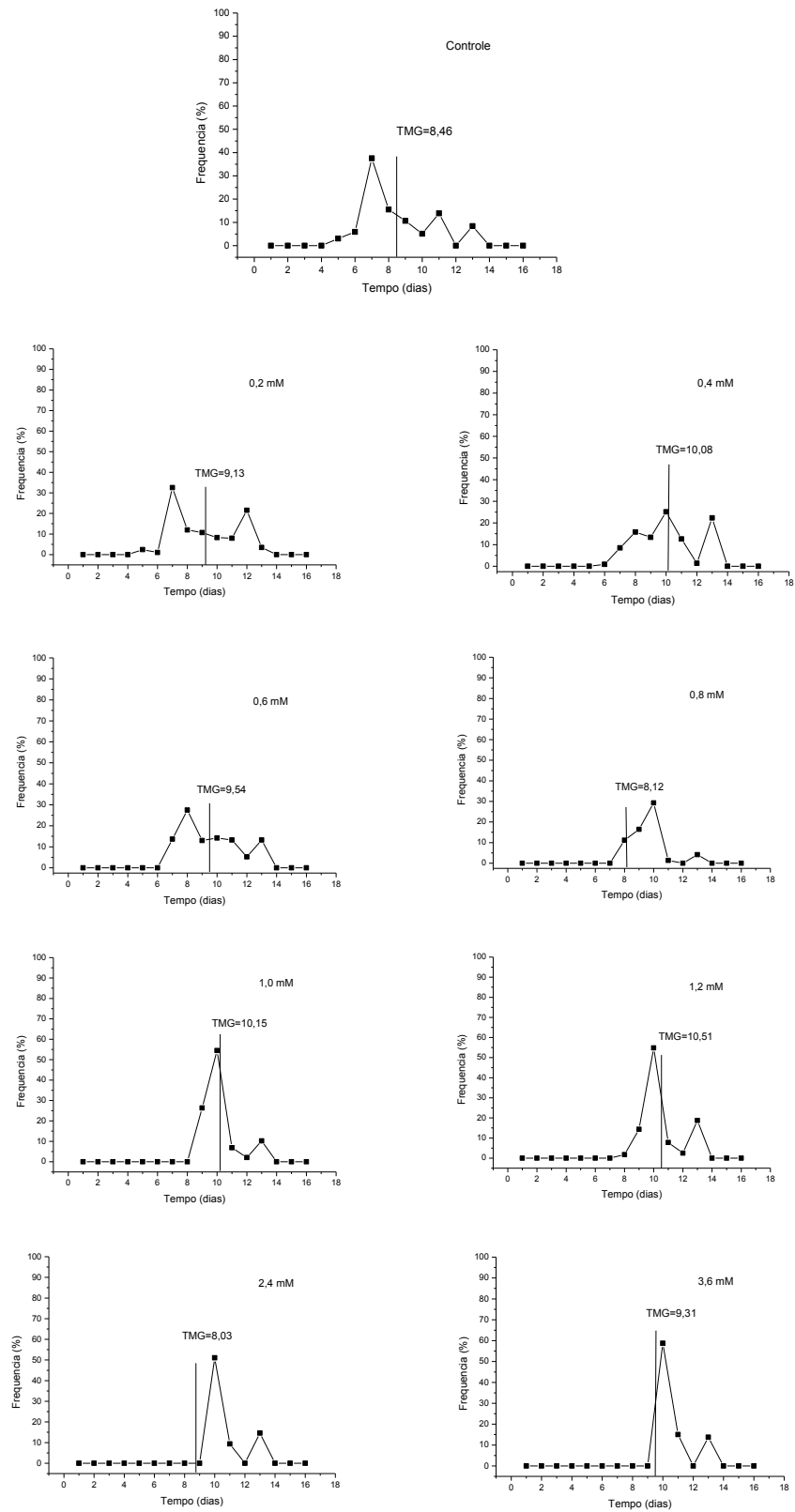


Figura 36. Frequência relativa da germinação de sementes de *Allium cepa*, em função de concentrações de BOA. TMG = tempo médio de germinação (dias).

Discussão

O ácido hidroxâmico BOA afetou a germinação de todas as monocotiledôneas estudadas bem como as duas espécies teste, e não houve efeito sobre a germinação de espécies eudicotiledôneas como *I. nil*, *I. hederifolia* e *S. obtusifolia*. Essas alterações no padrão de germinação das espécies estudadas podem resultar de diversos efeitos causados em nível primário (MARASCHIN-SILVA e AQUILA, 2006). Entre elas, Ferreira e Aquila (2000) destacam alterações na permeabilidade de membranas, na transcrição e tradução do DNA, no funcionamento de mensageiros secundários, na respiração, devido ao seqüestro de oxigênio, na conformação de enzimas e receptores, ou ainda pela combinação destes fatores.

As espécies mais sensíveis em relação a sua germinação foram *A. viridis* e *L. sativa* que tiveram sua germinação reduzida significativamente a partir de concentrações de 0,6 mM. Singh et al. (2009) encontraram total inibição de brotação de cana-de-açúcar também com a concentração de 0,6 mM de BOA.

Os efeitos negativos de BOA foram mais intensos com o aumento da concentração do mesmo para a maioria das espécies pesquisadas. Segundo Maraschin-Silva e Aquila (2006), os efeitos alelopáticos podem variar quanto à sua intensidade, visto que a ação dos aleloquímicos é condicionada por diversos fatores, tais como concentração, temperatura e outras condições ambientais e geralmente tendem a ser dependentes da concentração, tendendo a ser mais acentuados nas concentrações mais altas, sendo essa tendência observada neste trabalho todas as características estudadas.

Os efeitos do ácido hidroxâmico sobre as espécies de plantas daninhas foram dependentes da espécie, e podem levar a uma redução do banco de sementes no solo e germinação, resultando em uma menor emergência e competição de algumas espécies.

No caso da análise de primeira contagem de germinação algumas espécies não sofreram efeito do ácido, como o caso de *I. hederifolia* e *I. nil*, enquanto outras podem ter tido sua qualidade fisiológica afetada somente nas maiores concentrações do ácido, o que levou a redução da germinação de plântulas normais.

Algumas espécies tiveram sua qualidade fisiológica afetada já em baixas concentrações (0,4 mM) como *A. viridis* e *A. cepa*, sendo mais sensíveis para essa característica; os efeitos sobre a primeira contagem também aumentaram com o aumento da concentração de BOA.

O tempo médio de germinação foi maior com o aumento da concentração para maioria das espécies estudadas, mas em alguns casos não houve efeito. Esse aumento demonstra que a presença de BOA promoveu um atraso na expansão e divisão das células, e, conseqüentemente, na emissão da raiz, levando assim mais tempo para as sementes germinarem. O aumento no tempo médio de germinação pode ter um significado adaptativo, como uma compensação a condições desfavoráveis, nesse caso a presença de BOA, por uma maior distribuição da germinação no tempo. O atraso na germinação pode aumentar as chances de ocorrência de condições favoráveis para as plantas, em um ambiente mutável (NASSIF e PEREZ, 2000).

Nas maiores concentrações também se notou o escurecimento e espessamento das raízes da maioria das plantas estudadas. Muitas fitotoxinas são capazes de afetar a morfologia e a anatomia de plântulas, o que pode ser evidenciado pelo endurecimento e escurecimento de ápices radiculares, fragilidade e aumento de ramificações (CRUZ-ORTEGA et al. 1998).

Houve efeito mais negativo sobre as raízes das plântulas para grande parte das espécies estudadas, concordando com outras pesquisas nas quais BOA também se mostrou tóxico ao crescimento da raiz de *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum miliaceum*, *Licopersicum esculentum* e *Lactuca sativa* (BARNES et al., 1987). Alguns autores sugerem um efeito mais acentuado sobre as raízes devido ao contato mais íntimo destas com a solução de aleloquímicos (CHUNG et al., 2001).

Singh et al. (2003) encontraram a presença de BOA em folhas de cana-de-açúcar, que inibiu o crescimento das raízes de plântulas de lentilha (*Lens esculenta*) em 50% ou mais com concentrações de 1,25 mM. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos para espécies como *I. hederifolia*, *P. maximum* e *D. nuda*.

Também houve efeito sobre o crescimento da parte aérea, com menor intensidade, pois não houve efeito para algumas espécies como *I. purpurea*, *D.*

nuda, *B. decumbens* e *B. plantaginea*, e outras espécies só tiveram efeito significativo na maior concentração do ácido. As espécies mais sensíveis foram *L. sativa* e *P. maximum* com efeitos a partir de 0,4 e 0,6 mM, respectivamente. Espera-se que com a redução da parte aérea, ou seja, da altura das plantas, ocorra restrições à captação de luz e que com a redução do comprimento da raiz, haja restrições à competição com a cultura por água e nutrientes, quando na presença do ácido.

A extensão da injúria na planta causada por BOA depende da dose e das espécies, e muitas vezes as plantas monocotiledôneas parecem ser menos sensíveis do que as eudicotiledôneas (BARNES e PUTNAM, 1987). Esses autores encontraram que a susceptibilidade toxicológica das plantas dicotiledôneas aos ácidos hidroxâmicos 2-benzoxazolinona (BOA) e 2,4-dihidroxi-7-metoxi-1,4-benzoxazin-3-ona (DIBOA) é superior à das monocotiledôneas em cerca de 30%. Nesta pesquisa, porém notou-se que as espécies com maior tolerância ao BOA foram eudicotiledôneas, no caso, *I. nil* e *I. hederifolia*; dentre as monocotiledôneas destacou-se *R. conchichinensis* como menos sensível, demonstrando assim que o efeito é dependente da espécie. Uma das razões para a diferença de resposta das plântulas das diferentes espécies pode ser devido à habilidade de metabolizar a fitotoxina, e algumas espécies podem detoxificá-la de forma mais eficiente que outras e essa capacidade de detoxificação é dependente da espécie. Como exemplos pode-se citar ainda *Triticum aestivum* e *Avena sativa* como tolerantes e *Vicia faba* como espécie suscetível (SCHULZ e WIELAND, 1999; WIELAND ET AL., 1998).

Outra explicação para essa maior tolerância principalmente das espécies de corda-de-viola pode vir do fato da espécie ser referida como espécie de baixa capacidade germinativa. A mesma apresenta um tegumento bastante impermeável (MIKUSINSKI, 1987), assim como de outras espécies do gênero *Ipomoea*, o que propicia a manutenção da viabilidade das sementes por longo tempo (STOLLER e WAX, 1973; CHANDLER et al., 1977), e que pode influenciar a absorção de substâncias alelopáticas (VOLL et al., 2010).

Todas as espécies tiveram algum tipo de redução em alguma das características estudadas. Ao considerar a média das variáveis que sofreram

redução, a espécie que sofreu maior redução foi *A. viridis*, ou seja, se mostrou mais sensível

A frequência relativa de germinação foi afetada na maioria das espécies deste trabalho com uma diminuição do pico de germinação ou com o atraso no processo germinativo devido ao aumento da concentração de BOA. Segundo Alves et al. (2011), o deslocamento da linha poligonal para a direita ou esquerda do tempo médio, evidencia um atraso no processo germinativo, em consequência da redução do vigor das sementes, o que pode ser notado na maioria das concentrações altas do ácido, indicando que a presença do mesmo afeta o vigor das sementes.

A assimetria da distribuição pode mostrar que a heterogeneidade, que ocorreu para a maioria das espécies, é devida a uma maioria de sementes que demoram a germinar ou a uma minoria de sementes que germinam rapidamente (ou devida a ambos os casos). Labouriau e Agudo (1987) atribuíram um significado adaptativo a este padrão de distribuição, mostrando uma compensação das condições desfavoráveis, causadas neste caso pela presença do ácido hidroxâmico, por uma maior distribuição da germinação no tempo. Em condições naturais esse aumento do tempo poderia estar atuando de forma positiva no estabelecimento das plântulas, pois desta forma a germinação das sementes que permanecem viáveis pode ser distribuída no tempo e no espaço, aumentando a probabilidade das plântulas encontrarem condições ambientais adequadas para seu crescimento e desenvolvimento (BEWLEY e BLACK, 1994).

Conclusão

A presença do ácido hidroxâmico teve efeitos negativos sobre todas as espécies estudadas em pelo menos uma das características estudadas, afetando assim aspectos germinativos e o crescimento inicial, em maior ou menor intensidade, dependendo da espécie, e este efeito foi crescente com o aumento da concentração de BOA.

Referências

ALVES, E. U.; ANDRADE, L. A. de.; BRUNO, R. de L. A.; VIEIRA, R. M.; CARDOSO, E. de A. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert sob diferentes substratos. **Revista Ciência Agronômica**: v. 42, n. 2, p. 439-447, 2011.

BARNES, J. P.; PUTNAM, A. R. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). **J. Chem. Ecol.**, v. 13, p. 889-905, 1987.

BARNES, J. P.; PUTNAM, A. R.; BURKE, B. A.; AASEN, A. J. Isolation and characterization of allelochemicals in rye herbage. *Phytochemistry*, v. 26, p. 1385–1390, 1987.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRAVO, H. R.; COPAJA, S. V.; ARGANDOÑA, V. H. Chemical basis for the antifeedant activity of natural hydroxamic acids and related compounds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, n.9, p. 2598-2601, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395p.

BURGOS, N. R.; TALBERT, R. E. Differential activity of allelochemicals from *Secale cereale* in seedling bioassays. **Weed Science**, v. 48, p. 302–310, 2000.

CHANDLER, J. M.; MUNSON, R. L.; VAUGHAN, C. E. Purple moonflower emergence, growth, reproduction. **Weed Science**, v. 25, p. 163-7, 1977.

CHIAPUSIO, G.; PELLISSIER, F.; GALLET, C. Uptake and translocation of phytochemical 2-benzoxazolinone (BOA) in radish seeds and seedlings. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 402, p. 1587–1592, 2004.

CHUNG, I. M. et al. Assesment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oriza sativa* L.) cultivars. **Crop Protection**, v. 20, n.3, p. 921-928, 2001.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p. 11-17, 2004.

CRUZ-ORTEGA, R.; ANAYA, A.L.; HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B.E.; LAGUNA-HERNÁNDEZ, G. Effects of allelochemical stress produced by *Sicyios deppei* on seedling root ultrastructure of *Phaseolus vulgaris* e *Curcubita ficifolia*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 24, n. 12, p. 2039-2057, 1998.

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

FERREIRA, R. V.; CONTATO, E. D.; KUVA, M. A.; FERRAUDO, A. S.; ALVES, P. L. C. A.; MAGARIO, F. B.; SALGADO, T. P. Organização das comunidades infestantes de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar em agrupamentos-padrão. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 363-371, 2011.

FRIEBE, A.; WIELAND, I.; SCHULZ, M. Tolerance of *Avena sativa* to the allelochemical benzoxazolinone. Degradation of BOA by root colonizing bacteria. **Angew. Bot.**, v. 70, p. 150-154, 1996.

GLENN, A. E.; MEREDITH, F. I.; MORRISON, W. H.; BACON, C. Identifications of intermediate and branch metabolites resulting from biotransformation of 2-benzoxazolinone by *Fusarium Verticillioides*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 69, p. 3165-3169, 2003.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada

à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.419 – 427, 2004.

HAMILTON, R. H. A corn mutant deficient in 2,4-Dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one with an altered tolerance of atrazine. **Weeds**, v.12, n.1, p. 7-30, 1964.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1975. 662p.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.

LABOURIAU, L.G. & AGUDO, M. On the physiology of germination in *Salvia hispanica* L. Temperature effects. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.59, n.1, p.37-56, 1987.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LONG, B. J.; DUNN, G. M.; ROUTLEY, D. G. Relationship of hydroxamic acid content in maize and resistance to northern corn leaf blight. **Crop Science**, v. 15, n. 2, p. 333-335, 1975.

LORENZI, H. J.; GANDINI, M. O.; GAZON, M. O.; GAZON, A. L. Trash blankets: the potential to control weeds and the effect on ratoon cane development. **In: Proceedings of the ISSCT congress**, p. 571–75, 1989.

MACÍAS, F. A.; MARÍN, D.; OLIVEROS-BASTIDAS, A.; CHINCHILLA, D.; SIMONET, A. M.; MOLINILLO, J. M. G. Isolation and synthesis of allelochemicals from

Gramineae: benzoxazinones and related compounds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 54, p. 991-1000, 2006.

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

MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta bot. Bras.**, v. 20, n.1, p. 61-69, 2006.

MIKUSINSKI, O. M. Teste de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia*. **R. Bras. Sementes**, v. 9, n. 3, p. 103-108, 1987.

NAGABHUSHANA, G.G.; WORSHAM, A. D.; YENISH, J. P. Allelopathic cover crops to reduce herbicide use in sustainable agricultural system. **Allelopathy Journal**, v. 8, n. 2, p. 133-146, 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 1-6, 2000.

NIEMEYER, H. M. Hydroxamic acids (4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones), defense chemicals in Gramineae. **Phytochemistry**, v. 27, n. 11, p. 3349-3358, 1988.

PÉREZ, F. J.; ORMEÑO-NÚÑES, J. Difference in hydroxamic acid contents in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): possible role in allelopathy. **J. Chem. Ecol.**, v. 17, p. 1037-1043, 1991.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p. 16 – 27, 1985.

REHMAN, S.; HARRIS, P.J.C.; BOURNE, W.F.; WILKEIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.45-57, 1996.

RICE, E. L. **Biological Control of Weeds and Plant Diseases**, University of Oklahoma Press: Norman, OK, 1995.

SÁNCHEZ-MOREIRAS, A. M.; COBA DE LA PEÑA, T.; MARTÍNEZ, A.; GONZÁLEZ, L.; PELLISIER, F.; REIGOSA, M. J. Mode of action of the hydroxamic acid BOA and other related compounds. In: MACÍAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER, H. G. eds. **Allelopathy: Chemistry and mode of action of allelochemicals**. Florida, CRC Press, p.239-252, 2004.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Universidade de Brasília, 2004. 248p.

SCANDALIARIS, J.; PEREZ ZAMORA, F.; RUFINO, M.; ROMERO, E.; MORANDINI, M. La cosecha verde como estrategia para disminuir el impacto ambiental de la caña de azúcar. *Adv Agroind.*, v. 1, p. 14–7, 2002.

SCHULZ, M.; WIELAND, I. Variation in metabolism of BOA among species in various field communities – biochemical evidence for co-evolutionary processes in plant communities? **Chemoecology**, v.9, n.1, p. 133-141, 1999.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, v. 5, n. 1, p.62-73, 1995.

SINGH, P. et al. Isolation and identification of allelochemicals from sugarcane leaves. **Allelopathy Journal**, v. 12, n. 1, p. 71-80, 2003.

SINGH, P. et al. Allelopathic effects of hydroxamic acids from sugarcane leaves on germination and growth of crops. **Allelopathy Journal**, v. 23, n. 1, p. 203-212, 2009.

SOUZA, I. F.; EINHELLIG, F. A. Potencial alelopáticos de 2-benzoxazolinona (BOA) e sua interação com atrazine no crescimento de plantas. **Planta Daninha**, v.12, n. 2, p. 84-86, 1994.

STOLLER, G. W.; WAX, L. M. Periodicity of germination and emergence of some annual weeds. **Weed Science**, v. 21, n. 6, p. 574-580, 1973.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S. Ácido aconítico em sementes de espécies de plantas daninhas de diferentes locais. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 13-22, 2010.

WIELAND, I.; KLUGE, M.; SCHNEIDER, B.; SCHMIDT, J.; SICKER, D.; SCHULZ, M. 3-b-D-Glucopyranosyl-benzoxazolin-2(3H)-one-a detoxification product of benzoxazolin-2(3H)-one in oat roots. **Phytochemistry**, v. 49, p. 719–722, 1998.

WOODWARD, M. D.; CORCUERA, L. J.; HELGESON, J. P.; KELMAN, A.; UPPER, C. D. Factors that influence the activity of 2,4- dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one on *Erwinia* species in growth assays. **Plant Physiol.**, v. 61, p. 803-805, 1978.

ZÚÑIGA, G. E.; ARGANDOÑA, V. H.; NIEMEYER, H. M.; CORCUERA, L. J. Hydroxamic acid content in wild and cultivated Gramineae. **Phytochemistry**, v. 22, p. 2665-2668, 1983.