

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO DA ANÁLISE MULTIVARIADA PARA  
CARACTERIZAÇÃO DE COMUNIDADES INFESTANTES  
EM CANA-SOCA.**

**Rogério Vitor Ferreira  
Engenheiro Agrônomo**

**Dezembro de 2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**USO DA ANÁLISE MULTIVARIADA PARA  
CARACTERIZAÇÃO DE COMUNIDADES INFESTANTES  
EM CANA-SOCA.**

**Rogério Vitor Ferreira**

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

**Co-orientador: Dr. Marcos Antonio Kuva**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL**

**Dezembro – 2009**

Ferreira, Rogério Vitor  
F383u      Uso da análise multivariada para caracterização de comunidades  
infestantes em cana-soca / Rogério Vitor Ferreira. -- Jaboticabal,  
2009  
v, 50f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009  
Orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves  
Banca examinadora: Roberto Estêvão Bragion de Toledo, Carlos  
Alberto Matheus Azania  
Bibliografia

1. Análise de agrupamento. 2. Cana-crua. 3. Fitossociologia. 4.  
Herbicidas. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 633.61:632.51

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

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ROGÉRIO VITOR FERREIRA** – é natural de Ribeirão Preto, SP, nascido em (04/10/1980), cursou o primeiro grau em Pradópolis/SP, formou-se Técnico em Agropecuária pela Escola Técnica Estadual “Laurindo Alves Queiroz” em Miguelópolis/SP. Em 2000 deu-se início aos primeiros contatos com pesquisas científicas, auxiliando mestres, doutores e pós-doutores, junto ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa/SP, contemplado com bolsa auxílio de treinamento pela Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP) no projeto de “Desempenho e características de carcaças de cabritos Saanen e mestiços Saanen x Boer”. Cursou Agronomia na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal – Garça/SP, onde se dedicou a pesquisas e trabalhos com nematóides sob orientação do Professor Dr. Engº Agrº Carlos Eduardo de Mendonça Otoboni, atuando com identificação e ocorrência de fitonematóides em diversas culturas. Posteriormente iniciou seus trabalhos com Plantas Daninhas sob orientação do professor Dr. Engº Agrº Cleber Daniel de Goes Maciel atuando com levantamento fitossociológico e controle de espécies de plantas daninhas. Em 2007 ao ingressar no programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal/SP sob orientação do professor Dr. Engº Agrº Pedro Luis da Costa Aguiar Alves e do Co-orientador Dr. Engº Agrº Marcos Antonio Kuva, proprietário da empresa Herbae Consultoria e Projetos Agrícolas Ltda. Passou a desenvolver trabalhos com “Padronização de infestação e controle de espécies de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar”. Ainda em 2007 foi congratulado Inspetor Regional do Conselho de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREASP), sendo convidado a assumir o cargo de Diretor de Engenharia Agrônoma pela Prefeitura Municipal de Pradópolis/SP com atuando junto CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Estado trabalhando com assistência técnica, fomento e treinamento a produtores rurais.

**A alegria não chega apenas no encontro, mas faz parte do processo da busca. Ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.**

***Paulo Freire***

## **DEDICO**

**Aos meus pais Moises Vitor a  
minha mãe Almerinda ao meu  
irmão José Ferreira à minha irmã  
Elaine e ao meu sobrinho Vitor**

## **OFEREÇO**

**A DEUS por me guiar  
sempre no bom caminho.**

**À Ana Beatriz, pela  
paciência e amor.**

**Ao grande amigo Jean  
Ortega e seus familiares  
pela amizade.**

**Ao grande amigo Igino de  
Paula pela amizade e força  
nas etapas difíceis.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Pós-doutor Pedro Luis da Costa Aguiar Alves e ao Doutor Marcos Antonio Kuva pelas orientações e oportunidades concedidas ao longo de todo trabalho desenvolvido. Agradeço principalmente pela paciência e dedicação.

Ao professor Dr. Antonio Sérgio Ferraud pelo auxílio no tratamento estatístico dos dados.

Ao Engenheiro Agrônomo Msc Tiago Pereira Salgado sócio da Herbae que abriu a porta da empresa para que eu pudesse escrever essa dissertação e aos colaboradores Marco Antonio e Devair pela organização e coleta dos dados.

Em especial agradeço ao Suporte de Qualidade Agrícola do Grupo São Martinho Marcos Antonio Marcari pelo companheirismo e pela visão técnica da grandeza do trabalho proposto e a que se propõe sempre. Meu muito obrigado.

Aos colaboradores da Seção de pós-graduação, Biblioteca e do Departamento de Biologia Aplicada a Agropecuária da Unesp (FCAV) - Jaboticabal pelas disponibilidades orientações. Em especial a "NINA" pessoa e iluminada por DEUS.

Ao irmão doutorando pela Unesp - FCAV MsC Adolfo Valente Marcelo pela orientação e duvidas de como proceder desde o inicio de minha inserção ao mestrado. Muito obrigado.

Da mesma forma agradeço todos os amigos e professores que estiveram presente nessa etapa de minha vida. "Que possamos semear conhecimentos e colher a amizade."

Agradeço em especial o companheiro de C.A Engenheiro Agrônomo Rodnei Barbosa Correa, pela confiança e dedicação. "Republica Lar do Tar."

Aos membros da Republica Tia Merí em especial ao Marcão pela acomodação e incomodo ao longo desta etapa. Muito obrigado.

Agradeço ao amigo graduando em agronomia Marciel José Barrado, ao Administrador Hudson Rodrigues ao meu irmão José Ferreira graduando em Ciências da Computação pela amizade e companheirismo ao longo de todos esses tempos. Estou sempre pronto para o que der e vier. Valeu... Valeu de mais.

## SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	ii
SUMMARY.....	iv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 A cultura da cana-de-açúcar e o setor sucroalcooleiro no Brasil....	03
2.2 Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar.....	08
2.3 Plantas daninhas no agroecossistema cana-crua.....	11
2.4 Corda-de-violão na cultura de cana-de-açúcar.....	15
2.5 Caracterização das comunidades infestantes de plantas daninhas.....	17
2.6 Efeitos da palha no comportamento herbicida.....	22
CAPÍTULO 2 – ORGANIZAÇÃO DAS COMUNIDADES INFESTANTES DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM AGRUPAMENTOS PADRÕES.....	24
Resumo.....	24
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	30
Conclusões.....	38
REFERÊNCIAS.....	40



## **IMPORTÂNCIA E CONTROLE DE CANA-DE-AÇÚCAR E ORGANIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DE PLANTAS DANINHAS PRESENTES NOS CANAVIAIS EM AGRUPAMENTOS PADRÕES**

**Resumo** – O agroecossistema da cana-de-açúcar vem sendo alterado com a adoção gradativa do sistema de colheita mecanizado, pois além de eliminar a presença do fogo possibilita a manutenção da camada de palha sobre a superfície, reduz a movimentação do solo e altera a dinâmica de herbicidas. Essas alterações promovem modificações nas condições microclimáticas, que por sua vez, afetam a composição específica das plantas daninhas. O objetivo deste estudo foi avaliar a possibilidade de agrupar talhões de cana-de-açúcar colhida mecanicamente e sem queima prévia da palha na região de Ribeirão Preto, SP, de acordo com semelhanças no potencial de infestação de plantas daninhas utilizando técnicas de agrupamento da estatística multivariada e utilizando como variáveis o índice de infestação relativa das plantas daninhas atribuído por avaliações visuais. Para atender o primeiro objetivo foram realizadas duas etapas, a primeira realizada em áreas de cana-planta de dezoito meses e a segunda em áreas de cana-soca colhida mecanicamente sem queima prévia da palha. Essas duas etapas basearam-se na manutenção de áreas testemunhas (12,0 m x 7,5 m), mantidas sem aplicação comercial de herbicidas e que serviram para a realização dos levantamentos de participação relativa das espécies e configuração de um banco de dados. A primeira etapa envolveu vinte talhões de cana planta de dezoito meses e serviu para ajustar o método de avaliação comparando duas metodologias sendo uma fitossociológica e a outra por meio de avaliações visuais e atribuição de porcentagens de cobertura. A segunda envolveu 189 talhões de cana soca e consistiu na configuração e exploração de um banco de dados, contemplando a participação das principais espécies dentro de cada comunidade considerando somente a porcentagem de cobertura. A exploração do banco de dados foi realizada por técnicas de análise estatística multivariada, agrupamento hierárquico e análise discriminante. Verificou-se que as avaliações visuais de

porcentagem de cobertura das espécies podem substituir, para fins de praticidade, agilidade e aplicabilidade, as avaliações fitossociológicas, pois proporcionaram boa capacidade de detecção das principais plantas daninhas dentro de cada talhão. As técnicas de estatística multivariada demonstraram que os talhões podem ser agrupados de acordo com semelhanças na intensidade da infestação e composição específica, sendo segregados dez padrões de infestação. Dentre os grupos padrões ganharam destaque aqueles caracterizados pela alta infestação mista (**Amis**) ou com predomínio de grama-seda (**Acyn**), leiteiro (**Aeph**) ou cordas-de-viola (**Acor**, **Mcor** e **AcorMmis**), além de grupos caracterizados por menores infestações nos quais a participação diferenciada das espécies teve menor importância na diferenciação dos grupos (**Mmis**; **Bcor**; **Beph** e **Bmis**). Além desses grupos, foi detectado um grupo de talhões onde nenhuma planta daninha foi encontrada, sendo denominada **MB** (infestação muito baixa). Para talhões caracterizados pela ampla presença de cordas-de-viola, não houve um tratamento químico absoluto, pois os níveis de controle foram equilibrados e, além disso nenhum deles proporcionou excelência.

**Palavras-chave:** análise de agrupamento, cana-crua, fitossociologia, *Saccharum* spp. herbicidas

**IMPORTANCE, CONTROL AND ORGANIZATION IN THE WEED  
COMMUNITIES PRESENT IN THE SUGAR CANE CROPS IN PATTERNS  
GROUP**

**ABSTRACT** - The sugar-cane agroecosystem has been changed with the progressive adoption of mechanical harvest. This system, besides eliminating the burning effects, maintains a layer of sugar-cane straw mulching, reduces soil mobilization and changes the dynamic of herbicides in the soil. Without burning the plant straw. These changes are enough to promote large changes in the weed community composition in this agroecosystem. The objective of this study was to analyze the possibility to create groups of mechanically harvested sugar cane without burning, in Ribeirão Preto, SP, Brazil region, using the similarities in the weed infestation potential by clustering and other multivariate analysis. The variable was the infestation rate by visual evaluations. To evaluate the first objective, two steps were carried out: the first one on eighteen months out cane-plant areas and the second one on areas with mechanically harvested sugar cane without burning. These two steps were based on the maintenance of witness areas (12,0 m x 7,5 m), kept without commercial herbicides application and that were used for the accomplishment of relative species participation and database configuration. The first step involved twenty plots with plant cane and it was to adjust the evaluation method comparing two methodologies, physiological and visual evaluations, with covering percentage value attribution. The second step involved 189 sugar cane plots and consisted in database configuration and exploration, contemplating the participation of the main species in each community, considering only the covering percentage. The database exploration was accomplished by multivariate analysis statistical techniques, involving hierarchical grouping and describing analysis. The visual evaluations of covering percentage species can substitute, in order of agility and applicability, the physiological and sociological analysis, because they provided good capacity of detection of the main harmful plants in each plot. The multivariate

techniques showed that the plots can be joined according with similarities in the infestation intensity and specific composition, been were segregated ten infestation groups. Among the standard groups gained prominence those characterized by the high mixed (Amis) infestation or with gram-silk (Acyn) prevalence, milkman (Aeph) or *Ipomoea* spp (Acor, Mcor and AcorMmis), besides groups characterized by smaller infestations, which the differentiated participation of the species had smaller importance (Mmis; Bcor; Beph and Bmis). Beyond these groups, plots group was detected where no harmful plant was found, being denominated MB (very low infestation). For plots characterized by a wide *Ipomoea* spp presence, there was not an absolute chemical treatment, because the levels controls were balanced and none of them provided excellence.

Key-words: grouping analysis, raw sugarcane, Phytosociological, *Saccharum* spp. herbicides.

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil destaca-se no cenário mundial como maior produtor de cana-de-açúcar e foi o pioneiro na introdução do etanol na matriz energética. Isso foi possível devido aos incentivos iniciais que datam desde a década de setenta com o pró-álcool e ao desenvolvimento tecnológico, tanto na indústria como nas lavouras de cana-de-açúcar. Atualmente a cultura vem se expandindo, com ritmo variado de crescimento, ocupando novas áreas, principalmente no Estado do Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, na região do triângulo mineiro, no noroeste do Estado de São Paulo e centro-sul do Estado de Goiás. Além disso, com a entrada de grupos empresariais do exterior com elevados investimentos vem ocorrendo uma profissionalização das empresas do setor.

No que se refere à esfera agrícola, um dos fatores mais importantes e onerosos que deve ser controlado é a interferência negativa da presença de plantas daninhas nos canaviais, representado principalmente pela competição por água e nutrientes e pelas dificuldades impostas à operação de colheita mecanizada.

Na maior parte das unidades produtoras de açúcar e álcool o principal método de controle de plantas daninhas é o químico por meio da aplicação de herbicidas, sendo que em alguns casos o método químico é integrado com medidas preventivas e mecânicas. Devido aos vários fatores envolvidos no controle químico de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar o resultado proporcionado transita entre situações de satisfação e insatisfação para os produtores de cana-de-açúcar. A satisfação é representada pela manutenção da produtividade, ausência de fitotoxicidade, colheita no limpo a um custo razoável ao passo que a insatisfação pode ser representada pelas perdas de produtividade, fitotoxicidade, necessidade de repasse e entaves à colheita. Essa variabilidade de resultados ocorre devido à complexidade do processo, ou seja, existem centenas de opções de tratamentos químicos (moléculas isoladas, combinações de moléculas, diferentes doses, adjuvantes) sendo empregados

em vários cenários (tipo de canavial, comunidade infestante de plantas daninhas, solo, clima e manejo). O melhor conhecimento das unidades de área (talhões, glebas, fazenda) quanto à infestação potencial de plantas daninhas e a organização em agrupamentos padrões poderão ser úteis para minimizar essa variabilidade acarretando em maiores casos de satisfação em detrimento dos casos de insatisfação.

Um padrão de infestação de plantas daninhas em canaviais caracterizado pela ampla predominância de plantas popularmente denominadas de cordas-de-viola tem sido frequentemente associados a resultados insatisfatórios proporcionados pelas medidas químicas de controle adotadas, ou seja, tem sido bastante comum a ocorrência de entraves à colheita mecanizada, a necessidade de uma complementação de controle por uma segunda intervenção química ou mesmo a redução da produtividade devido à presença destas plantas daninhas.

Visto que as considerações acima descritas são fundamentais para o planejamento do manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as composições específicas de comunidades infestantes que se estabelecem em ambientes de cana-crua, baseadas em amostragens da flora emergida e estabelecer padrões de infestação, utilizando análises multivariada de dados. Além disso, procurou-se avaliar alternativas de controle químico, em duas épocas, para um padrão de infestação caracterizado por uma comunidade com predomínio absoluto de cordas-de-viola.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cultura da cana-de-açúcar e o setor sucroalcooleiro no Brasil

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae e ao gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies, porém, as canas atualmente cultivadas, na sua maioria, são híbridas. 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). Chegou ao Brasil na metade do século XVI e 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 FIESP-CIESP (2006).

De acordo com dados do AGRIANUAL (2009), historicamente o Brasil é o país com a maior área colhida com a cana de açúcar, seguido da Índia, China, Paquistão, Tailândia, México, Colômbia, Austrália, África do Sul e Cuba.

O Estado de São Paulo é o maior produtor brasileiro, apresenta produtividade média de 78 toneladas cana/ha<sup>-1</sup>, e possui diversas unidades produtoras que ultrapassam a marca de 90-95 toneladas cana/ha<sup>-1</sup>, esse aumento é reflexo da utilização de variedades mais produtivas com ciclo produtivo mais longo e canaviais em estágio inicial de produção, cuja produtividade é maior do que em estágios mais avançados do ciclo produtivo.

Sendo a cana-de-açúcar uma planta de metabolismo fotossintético C<sub>4</sub>, é considerada altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química, com taxas fotossintéticas calculadas em até 100 mg de CO<sub>2</sub> fixado por dm<sup>2</sup> de área foliar por hora.

Devido ao longo período de safra da cana-de-açúcar o estágio fenológico de desenvolvimento da rebrota “ciclo seguinte”, pode ser alterado pelas diferentes condições temperatura geralmente as cultivares são tolerante a altas temperaturas, produzindo em regiões com temperatura média de verão de 47°C, desde que

empregada irrigação. Temperaturas menores de 21°C diminuem o crescimento dos colmos e promovem o acúmulo de sacarose. Portanto estima-se que a faixa entre 25° e 30°C é ótima para crescimento dos colmos nas cultivares de cana-de-açúcar, havendo uma diferenciação em função do período de radiação solar, principalmente, nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura.

As características dos cultivares influenciam a eficiência fotossintética da cana, além das variações climáticas que prevalecem durante o desenvolvimento da cultura. A fotossíntese é correlacionada negativamente com a largura das folhas e positivamente com a sua espessura. Posição mais vertical da folha no colmo traduz-se em maior eficiência fotossintética, mormente em populações de alta densidade populacional, devido à penetração mais eficiente da luz no dossel. A fotossíntese varia com a idade das folhas, atingindo valores de fixação de C<sub>4</sub> apenas as folhas recém-expandidas, enquanto as folhas mais velhas e as muito jovens realizam fotossíntese em níveis semelhantes à das plantas C<sub>3</sub>.

As atividades agrícolas para eliminação de soqueira, preparo de solo, cultivo, colheita, amostragem e controle de plantas daninhas, comumente ocorre em solos classificados em (A, B, C, D, e E).

O levantamento pedológico que classifica os diferentes ambientes de produção inicialmente é determinado pela hierarquia de classificação do solo EMBRAPA (1999), e envolve como componentes principais água (disponibilidade hídrica em função da microagregação da fração argila), textura (porcentual de argila, silte, areia fina e areia grossa na terra fina seca ao ar), fertilidade (V = saturação por bases (%); SB = soma de bases (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de solo); m = saturação por alumínio (%); RC = retenção de cátions (cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de argila); Al<sup>+3</sup> (concentração de alumínio) e profundidade (material de origem).

Além desses atributos pode-se considerar como fator preponderante para a classificação, situações de superfície e subsuperfície, topografia e clima.

O desenvolvimento inicial e o fechamento da parte aérea das cultivares de cana-de-açúcar esta também relacionada às condições do balanço hídrico climático, perfazendo conhecer quais as exigências em índices pluviométricos (milimétricos)



necessária para organizar as atividades agrícolas, podendo estas variar de região para região.

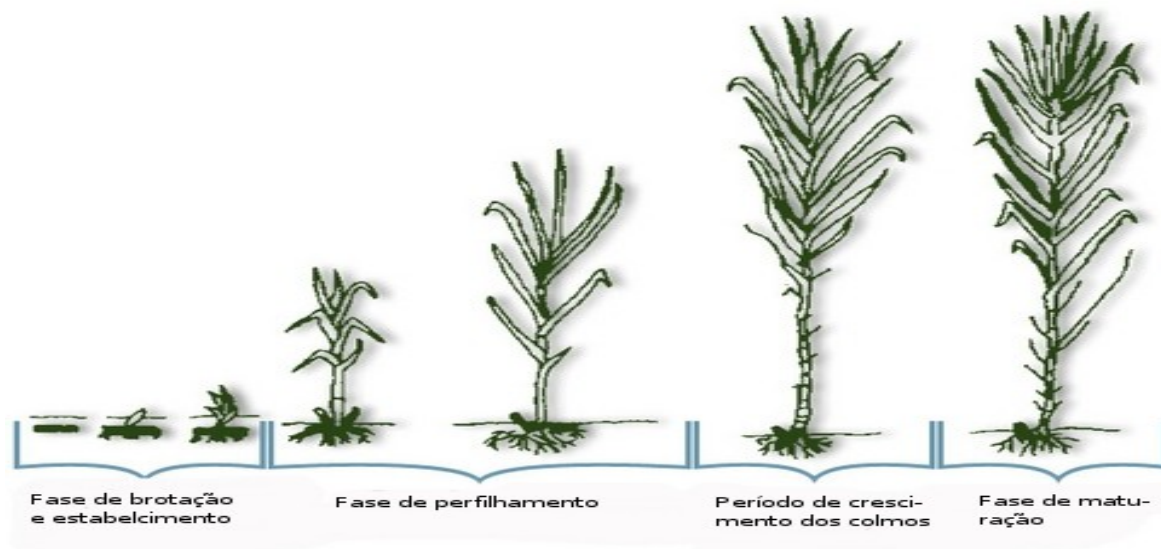
A precipitação pluviométrica é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra. ALMEIDA (2001). De acordo com CAMARGO & CAMARGO (1993), o balanço hídrico climatológico é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática VIANELLO & ALVES (1991); PEDRO JÚNIOR et al. (1994).

No Brasil os canaviais plantados no final de cada ano se desenvolverão inicialmente sob condições de alta umidade e temperatura e são denominados de “cana-de-ano ou doze meses”. Os canaviais plantados no início de cada ano serão colhidos após dezoito meses e são denominados de “cana-planta de ano e meio ou de dezoito meses”. Os canaviais plantados no meio do ano são denominados de plantio de inverno. Após o primeiro corte, ocorrerá a rebrota, que voltará a ser colhida aproximadamente um ano depois e sendo denominados os cortes subseqüentes de “cana-soca” ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura KUVA (1999).

A cultura da cana-de-açúcar absorve grande quantidade de mão-de-obra e insumos no seu ciclo de produção. Dentre esses insumos, os herbicidas correspondem a aproximadamente 56% do volume comercializado no país PROCÓPIO et al. (2003). A cana-de-açúcar é a segunda cultura em consumo de herbicidas no Brasil, atrás apenas da soja SILVA et al. (2000).

A indústria de herbicidas para o setor canavieiro considera quatro diferentes épocas em função das condições de umidade do solo. Para o Estado de São Paulo, no início da safra (abril-junho) as chuvas começam a ficar mais esparsas, mas ainda existe estoque de umidade do solo resultante das chuvas de verão, os talhões colhidos nesta época são denominados “soca semi-seca”. Em seguida, nos meses de junho a agosto ocorre um período de estiagem e o solo se encontra em condições de baixíssima umidade, estes talhões são denominados “soca seca”. Em meados de setembro as chuvas recomeçam, há a reposição da umidade no solo constituindo-se a “soca semi-

úmida”. Com a estabilização das chuvas, constitui-se a “soca úmida” de final de safra, que vai até dezembro.



Fonte: Gascho & Shih, 1983

Figura 01. Fases do desenvolvimento da cana-de-açúcar partindo do início do ciclo de produção.

A estimativa da Conab para a safra 2008/2009 foi de uma área de produção de 8,9 milhões de hectares dos quais se estimou 7 milhões para produção de açúcar e álcool. AGRIANUAL (2009).

Segundo a UNICA (2009), na safra 2008/2009 o volume de cana-de-açúcar processado no Brasil foi 569.062.629 milhões de toneladas, as regiões centro-sul representa 88,73% do volume (504.962.891) milhões de toneladas e as regiões norte e nordeste 11,26% (64. 099.738) milhões de toneladas, superando os valores de 558.645.900 milhões de toneladas estimados e expressos no AGRIANUAL (2009).

Os dados de exportação em 2008 da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) indicaram 19.472,5 milhões de toneladas de açúcar refinado e bruto, os países que mais exportaram foram a Rússia (4.384,8), Nigéria (1.358,7), Arábia Saudita (1.260,6) e Egito (1.177,1). Durante o mesmo período a exportação de etanol se destacou com

5.118,7 milhões de litros, os Estados Unidos (1.519,4), União Européia “Países Baixos” (1.331,4), Jamaica (436,1), El Salvador (355,9) e Japão (263,2). UNICA (2009).

O estado de São Paulo durante a safra 2008/2009 apresentou a maior área plantada e processada com cana-de-açúcar, concentrando desta forma 61% de toda produção nacional, seguido pelos estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás, Alagoas e Pernambuco. UNICA (2009).

Expressivos aumentos de área plantada têm sido verificados nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás. A estimativa é de crescimento da área planta e da produção de cana no Brasil, devendo 7.700,013 milhões de hectares na safra 2011/2012 com produção estimada de 626.837.460 toneladas de cana-de-açúcar. AGRIANUAL (2009).

O setor canavieiro brasileiro durante a safra 2007/2008 constatou registro de 437 unidades produtoras no departamento da cana-de-açúcar e agroenergia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo 253 unidades mistas, 16 produtoras de açúcar e 168 produtoras de álcool. Atualmente as expansões dos negócios do setor vêm estimulando o surgimento de novas unidades de produção alterando ano a ano o cenário produtivo influenciado pelo comércio exterior.

De acordo com dados da ABAG/RP (2009) a matriz energética brasileira utiliza pouco mais de 46% de fontes renováveis, enquanto a média mundial é inferior a 14%.

Este é o principal causador de mudanças e expectativas no setor sucroalcooleiro impactando de forma direta em novos conhecimentos agronômicos buscando a alta produção de cana-de-açúcar dentro da mesma área e forma ecologicamente correta.

Para garantir esse mercado, estão sendo tomadas diversas providências para a consolidação do álcool combustível. Os principais produtores e entidades ligadas ao etanol investem em cooperação técnica para que outros países também sejam capazes de fornecer o produto. Dessa forma, os centros consumidores do combustível estariam menos sujeitos a fenômenos climáticos, por exemplo, que poderia causar aumentos bruscos nos preços mundiais.

O setor para cumprir com exigências ambientais nacionais e internacionais tem intensificado a mecanização da lavoura canavieira, com destaque para o crescimento

da área colhida com máquinas, que passou de 16%, em 1997, para 34%, em 2006, no Centro-Sul PAES (2007). Esse processo diminui o número de empregos utilizados no corte manual com cana queimada, e a intensidade com que essa tecnologia expande exige cada vez mais pessoas qualificadas para operação de tratores e colhedoras altamente equipadas.

## 2.2 Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar

Um dos principais problemas enfrentados pela cultura da cana-de-açúcar segundo VICTORIA FILHO & CHRISTOFFOLETI (2004), é a concorrência com plantas infestantes, que provoca perdas sérias na produtividade da ordem de até 85%, quando não controladas adequadamente.

Numa definição mais voltada às atividades agropecuárias, BLANCO (1972), define como planta daninha toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfira negativamente nas atividades agropecuárias do homem.

De acordo com a maioria das definições de planta daninha, a condição de uma planta como daninha depende do local onde ocorre e se a magnitude de suas populações é capaz de promover prejuízos. Segundo PROCÓPIO (2003), as principais espécies de plantas daninhas infestantes da cana-de-açúcar na região centro-sul são: capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-colchão (*Digitaria* spp.), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), capim-massambará (*Sorghum halepense*), capim-falso-massambará (*Sorghum arundinaceum*), tiririca (*Cyperus rotundus*), corda-de-viola (*Ipomoea* spp e *Merremia* spp), caruru (*Amaranthus* spp), beldroega (*Portulaca oleracea*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), serralha (*Sonchus oleraceus*), mentrasto (*Ageratum conyzoides*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), nabiça (*Raphanus raphanistrum*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), carrapicho-de-carneiro

(*Acanthospermum hispidum*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e guanxuma (*Sida* spp.). Na região de Ribeirão Preto, SP em áreas com longo histórico de colheita mecanizada sem queima prévia da palha, levantamentos realizados por KUVA et al. (2007), indicaram que com maior índice de importância relativa foram em ordem *Cyperus rotundus*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea nil*. Características como o ciclo de vida, deverão ser consideradas por ocasião da escolha do método de controle das plantas infestantes a ser empregado, pois possibilitará obtenção de resultados satisfatórios, garantindo a produção da cultura de interesse econômico.

Os principais efeitos negativos das plantas daninhas são a competição por recursos limitantes do meio (água, luz e nutrientes), da liberação de substâncias alelopáticas, da capacidade de hospedar pragas e doenças comuns à cultura ou ainda da capacidade de ocasionar através do rendimento da operação de colheita PITELLI, (1985).

Segundo ARÉVALO & BERTONCINI (1995), plantas infestantes como *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon* e *Rottboellia exaltata* causaram reduções na produção de respectivamente 53, 45 e 80%. Essas mesmas espécies causaram redução na quantidade de açúcar produzido de 4.240, 3.600 e 6.400 kg de açúcar por hectare. Essas perdas representam em US\$ 1.514,00, 1.285,70 e 2.285,00 por hectare respectivamente.

A redução da produtividade da cana-de-açúcar em função da presença da comunidade de plantas daninhas foi relatada na literatura por diversos autores. GRAVENA et al. (2001), estudo conduzido em área de cana-de-açúcar, com infestação de capim-colonião, apresentou perdas de produção superior a 29% similar à observada em Batatais, onde os resultado foi a redução de 33,4% na área experimental, ambas sem a realização do controle das plantas daninhas.

Outros resultados de pesquisa indicaram que numa área que predominava tiririca a produtividade foi reduzida em 20% KUVA et al. (2000), infestação predominantemente de capim-braquiária promoveu perdas de até 82% KUVA et al. (2001), infestação mista de capim-braquiária e capim-colonião promoveu perda de 40% KUVA et al. (2003),

infestação mista de capim-colonião e folhas largas promoveu perda de 33% MEIRELLES et al. (2009).

No Estado de São Paulo, os insumos, as operações e a mão-de-obra envolvidos no processo de controle de plantas daninhas podem chegar a 7,78% do custo total de implantação do canavial. Para a soqueira, considerando cinco cortes, as participações do controle de plantas daninhas nos custos de produção são, em média, de 4,31% (1ª soca), 4,95% (2ª soca), 5,11% (3ª soca), 5,37% (4ª soca) e 5,73% (5ª soca), considerando investimentos para produtividades esperadas de 122, 97, 87, 77 e 67 t/ha<sup>-1</sup>, respectivamente AGRIANUAL (2009).

Os critérios para renovação dos canaviais são estudados por VEIGA FILHO (2002) considerando o Valor Anual Equivalente (EVA) estima o ciclo de produção até o 5º corte a decisão de reforma neste caso seria direcionada por critério econômico e não apenas pela produtividade.

SACARELLI (2007), realizou um estudo utilizando margem de contribuição para determinação do número ótimo de cortes do canavial, na região de Ribeirão Preto-SP. Calculou a margem de contribuição agrícola com base nos parâmetros técnicos propostos por FERNANDES (2003) e dados da CANAPLAN (2007), de produtividade por corte 134,5 t/ha<sup>-1</sup> cana planta, 107,7 t/ha<sup>-1</sup> no 2º corte, 92,8 t/ha<sup>-1</sup> no 3º, 84,4 t/ha<sup>-1</sup> 4º, 80,5 t/ha<sup>-1</sup> 5º e de estimativa de 66,5 t/ha<sup>-1</sup> 6º e de 60,7 t/ha<sup>-1</sup> 7º, que esta relacionada ao ambiente de produção classificado como ambiente A (produtividade média de 89,6 t/ha<sup>-1</sup>); o mais produtivo. Realizou simulações com as margens de contribuição num período de vinte anos, porém sem considerar a dimensão tempo dos valores monetários. Cabe ressaltar ainda que a definição utilizada de margem de contribuição foi à diferença entre Receita bruta e Custo variável e não tem em sua determinação o valor do investimento na formação da cultura. Desta o maior valor da margem de contribuição ocorreu no 4º corte em ambiente A, perfazendo necessidade de reforma do canavial.

Tabela 01. Produtividade média de cana-de-açúcar para diferentes estágios de corte, para as safras 1998 a 2003.

Corte	Produtividade média (t/ha <sup>-1</sup> )
1° cana 12 meses	79
1° cana 18 meses	110
2° - 1ª soca	89
3° - 2ª soca	78
4° - 3ª soca	71
5° - 4ª soca	68
Outros cortes	68

Fonte: Centro de Tecnologia canavieira, 2004.

Conjuntamente com as plantas daninhas as pragas de solo podem acelerar exigência de renovação do canavial, pois causam baixo rendimento na produtividade e conseqüentemente aumento no custo para controle e manejo das espécies.

### 2.3 Plantas daninhas no agroecossistema cana-crua

Com a introdução da colheita mecanizada de cana-de-açúcar e a conseqüente deposição anual e manutenção de uma camada de palha sobre a superfície do solo é de se esperar que ocorra um aumento na manifestação do processo alelopático da cana-de-açúcar sobre as plantas daninhas CORREIA et al. (2004) e GRAVENA et al. (2004). A alelopatia é definida como efeitos prejudiciais 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 vegetal ocorre pela perda da integridade da membrana celular dos resíduos das plantas permitindo a liberação direta de uma variedade de compostos, que podem atuar no desenvolvimento das plantas, atuando de maneira aditiva ou sinérgica com outras substâncias presentes na superfície do solo. A atuação dos microorganismos presentes no solo pode induzir a 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 vegetal 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.

O desencadeamento da germinação é atribuído a fatores internos e externos. Os principais fatores internos são permeabilidade da casca da semente, presença de inibidores bioquímicos e imaturidade do embrião. Já os fatores externos são disponibilidade de água, temperatura do solo, intensidade e qualidade da luz FERNANDEZ-QUINTANILLA, et al. (1991). As práticas culturais alteram substancialmente os fatores externos (condições microclimáticas) daí o grande impacto que exercem na composição florística de plantas daninhas.

A camada de palha mantida neste sistema de colheita funciona como barreira física para plântulas em emergência, altera o balanço hídrico, a amplitude térmica da superfície do solo, a quantidade e a qualidade da luz que atinge a superfície do solo VELINI & NEGRISOLI (2000). O balanço desses fatores é essencial para a germinação das sementes e para o estabelecimento das plântulas e seus efeitos são diferenciados de espécie para espécie e, em vários casos, de semente para semente da mesma espécie.

A barreira física formada pela cobertura morta reduz a oportunidade de sobrevivência de plantas daninhas com pequenas quantidades de reservas nas sementes. Para algumas espécies, as reservas não são suficientes para garantir a sobrevivência das plântulas durante a transposição da camada de palha para ter acesso à luz e aumentar o processo fotossintético PITELLI (1998).

Quando se compara com o solo cultivado tradicionalmente, a presença da palha protege a superfície do solo da elevação de temperatura durante as horas mais quentes do dia e, em contrapartida, durante a noite exerce maior resistência à dissipação de calor retido pelo solo, mantendo a temperatura mais elevada FENNER (1980); EGGLEY & DUKE (1995). A amplitude da variação térmica nas camadas superficiais do solo tende a ser menor sob a cobertura da palha. Esse comportamento exerce grande



influência na germinação das espécies de plantas daninhas, principalmente daquelas com caráter ruderal mais desenvolvido PITELLI (1998).

A disponibilidade de água é um dos fatores mais importantes para o processo de germinação das sementes e têm participação decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização e no transporte de metabólitos e como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídeos de tecido de reserva. A partir da re-hidratação dos tecidos das sementes ocorre intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas CASTRO & VIEIRA (2001).

A germinação ocorre dentro de certos limites de temperatura, e dentro destes limites há um valor ótimo CASTRO & VIEIRA (2001), que varia de espécie para espécie e muitas vezes de semente para semente dentro da mesma espécie. A temperatura influencia a absorção de água e os processos bioquímicos, e, em última instância, a velocidade e uniformidade da germinação CASTRO & VIEIRA (2001).

As sementes apresentam respostas diferenciadas em relação ao fator luminosidade. De acordo com CASTRO & VIEIRA (2001), as sementes podem ser classificadas em três categorias quanto às respostas à luminosidade: fotoblásticas positivas, que apresentam maior capacidade de germinação quando expostas à luz; fotoblásticas negativas, que germinam melhor no escuro e as fotoblásticas neutras, que são indiferentes à presença da luz durante o processo germinativo. É importante destacar que estas categorias não são absolutas e estão sujeitas às alterações ao longo do tempo. No caso de sementes de plantas daninhas, FELLIPE & POLO (1983) concluíram que as sementes de *Sida rhombifolia* e *S. spinosus* se comportam como fotoblásticas positivas, *Amaranthus deflexus* e *Cassia patellaria* também se comportam como fotoblásticas positivas quando intactas e fotoblásticas neutras quando escarificadas. Em trabalho conduzido por SALVADOR et al. (2006 a) sementes de *Sida glaziovii* podem ser fotoblástica negativa, positiva ou indiferente de acordo com as condições de temperatura e armazenamento em que são expostas. Num outro trabalho, SALVADOR et al. (2006 b) concluíram que as espécies *Euphorbia heterophylla*, *Eleusine indica*, *Ipomoea purpurea*, *Sida glaziovii* e *Brachiaria plantaginea* comportaram-se como indiferentes em relação à presença de luz para germinarem,

sendo que sementes de *Eleusine indica* apresentaram velocidade de germinação maior no escuro e sementes de *Ipomoea purpurea* na presença de luz. Por estes resultados, pode-se inferir que a resposta à luz pode ser alterada pela ação de outro fator ecológico, como a perda da integridade da semente pela ação de um predador ou pela temperatura do solo.

Nos últimos anos alguns trabalhos foram conduzidos em condições controladas com o objetivo de estudar a germinação e a emergência das principais plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar na presença de quantidades variadas de cobertura de palha de cana-de-açúcar. SILVA et al, (2003) observaram que camadas de palha de até 8 t/ha<sup>-1</sup> retardaram a emissão de manifestações epígeas de *Cyperus rotundus* mas não afetaram a sua densidade final. Com 16 t/ha<sup>-1</sup> de palha houve redução no número de manifestações epígeas, no entanto, a massa seca acumulada por estas estruturas e a produção de novos tubérculos não foi afetada. Em outro trabalho DURIGAN et al, (2004) constaram que a quantidade de 10 t/ha<sup>-1</sup> de palha foi suficiente para reduzir a emissão de manifestações epígeas, mas não conseguiu impedir a formação de grandes densidades de manifestações epígeas no campo.

AZANIA et al. (2002), constatou que as sementes de *Ipomoea quamoclit* e *Merremia cissoides* conseguiram emergir sob uma camada de 15 t/ha<sup>-1</sup> de palha de cana, cultivares SP 79-2233, embora sofresse redução de 46% e 62 %, respectivamente, de plântulas emergidas quando comparado à ausência de palha. Estes autores concluíram que, dentre as diferentes espécies estudadas, *I. hederifolia* foi a menos suscetível ao efeito da camada de palha, ao passo que *M. cissoides* foi a mais susceptível. Para *Ipomoea grandifolia*, MARTINS et al. (1999), obteve redução na emergência com uma camada de 15 t/ha<sup>-1</sup> de palha e estímulo quando a camada foi de 2 a 10 t/ha<sup>-1</sup>.

GRAVENA et al. (2004) em estudo conduzido em mesocosmos (caixa de cimento para reproduzir as condições naturais de espécies) observou que a camada de palha, por si só, reduziu as densidades das populações de *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Sida glaziovii* e *Amaranthus hybridus* a níveis de infestação considerados baixos, quando comparados com a testemunha sem

cobertura. Por outro lado, para *Senna obtusifolia*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea grandifolia*, a população de plântulas foi reduzida, porém para níveis ainda considerados insatisfatórios. CORREA & DURIGAN (2004), verificaram que camadas de palha com 5, 10 e 15 t/ha<sup>-1</sup> inibiram a emergência de plântulas das espécies *Brachiaria decumbens* e *Sida spinosa*. Para a espécie *Digitaria horizontalis* a inibição somente ocorreu com camada igual ou superior a 10 t/ha<sup>-1</sup>.

Resultados obtidos por ROSSI et al. 2006, em dois experimentos conduzidos no campo, demonstraram que na presença 7,5 e 15 t/ha<sup>-1</sup> de palha de cana as sementes de *Brachiaria plantaginea*, *Panicum maximum* e *Commelina benghalensis* não germinaram. No entanto 15/ha<sup>-1</sup> de palha causou a inibição da germinação de *Brachiaria decumbens* e *Ipomoea quamoclit*, porém, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea nil* e *Ipomoea grandifolia* continuaram geminando, embora em menores quantidades em relação ao solo sem a presença da palha.

#### **2.4 Cordas-de-viola na cultura da cana-de-açúcar**

Um conjunto de espécies de plantas daninhas conhecidas popularmente como cordas-de-viola tem se destacado nas comunidades infestantes da cultura da cana-de-açúcar, particularmente em áreas de colheita de cana-crua. Estas espécies pertencem aos gêneros *Ipomoea* e *Merremia*, da família Convolvulaceae. Dentro do gênero *Ipomoea* destacam-se as espécies de *I. hederifolia*, *I. quamoclit*, *I. nil*, *I. grandifolia* e *I. purpurea*, enquanto no gênero *Merremia* destacam-se *M. cissoides* e *M. aegyptia*.

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). 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 ligadas à planta mãe, favorecendo a disseminação pela colhedora para médias e longas distâncias.

Trabalhos conduzidos em casa-de-vegetação, ministrando-se solução nutritiva completa e sem a presença da cana-de-açúcar dedicaram-se ao estudo do crescimento e absorção de nutrientes por *I. nil* DUARTE (2006), *I. quamoclit* BIANCO et al. (2008a), *I. grandifolia* BIANCO et al. (2008b) e *I. hederifolia* GUZZO, (2007). Todos observaram grande aumento da massa seca a partir do segundo terço do ciclo de desenvolvimento, principalmente dos caules. Nestes trabalhos o acúmulo máximo de massa seca por planta ocorreu aos 146 dias após a emergência (DAE) para *I. quamoclit* (6,46 g planta<sup>-1</sup>), aos 119 DAE para *I. nil* (31,91 g planta<sup>-1</sup>), aos 147 DAE para *I. hederifolia* (29,69 g planta<sup>-1</sup>) e aos 192 DAE para *I. grandifolia* (28,76 g planta<sup>-1</sup>). No caso da *I. hederifolia*, uma planta por ocasião do máximo acúmulo de massa seca apresentou 726,82 mg planta<sup>-1</sup> de N, 51,75 mg planta<sup>-1</sup> de P, 810,02 mg plantas<sup>-1</sup> de K, 349,87 mg planta<sup>-1</sup> de Ca, 148,03 mg planta<sup>-1</sup> de Mg e 64,43 mg planta<sup>-1</sup> de S. GUZZO (2007).

Em condições de campo SILVA et al. (2009), constatou que uma comunidade de plantas daninhas com predomínio absoluto de *I. hederifolia* pode conviver por 33 dias (PAI – período anterior à interferência) a partir do cultivo e adubação com a cana-de-açúcar. O potencial total de redução de produtividade dessa comunidade de plantas daninhas foi de 46% quando comparado com a cana-de-açúcar mantida livre de competição durante todo o ciclo. Esses resultados indicam que essa espécie interfere indiretamente dificultando a colheita e diretamente reduzindo a produtividade da cana.

Segundo SILVA, et al. (2009), no grupo de plantas que compreende as convolvuláceas destacou-se com as espécies de dicotiledôneas em maior quantidade e diversidade que as monocotiledôneas em áreas com histórico de manejo de plantas daninhas registrado em três anos consecutivos e com a utilização de herbicidas mimetizadores da auxina (2,4-D) no controle de plantas daninhas de dicotiledôneas e de inibidores do fotossistema II (metribuzin), usado no controle de monocotiledôneas como *Brachiaria decumbens* e *Digitaria horizontalis*. A infestação das espécies de plantas daninhas foi maior na área colhida após a queima do canavial nas reboleiras mapeadas foram encontrados entre 15.600 e 36.400 sementes viáveis m<sup>-2</sup>, ocupando

uma área de aproximadamente 2 ha<sup>-1</sup>. Na área com palha, encontraram-se valores que variaram de 130 a 7.800 sementes viáveis m<sup>-2</sup>.

A precipitação pluviométrica ao longo da condução do experimento permitiu observar que *I. hederifolia* apresenta alta densidade inicial, seguida de decréscimo até 44 dias após a data do cultivo e adubação e início da brotação (DAB). Esse período correspondeu ao mês de novembro de 2005, quando a precipitação pluvial total foi pouco superior a 100 mm, notadamente essa distribuição pluviométrica para a região nordeste do Estado de São Paulo não corresponde com a regularidade. Nessas condições, as plântulas de *I. hederifolia*, que se mostraram altamente sensíveis e vulneráveis ao estresse hídrico, acabaram morrendo. O aumento da precipitação pluvial nos meses de dezembro de 2005 (140 mm) e janeiro de 2006 (250 mm) elevaram o fluxo de emergência de *I. hederifolia*, e sua população atingiram cerca de 30 plantas m<sup>-2</sup> aos 69 (DAB). Posteriormente, com a ocorrência de competição intra e interespecífica, a densidade populacional voltou a reduzir gradativamente, até atingir o valor estimado de 2,33 plantas m<sup>-2</sup> aos 229 (DAB) SILVA, et al. (2009).

A definição real da quantidade de espécies de *Ipomoea* spp é muito questionada por pesquisadores e técnicos envolvidos no sistema de produção de cana-de-açúcar. Os frequentes fluxos de emergências que ocorrem durante todo o ciclo da cultura da cana-de-açúcar, dificultam a determinação de números aceitáveis de plantas por metro quadrado quando comparado seu estágio de desenvolvimento com o da cultura, perfazendo a necessidade de novos ensaios.

## **2.5 Caracterização das comunidades infestantes de plantas daninhas**

O sucesso do controle químico sobre as plantas daninhas depende de vários fatores. Na cana-de-açúcar depende das características do canavial, da época de corte e modalidade de colheita, plantio, tipo de solo, condições climáticas, dos herbicidas escolhidos e das plantas daninhas a serem controladas. O conhecimento mais aprofundado da composição da comunidade infestante de planta daninha poderá

contribuir na redução das despesas destinadas ao controle desta plantas, pois os recursos poderão ser empregados de maneira mais criteriosa e específica, em função das características dos ambientes de produção, dos herbicidas e das comunidades infestantes.

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 responsáveis pela 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).

Para descrever e caracterizar a composição específica da comunidade de planta daninha recorre-se aos estudos fitossociológicos. A fitossociologia é o estudo das comunidades vegetais quanto à composição e a estrutura florística BRAUN-BLANQUET (1979). Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas num determinado tempo e espaço. Repetições programadas dos estudos florísticos podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações, e essas variações podem estar associadas às práticas agrícolas adotadas. A análise estrutural ou levantamento fitossociológico de uma determinada lavoura é muito importante, para obter parâmetros confiáveis da florística das plantas daninhas de um determinado nicho, OLIVEIRA & FREITAS (2008).

Segundo PITELLI (2000), os índices fitossociológicos são importantes para analisar os impactos que os sistemas de manejo e as práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agroecossistemas. Esses índices são determinados levando-se em conta a densidade, distribuição espacial e a biomassa das populações presentes. A densidade relativa reflete a participação numérica de indivíduos de uma determinada espécie na comunidade; a frequência expressa à uniformidade de distribuição espacial das populações; a dominância relativa representa a relevância de uma espécie em termos da massa global da comunidade infestante e a importância relativa é uma análise ponderada dos três índices anteriores e indica as espécies mais importantes em termos

de infestação numa cultura. Especificamente para áreas de cana-de-açúcar esses estudos foram realizados recentemente por KUVA et al. (2007), na região de Ribeirão Preto, SP.

Segundo OLIVEIRA & FREITAS (2008), em trabalho fitossociológico na Região de Campos dos Goytacazes, RJ. Em cana-planta o levantamento foi realizado até 30 dias após o plantio e em cana-soca, no período de 30 a 45 dias depois da colheita.

Os resultados de densidade relativa para as áreas de cana-soca em relevo de baixada com avaliações durante o período de outono-inverno destacam como principais espécies o *C. rotundus* e *B. sulphurea* com (95,28%) e (2,26%). A espécie *R. exaltata* com (82,58%) em áreas de relevo de baixada no período de primavera-verão, exerceu maior influência dentro da comunidade, utilizando-se o mesmo critério. A competição interespecífica que persiste durante os diferentes períodos, elucida a necessidade de controle e monitoramento.

Nos sistemas de cana-soca, no relevo de tabuleiro, nos períodos de outono-inverno e primavera-verão a espécie *I. grandifolia* (corda-de-viola) mereceu destaque devido à sua elevada frequência relativa (34,43 e 15,48%) e dominância relativa (25,63 e 10,42%). O conjunto de espécies do gênero *Ipomoea* spp, pode causar competição pré-determinando a agressividade em relação aos fluxos durante o período de desenvolvimento da cultura, as condições pluviométricas pode acelerar o desenvolvimento das espécies do gênero em diferentes épocas, causando interferência nas práticas culturais e até mesmo no rendimento operacional de colheita mecanizada.

Em cana-soca, relevo de morro na primavera-verão, a espécie *B. pilosa* (28,85%) e a espécie que mais se destacou devido à sua alta densidade relativa.

Em áreas de cana-planta as espécies *C. rotundus*, *R. exaltata* e *I. grandifolia* destacam-se tanto no período de outono-inverno quanto no período de primavera-verão). Além das espécies de *B. mutica* e *D. horizontalis* em áreas de baixada durante o período de outono-inverno apresentar altos valores de dominância relativa. No mesmo sistema de plantio e área, porem período de primavera-verão, as espécies *Amaranthus retroflexus* e *Portulaca oleracea* são mais preocupantes, devido à frequência relativa aumentar o Índice de valor importância (IVI) destas espécies. O preparo do solo antes

do plantio pode ter estimulado a germinação dessas espécies. Segundo BLANCO & BLANCO (1991), a movimentação do solo estimula a emergência de *Amaranthus* sp. e *P. oleracea*.

Os valores de (IVI) em cana-planta em áreas de tabuleiro destaca as espécies de *C. rotundus* e *R. exaltata* nos períodos de outono-inverno e primavera-verão. E as espécies de *P. maximum* e *D. insularis* em cana-planta, em áreas de relevo de tabuleiro no período de primavera-verão e outono-inverno ganham importância em razão de apresentarem maiores valores de dominância relativa.

Em cana-planta, relevo de morro e nos períodos de outono-inverno e primavera-verão, merece destaque a presença de *M. atropurpureum* entre as cinco espécies de maior IVI nos períodos de outono-inverno e primavera-verão, com significativos valores de densidade relativa. Essa espécie é utilizada, comumente, como adubo-verde em diversas culturas; no entanto, a presença de *M. atropurpureum* em cana-de-açúcar pode ser problemática. De acordo com BRITO (2003), o siratro em aproximadamente 70 dias promove cobertura total do solo. Sabendo que o período total de prevenção da interferência em cana-planta é de, aproximadamente, 90 dias ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982), deduz-se que a presença de *M. atropurpureum* competirá com a cana-de-açúcar e poderá causar reduções significativas na produtividade.

Tabela 02. Comparação da similaridade de comunidade de plantas daninhas ocorrentes em cana-de-açúcar em resposta ao relevo, tipo de cultivo e período do ano.

	Critério de comparação	Índice de similaridade (%)
Relevo	Baixada x Tabuleiro	46,3
	Baixada x Morro	26,8
	Tabuleiro x Morro	32,3
Tipo de cultivo	Cana-soca x Cana-planta	40,7
Período do ano	Outono-inverno x Primavera-verão	56,1

OLIVEIRA & FREITAS, 2008

OLIVEIRA & FREITAS (2008), aponta índice de similaridade apenas no período de outono-inverno, sendo superior a 50 %. Os mesmos autores retratam que a dissimilaridade entre as áreas e épocas pode ser ocasionada 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 (mecânico, cultural e químico) principalmente a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, que contribuem para selecionar flora diversificada. O índice de similaridade obtido para cana-soca x cana-planta foi inferior a 50%, o que pode ser explicado pelo não-revolvimento do solo em cana-soca, o que pode dificultar a germinação de sementes fotoblásticas positivas ou negativas ou daquelas que precisam de escarificação mecânica para quebrar o mecanismo de dormência. Por outro lado, a cana-planta passa por todo o processo de preparo do solo, com aração e gradagem, os quais contribuem para aparecimento de plantas daninhas.

As composições específicas de comunidades infestantes de diferentes locais podem ser comparadas utilizando-se o coeficiente de similaridade de ODUM (1985), que considera o número de espécies de duas diferentes áreas e o número de espécies comuns. Este índice permite comparar as áreas duas a duas quanto à composição florística, possibilitando a recomendação de tratamentos comuns ou específicos para cada um dos talhões MACEDO et al. (2003). A grande limitação deste método de análise é que não leva em consideração a magnitude, o acúmulo de biomassa e tampouco a distribuição das diferentes populações de plantas daninhas.

Algumas técnicas da estatística multivariada são capazes de estabelecer padrões por meio de um banco de dados HAIR (2006). Se aplicados num banco de dados de composição específica de plantas daninhas em área com cultivo de cana-de-açúcar essa técnica possibilitará a obtenção de agrupamentos padrões de acordo com as participações relativas das populações das diferentes espécies na comunidade infestante. O agrupamento de talhões com algumas similaridades, se realizado com ferramentas estatísticas e se considerados os índices relevantes e práticos, poderá ser bastante útil na tomada de decisões para controle de plantas daninhas.

Um procedimento estatístico que pode ser utilizado para o estabelecimento de grupos padrões 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, de distância euclidiana ou de outros coeficientes. Outra possibilidade

de padronização das infestações de comunidades de plantas daninhas é a utilização da análise discriminante.

Trabalhando com índices fitossociológicos calculados a partir de dados da comunidade infestante de plantas daninhas em áreas de agroecossistema e técnicas de análise de agrupamento, KUVA et al. (2007), buscaram agrupar os talhões em padrões de acordo com semelhanças na composição específica. Foi possível distinguir quatro grupos em função da importância relativa (I.R.) e cinco grupos de talhões em função do índice de agregação (V/m), sendo que dentro de alguns grupos houve formação de sub-grupos.

A estratégia de manejo de plantas daninhas nas unidades produtivas referentes às metodologias empregadas são falhas e os números amostrados não são significativos para tomada de decisão. Alguns trabalhos para fins de praticidade, agilidade e na identificação faz-se necessário, quer seja, pela forma avaliações fitossociológicas, fotográfica ou com visualização loco. Em fim, existe no setor grande necessidade de informação histórica de infestação para empregar as técnicas de estatística multivariada.

## **2.6 Efeito da palha no comportamento de herbicidas**

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar está cada vez mais presente nos sistemas de produção no Brasil. Nesse sistema, sem queima, as folhas, bainhas, ponteiros, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal (*mulch*) denominada palha. A quantidade de palha em canaviais colhidos sem queima é variável de 10 a 30 t/ha<sup>-1</sup>, dependendo da cultivar empregada TRIVELIN et al. (1996). A cobertura morta, após a colheita ocasiona mudanças químicas, físicas e biológicas no solo, podendo provocar seleção da comunidade infestante, suprimindo-se a infestação de plantas daninhas normalmente consideradas importantes nos canaviais.

A manutenção da palha na superfície do solo pode também alterar a eficácia dos herbicidas aplicados em pré-emergência, pois neste sistema o transporte do herbicida até a superfície do solo é realizado pela água da chuva ou irrigação MACIEL & VELINI, (2005); SIMONI et al. (2006).

Na presença de até 10 t/ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar, o controle das plantas daninhas *Senna obtusifolia*, *I. nil*, *I. hederifolia* e *I. grandifolia*, foi satisfatório quando aplicado o herbicida ametryn + trifloxysulfuron sodium. Com mais quantidades de palha foi reduzido à ação desta associação (GRAVENA et al. (2004).

Com a associação de diuron e hexazinone quando aplicado, sobre quantidade de palha de 10 t/ha<sup>-1</sup>, foi promovido controle de 85% de *I. grandifolia*, tanto em pré-emergência como em pós-emergência verificando-se menor controle de *E. heterophylla* CORRÊA et al. (2006).

Segundo CAVENAGHI et al. (2006a), com o aumento da quantidade de palha de cana sobre o solo, ocorre diminuição da lixiviação do imazapic pela chuva, principalmente com 20 t/ha<sup>-1</sup> de palha. O mesmo resultado foi verificado com amicarbazone CAVENAGHI et al. (2007).

Para a formulação de hexazinone e diuron, VELINI et al. (2004), verificaram 39, 33, 14, 4 e 1% de transposição da palha para camadas uniformes com 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t/ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em trabalho semelhante, porém para o herbicida diuron, NEGRISOLI et al. (2002) constataram que 28, 5, 1, 1, 0 e 0% do herbicida passaram diretamente pelas camadas de palha de cana-de-açúcar constituídas por 2, 4, 6, 8, 10, 15 e 20 t/ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

VELINI et al. (2002 a), estudaram a remoção do herbicida tebuthiuron da palha de cana-de-açúcar tendo como variáveis: (i) duas formulações, Combine 500 SC (suspensão concentrada, 500g/l e Perflan ( pó molhável, 800g/kg), (ii) várias espessuras da lâmina d'água aplicada na forma de chuva simulada (2,5; 5; 10; 20; 35; 50 e 65 mm após a aplicação e duas outras simulações complementares de 20 mm espaçadas de uma semana), (iii) diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar sobre o solo (5, 10, 15 e 20 t/ha<sup>-1</sup>) e (iv) umidade da palha no momento da aplicação (seco e úmido). Observaram que o tebuthiuron, formulação Combine 500 SC, permitiu

que fosse removido, em média, 25% mais tebuthiuron da palha quando comparada à formulação Perflan. Entretanto, o pré-molhamento reduziu em 44%, na média das duas formulações, a remoção do herbicida pela água da chuva simulada. Concluíram, ainda, que a partir de 20 mm de chuva houve boa remoção do herbicida e que as situações experimentais complementares pouco colaboraram com a remoção. Por outro lado, segundo VELINI et al., (2002 b), a aplicação de tebuthiuron sobre palha de cana-de-açúcar, seguida por longos períodos sem chuva reduziu a liberação deste herbicida para o solo com possível redução de eficiência no controle de plantas daninhas. SIGUA et al. (1993), sugerem que a menor lixiviação de atrazine quando aplicado em resíduo fresco, com maior teor de água, se deve à capacidade hidrofílica maior deste resíduo em relação aos resíduos envelhecidos.

O herbicida para controlar plantas daninhas inicialmente deve apresentar capacidade de transpor a palha, a precipitação pluviométrica é tolerável entre 25 a 40 milímetros podendo auxiliar essa transposição. Outro aspecto importante é a sorção que definirá a atração e a retenção aos compostos no solo, pois a capacidade de trocas catiônicas (CTC), o teor de carbono orgânico, a textura e mineralogia e o pH do solo.

Os herbicidas imazapic, imazapyr, hexazinone, amicarbazone e tebuthiuron, apresentam características físico-químicas, que possibilitam transpor a palha, sendo estes aplicados em época-seca.

Os resultados ajustados pelo modelo de Mitscherlich em ensaio de CAVENAGHI, et al. (2007), demonstraram que a quantidade de amicarbazone lixiviada pelas lâminas aplicadas variou conforme a quantidade de palha utilizada (5, 10, 15 e 20 t/ha<sup>-1</sup>). Para 5 toneladas de palha de cana-de-açúcar ha<sup>-1</sup>, a lâmina de 2,5 mm lixiviou 40% do produto aplicado, enquanto para 10, 15 e 20 t/ha<sup>-1</sup> a mesma lâmina lixiviou 33, 25 e 25% do produto aplicado, respectivamente.

A lâmina de 20 mm demonstrou ser importante para definir a saída de grande parte do herbicida aplicado, lixiviando 76% (1.068 g/ha<sup>-1</sup>), 75% (1.044 g/ha<sup>-1</sup>), 63% (883 g/ha<sup>-1</sup>) e 58% (814/g ha<sup>-1</sup>) da quantidade total aplicada para 5, 10, 15 e 20 toneladas de palha de cana-de-açúcar ha<sup>-1</sup>.

A quantidade de amicarbazone lixiviada pelas lâminas até 65 mm para as quantidades de 5, 10, 15 e 20 toneladas de palha de cana-de-açúcar  $\text{ha}^{-1}$  foi, respectivamente, de 81% ( $1.139 \text{ g/ha}^{-1}$ ); 81% ( $1.135 \text{ g/ha}^{-1}$ ), 67% ( $937 \text{ g/ha}^{-1}$ ) e 61% ( $853 \text{ g/ha}^{-1}$ ) do total aplicado. Em trabalho para as lâminas aplicadas de 2,5, 5, 10, 20, 35, 50 e 65 mm seguiram um mesmo padrão, sendo observada diferenças maiores entre as quantidades lixiviadas nas primeiras lâminas (2,5, 5, 10 e 20 mm) e diferenças menores entre as lâminas finais (35, 50 e 65 mm). Esses resultados são similares aos do ensaio anterior, em que a lâmina de 20 mm foi importante para lixiviação da maior parte do produto retido na palha, independentemente do intervalo de tempo entre a aplicação e a primeira chuva.

Os resultados das simulações de chuvas de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras lâminas (2,5 a 65 mm) apresentaram valores distintos para cada intervalo de tempo, variando de 0,29 a 7,14% de lixiviação do total aplicado, não mostrando nenhuma correlação com a quantidade de produto já lixiviada ou o intervalo de tempo.

Conclui-se que quantidades de palhas de cana-de-açúcar próximas a  $5 \text{ t/ha}^{-1}$  já são capazes de interceptar praticamente toda a calda de pulverização do herbicida testado. A primeira chuva e os 20 mm de chuvas iniciais são fundamentais para lixiviação do amicarbazone da palha para o solo; a lixiviação é reduzida com o aumento do intervalo entre a aplicação e a primeira chuva.

## **CAPÍTULO 2 - ORGANIZAÇÃO DAS COMUNIDADES INFESTANTES DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM AGRUPAMENTOS PADRÕES**

**Resumo** – O objetivo deste estudo foi avaliar a possibilidade de agrupar talhões de cana-de-açúcar colhida mecanicamente e sem queima prévia da palha na região de Ribeirão Preto, SP, de acordo com o potencial de infestação de plantas daninhas por meio de análise de agrupamento e outras técnicas de análise multivariada, utilizando como variáveis o índice de infestação relativa atribuído por avaliações visuais. Esta pesquisa constou de duas etapas: A primeira contemplou vinte talhões de cana-planta com ciclo de dezoito meses; essas áreas foram utilizadas para comparação de dois métodos de estimativa da composição específica da flora daninha: a análise fitossociológica, descrita por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e a outra por meio da porcentagem visual de cobertura geral (CG) e específica (CE). A segunda consistiu no levantamento da composição específica da comunidade de plantas daninhas em 189 talhões, em áreas de cana-soca colhidas durante a safra 2008, atribuindo-se nesses talhões apenas CG e CE. Com as informações dos levantamentos da comunidade infestante foi construído um banco de dados, posteriormente submetido a análises exploratórias por técnicas de estatística multivariada. Para as principais espécies dentro dos talhões (DIGNU, ARHHY - amendoim, IPOHF, MRRCI e IPOQU, seguidas de CYPRO, ELEIN e EPHHS), verificaram-se 75% de coincidências de resultados entre os dois métodos de avaliação. Verificou-se que as avaliações visuais de porcentagem de cobertura das espécies podem substituir, para fins de praticidade, agilidade e aplicabilidade, as avaliações fitossociológicas, pois proporcionaram boa capacidade de detecção das principais plantas daninhas dentro de cada talhão. As técnicas de estatística multivariada demonstraram que os talhões podem ser agrupados de acordo com semelhanças na intensidade da infestação e composição específica.

**Palavras-chave:** análise multivariada, cana-crua, fitossociologia, matologia, *Saccharum* spp.

## Introdução

As plantas daninhas estão entre os principais componentes do agroecossistema da cana-de-açúcar que interferem no desenvolvimento e na produtividade. A presença dessas plantas pode afetar o processo produtivo, competindo pelos recursos do meio, hospedando pragas e doenças ou interferindo nas práticas culturais e na colheita PITELLI (1985). O potencial de redução de produtividade é variável e depende da severidade de infestação e das principais espécies presentes. Alguns resultados de pesquisa indicaram que numa área que predominava tiririca a produtividade foi reduzida em 20% KUVA et al. (2000), infestação predominantemente de capim-braquiária promoveu perdas de até 82% KUVA et al. (2001), infestação mista de capim-braquiária e capim-colonião promoveu perda de 40% KUVA et al. (2003), infestação mista de capim-colonião e folhas largas promoveu perda de 33% (MEIRELLES et al. (2009) e infestação predominantemente de corda-de-viola promoveu redução de 46% SILVA et al. (2009). As operações relacionadas ao controle de plantas daninhas demandam de 30% a 35% (cana-planta) e de 40% a 45% (cana soca) dos recursos empregados ROLIM & PASTRE (2000).

A utilização de herbicidas é o método de controle mais empregado para minimizar a interferência negativa das plantas daninhas na cana-de-açúcar, sendo empregado em 90% das áreas cultivadas KISSMANN (2000). Com registro junto ao ministério da agricultura existem vinte e nove moléculas de herbicidas e algumas misturas formuladas. Esses herbicidas pertencem a dezenove grupos químicos, abrangendo onze mecanismos de ação AZANIA et al. (2008). Além disso, apresentam diferentes características físico-químicas fazendo com que a interação com o ambiente, solo e clima, resultem em diferenças importantes no seu comportamento CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO (2005).

Para melhor utilização dos recursos químicos de controle de plantas daninhas, o conhecimento das características dos herbicidas, das condições do ambiente e da composição específica da comunidade infestante são pontos relevantes. O estudo mais aprofundado da composição da flora de planta daninha poderá contribuir, sem dúvida,

na redução das despesas destinadas ao controle, pois os recursos poderão ser empregados de maneira mais criteriosa e específica em função das características da área, dos herbicidas e da comunidade infestante. A organização dos talhões ou unidades de colheita agrupando aqueles com um nível mínimo de similaridade, se realizado com técnicas da estatística e se considerados os índices relevantes e práticos, poderá ser bastante útil na tomada de decisões para a escolha dos tratamentos químicos para o controle de plantas daninhas KUVA et al. (2006). A análise multivariada já tem sido utilizada como ferramenta no estudo do comportamento de colonização de macrófitas aquáticas PITELLI et al. (2009) e para diferenciar espécies de plantas daninhas um mesmo gênero ou gêneros distintos COSTA et al. (2006).

O procedimento que tem sido adotado por alguns produtores quanto ao levantamento das plantas daninhas, erroneamente denominado por “matologia”, constituindo assim na manutenção e monitoramento de áreas de observação dentro dos talhões sem aplicação de herbicidas. Esta prática 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 restante do talhão. Em alguns casos, o banco de dados engloba inúmeras informações sendo necessário o uso de técnicas da estatística para se obter as mais relevantes. 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 otimizar as 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.

Segundo FERRAUDO (2005) de um modo geral análise multivariada (análise de agrupamento, análise de componentes principais, análise de correlação canônica, análise discriminante, análise de correspondência, redes neurais artificiais) refere-se a



todos os métodos estatísticos que simultaneamente analisam múltiplas medidas (variáveis) sobre cada indivíduo, amostra ou objeto sob investigação. As variáveis devem ser aleatórias e inter-relacionadas de maneira que seus diferentes efeitos não podem ser interpretados de forma separada. Os métodos multivariados tornam possível levantar questões específicas e precisas de considerável complexidade em conjunto de dados transformando informação m-dimensional em tri-dimensional ou bi-dimensional. Na posse de uma enorme quantidade de informações a questão principal que surge é naturalmente como interpretá-las e, obedecendo à natureza multivariada, como extrair informação relevante.

Segundo PITELLI (2000), os índices fitossociológicos são importantes para analisar os impactos que os sistemas de manejo e as práticas agrícolas exercem sobre a dinâmica de crescimento e ocupação de comunidades infestantes em agroecossistemas. Esses índices são determinados levando-se em conta a densidade, distribuição espacial e a biomassa das populações presentes. A densidade relativa reflete a participação numérica de indivíduos de uma determinada espécie na comunidade; a freqüência expressa a uniformidade de distribuição espacial das populações; a dominância relativa representa a relevância de uma espécie em termos da massa global da comunidade infestante e a importância relativa é uma análise ponderada dos três índices anteriores e indica as espécies mais importantes em termos de infestação numa cultura.

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar a possibilidade de agrupar talhões de cana-de-açúcar colhida mecanicamente e sem queima prévia da palha na região de Ribeirão Preto, SP, de acordo com o potencial de infestação de plantas daninhas por meio de análise de agrupamento e outras técnicas de análise multivariada, utilizando como variáveis o índice de infestação relativa atribuído por avaliações visuais.

## **Material e métodos**

Esta pesquisa foi composta por duas etapas, ambas realizadas em unidade produtora de açúcar e álcool na região de Ribeirão Preto, SP.

Foram realizados levantamentos da composição de comunidades infestantes de plantas daninhas em vinte talhões. Esses levantamentos foram realizados nas áreas de observação e coleta denominadas de “matologia” (testemunha), mantidas sem aplicação de herbicidas, e também na área tratada com herbicida em seu entorno.

As áreas “matologia” foram alocadas de maneira a respeitar uma distância mínima de 30 metros em relação ao carreador. As áreas de “matologia” foram padronizadas obedecendo as dimensões de 12 metros por 7,5 metros. Foram realizados levantamentos aproximadamente aos 120 dias após a aplicação dos herbicidas no restante do talhão por dois diferentes métodos: (i) por meio de quadrados vazados e (ii) por meio de notas visuais de cobertura ou controle.

Na avaliação com quadrados vazados foram utilizados quadrados com 0,5 metros de lado, que foram lançados aleatoriamente por vinte vezes, sendo dez na área de “matologia” e dez na área tratada com herbicida, obedecendo a uma distância mínima de dez metros da área de “matologia”. No segundo método atribuiu-se porcentagem de cobertura por cada uma das principais espécies na área de “matologia” e porcentagem de controle dessas principais espécies na área tratada com herbicida. Para este ensaio em ambas as etapas foram estabelecidas uma parcela a cada 50 ha<sup>-1</sup>.

Nos levantamentos com quadrados vazados, as plantas daninhas presentes na área amostral foram identificadas, cortadas rente ao solo, agrupadas por espécies, contadas e depois colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70°C até estabelecer o peso constante. Com estes dados, foram determinadas a frequência, a densidade e a massa seca específica.

Os dados de densidade e massa seca foram extrapolados para número de plantas e gramas de massa seca por metro quadrado, respectivamente. Com os dados obtidos em cada amostragem foi realizada a análise fitossociológica da comunidade infestante, segundo procedimento descrito por Mueller-Dombois e Elleberg (1974), sendo determinada para cada espécie a densidade relativa (De); dominância relativa (Do); frequência relativa (Fr.R) e o índice de valor de importância (IVI).

Antes da coleta, nas áreas “matologia” atribuiu-se notas visuais para cobertura geral (CG) foi caracterizada com nota crescente, variando entre 0 e 100% de acordo

com a infestação, considerando todas as espécies. A cobertura específica (CE) foi realizada com nota visual, atribuindo-se notas em porcentagem para cada espécie totalizando em 100%.

Para minimizar os desvios entre as porcentagens de cobertura (CG e CE), foi calculado o índice de infestação relativa (I.I.R.) segundo a fórmula:

$$\text{I.I.R.}\% = (\text{CE} \cdot \text{CG}) / 100$$

Na segunda etapa, de configuração do banco de dados, foram amostrados 189 talhões em áreas de “matologia que ficaram livres da aplicação comercial de herbicidas determinando-se apenas a CG e CE de maneira empírica (visual).

Previamente a realização das análises estatísticas, foi realizada uma redução no número de categorias para plantas daninhas, adotando como critério o nível de participação mínima da composição específica nos talhões estudados na segunda etapa. Sendo assim, os 48 táxons encontrados nos levantamentos foram reduzidos a nove categorias: DIGSS; BRAPL; AMASS; EPHHS; CYNDA; EPHHL; CLEAF; CYPRO; CORDA (IPOHF e IPOQU), e OUTRAS. As categorias DIGSS e AMASS contemplam todas as espécies encontradas do complexo capim-colchão e caruru, respectivamente. As categorias BRAPL, EPHHS, CYNDA e EPHHL contemplam as espécies *Brachiaria plantaginea*, *Chamaesyce hissipifolia*, *Cynodon dactylon* e *Euphorbia heterophylla*, respectivamente. A categoria CORDA contempla as espécies *I. quamoelit*, *I. grandifolia*, *I. nil*, *I. hederifolia*, *I. purpurea* e *M. aegyptia*; a categoria OUTRAS contempla todas as espécies que não atingiram 2% de participação considerando todas as unidades que compõe a pesquisa e que no contexto geral apresentaram pouca importância individualmente. O grau de infestação foi estabelecido de acordo com o estágio de desenvolvimento das espécies considerando-se o número de folhas, crescimento vegetativo, fase de florescimento e fase de produção de semente e dispersão, estas categorias foram agrupadas em alta, média ou baixa infestação.

Com os dados obtidos foi elaborada uma ordenação das principais espécies dentro dos talhões amostrados adotando como critério o índice de valor de importância (IVI) ou a porcentagem de cobertura das espécies, determinando-se, ao final, a porcentagem de coincidências de posições na ordenação.

O banco de dados obtido foi submetido às análises exploratórias por técnicas da estatística multivariada de dados. Foi realizada a análise de agrupamento hierárquico HAIR et al. (2005), buscando organizar as comunidades de plantas em grupos segundo seus padrões de composição utilizando a distância euclidiana como medida de semelhança entre os talhões e como estratégia de agrupamento o método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages). Para esta análise foram excluídos talhões cuja área de amostragem da composição florística não apresentou nenhuma planta daninha, pois foram diretamente classificados num grupo específico. Os dados também foram submetidos à análise discriminante segundo metodologia recomendada por TABACHNICK & FIDELL (1983) e ENGELMAN (1997).

## Resultados e discussão

Inicialmente, foi realizada uma redução no número de categorias de plantas daninhas obedecendo como critério um nível de participação mínima na região de estudo e aspectos agrônômicos. Foi adotado como critério uma nota de corte, correspondendo ao IVI acima de 5% as espécies principais e abaixo de 5% as espécies denominadas de “outras”. Assim, as espécies principais foram: *Cyperus rotundus*, *Digitaria nuda*, *Ipomoea hederifolia*, *Merremia cissoides* e *Arachis hypogaea*. As espécies denominadas de “outras” foram: *Alternanthera tenella*, *Amaranthus* spp., *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Chamaesyce hirta*, *Chamaesyce hyssopifolia*, *Cleome affinis*, *Commelina benghalensis*, *Cynodon dactylon*, *Eleusine indica*, *Emilia fosbergii*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea quamoclit*, *Panicum maximum*, *Portulaca oleracea*, *Rhynchelytrum repens*, *Senna obtusifolia*, *Sida* spp., *Spermacoce latifolia*, *Richardia brasiliensis*, *Solanum americanum*, *Cenchrus echinatus*, *Parthenium hysterophorus*, *Sorghum arundinaceum* e *Bidens pilosa*.

Na Tabela 01 encontram-se as três principais espécies de plantas daninhas nos vinte talhões de cana-planta de acordo com a participação na comunidade infestante ordenadas por dois critérios, fitossociológico (IVI) e visual (IIR %). Para as espécies

DIGNU, ARHHY (amendoin), IPOHF, MRRCI e IPOQU, seguidas de CYPRO, ELEIN e EPHHS, verificaram-se 75% de coincidências de resultados entre os dois métodos de avaliação, destacando-se as espécies DIGNU, ARHHY, MRRCI CYPRO e IPOHF; para a segunda comparação entre as espécies houve 60% de coincidência destacando, IPOHF, DIGNU, CASOB e AMASS, Embora as duas últimas espécies não representem as principais infestantes da cultura da cana-de-açúcar, suas características e ciclos reprodutivos as tornam importantes em áreas de migração da cultura canieira onde se desenvolveu por muito tempo a atividade de pecuária. Para a terceira comparação, a coincidência foi de 45%, destacando a ocorrência múltipla de espécies no levantamento visual EPHHS+AMASS, IPOQU+DIGNU e DIGNU+EPHHL, além de IPOQU e MRRCI. Nos casos onde não houve coincidência de espécie na primeira posição, a espécie detectada como a principal utilizando o índice de valor de importância (IVI) esteve sempre presente entre as principais, seja em segundo lugar, nos talhões 1, 9, 16 e 17 ou, na pior das hipóteses, em terceiro, no talhão 12. Além disso, verificou-se que algumas espécies não detectadas pelo método fitossociológico foram detectadas pelas avaliações visuais. O conjunto destes resultados indica que para fins de praticidade, agilidade e aplicabilidade, os levantamentos fitossociológicos pelo método dos quadrados de amostragem podem ser substituídos pelas avaliações visuais por meio de atribuições de porcentagens de cobertura, desde que realizadas por técnicos treinados.

Tabela 01. Relação das três principais espécies de plantas daninhas nos vinte talhões de cana-planta de acordo com a participação na comunidade infestante ordenadas por dois critérios, fitossociológico (IVI) e visual (IIR %).

TALHÃO	Primeira		Segunda		Terceira	
	IVI	IIR %	IVI	IIR %	IVI	IIR - %
1	DIGNU	CYPRO	CYPRO	DIGNU	EPHHS	EPHHS*
2	CYPRO	CYPRO	IPOHF	IPOHF	ELEIN	-
3	IPOHF	IPOHF	DIGNU	DIGNU*	BOILF	-
4	DIGNU	DIGNU	EMISO	BRADC**	RHYRE	-
5	DIGNU	DIGNU	ELEIN	ELEIN*	AMASS	-
6	DIGNU	DIGNU	CCHEC	CYPRO	SORAR	CCHEC**
7	ARHHY	ARHHY	DIGNU	DIGNU	EPHHL	EPHHL*
8	ARHHY	ARHHY	BIDPI	BIDPI*	DIGNU	ELEIN**
9	IPOHF	MRRCI	MRRCI	IPOQU**	-	-
10	MRRCI	MRRCI	IPOHF	IPOHF	IPOQU	IPOQU*
11	ARHHY	ARHHY	IPOHF	IPOHF	DIGNU	DIGNU
12	ELEIN	IPOHF	DIGNU	DIGNU	AMASS	ELEIN
13	POROL	POROL	IPOHF	IPOHF	EPHHL	EPHHL*
14	SIDSS	SIDSS	CYPRO	BRADC	BRADC	CYPRO
15	CYPRO	CYPRO	CYPRO	IPOHF	IPOHF	SIDSS
16	EMISO	MRRCI	DIGNU	EPHHS**	MRRCI	DIGNU**
17	DIGNU	MRRCI	ELEIN	DIGNU	EPHHS	EPHHS*
18	MRRCI	MRRCI	PHBPU	PHBPU*	IPOQU	IPOQU
19	DIGNU	DIGNU	CASOB	CASOB	MRRCI	MRRCI
20	ARHHY	ARHHY	AMASS	AMASS	ELEIN	ELEIN*
PC <sup>1</sup>	75%		60%		45%	

<sup>1</sup> – porcentagem de coincidências

\* coincidências outras espécies junto à principal

\*\* coincidência de espécie incompatível

Quanto maior o número de pontos amostrados a cada 50 ha<sup>-1</sup>, variando a padronização das unidades de produção, será possível chegar, a médio ou longo prazo, a um perfil que melhor elucida o conhecimento das espécies envolvidas no sistema, quer seja para cana-planta ou para cana-soca colhida mecanicamente e sem a queima previa da palha.

Os estudos da composição florística realizados na unidade de produção podem contribuir para melhor alocar os recursos para controle de plantas daninhas por

proporcionarem melhor conhecimento da infestação e monitoramento de resultados obtidos. Porém, os custos e a operacionalização deste processo devem ser baixos o suficiente para viabilizar tal implantação.

Preliminarmente na realização da análise de agrupamento hierárquico, foi isolado um grande grupo formado por setenta talhões no qual nenhuma planta foi detectada nas áreas de levantamento da composição florística, sendo, portanto, considerado de muito baixa infestação e denominado de padrão **MB**. Os resultados da análise de agrupamento hierárquico realizado nos 119 talhões restantes (Figura 01) utilizando os índices de infestação relativa (I.I.R %) das diferentes categorias (espécies ou grupo de espécies), indicaram a presença de dois grandes grupos, de um lado (G1) composto por talhões com os maiores IIR% e de outro (G2) abrangendo os talhões com os menores IIR%.

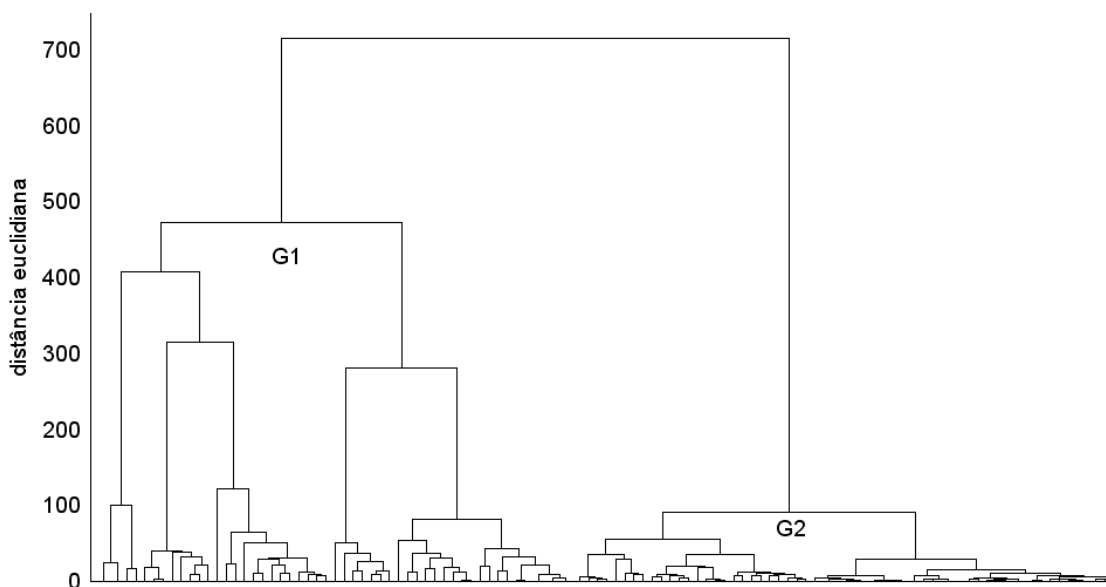


Figura 01. Dendrograma resultante da análise de agrupamento realizado com os índices de infestação relativa (I.I.R%) das diferentes espécies ou conjunto de espécies de planta daninha.

Porém, considerando critérios relevantes ao controle químico, foram identificados vários subgrupos, resultando em mais dez padrões de infestação (Figura 2 e 3): **Acyn**, caracterizado pela alta infestação com predomínio absoluto de *Cynodon dactylon*;

**Aeph**, caracterizado pela alta infestação com predomínio de *Euphorbia heterophylla*; **Amis**, caracterizado pela alta infestação mista; **Acor**, caracterizado pela alta infestação com predomínio absoluto de espécies de corda-de-viola; **AcorMmis**, caracterizado pela alta infestação de espécies de corda-de-viola, mas com média presença de outras espécies; **Mcor**, caracterizado pela média presença de espécies de corda de viola sem presença marcante de outras espécies; **Mmis**, caracterizado por baixa infestação mista; **Bcor**, caracterizado pela predominância de plantas de corda-de-viola, mas em baixa infestação; **Beph**, caracterizado pela predominância de *Euphorbia heterophylla*, mas em baixa infestação e **Bmis**, caracterizado por infestação mista em baixa densidade.

No padrão **Acyn**, encaixaram-se cinco talhões. *Cyndon dactylon* é considerada uma das plantas daninhas de maior dificuldade de controle na cana-de-açúcar. Medidas isoladas de controle químico são consideradas pouco efetivas, demandando, normalmente um programa de controle integrando desde medidas mecânicas e químicas por ocasião da renovação do canavial até aplicações em jato dirigido em canaviais recém implantados. Segundo KISSMANN (1999), esta planta daninha está em diversas culturas, dentre as quais se destaca a cana-de-açúcar, na qual uma alta infestação pode reduzir em até 80% a produção, além de diminuir o número de cortes e a vida útil do canavial. O uso de herbicidas tem sido restrito ao período de reforma do canavial, pela utilização de herbicidas não seletivos.

No padrão **Aeph** encaixaram-se oito talhões. *Euphorbia heterophylla* sempre esteve mais associada às culturas de grãos, principalmente à cultura da soja. Por apresentarem sementes de tamanho relativamente grande e com boa quantidade de reserva, suas plântulas têm conseguido ultrapassar a camada de palha e se estabelecerem nos canaviais. Estudos realizados por MARTINS et al. (1999), e GRAVENA et al. (2004), já indicavam que esta espécie poderia ter sua importância aumentada na cultura da cana-de-açúcar pelo fato de suas plântulas emergirem sob a palha, não dependerem da luz SALVADOR et al. (2007) e pelo fato da palha interferir negativamente na eficácia dos herbicidas utilizados para seu controle MONQUERO et al. (2007). Suas populações têm atingido altas densidades e apesar de apresentar ciclo



anual e pequeno acúmulo de massa quando comparado com espécies dos gêneros *Ipomoea* e *Merremia*, merecem maiores atenções.

Os padrões **Acor**, **AcorMmis** e **Mcor** foram representados por 7, 9 e 11 talhões, respectivamente. As cordas-de-viola, nas áreas de cana-de-açúcar com histórico de colheita mecanizada sem queima prévia do canavial, têm se destacado. Estudos fitossociológicos realizados por KUYA et al. (2007), em áreas antigas de cana-crua indicaram que numa escala de importância relativa quatro espécies deste grupo se destacaram dentre as quinze principais: *Ipomoea hederifolia* (2º), *Ipomoea nil* (3º), *Ipomoea quamoclit* (7º) e *Merremia cissoides* (15º).

Esse cenário já era esperado, pois segundo estudos realizados por MARTINS et al. (1999), AZANIA et al. (2002) e GRAVENA et al. (2004), as sementes de cordas-de-viola apresentam grande quantidade de reserva e, ao germinarem, suas plântulas emergem sob camadas com quantidades variáveis de palha. 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 ligadas à planta mãe, favorecendo a disseminação pela colhedora para médias e longas distâncias.

Em condições de campo, SILVA et al. (2009), constataram que uma comunidade de plantas daninhas com predomínio absoluto de *I. hederifolia* pode conviver por 33 dias com a cana-de-açúcar a partir do cultivo (PAI – período anterior à interferência). Segundo estes autores, o potencial total de redução de produtividade da cana pela interferência desta comunidade de plantas daninhas foi de 46%. Esse resultado indica que essa espécie interfere indiretamente dificultando a colheita e diretamente reduzindo a produtividade da cana.

No padrão **Amis** e **Mmis** apresentaram treze e vinte e seis representantes respectivamente. Nestes grupos estão contidos várias espécies de plantas daninhas, algumas que predominavam nos sistema de colheita mecanizada e que estão em declínio populacional ou se adaptando ao novo ambiente (*Digitaria* spp., *Brachiaria plantaginea* e *B. decumbens*) e outras que podem estar sendo beneficiadas pelo novo

sistema de colheita e que estão aumentando suas populações com diferentes ritmos de crescimento (*Cleome affinis*, *Ricinus communis*, *Luffa aegyptiaca*, *Momordica charantia*, dentre outras) KUVA et al. (2008). Esse ritmo de crescimento dependerá da eficiência do mecanismo de dispersão e da atenção a ela dedicada na tomada de decisão quanto às estratégias de controle eficácia e outros fatores.

Nos padrões **MB**, **Bcor**, **Beph** e **Bmis** ajustaram-se setenta, onze, seis e catorze talhões, o que correspondeu a 53,4% dos talhões. Para este grupo, mesmo com a baixa representatividade amostral das espécies, vale destacar a possibilidade de se estabelecer um programa de monitoramento e destinar uma parte destes talhões para se tratar com produtos de ação pós-emergente respeitando a capacidade operacional da usina, ou mesmo empregar tratamentos menos onerosos.

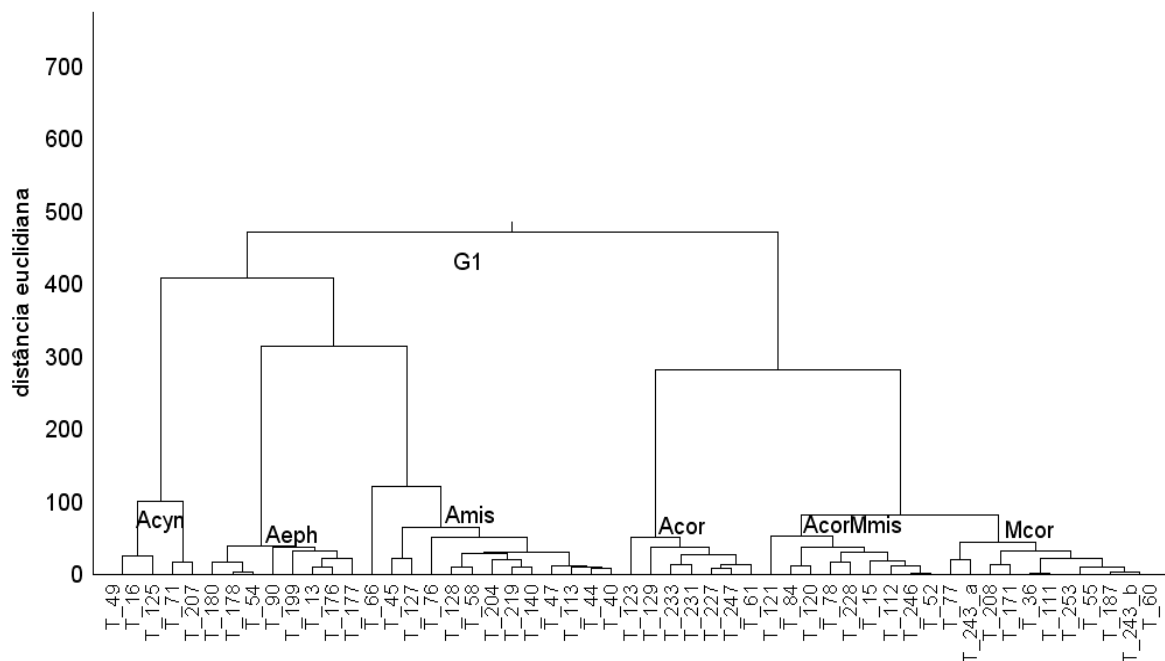


Figura 02. Detalhamento do primeiro grupo (G1), do dendrograma resultante da análise de agrupamento realizado com os índices de infestação relativa (I.I.R %) das diferentes espécies ou conjunto de espécies de planta daninha.

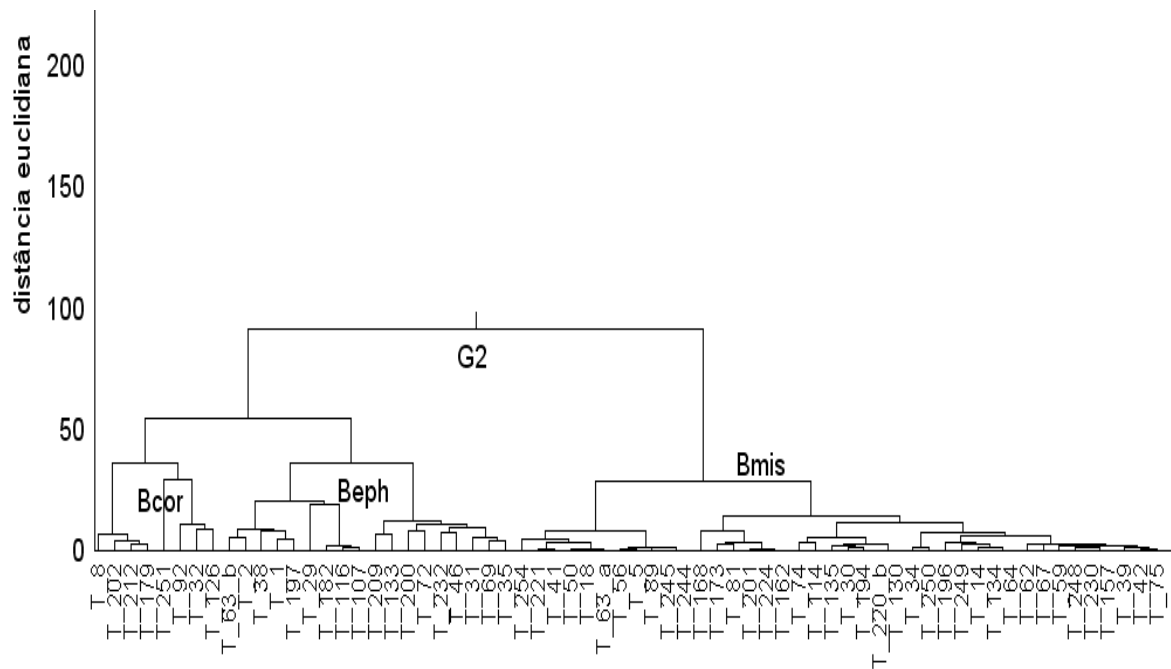


Figura 03. Detalhamento do segundo grupo (G2) do dendrograma resultante da análise de agrupamento realizado com os índices de infestação relativa (I.I.R%) das diferentes espécies ou conjunto de espécies de planta daninha.

Considerando os 119 talhões nos quais pelo menos uma espécie de planta daninha foi encontrada nos levantamentos de flora e analisando os dados pela análise discriminante (Figura 04), verificou-se que para a maioria das situações de alta infestação a separação dos grupos de talhões foi bastante nítida. Por outro lado, para as situações de alta infestação mista, média e baixa infestação não foi possível separar de forma clara os grupo.

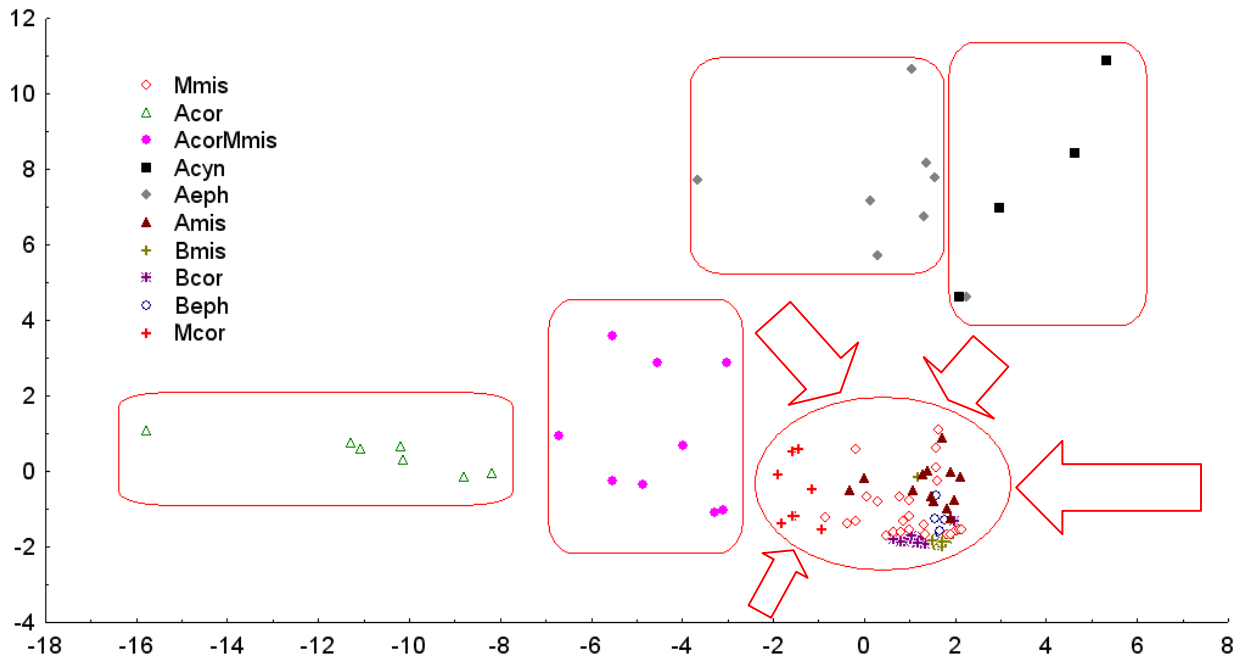


Figura 04. Distribuição gráfica da análise discriminante de 119 talhões de cana soca de acordo com suas composições específicas de plantas daninhas.

De certa forma, esta análise discriminante confirma, em parte, os resultados obtidos na análise de agrupamento. Na estratégia de manejo de plantas daninhas numa unidade produtiva as maiores atenções devem estar voltadas para os grupos mais isolados que se caracterizaram pela alta infestação por determinada espécie ou grupo de espécies. A adoção de estratégias de controle específico para cada um desses grupos poderá contribuir a deslocar, ao longo do tempo, os talhões para outros grupos cuja infestação de plantas daninhas é menor.

## Conclusões

Pelos resultados obtidos concluiu-se que as avaliações visuais de porcentagem de cobertura das espécies podem substituir, para fins de praticidade, agilidade e aplicabilidade as avaliações fitossociológicas, pois proporcionaram boa capacidade de detecção das principais plantas daninhas dentro de cada talhão. As técnicas de

estatística multivariada, agrupamento hierárquico e análise discriminante demonstraram que os talhões podem ser agrupados de acordo com semelhanças da intensidade de infestação e composição específica, sendo segregados dez padrões de infestação.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. 2009. Anuário da Agricultura Brasileira. 14ª edição. FNP Consultoria & Agroinformativos, 497p. 2009.
- ALMEIDA, H. A. de. Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 182, 32p., 2001.
- ARÉVALO, R. A.; BERTONCINI, E. I. Efeito e manejo de *Cyperus rotundus* (tiririca) na agricultura brasileira In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 20., Florianópolis. Palestras, p. 44 - 66, 1995 b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AGRONEGOCIO DA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO. Disponível em < [www.abagrp.org.br](http://www.abagrp.org.br) > Acesso em 14 de jan de 2010.
- 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.
- AZANIA, C. A. M. et al. Plantas Daninhas. In: Leila Luci dinardo-Miranda; Antonio Carlos Machado de Vasconcelos; Marcos Guimarães de Andrade Landell. (Org.). Cana-de-Açúcar. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2008, v. 1, p. 465-489.
- BIANCO, S. et al. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Ipomoea quamoclit* L. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 26, 2008, Ouro Preto. Resumos...Ouro Preto: Sociedade da Ciência das Plantas Daninhas/ CD-ROM. Biologia e Ecologia.

BIANCO, S. et al. T.A. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Ipomoea grandifolia* (Dammer.) O'don. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 26, 2008, Ouro Preto. Resumos... Ouro Preto: Sociedade da Ciência das Plantas Daninhas/ CD-ROM. Biologia e Ecologia.

BLANCO, H.G., A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **O Biológico**, v.38, n.10, p. 243 – 350, 1972.

BRAUN-BLANQUET, J.B. Fitosociología: base para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid:H.Blume..829p. 1979.

BRITO, E. C. **Adubação verde e sua influência em alguns atributos microbiológicos e químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de maracujá**. 2003. 116 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2003.

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. **Bragantia**, Campinas, v.52, p.169-72, 1993.

CANAPLAN - Consultoria técnica Ltda. Disponível em:<[www.canaplan.com.br](http://www.canaplan.com.br)> Acesso em 13 de jan de 2010.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CAVENAGHI, A. L. et al. Dinâmica do herbicida amicarbazone aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 831-837, 2007.

- CAVENAGHI, A. L. et al. Dinâmica do herbicida imazapic aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006a. **Resumos...** Brasília: SBCPD/ UNB/ Embrapa Cerrados, 2006a. p. 360.
- CENTRO DE TECNOLOGIA COPERSUCAR – CTC. Censo varietal Copersucar 2003. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 2004. 16 p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J., LÓPEZ-OVEJERO, R. F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar.** São Paulo: Autores, 2005. 49 p.
- CORRÊA, M.R.; ROSSI, C.V.S.; NEGRISOLI, E.; SILVA, F.M.L.; VELINI, E.D.; PANINI, E.L.; OLIVEIRA, C.P. Eficiência do herbicida Diuron + Hexazinone no controle de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar em aplicações em pré e pós-emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25, Brasília, 2006. **Resumos...** Brasília: SBCPD; UNB; Embrapa Cerrados, 2006. p. 364.
- CORREA, 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.
- COSTA, N. V.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Diferenciação de espécies daninhas aquáticas pela análise multivariada de caracteres estruturais foliares. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 13-20, 2006.
- DUARTE, D.J. **Crescimento e nutrição mineral de plantas de *Ipomoea nil* (L.)** 2006. 75f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.



- DURIGAN, J.C.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, G.J. Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.1, p. 127 – 135, 2004.
- EGLEY, G.H, DUKE, S. Physiology of weed seed dormancy and germination. In: DUKE, S.O. **Weed physiology. I. reproduction and ecophysiology**. Flórida: CRC Press, 1995. p. 27 – 64.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412 p.
- ENGELMAN, L. Discriminant Analysis. In: WILKINSON, L. (Ed.) **SYSTAT 7.0** Statistics. Chicago, 1997. 751p.
- FALCONNIER, R. **La canne à sucre**. Paris: Maisonneuve et Larose, 1991. 165p.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ampliação da oferta de energia através da biomassa**. Disponível em <[www.fiesp.com.br](http://www.fiesp.com.br)>. Acesso em 21 abr. 2006.
- FELLIPE, G.M.; POLO, M. Germinação de ervas invasoras: efeito da luz e escarificação. **Revista Brasileira de Botânica**, v.6, p.55-60, 1983.
- FENNER, M. Germination tests on thirty-two East African weed species. **Weed Res.**, v. 20, n. 1, p. 135-138, 1980.
- FERNANDES, A.C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. 2 ed. Piracicaba, STAB, 2003.

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

Ferraudo, A. S. (2005) Técnicas de Análise Multivariada. 1ª Edição.

GASCHO, G.J.; SHIH, S.F. Sugar cane. In: Teare I.D. and Peet M.M. (Eds.). **Crop-water relations**. 1. ed. New York: Wiley-Interscience, 1983. p.445-479.

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.2, p.419-427, 2004.

GUZZO, C.D. **Crescimento e nutrição mineral de *Ipomoea hederifolia* L.** 2007. 60f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.

KISSMANN, K.G. Uso de herbicidas no contexto do Mercosul In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22., Foz do Iguaçu. Palestras, p.92-116, 2000.

KUVA, M. A. et al. Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 549-557, 2008a.

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.

- 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. et al. 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. et al. 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. 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.
- 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.
- MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D. Simulação do caminhamento da água da chuva e herbicidas em palhadas utilizadas em sistemas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.3, p.471-481, 2005.
- 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.
- MEIRELLES, G. L. S. et al. Determinação dos períodos de convivência da cana-soca com planta daninha. **Planta Daninha**. V.27, n.1, p.67 – 73, 2009.

- MONQUERO, P.A. et. al. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 25, n.2, p. 613 – 619, 2007.
- MUELLER-DOMBOIS, D., ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.
- NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E.D.; SILVA, M.A.S. Dinâmica de diuron em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23. 2002, Gramado. **Anais...**Londrina: SBCPD, p.157. 2002.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985. 434 p.
- OLIVEIRA, A. R., FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, p. 33-46, 2008.
- PAES, L. A. D. Áreas de expansão do cultivo da cana. In: MACEDO, I. de C. (Org.). A energia da cana-de-açúcar – doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e sua sustentabilidade. São Paulo: UNICA, 2007. P 125-133. (2ª. Edição).
- PEDRO JÚNIOR, M.J.; MELLO, M.H.A.; PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização agroclimática da microbacia: Alto Curso do Ribeirão São Domingos (Pindorama)**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1994. 27p. (Boletim Técnico, 150)
- PITELLI, R.L.C.M.; FERRAUDO, A.S.; PITELLI, A.M.C.M; PITELLI, R.A.; VELINI, E.D. Utilização de análise multivariada e redes neurais artificiais na determinação do comportamento de colonização de populações de macrófitas aquáticas no reservatório Santana. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 429-439, 2009.

- PITELLI, R.A. Plantas daninhas no sistema plantio direto de culturas anuais. **Revista Plantio Direto**, n.47, p. 13 – 18, 1998.
- PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **J. Conserb.**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2000.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- PROCÓPIO, S. O. et al. **Manejo das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: UFV, 2003. 150 p.
- ROLIM, J. C., PASTRE, W. Eficiência agronômica de s – metolachlor na cultura da cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22, Foz do Iguaçu. Resumos, p. 310, 2000.
- ROLIM, J.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Período crítico de competição de plantas daninhas com cana planta de ano. **Saccharum APC**, v.5, n.22, p. 21 – 26, 1982.
- ROSSI, C.V.S.; VELINI, E.D.; PIVETTA, J.P.; CORRÊA, M.R.; SILVA, F.M.L.; FOGANHOLI, L.A.P.; NEGRISOLI, E. Efeito da presença de palha de cana-de-açúcar sobre a germinação de plantas daninhas em época úmida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Anais...**Brasília: SBCPD, 2006. p.346.
- SACARELLI, M. O. Utilização da margem de contribuição agrícola na determinação do número ótimo de cortes para manejo da cultura da cana-de-açúcar. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal (SP), 2007, 31p.

- SALVADOR, F.L. et al. Efeito da luz e da quebra de dormência na germinação de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p. 303 – 308, 2007.
- SALVADOR, F.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, A.S.R.; SIMONI, F.; BREMER NETO, H.; SAN MARTIN, H.A.M. Efeito da temperatura, armazenamento e luz na germinação de *Sida glaziovii*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25. 2006, Brasília. **Anais...**Brasília: SBCPD, 2006. p.51.
- SALVADOR, VICTORIA FILHO, R.; ALVES, A.S.R.; SIMONI, F.; SAN MARTIN, H.A.M. Avaliação do efeito da luz na germinação de espécies de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25. 2006, Brasília. **Anais...**Brasília: SBCPD, 2006. p.33.
- SANT'ANNA A.; FERRAZ, J.V.; SILVA, M.L.M et al. (Coord). AGRIANUAL 2009: **ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA**. São Paulo: iFNP, 2009. P. 256-257 (**AGRIANUAL**), 2009.
- SIGUA, G.C.; ISENSEE, A.R.; SADEGHI, A.M. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no-till soil cores. **Soil Science**, Baltimore, v.156, n.4, p. 225 – 232, 1993.
- SILVA, I. A. B. et al. 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.
- 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. 373-380, 2003.
- SILVA, S. A. et al. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS, 2000. 260 p.

SIMONI, F.; VICTORIA FILHO, R.; SAN MARTIN, H.A.M.; SALVADOR, F.L.; ALVES, A.S.R.; BREMER, N. H. Influência da intensidade de chuva e da quantidade de palha de cana-de-açúcar sobre a eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência no controle de *Cyperus rotundus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006. Brasília, **Resumos...** Brasília: SBCPD; UNB; Embrapa Cerrados, 2006. p. 365.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. **Using Multivariate Statistics**. California: Harper & Row, 1983. 445p.

TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUES, J.C.S.; VICTORIA, R.L.; REICHARDT, K. Utilização da soqueira de cana-de-açúcar de início de safra do nitrogênio da aquamônia <sup>15</sup>N e uréia <sup>15</sup>N aplicado ao solo em complemento a vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, p. 89 – 99, 1996.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Exportações**. Disponível em < [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br) > Acesso em 18 de jan. 2010.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. **Relação das Unidades de Açúcar, Álcool e Biodiesel**. Disponível em < [www.udop.com.br](http://www.udop.com.br) > Acesso em 09 dez. 2009.

VEIGA FILHO, A. A. Quando reformar um canavial? Disponível em:<<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=110>>. Acesso em: 14 de jan. de 2010.

VELINI, E. D. et al. Dinâmica de Velpar K (hexazinona + diuron) em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Boletim Informativo...**São Pedro: SBCPD, 2004. p.55.

- VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; MARTINS, D.; MAGALHÃES, P. M. Dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar. Efeito de lâminas de chuva, formulações, nível de umidade e quantidade da palha no momento da aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002a, Gramado. **Anais...**Gramado: SBCPD, 2002a. p.154.
- VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R, CAVENAGHI, A. L.; MARTIS, D.; MAGALHÃES, P. M. Dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar. Efeito do orvalho, lâminas e intervalos sem chuva após a aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002b, Gramado. **Anais...**Gramado: SBCPD, 2002b. p.155.
- VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz de Iguaçu. **Palestras...** Foz de Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV, 1991, 449p.
- VICTÓRIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. *Visão Agrícola*, USP ESALQ, Piracicaba, n.1 p. 32-37, jan/jun 2004.