APLICAÇÃO DE VINHAÇA E DO EXTRATO DE PALHIÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Cristiano Elemar Voll

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Agosto – 2005

APLICAÇÃO DE VINHAÇA E DO EXTRATO DE PALHIÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Cristiano Elemar Voll

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **RICARDO VICTORIA FILHO**

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Fitotecnia.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Agosto - 2005

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Voll, Cristiano Elemar

Aplicação de vinhaça e do extrato de palhão de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas / Cristiano Elemar Voll. - - Piracicaba, 2005.
45 p.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.
Bibliografia.

1. Ácido aconítico 2. Alelopatia 3. Cana-de-açúcar 4. Plantas daninhas 5. Vinhaça
I. Título

CDD 632.58

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

OFEREÇO

À minha esposa, PATRÍCIA DE LYRA LINO,
que me acompanhou em todos os momentos,
e que com sua força e entusiasmo,
me fez uma nova pessoa.

DEDICO

À Julia de Lyra Voll, minha filha recém nascida, que certamente, junto com
minha mais nova família, se transformou no acontecimento mais importante e
marcante em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho:

A CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pesquisa e Ensino Superior), pelo suporte financeiro, sem a qual não haveria a possibilidade de realização deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Ricardo Victoria Filho, principalmente pela dedicada orientação, e também pela amizade e confiança durante o mestrado;

Ao Prof. Dr. Pedro Jacob Christofolletti, pelo auxílio e amizade;

À Eng^a Agr^a responsável pelo Laboratório de Sementes – Helena Maria C. Pescarin Chamma e a Luciane Aparecida Lopes, secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia USP/ESALQ, pela paciência, conselhos, atenção dedicada e amizade;

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Soja de Londrina – PR (EMBRAPA);

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ: Srs. Aparecido, Galdêncio, Luiz Ferrari, Aparecido (Cidão) e Rogério, sempre prestativos durante os serviços solicitados;

À minha AMADA Patrícia de Lyra Lino, pela amizade, carinho, atenção e importante participação durante o mestrado;

Aos amigos Alexandre Martin Martines, Ricardo Gorni Viani, pelo convívio, participação e incentivo;

Aos meus Pais Elemar Voll e Maria Madalena Hamerski Voll, pelo incentivo e entusiasmo ao mestrado, apoio e amizade;

Aos amigos pós-graduandos Vanessa, Juan, Lilia, Héctor, Juliano, Marcelo, Kércya, Fernanda, Angélica, Horst, Tathyana e Michel Cambri, Ariana, Guy, Gambé, Eliane, Fernando;

À Coordenação do programa de pós-graduação em Fitotecnia e aos professores do curso pela colaboração e apoio;

À ESALQ que me concedeu a oportunidade do aprender e do aperfeiçoar.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	4
2.2 Alelopatia.....	5
2.3 Ácido aconítico.....	7
2.4 Palhiço.....	9
2.5 Vinhaça.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Espécies de plantas daninhas estudadas.....	15
3.2 Solo.....	15
3.3 Experimento 1 (vinhaça e extrato de palhiço).....	16
3.4 Experimento 2 (ácido aconítico).....	18
3.5 Secagem de materiais.....	18
3.6 Avaliação de altura de parte aérea e comprimento de raiz.....	19
3.7 Análise estatística.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Efeito da aplicação de vinhaça e extrato de palhiço sobre as plantas daninhas.....	20
4.2 Efeito do ácido aconítico sobre as plantas daninhas.....	33
4.3 Considerações finais.....	34
5 CONCLUSÕES.....	36

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
---------------------------------	----

APLICAÇÃO DA VINHAÇA E DO EXTRATO DE PALHIÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Autor: CRISTIANO ELEMAR VOLL

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO

RESUMO

A cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) tem presença marcante na história do Brasil e possui grande expressão na economia nacional atual. O objetivo deste trabalho visou determinar a ocorrência de efeitos da vinhaça e do extrato de palhiço da cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação. Os tratamentos utilizados foram: vinhaça a 0, 100, 200, 300 m³.ha⁻¹, extrato aquoso de palhiço equivalentes à 0, 10, 15 e 20 t.ha⁻¹, e suas combinações. As espécies de plantas daninhas avaliadas no experimento foram: a corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia* Dammer O'Don), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), capim-colchão (*Digitaria horizontalis* Willd) e capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* Link Hitchc). Um experimento adicional foi conduzido para determinar os efeitos de ácido aconítico (AA) analítico, determinado na vinhaça e no extrato pela cromatografia líquida, sobre a germinação destas plantas daninhas. As doses foram de 0, 1, 2 e 3 mmol/gerbox de AA. Os experimentos foram conduzidos em delineamentos estatísticos de blocos casualizados, com quatro repetições. As avaliações foram a emergência das plantas daninhas, a biomassa seca e o

altura da parte aérea e comprimento das raízes de 10 plantas daninhas/vaso. Os resultados obtidos indicaram que a emergência das plantas daninhas *I. grandifolia*, *B. pilosa* e *D. horizontalis* foi reduzida pela aplicação de vinhaça após 7 dias de semeadura. Aos 15 dias após semeadura e aplicação de vinhaça, somente houve redução sobre a emergência das plantas daninhas *B. pilosa* e *I. grandifolia*. As espécies suscetíveis ao extrato foram *B. pilosa* e *D. horizontalis* aos 7 dias após semeadura. O ácido aconítico reduziu a germinação de *I. grandifolia* e *B. pilosa*. Conclui-se que a vinhaça e o extrato apresentam efeitos alelopáticos sobre algumas espécies daninhas, devidos à presença de AA.

USE OF VINASSE AND SUGARCANE STRAW EXTRACT ON WEED CONTROL

Author: CRISTIANO ELEMAR VOLL

Adviser: Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO

SUMMARY

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) has major presence in the history of Brazil and possess great expression in the current national economy. The objective of this work was to determine the occurrence effects of vinasse and raw extract of sugarcane in the control of weeds. The experiments were carried out in greenhouse. Treatments used were vinasse at 0, 100, 200, 300 m³.ha⁻¹ and watery extract of raw sugarcane equivalents of 0, 10, 15 and 20 t.ha⁻¹, and its combinations. Weed species used in the experiment were morningglory (*Ipomoea grandifolia* Lammer O'Don), starbristle (*Bidens pilosa* L.), large crabgrass (*Digitaria horizontalis* Willd) and alexandergrass (*Brachiaria plantaginea* Link Hitchc). An additional experiment was carried out to determine the effect of pure aconitic acid (AA), determined in the vinasse and extract by liquid chromatography, on the germination of these weeds. The aconitic acid

levels used were 0, 1, 2 and 3 mmol of AA /gerbox. Experiments were statistical designs of randomized blocks, with four replicates. Emergence of weeds, dry biomass and aerial and root part lengths of 10 weeds/vase were determined. Results indicated that emergence of weed *I. grandifolia*, *Bidens pilosa* e *D. horizontalis* were reduced by vinasse application, at 7 days after sowing. After 15 days of sowing and vinasse application, the weeds *B. pilosa* and *I. grandifolia* have your emergency reduced. The susceptible species to the extract were *B. pilosa* and *D. horizontalis* at 7 after sowing. Aconitic acid reduced germination of *I. grandifolia* and *B. pilosa*. Conclusions were that vinasse and raw extract of sugarcane present allelopathic effects on some weeds, due to the presence of aconitic acid.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, em 2001, destacou-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com o cultivo de aproximadamente 5 milhões de hectares e produção de 337 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 14,4 milhões de toneladas de açúcar e 13 bilhões de litros de álcool (FNP, 2002).

É um setor da agricultura que movimenta, anualmente, só no Estado de São Paulo, cerca de US\$ 8,65 bilhões; 7% no setor de insumos modernos; 32% na produção agrícola; 21% na produção industrial; 16% na distribuição e vendas; 24% na arrecadação de impostos e consumindo atualmente, grandes quantidades de corretivos, fertilizantes, herbicidas e inseticidas. No que diz respeito a máquinas e implementos agrícolas e equipamentos industriais, o setor reinvestiu, na última safra, 0,4 bilhão de reais (Boletim, 2000).

Com todo esse potencial, a expansão da atividade canavieira foi gradativamente ocorrendo em áreas de grandes atividades sócio-econômicas e alta concentração urbana, ocasionando críticas dos mais variados aspectos, como por exemplo, nas operações de colheita envolvendo a queima prévia do canavial, com danos ao meio ambiente (Buzolin, 1997).

A prática de queima dos canaviais é geralmente adotada nas diversas regiões canavieiras do Brasil e do mundo com o objetivo de facilitar as operações de corte e carregamento. Entretanto, tal prática está associada a impactos ambientais, tais como elevadas emissões de gases à atmosfera, devida à queima que normalmente antecede a colheita, a degradação dos solos e a poluição de mananciais e centros urbanos (Sparoveck et al., 1997).

O surgimento de áreas de cana crua a partir da colheita mecânica entra como opção para redução dos aceiros nas regiões sucroalcooleiras, mesmo porque surgem novas regulamentações de âmbito estadual e nacional para o seu controle, de modo a limitar sua aplicação principalmente próxima às cidades.

De acordo com Tanimoto (2002) a palhada de cana-de-açúcar deixada pela colheita mecânica, representa em torno de 15 t.ha^{-1} de matéria seca sobre o solo, com formação de uma camada de 8 a 10 cm de espessura. Foram observadas reduções de até 78% de algumas plantas daninhas quando a densidade da cobertura morta foi superior a 300 g m^{-2} e a porcentagem de recobrimento do solo for superior a 90% (Teasdale et al., 1991).

Outro fator a ser levado em consideração seria quanto ao uso de vinhaça. A vinhaça é um resíduo que é obtido na operação de destilação de álcool, caracterizando-se por uma demanda química de oxigênio muito alta, o que constitui uma fonte de contaminação de águas superficiais, dos lençóis de água e do meio ambiente. A vinhaça, frequentemente é utilizada nas áreas canavieiras como meio para correção do solo, principalmente para potássio, o qual é encontrado em grande concentração.

A vinhaça, além da sua utilização para correção de solo, pode ser utilizada no controle de algumas espécies de plantas daninhas presentes na lavoura canvieira, em razão da sua constituição conter vários ácidos orgânicos, principalmente o ácido aconítico, constatado atualmente como uma provável substância alelopática.

A cana-de-açúcar, por ser uma gramínea com grande potencial de biossíntese de carboidratos e, principalmente pela presença do ácido aconítico em sua composição, pode agir no controle de plantas daninhas na cultura ou em rotação, seja pelo uso de seus resíduos ou permanência dos restos vegetais em campo. Ao mesmo tempo a colheita mecanizada na lavoura de cana crua possibilita a redução das queimadas e uma fonte secundária de matéria orgânica e nutrientes.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da aplicação de resíduos como a vinhaça e extrato de palhiço correspondentes aos aplicados em campo, sobre o controle de plantas daninhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil em 1553, estabelecendo-se de forma definitiva nas regiões Centro-Sul e Nordeste. O país é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, moendo, aproximadamente, 360 milhões de toneladas por ano, sendo cerca de 80% no Centro-Sul e 20% no Norte-Nordeste. É o maior exportador de açúcar, com cerca de 6 milhões de toneladas, representando 20% do mercado internacional, e também o maior produtor e consumidor de álcool em nível mundial (Procópio et al., 2003).

A cana-de-açúcar pertence a família *Gramineae*, da classe das monocotiledôneas, a qual se caracteriza por apresentar flores pequenas, praticamente destituídas de perianto e protegidas por brácteas e bracteolas secas, reunidas em típicas inflorescências. Planta ereta, perene, rizomatosa, formando touceiras, colmo cilíndrico, extremamente glabro, de coloração variável e internamente com feixes vasculares inteiramente primários e amplamente dispersos. Entrenós retos ou em zigue-zague e de comprimento, espessura e formas as mais variadas, podendo ou não estarem revestidos por camada cerosa. Os nós apresentam-se protuberantes ou constrictos. As folhas são simples, alternas, estreito-lanceoladas de ápice longamente acuminado, com brotos serreados por pêlos simples rijos e alvo-translúcidos; na face superior de coloração verde e com nervura central bastante desenvolvida,

longitudinalmente canaliculadas, sendo as nervuras laterais paralelas, bem aproximadas e protuberantes; apresentam a bainha invaginante, bem desenvolvida, auriculada, com a lígula entre a lâmina e a bainha (Rosseto, 1987). A cana-de-açúcar tem sido cultivada em escala comercial no Brasil desde a proximidade da linha do Equador, no estado do Amazonas, até regiões subtropicais, como no estado do Rio Grande do Sul, resultando numa extrema diversidade de unidades edafoclimáticas (FNP, 2002).

O Estado de São Paulo é o maior produtor brasileiro com 2,5 milhões de ha de cana-de-açúcar, sendo sua produção destinada à fabricação de açúcar e de álcool, revelando-se na maior agroindústria do Estado. A cana-de-açúcar se destaca pela sua importância econômica e social, uma vez que é responsável pelo maior volume das exportações e do consumo interno do produto, bem como pela mão-de-obra absorvida e pela oferta de empregos (Nery, 2000). Paixão (1994), cita que, segundo os empresários do setor, a atividade sucroalcooleira absorve 3% do total de pessoas empregadas nas atividades agrícolas em todo o Brasil, somando 800 mil cortadores de cana-de-açúcar na safra, 200 mil operários nas agroindústrias e mais 700 mil empregos indiretos.

Pode-se estimar que cerca de 1000 espécies de plantas daninhas habitam o agroecossistema da cana-de-açúcar nas distintas regiões produtoras do mundo (Arevalo & Bertoncini, 1999).

2.2 Alelopatia

O termo alelopatia foi criado por Molisch (1937) a partir das palavras gregas *allelon* (mútuo) e *pathos* (prejuízo), como referência a interações bioquímicas entre todos os tipos de plantas e inclusive microorganismos, devido à liberação de substâncias químicas por elas elaboradas, através de tecidos vivos ou mortos. Putnam (1985) denominou como fitoinibidores as substâncias

alelopáticas produzidas por plantas superiores e que inibem outras plantas e saproinibidores as de origem microbiana e tóxica para plantas superiores.

A alelopatia é considerada por muitos autores como sendo um efeito que somado ao da competição gera influência no desenvolvimento de plantas ou outros organismos. Essa influência, sugerida por Muller (1968), pode ser chamada de interferência.

Para se estabelecer o efeito de alelopatia em uma comunidade, deve-se excluir a competição existente no local, ou seja, fatores que podem ser reduzidos no ambiente, como água, sais minerais e luz.

As substâncias alelopáticas são também denominadas de aleloquímicos ou produtos secundários, sendo estes provenientes do metabolismo e liberados no ambiente por volatilização, exsudação radicular, decomposição e lixiviação dos resíduos de plantas; tornando-se um mecanismo através das quais determinadas plantas interferem no desenvolvimento de outras, alterando-lhes o padrão e a densidade. Na natureza estes mecanismos atuam em conjunto, sendo difícil distinguir e identificar os efeitos individuais, devido à complexidade biológica do processo (Almeida, 1988). Para que seja possível ao menos identificar quais são prováveis substâncias com características alelopáticas os estudos seguem um conjunto de rotinas, conhecidas como postulados.

Várias são as substâncias alelopáticas produzidas por um organismo e podem ser agrupadas em grupos, entre os quais se destacam os gases tóxicos, ácidos orgânicos e aldeídos, ácidos aromáticos, lactonas simples insaturadas, coumarinas, quinonas, flavanóides, taninos, alcalóides, terpenóides e esteróides.

Dentre os fatores que determinam a eficácia das substâncias alelopáticas após liberação por organismos, estão a união química destes com a matéria orgânica do solo, com a argila, as suas concentrações no ambiente, a duração da atividade, a decomposição por microrganismos, a ação sinérgica entre os aleloquímicos, e pelo realce ou aumento de atividade por outros fatores como o estresse (Rice, 1984).

A atividade dos aleloquímicos tem sido usada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas (defensivos agrícolas). A maioria destas substâncias provém do metabolismo secundário, porque na evolução das plantas representaram alguma vantagem contra a ação de microrganismos, vírus, insetos, e outros patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento ou desenvolvimento das plantas (Waller et al., 1999).

São conhecidos cerca de 10 mil metabólitos secundários com ação alelopática (Almeida, 1988). Certos esteróides, ácidos graxos de cadeia longa e lactonas insaturadas vêm revelando-se como herbicidas naturais, os quais estariam livres dos efeitos prejudiciais que são causados pelos herbicidas sintéticos.

2.3 Ácido aconítico

O ácido aconítico (AA) é um componente orgânico sintetizado por vegetais e principalmente pela cana-de-açúcar, o qual pode ser encontrado nos sub-produtos provenientes da manufatura do açúcar e álcool (Malmay et al., 1995).

O AA é comumente encontrado em clarificações de caldo de cana-de-açúcar (Hanine et al., 1990). É um ácido orgânico de baixo peso molecular e pode ser encontrado na solução do solo, juntamente com outros ácidos, como cítrico, shikimico, oxálico, fumárico, fórmico, acético, malônico, málico e láctico (Hees et al., 2000). Frações de Al e Fe na solução do solo acham-se ligadas a esses ácidos orgânicos, sendo que determinações desses ácidos orgânicos na rizosfera do solo pode ser feita por cromatografia gasosa ou cromatografia líquida de alta resolução (Szmigielska et al., 1997).

A primeira referência da presença de ácido trans-aconítico em caldo de cana-de-açúcar foi feita por Behr (apud Deer, 1921). Dos ácidos orgânicos

encontrados no caldo de cana-de-açúcar, o ácido trans-aconítico é o principal (Deer, 1921; Martin, 1953; Ranson, 1965; Spencer & Meade, 1967).

Ácido cis-aconítico

Ácido trans-aconítico

O AA faz parte da biossíntese dos carboidratos (açúcares) no ciclo do glicoxalato, dentro dos glioxissomas, ou do ciclo dos ácidos tricarboxílicos na respiração (Goodwin & Mercer 1983).

Além da maturidade da planta, a fertilização também pode afetar os teores de ácido trans-aconítico no caldo de cana-de-açúcar. Casanovas & Armas (1988) encontraram uma correlação positiva entre a fertilização potássica e o conteúdo desse ácido no caldo de cana-de-açúcar.

Segundo Martin (1953) o ácido trans-aconítico é um importante constituinte do poder tampão do caldo de cana-de-açúcar juntamente com fosfatos e proteínas. Assim quanto maior a quantidade deste ácido no caldo de cana-de-açúcar, maior será a necessidade de cal durante o processo de clarificação. Ainda de acordo com este autor, o ácido aconítico é considerado como agente melassigênico, além de fazer parte das incrustações nos evaporadores e de sedimentos nos tanques de melaço.

Um estudo a partir da vinhaça da cana-de-açúcar apresentou a detecção de 15 compostos orgânicos, dentre os quais em maior concentração o glicerol (2,7%), seguido pelo ácido aconítico (1,8%), o sorbitol (1,4%), e o ácido láctico (1,3%) (Larrahondo et al., 2000).

Em variedades de cana-de-açúcar do oeste francês, o caldo extraído com 15° Brix e pH 5,2, obteve uma concentração de 5392 mg de AA/litro, sendo este calculado para 100° Brix (Hanine et al., 1990).

Estudos conduzidos por Voll et al. (2004, 2005), com capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e seu componente metabólico o ácido aconítico, presente também na cana-de-açúcar, demonstraram seus efeitos sobre a inibição da germinação de plantas daninhas na cultura de soja, dentre elas a trapoeraba (*Commelina benghalensis*), também no amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) e na corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), apresentando, portanto, efeitos de controle de infestações de plantas daninhas. Entre os ácidos orgânicos que apresentam atividade alelopática, o ácido aconítico representou 95% do total.

2.4 Palhiço

O Estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar com quase dois milhões e meio de hectares cultivados e mais de duzentos milhões de toneladas produzidos anualmente (FNP, 2002).

A produção de cana-de-açúcar vem sofrendo ajustes no que se refere ao sistema de colheita, onde a queima como prática de pré-colheita gerou uma série de controvérsias nos aspectos energéticos, ambientais e sociais, fazendo com que o governo estadual elaborasse decreto restringindo essa queima como prática auxiliar na operação de colheita (Nery, 2000).

Pela a lei estadual nº. 11.241, de 19 de setembro de 2002, o Estado de São Paulo dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas quanto ao procedimento e uso do aceiro.

O sistema de cultivo de cana crua foi desenvolvido com a finalidade de eliminar a queima da cultura, a mobilização superficial dos solos e mantê-los cobertos com restos culturais. Nesse sistema, busca-se a redução da erosão e o aumento do teor de matéria orgânica. No sistema convencional ocorre a compactação superficial do solo pelo aumento do tráfego de máquinas, ou seja, aumento da densidade do solo e redução de sua porosidade total, a qual pode

vir a restringir o desenvolvimento radicular das culturas (Blair et al., 1998; Blair, 2000; Vasconcelos, 2002).

Ripoli (1991), define o palhiço como sendo constituído de folhas verdes, palhas, ponteiros, colmos ou suas frações, rebolos ou suas frações, com terra a eles agregados

O palhiço proveniente da colheita mecanizada possibilita um melhor manejo sobre as plantas daninhas, pois os resíduos da colheita chegam a controlar mais de 50% das daninhas que infestam a cultura devido aos efeitos físicos e bioquímicos da palhada sobre o mato (Arevalo & Bertoncini, 1999).

O grau de interferência entre as plantas cultivadas e as plantas daninhas depende de diversos fatores relacionados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e a própria cultura (gênero, espécie ou cultivar, espaçamento entre sulcos e densidade de semeadura). Depende também da época e duração do período de convivência e é modificado pelas condições edáficas, climáticas e pelos tratos culturais (Blanco, 1972; Pitelli, 1985).

Na Austrália (Freney et al., 1991) e em Cuba (Ministério Del Azucar, 1992), a colheita mecanizada da cana crua é prática que vem sendo realizada, com benefícios no controle de plantas daninhas, conservação da água do solo, redução das emissões de CO₂ e fuligem, durante a queima de canaviais, aumento da matéria orgânica do solo e o controle da erosão.

Segundo Shinitzer (1991), a palhada em decomposição origina uma série de compostos orgânicos, como açúcares, aminoácidos, ceras, fenóis, ligninas e ácidos.

Martins et al. (1999), estudaram os efeitos da cobertura do solo, com quantidades crescentes de palha de cana-de-açúcar até 15 t.ha⁻¹, sobre a germinação de algumas das principais plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Dentre as espécies estudadas, constataram que *Ipomoea grandifolia* somente sofreu redução na germinação na presença de 15 t.ha⁻¹ de

palha, havendo estímulos à germinação nas quantidades de 2 a 10 t.ha⁻¹ de palha.

Avaliando os efeitos dos restos culturais da colheita de cana-de-açúcar na incidência de plantas daninhas e na produtividade da soqueira, Andrade et al. (1999), observaram que os resíduos triturados proporcionaram uma diminuição na quantidade de plantas daninhas.

Medina-Melendez (1990) observou que a palha de cana-de-açúcar inibiu parcialmente a germinação de sementes de *Amaranthus viridis*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea* e *Lepidium virginicum* e totalmente a germinação de sementes de *Brachiaria decumbens*, *Cenchrus echinatus*, *Ipomea spp.* e *Bidens pilosa*.

Quintela (2002), estudando o efeito físico e/ou alelopático do palhiço de cana-de-açúcar sobre a emergência das plantas daninhas, *Cyperus rotundus*, *Brachiaria decumbens* e *Cynodon dactylon* em casa de vegetação, para velocidade de germinação e a biomassa seca, observou que nos tratamentos água+palhiço (cobertura com palhiço, irrigado com água bidestilada) ou extrato aquoso proporcionou redução significativa na emergência das três espécies de plantas daninhas quando comparadas à testemunha.

2.5 Vinhaça

A vinhaça é um resíduo proveniente da indústria sucroalcooleira, resultando na proporção entre 10 a 18 litros por litro de álcool produzido e sua composição varia em função da natureza da matéria prima e operação dos aparelhos de destilação (Stupiello, 1987; Buzolin, 1997). Principal efluente das destilarias de álcool, a vinhaça é também conhecida pelos nomes vinhoto, calda, tiborna, restilo, garapão, vinhote, caxixi e mosto.

De acordo com a Coopersucar (1993), a vinhaça é um resíduo de consistência líquida, como resíduo que se enquadra na definição de resíduo

sólido, segundo os critérios da NBR 10.004 da ABNT (1987), pois lhe falta um tratamento convencional adequado, sendo este lançado diretamente no solo como fertilizante na lavoura canavieira.

A vinhaça é caracterizada por Almeida (1955) como fator de fertilização ou de correção dos solos, é um resíduo rico em matéria orgânica coloidal e em elementos minerais, contribuindo para elevar o pH dos solos, chegando mesmo a alcalinizá-lo; melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos; aumenta a microflora dos solos, proporcionando mais fácil nitrificação e conferindo-lhe maior índice de fertilidade; propicia à cana-de-açúcar condições mais favoráveis ao seu ciclo vegetativo, aumentando sua riqueza sacarina e a pureza do caldo, se cortada na ocasião propícia, embora retardando a maturação; modifica os padrões das terras, determinando o aparecimento de plantas daninhas características e padrões de solos férteis e produtivos.

Sua aplicação é realizada de diversas formas, como por exemplo, por caminhões-tanque, por sulcos de infiltração, por aspersão (Leme, 1993) e, atualmente, existe a possibilidade da aplicação desse resíduo diluído por meio de pivôs centrais. A riqueza da vinhaça em nutrientes varia de acordo com o tipo de mosto utilizado na destilaria, sendo a quantidade alta de potássio uma das principais razões do seu uso como fertilizante. Assim, da aplicação de vinhaça resultam efeitos benéficos no aumento da produtividade agrícola, sendo mais pronunciado em solos arenosos, principalmente quando eles se caracterizam por apresentar baixo conteúdo de nutrientes (Coelho & Azevedo, 1986). Por outro lado, nos locais onde são feitas aplicações de doses elevadas podem ocorrer problemas devido ao aumento no teor de cinzas do caldo (prejudicando a cristalização do açúcar) reduzindo a pureza do caldo mostrando assim um efeito negativo da vinhaça sobre a maturação da cana-de-açúcar (Silva et al., 1978).

Embora a adição de vinhaça ao solo provoque atraso da maturação, redução do teor de sacarose e acúmulo de amido e cinzas no caldo, Silva et al. (1978) recomendou seu emprego como fertilizante até mesmo porque, além de

repor ao solo os nutrientes que a planta dele retira, a adição de vinhaça leva a um aumento da produtividade agrícola, elevação do pH do solo, aumento da disponibilidade de alguns nutrientes e imobilização de outros, aumento da população microbiana, aumento no poder de retenção de água e melhoria da estrutura física. A complementação da vinhaça com fósforo, potássio e nitrogênio, muitas vezes é desnecessária; neste caso, Silva et al. (1978) recomendou que seja verificada a dosagem adequada capaz de substituir a adubação mineral correspondente, a fim de satisfazer totalmente as necessidades da cultura e evitar um desequilíbrio de nutrientes.

Mais recentemente, pesquisando os efeitos da vinhaça sobre o crescimento do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.), cultivado em condições de laboratório, Sengik et al., (1996) aplicaram doses de vinhaça equivalentes a 0, 50, 100, 200 e 400 m³.ha⁻¹, em dois tipos diferentes de solo; após 30 dias de incubação, os autores semearam sorgo que, tão logo germinadas, foram as plântulas desbastadas e deixadas a crescer durante 30 dias, sob condições favoráveis de temperatura e umidade. Ao final desse período de experimentação, os autores concluíram que a vinhaça provocou acréscimos de área foliar e de produção de matéria seca das raízes e da parte aérea, sendo os valores máximos obtidos com a dose aplicada de 100 m³.ha⁻¹; alertaram os autores para o fato de que, em solos arenosos, aplicações excessivas de vinhaça podem promover salinização e desbalanceamento catiônico, com redução na produção vegetal.

Em experimento realizado por Azania et al. (2004) avaliando os efeitos da aplicação de óleo fusel, comparativamente a vinhaça e flegmassa, sobre o desenvolvimento e a composição química de plantas de guanxuma (*Sida rhombifolia*), capim brachiaria (*Brachiaria decumbens*) e cana-de-açúcar (RB 72454), nas concentrações de 12,5; 25,0; 50,0 e 100,0 % (v/v), verificaram que a aplicação de óleo fusel, inibiu a emergência de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* e matou a cana-de-açúcar, enquanto que a vinhaça e a flegmassa

prejudicaram a emergência e desenvolvimento de *Brachiaria decumbens* e *Sida rhombifolia* a partir do 20º dia de avaliação, não matando a cana-de-açúcar.

Dentre os resíduos, a vinhaça é a mais pesquisada quanto à utilização nas culturas, em razão do seu alto conteúdo de nutrientes. Quanto à utilização em plantas daninhas, Balbo Jr. (1984) concluiu que a velocidade de emergência do fedegoso foi negativamente afetada.

Christoffoleti & Bacchi (1985) objetivando avaliar o controle químico e a influência na população de plantas daninhas incidentes na cultura de cana-de-açúcar, em função de diferentes doses de vinhaça (0, 50, 100 e 150 m³) aos 91 dias após aplicação, constataram que a vinhaça reduziu a emergência das plantas daninhas *D. horizontalis*, *C. rotundus*, *S. rhombifolia* e *E. sanchifolia*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, São Paulo, durante o período de setembro/2004 a janeiro/2005.

3.1 Espécies de plantas daninhas estudadas

As espécies de plantas daninhas utilizadas nos experimentos foram: corda-de-viola (*Ipomea grandifolia*), picão-preto (*Bidens pilosa*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) e capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*).

3.2 Solo

A análise química feita pelo laboratório de análises de solo, do Departamento de Ciência do Solo, da USP/ESALQ - apresentou os seguintes resultados: pH= 5,5; M.O. = 22 g.dm⁻³; P⁺= 32 mg.dm⁻³; K⁺ = 3,6; Ca²⁺ = 36; Mg²⁺ = 21; H⁺+Al³⁺ = 22; SB = 60,6 mmolc.dm⁻³ e V= 73%, de textura média-argilosa.

3.3 Experimento 1 (vinhaça e extrato de palhiço)

O experimento foi realizado no Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ, Piracicaba-SP.

Os tratamentos consistiram da aplicação de doses de vinhaça e extrato do palhiço de cana-de-açúcar, provenientes do processo de industrialização da cana-de-açúcar e da colheita mecanizada em área de cana crua. Para aplicação da vinhaça, as doses obedeceram a proporção aplicada do volume em campo de 0, 100, 200 e 300 m³.ha⁻¹. O extrato aplicado foi baseado na quantidade média de palhiço deixado como cobertura em área de cana-de-açúcar de 0, 10, 15 e 20 t.ha⁻¹. A aplicação do extrato visou avaliar apenas efeitos do AA, excluindo os efeitos da cobertura do palhiço sobre as espécies daninhas.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a SP80-1816 da fazenda Pitanga – Piracicaba/SP, em área de colheita mecânica e 4º ano de corte, da Usina Costa Pinto.

O preparo do extrato, a partir do palhiço de folhas e pontas de cana-de-açúcar, consistiu na trituração da matéria fresca e água, em liquidificador industrial, numa proporção de 1:3 (p/v), por 60 segundos, seguida da filtragem em peneira 0,5 mm, acondicionado em recipiente plástico e armazenado em câmara de refrigeração à 10°C, para posterior aplicação.

As doses aplicadas nos vasos foram calculadas através da quantidade de material deixada em campo a partir do corte mecânico da cana-de-açúcar, e adaptados à área do vaso e proporção na diluição do extrato.

O delineamento experimental foi constituído de blocos, e dentro destes, parcelas subdivididas para os tratamentos, num esquema fatorial 4 x 4 com 4 repetições e distribuídos aleatoriamente em bancada de casa-de-vegetação. A aplicação dos tratamentos foi realizada em vasos plásticos de 500 g. Em cada vaso foram semeadas 50 sementes a 1,5 cm de profundidade, de cada espécie distinta de planta daninha, recebendo a aplicação dos tratamentos 0, 100, 200 e

300 ml de vinhaça; 0, 60, 90 e 120 ml de extrato, e também suas combinações, sendo que suas aplicações e complementação com água por vaso obedeceram o limite de 200 ml/dia.

Foram avaliados o porcentual de germinação no 7º e 15º dia, através de contagem; e, no 25º dia, a biomassa seca total de 10 plantas, e também a altura da parte aérea e comprimento da raiz.

Uma análise por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) foi realizada nos materiais vinhaça e extrato, a fim de se determinar a presença de ácido aconítico e suas concentrações.

Cromatografia líquida da alta resolução (HPLC)

A análise cromatográfica foi conduzida no Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Embrapa – Londrina, PR.

A vinhaça e extrato aquoso do palhiço de cana-de-açúcar foram submetidos à análise cromatográfica (HPLC) com o objetivo de identificar e quantificar a presença do ácido aconítico.

As substâncias orgânicas solúveis em água foram extraídas após agitação a 200 rpm por uma hora, separando o sobrenadante, e em seguida centrifugada a 3.000 rpm por 5 min, filtrada em papel filtro, acidificada a pH 2,5 e sucessivamente extraída com acetato de etila em funil separador (3x), retirando-se o sobrenadante para análise.

Após redução em pressão reduzida no rotavapor, o resíduo foi dissolvido em 2 ml de metanol para análise de ácidos orgânicos alifáticos e fenólicos por cromatografia líquida de alta resolução. Essa amostra foi diluída 50x, para 1 ml de solução, tendo em vista a sobreposição de picos.

Para ácidos orgânicos alifáticos foi utilizada uma coluna de troca iônica (HPX-87H, Biorad) com fase móvel constituída de H_2SO_4 0,005 mol.L⁻¹.

A identificação das substâncias orgânicas foi realizada pela comparação do tempo de retenção e espectro ultravioleta de padrões.

3.4 Experimento 2 (ácido aconítico)

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ, para avaliar o efeito do ácido aconítico sobre a germinação das quatro espécies de plantas daninhas.

Foram utilizados no experimento caixas de germinação, papel filtro, sendo duas folhas de papel filtro por caixa de germinação umedecida com água destilada, e o ácido aconítico de peso molecular 174,11g. O volume de água adicionado para embebição das folhas de papel filtro obedeceu a seguinte equação: $2,5 \times \text{peso (g) das folhas de papel filtro} = \text{volume de água a ser aplicado}$.

Em cada caixa de germinação foram colocadas 50 sementes por espécie de planta daninha, com quatro repetições para cada dose. As concentrações de ácido aconítico aplicados foram de 0, 1, 2 e 3 mmol, para aplicação de 10 ml/caixa de germinação.

A câmara de germinação, onde foram colocadas as bandejas com as caixas de germinação, foi regulada para um período de luz de 14/10 horas escuro e temperatura constante de 25°C. Foram feitas alterações na ordenação e orientação das bandejas diariamente, por um período de 15 dias, quando cessou a germinação e foi feita a avaliação.

3.5 Secagem de materiais

Para obtenção da biomassa seca, as plantas daninhas foram acondicionadas em sacos de papel, em estufa à 60°C, durante um período de 48 horas, quando foram retirados e realizada a pesagem, através de balança eletrônica de alta precisão.

3.6 Avaliação de altura de parte aérea e comprimento de raiz

A altura (cm) das plantas foi realizada a partir do colo, sendo a parte aérea medida até a última folha totalmente aberta. O método para obtenção do comprimento da raiz foi dividido de dois modos: nas dicotiledôneas, o comprimento da raiz principal, e para as gramíneas, em razão de possuírem raízes fasciculadas, a raiz mais extensa.

3.7 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados foi utilizado o teste F, e comparadas suas médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estudos de regressão polinomial foram feitos para as doses de vinhaça e extrato para as espécies.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito da aplicação de vinhaça e extrato de palhiço sobre as plantas daninhas

A partir da análise química por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) da vinhaça e extrato de palhiço, foram obtidos os seguintes valores para ácido aconítico:

- Vinhaça = $11,84 \text{ g.L}^{-1}$, equivalente à aplicação de 1184 kg.ha^{-1} de ácido aconítico no volume de 100 m^3 ;
- Extrato = $0,278 \text{ g.L}^{-1}$, e que diluído na proporção de 1:3 (p/v), equivale a $0,834 \text{ g.kg}^{-1}$ de palhiço. Por área o volume aplicado corresponde a $8,34 \text{ kg.ha}^{-1}$ de ácido aconítico para 10 t.ha^{-1} de palhiço.

Portanto, as quantidades de AA aplicadas através de $100 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ de vinhaça e 10 t.ha^{-1} de palhiço foram de 1184 kg.ha^{-1} e $8,34 \text{ kg.ha}^{-1}$, respectivamente.

Observa-se que as quantidades de AA aplicadas com a menor dose de vinhaça de $100 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ superam em 70 vezes a dose máxima de palhiço aplicada de 20 t.ha^{-1} .

Uma das características principais das plantas daninhas é a sua dormência, que pode ser diferente de espécie para espécie, e pode interferir em

sua germinação. A dormência das sementes pode ser classificada de acordo com o mecanismo ou localização do bloqueador ou inibidor, da seguinte maneira: embrião imaturo ou rudimentar; impermeabilidade do tegumento a água; impermeabilidade do tegumento ao oxigênio; restrições mecânicas; embrião dormente; dormência devido a inibidores internos; combinação de causas (Braccini, 2001). Esta propriedade pode afetar também a ação de substâncias químicas ou alelopáticas, de modo que estas têm sua passagem ao interior da semente dificultada ou reduzida.

Pelo Teste F, para 7 dias após semeadura (DAS), houve significância nos tratamentos vinhaça e extrato de palhiço, nas espécies de plantas daninhas *D. horizontalis* e *B. pilosa* (tabela 1). Nas plantas daninhas *B. plantaginea* e a *I. grandifolia* houve resposta somente ao tratamento de vinhaça, provavelmente devido às propriedades físicas destas sementes, que se encontram mais protegidas em função de seu tegumento.

Aos 15 DAS somente o tratamento vinhaça foi significativo para as plantas daninhas *B. pilosa* e *I. grandifolia*.

Esta diferença de respostas perante a aplicação dos tratamentos também pode ser explicada pela grande diferença na concentração de ácido aconítico e outras substâncias na vinhaça quando comparados com o extrato.

A interação, devido à aplicação conjunta dos tratamentos, não foi significativa (Tabela 1).

Tabela 1. Quadro de análise de variância pelo Teste F – Piracicaba/SP, 2004

Pr > F - 7 dias				
	<i>D. horizontalis</i>	<i>B. plantaginea</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>
Tratamento	0,0012**	0,1014 ^{NS}	<,0001**	0,0001**
Blocos	0,7277 ^{NS}	0,3381 ^{NS}	0,4289 ^{NS}	0,5774 ^{NS}
Vinhaça	<,0001**	0,0277*	<,0001**	<,0001**
Extrato	0,0421*	0,0955 ^{NS}	0,7095 ^{NS}	0,0368*
Vin * Ext	0,1325 ^{NS}	0,4891 ^{NS}	0,0719 ^{NS}	0,9852 ^{NS}

Pr > F - 15 dias				
	<i>D. horizontalis</i>	<i>B. plantaginea</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>
Tratamento	0,6464 ^{NS}	0,7547 ^{NS}	0,0205 ^{NS}	<,0001**
Blocos	0,1705 ^{NS}	0,7695 ^{NS}	0,1675 ^{NS}	0,0002**
Vinhaça	0,3839 ^{NS}	0,5382 ^{NS}	0,0034*	<,0001**
Extrato	0,3042 ^{NS}	0,3768 ^{NS}	0,9896 ^{NS}	0,3942 ^{NS}
Vin * Ext	0,9585 ^{NS}	0,6583 ^{NS}	0,0757 ^{NS}	0,1691 ^{NS}

NS = não-significativos; * significativo a 5 % de probabilidade; ** significativo a 1 % de probabilidade

Pela tabela 2, aos 7 DAS todas as espécies de plantas daninhas apresentaram resultados significativos em relação a sua porcentagem de emergência para o tratamento vinhaça, sendo maiores as suas diferenças estatísticas com o aumento da dose aplicada. As espécies *B. pilosa* e *I. grandifolia* diferiram estatisticamente nos volumes 200 e 300 m³ de vinhaça; *B. plantaginea* e *D. horizontalis* diferiram apenas no maior volume de 300 m³ de vinhaça (Tabela 2). A planta daninha *B. plantaginea* foi a menos sensível aos efeitos da vinhaça sobre a emergência quando comparada com as demais.

Aos 15 DAS, o tratamento vinhaça diferiu somente para as plantas daninhas *I. grandifolia* e *B. pilosa* nos volumes referentes a 200 e 300 m³.

Tabela 2. Emergência de espécies de plantas daninhas aos 7 e 15 dias após a aplicação de diferentes doses da vinhaça – Piracicaba/SP, 2004

Tratamento m ³	Emergência (%) ¹ - 7 dias			
	<i>D. horizontalis</i>	<i>B. plantaginea</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>
Vinhaça (0)	30,4 ab	54,9 ab	24,7 a	15,4 a
Vinhaça (100)	34,0 a	58,2 a	28,3 a	15,8 a
Vinhaça (200)	21,1 bc	50,2 ab	17,7 b	6,3 b
Vinhaça (300)	14,7 c	44,6 b	14,8 b	3,2 b
D.M.S	10,4	12,2	5,9	5,3
CV (%)	44,0	24,0	29,0	54,0

Tratamento m ³	Emergência (%) ¹ - 15 dias			
	<i>D. horizontalis</i>	<i>B. plantaginea</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>
Vinhaça (0)	42,8 a	64,0 a	28,7 a	31,8 a
Vinhaça (100)	42,6 a	66,0 a	31,0 a	33,8 a
Vinhaça (200)	50,7 a	60,6 a	22,5 b	23,6 b
Vinhaça (300)	40,0 a	61,8 a	20,5 b	16,4 b
D.M.S	17,1	10,4	7,1	7,3
CV (%)	41,0	17,0	28,0	29,0

¹ Médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade

Quando se considera a inibição mínima de 50% da germinação como um nível satisfatório para refletir a potencialidade de uma planta como fornecedora de substâncias químicas com atividade alelopática (Dudai, 1999), a vinhaça somente não afetou a espécie *B. plantaginea*.

Na aplicação de doses de extrato aos 7 DAS, não foi verificada nenhuma diferença estatística entre as doses aplicadas às espécies *B. plantaginea* e *I. grandifolia*. As plantas daninhas *B. pilosa* e *D. horizontalis* somente apresentaram diferença estatística nos tratamentos equivalentes de 20 t.ha⁻¹, quando comparado com a testemunha (Tabela 3).

A aplicação de extrato sobre a planta daninha *B. pilosa*, quando comparada a testemunha, reduziu sua porcentagem de emergência em até 58%, estando de acordo com a observação de Lorenzi (1984), onde a aplicação de extrato aquoso de cana-de-açúcar sob a espécie *B. pilosa* inibiu em até 60% a sua germinação.

Tabela 3. Germinação de espécies de plantas daninhas aos 7 e 15 dias após a aplicação de diferentes doses do extrato – Piracicaba/SP, 2004

Tratamento t.ha ⁻¹	Emergência (%) ¹ - 7 dias			
	<i>D. horizontalis</i>	<i>B. plantaginea</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>
Extrato (0)	29,9 a	44,9 a	20,2 a	13,7 a
Extrato (10)	25,1 ab	56,0 a	22,0 a	9,9 ab
Extrato (15)	26,6 ab	53,8 a	22,6 a	9,1 ab
Extrato (20)	18,6 b	53,2 a	20,8 a	8,0 b
D.M.S	10,4	12,2	5,9	5,3
CV (%)	44,0	24,0	29,0	54,0

Tratamento t.ha ⁻¹	Emergência (%) ¹ - 15 dias			
	<i>D. horizontalis</i>	<i>B. plantaginea</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>
Extrato (0)	51,0 a	59,0 a	25,8 a	29,3 a
Extrato (10)	42,5 a	65,5 a	26,6 a	25,2 a
Extrato (15)	43,8 a	64,2 a	25,8 a	25,6 a
Extrato (20)	38,8 a	63,7 a	26,3 a	25,5 a
D.M.S	17,1	10,4	7,1	7,3
CV (%)	41,0	17,0	28,0	29,0

¹ Médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade

Aos 15 DAS, nenhuma espécie diferiu estatisticamente no tratamento extrato.

Em experimento realizado por Martins et al. (1999), o efeito da cobertura de palha de cana-de-açúcar na emergência das plantas daninhas, *I. grandifolia* e *B. pilosa*, resultou na redução e inibição total, respectivamente, quando estas receberam sobre o solo uma cobertura de 15 t/ha de palha.

Provavelmente, para a *I. grandifolia* o efeito físico da palha de cana-de-açúcar seja favorável para a redução de sua emergência, e dose do extrato não foi suficiente para interferir na sua emergência.

Medina-Melendez (1990) observou que a palha de cana-de-açúcar inibiu totalmente a germinação de *B. pilosa* e de outras espécies, por efeito físico e/ou alelopático, confirmando resultados semelhantes aos 7 dias após semeadura. Reduções significativas de germinação e emergência devidas à palha foram

observadas ainda para outras espécies daninhas, segundo Medina-Melendez (1990) e Quintela (2002).

Na figura 1 e 2, é visualizado o efeito da aplicação dos tratamentos vinhaça e do extrato de palhiço sobre a germinação das quatro espécies de plantas daninhas aos 7 DAS. Verifica-se uma redução na germinação de todas as espécies de plantas daninhas à medida que se aumenta a dose de vinhaça, enquanto que para o extrato, apenas nas espécies *Digitaria horizontalis* e *Bidens pilosa*.

Figura 1 - Efeitos de doses de vinhaça sobre a germinação das espécies de plantas daninhas, em vaso, representados por ajustes de equações

Figura 2 - Efeitos de doses de extrato sobre a germinação das espécies de plantas daninhas, em vaso, representados por ajustes de equações

Na tabela 4, são apresentados resultados de biomassa seca para as quatro espécies de plantas daninhas avaliadas aos 25 dias após semeadura.

Para a espécie *D. horizontalis* houve diferença estatística para os tratamentos 22, 31 e 32 em relação à testemunha. A planta daninha *B. plantaginea*, por sua vez não obteve diferença estatística em relação a testemunha, no entanto, houve diferença entre os tratamentos: 02, 03, 13, 32 e 33 quando comparada ao tratamento 30. Na planta daninha *I. grandifolia* as doses que deferiram estatisticamente da testemunha foram: 02, 12, 21, 22 e 31. Para as médias dos tratamentos a espécie *B. pilosa* houve diferença estatística nos tratamentos: 02, 03, 11, 12, 13, 22, 23 e 33.

Tabela 4 - Biomassa seca total (g) das plantas daninhas por tratamento aplicado. Primeiro dígito, referente à dose crescente de extrato (1=10, 2=15 e 3=20 t.ha⁻¹), e segundo dígito, referente à vinhaça (1=100, 2=200 e 3=300 m³.ha⁻¹)

	<i>D. horizontalis</i>		<i>B. plantaginea</i>		<i>I. grandifolia</i>		<i>B. pilosa</i>	
T	0,3	d	0,95	abcd	2,63	cde	0,45	e
01	0,48	bcd	1,16	abcd	3,93	abc	0,9	abcde
02	0,55	abcd	1,62	a	4,64	a	1,27	ab
03	0,45	bcd	1,6	a	2,8	abcd	1,25	ab
10	0,28	d	0,82	bcd	2,28	de	0,52	cde
20	0,21	d	0,62	cd	2,24	de	0,62	bcde
30	0,23	d	0,58	d	2,1	e	0,47	de
11	0,44	cd	1,33	abcd	3,52	abcde	1,28	ab
12	0,34	cd	0,75	bcd	4,67	a	1,18	abc
13	0,32	d	1,42	ab	4,25	abc	1,18	abc
21	0,87	abcd	0,86	abcd	4,4	ab	1,09	abcde
22	1,4	abc	1,02	abcd	4,4	ab	1,32	ab
23	0,96	abcd	1,14	abcd	3,56	abcde	1,37	a
31	1,51	ab	1,04	abcd	4,62	a	1,01	abcde
32	1,58	a	1,51	ab	3,53	abcde	0,74	abcde
33	1,1	abcd	1,38	abc	3,83	abcd	1,17	abcd
D.M.S		1,0		0,7		1,6		0,7
CV (%)		60,1		27,2		18,0		28,0

¹ Médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade

Figura 3 – Biomassa seca total das plantas daninhas por tratamento aplicado.

Primeiro dígito, referente ao extrato (1=10, 2=15 e 3=20 t.ha⁻¹), e segundo dígito, referente à vinhaça (1=100, 2=200 e 3=300 m³.ha⁻¹)

Na figura 3 é mostrado o efeito da aplicação dos tratamentos vinhaça e extrato sobre a biomassa seca total de 10 plantas/vaso das quatro espécies de plantas daninhas

Observa-se uma variação na biomassa da planta daninha *I. grandifolia* em alguns tratamentos, com aumento da biomassa em relação a testemunha. Também se observa uma queda na biomassa nos tratamentos 10, 20 e 30, porém sem diferença estatística com a testemunha.

Para a *D. horizontalis* observou-se um aumento da biomassa nos tratamentos combinados de vinhaça e extrato (tratamentos 22, 31 e 32). É importante lembrar que a biomassa refere-se a 10 plantas/vaso, não sendo observado nesses resultados, o efeito depressivo na biomassa pelos tratamentos em relação à testemunha.

Na tabela 5, as respostas para altura nas quatro espécies de plantas daninhas avaliadas.

Para esta variável, foi verificado para a planta daninha *D. horizontalis* diferença estatística somente referente aos tratamentos 21, 31 e 32. A planta daninha *B. plantaginea* obteve diferença estatística somente entre os tratamentos 01, 02, 03, 21 e 32 quando comparados ao tratamento 12. A espécie *I. grandifolia* diferiu para a testemunha somente no tratamento 13. *B. pilosa* obteve diferença estatística nos tratamentos 03, 30, 21 e 22 em relação a testemunha.

Tabela 5 - Altura (cm) das plantas daninhas avaliadas por tratamento aplicado.

Primeiro dígito, referente à dose crescente de extrato (1=10, 2=15 e 3=20 t.ha⁻¹), e segundo dígito, referente à vinhaça (1=100, 2=200 e 3=300 m³.ha⁻¹)

	<i>D. horizontalis</i>		<i>B. plantaginea</i>		<i>I. grandifolia</i>		<i>B. pilosa</i>	
T	2,95	cd	5,25	abc	5,71	bc	2,84	cd
01	4,70	abcd	6,79	ab	7,93	abc	4,72	abcd
02	5,10	abcd	7,63	a	8,05	abc	4,69	abcd
03	5,95	abcd	6,61	ab	6,53	abc	5,33	a
10	2,89	cd	5,52	abc	5,34	bc	2,90	cd
20	4,33	bcd	5,61	abc	7,51	abc	4,92	abc
30	4,48	bcd	5,38	abc	8,08	abc	5,31	a
11	3,28	cd	6,29	abc	8,26	ab	4,84	abc
12	2,71	d	3,96	c	5,56	bc	3,14	bcd
13	6,99	abc	6,21	abc	9,17	a	4,30	abcd
21	8,85	a	7,01	ab	7,86	abc	5,24	ab
22	6,28	abcd	5,71	abc	7,01	abc	5,31	a
23	3,14	cd	4,44	bc	4,80	c	3,25	abcd
31	8,88	a	5,50	abc	8,58	ab	3,66	abcd
32	8,18	ab	7,34	a	6,49	abc	2,66	d
33	6,46	abcd	6,26	abc	7,55	abc	4,05	abcd
D.M.S		4,3		2,6		3,4		2,1
CV (%)		31,4		16,8		18,8		19,6

[†] Médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Figura 4 – Altura das plantas daninhas por tratamento aplicado. Primeiro dígito, referente ao extrato (1=10, 2=15 e 3=20 t.ha⁻¹), e segundo dígito, referente à vinhaça (1=100, 2=200 e 3=300 m³.ha⁻¹)

A figura 4 mostra o comportamento da variável altura da parte aérea das plantas daninhas avaliadas aos 25 dias após semeadura. Observa-se um aumento da parte aérea para a planta daninha *I. grandifolia* (tratamento 13). A planta daninha *D. horizontalis* apresentou acréscimo na sua altura nas combinações em relação à testemunha (tratamentos 21, 31 e 32). Ocorre aumento da altura da parte aérea pela aplicação dos tratamentos quando avaliadas 10 plantas/vaso, não ocorrendo efeito depressivo sobre a maioria dos tratamentos.

Na tabela 6, são apresentados as médias referentes ao comprimento de raiz, para as quatro espécies de plantas daninhas avaliadas.

Para as espécies *D. horizontalis* e *I. grandifolia* não houve diferenças estatísticas para tratamentos e suas doses. Para a planta daninha *B. plantaginea*, diferiram para a testemunha os tratamentos 03, 12, 13, 22, 23, 31,

32 e 33. A espécie *B. pilosa* não obteve diferença estatística em relação a testemunha.

Tabela 6 - Comprimento (cm) da raiz das plantas daninhas avaliadas por tratamento aplicado. Primeiro dígito, referente à dose crescente de extrato (1=10, 2=15 e 3=20 t.ha⁻¹), e segundo dígito, referente à vinhaça (1=100, 2=200 e 3=300 m³.ha⁻¹)

	<i>D. horizontalis</i>			<i>B. plantaginea</i>			<i>I. grandifolia</i>			<i>B. pilosa</i>		
T	6,44	a		10,63	a		9,74	a		5,30	ab	
01	5,78	a		7,96	abcd		10,32	a		5,85	ab	
02	5,24	a		7,18	abcd		10,34	a		6,99	a	
03	4,29	a		6,41	bcd		7,58	a		5,27	ab	
10	5,20	a		9,15	abc		7,79	a		6,31	a	
20	6,35	a		8,21	abcd		8,92	a		6,04	ab	
30	5,40	a		7,26	abcd		10,83	a		5,92	ab	
11	4,69	a		9,74	ab		9,56	a		5,49	ab	
12	4,97	a		5,90	bcd		8,54	a		5,89	ab	
13	6,69	a		5,18	d		9,46	a		6,30	a	
21	6,86	a		7,58	abcd		8,24	a		6,39	a	
22	6,20	a		5,60	cd		7,36	a		6,49	a	
23	4,94	a		5,96	bcd		6,85	a		5,63	ab	
31	5,52	a		6,01	bcd		8,23	a		5,15	ab	
32	5,71	a		6,18	bcd		6,67	a		2,90	b	
33	4,42	a		6,73	bcd		7,55	a		5,84	ab	
D.M.S		4,4			3,8			4,2			3,2	
CV (%)		31,6			21,0			18,9			21,7	

¹ Médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade

Na figura 5, é mostrado o efeito da aplicação dos tratamentos sobre o comprimento da raiz das plantas daninhas avaliadas aos 25 dias após semeadura.

Figura 5 – Comprimento de raiz das plantas daninhas por tratamento aplicado.

Primeiro dígito, referente ao extrato (1=10, 2=15 e 3=20 t.ha⁻¹), e segundo dígito, referente à vinhaça (1=100, 2=200 e 3=300 m³.ha⁻¹)

Para o comprimento de raiz, observa-se uma menor variação entre as espécies para a aplicação dos tratamentos vinhaça, extrato de palhico, e suas combinações.

É verificado para a espécie *B. plantaginea*, uma redução significativa de seu comprimento de raiz na dose de vinhaça (tratamento 03) e em algumas combinações dos tratamentos em relação à testemunha.

Os resultados obtidos podem evidenciar, principalmente para a porcentagem de emergência, a ocorrência de possíveis efeitos alelopáticos, que podem ser decorrentes da presença de ácido aconítico no extrato e na vinhaça.

4.2 Efeito do ácido aconítico sobre as plantas daninhas

Os teores de ácido aconítico presentes nos tratamentos vinhaça e extrato de palhiço foram:

- Vinhaça nos volumes aplicados equivalentes a 68 mmol de AA (11,84 g de AA/L de vinhaça);
- Extrato nos volumes aplicados equivalentes a 1,5 mmol de AA (0,278 g de AA/L de extrato).

A concentração de ácido aconítico na aplicação de vinhaça é 45 vezes maior quando comparado à concentração do extrato.

Na avaliação da porcentagem de germinação nas doses de ácido aconítico a 0, 1, 2 e 3 mmol, somente duas espécies de plantas daninhas, *I. grandifolia* e *B. pilosa*, diferiram estatisticamente pela aplicação dos tratamentos, como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4. Porcentagem de germinação pela aplicação direta de ácido aconítico – Piracicaba/SP, 2004

Tratamento mmol	Germinação (%) ¹			
	<i>D. horizontalis</i>	<i>B. plantaginea</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. pilosa</i>
AA (0)	95,0 a	31,5 a	36,5 a	53,0 a
AA (1)	95,0 a	36,5 a	34,0 ab	48,0 ab
AA (2)	97,0 a	30,5 a	31,5 ab	40,5 ab
AA (3)	96,5 a	24,5 a	27,0 b	36,0 b
D.M.S	7,4	14,0	10,0	15,2
CV (%)	3,7	21,0	14,0	16,0

¹ Médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey à 10% de probabilidade

As espécies *D. horizontalis* e *B. plantaginea* não diferiram para germinação entre os tratamentos aplicados. As plantas daninhas *I. grandifolia* e *B. pilosa* diferiram da testemunha no tratamento 3 mmol de ácido aconítico, estando os resultados de acordo com Voll (2005), quando avaliou a germinação *I. grandifolia* pela aplicação de ácido aconítico.

Esta resposta na germinação das duas espécies, *I. grandifolia* e *B. pilosa*, pode mostrar que um dos possíveis responsáveis pelo efeito alelopático proveniente da vinhaça e do extrato de palhiço seja o próprio ácido aconítico, independente da ação física que ocorra pela cobertura da palha de cana-de-açúcar em campo. Para a planta daninha *D. horizontalis* o efeito na germinação devido à ação do ácido aconítico não foi observado, e seu controle se daria a outro elemento ou substância, não identificada, presente nos tratamentos de vinhaça e extrato de palhiço aplicados em casa de vegetação.

4.3 Considerações finais

O efeito da aplicação dos tratamentos de vinhaça e extrato de palhiço mostram-se mais acentuados durante os primeiros 7 dias de aplicação, provavelmente pela rápida deterioração de sua constituição química,

principalmente das substâncias alelopáticas, em decorrência da ação de microrganismos, da temperatura, da incidência luminosa, do pH, entre outros fatores.

Para o ácido aconítico a resposta sobre sua emergência foi significativa para as plantas daninhas *I. grandifolia* e *B. pilosa*, estando de acordo com os resultados obtidos pela aplicação de vinhaça e extrato de palhiço de cana-de-açúcar. Para as demais espécies, outras substâncias ainda não identificadas e presentes na vinhaça poderiam ser responsáveis pela queda do percentual de emergência destas plantas daninhas.

5 CONCLUSÕES

Pelos dados obtidos nas condições gerais, pode-se concluir que:

- a) A vinhaça produziu efeito sobre a emergência das plantas daninhas *I. grandifolia*, *B. pilosa* e *D. horizontalis* aos 7 dias após semeadura, e aos 15 dias após semeadura para as plantas daninhas *B. pilosa* e *I. grandifolia*.
- b) O extrato aquoso de palhiço produz possível efeito alelopático sobre a emergência das espécies de plantas daninhas *B. pilosa* e *D. horizontalis* aos 7 dias após semeadura.
- c) O ácido aconítico puro, presente na vinhaça e no extrato aquoso de palhiço, produz semelhantes efeitos alelopáticos sobre a germinação das espécies daninhas *B. pilosa* e *I. grandifolia*.
- d) As espécies gramíneas não foram suscetíveis aos efeitos do ácido aconítico para porcentagem de germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos:** classificação; NBR 10.004. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 63 p.

ALMEIDA, J. R. O problema da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, v. 46, n. 2, p. 72-77, 1955.

ALMEIDA, M. T. de. Decomposição da vinhaça incorporada ao solo (evolução de CO₂ e formação de biomassa microbiana) e destino da complementação nitrogenada. Piracicaba, 1983. 75 p. (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ALMEIDA, F. S. **Alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p. (Circular, 53)

ANDRADE, L. A. B.; CORREA, J. B. D.; ANJOS, I. A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; CARVALHO, G. J. Efeitos dos restos culturais da colheita de cana-de-açúcar com e sem queima prévia, na incidência de plantas daninhas infestantes e na produtividade da soqueira. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 18, n. 1, p. 34, set/out, 1999.

AREVALO, R. A.; BERTONCINI, E. I. Manejo químico de plantas daninhas nos resíduos de colheita de cana crua. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 17, n. 4, p. 36-38, mar./abr. 1999.

AZANIA, A. A. P. M.; AZANIA, C. A. M.; MARQUES, M. O.; PAVANI, M. C. M. D. Emergência e desenvolvimento de guanxuma (*Sida rhombifolia*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) Influenciados por subprodutos da destilação do álcool. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 331-336, 2004.

BALBO JUNIOR., L. Estudos preliminares dos efeitos da vinhaça sobre a emergência e desenvolvimento inicial de plantas daninhas. I – Fedegoso (*Cassia tora* L.). Jaboticabal, 1984. 41 p. (Monografia). Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”.

BLAIR, G. J.; CHAPMAN, L.; WHITBREAD, A. M.; BALLCOELHO, B.; LARSEN, P.; TIESSEN, H. Soil carbon changes resulting from sugarcane trash management at two locations in Queensland, Australia, and in North-East Brazil. **Australian Journal of Soil Research**, v. 36, p. 873-882, 1998.

BLAIR, N. Impact of cultivation and sugar-cane green trash management on carbon fractions and aggregate stability for a Chromic Luvisol in Queensland, Australia. **Soil & Tillage Research**, v. 55, p.183-191, 2000.

BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. **Biológico**, v. 38, n. 10, p.343-350, 1972.

BOLETIM INFORMATIVO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO. UMCA, n. 33, v. 3, 54 p. 2000.

BRACCINI, A.L. Banco de sementes e mecanismos de dormência em sementes de plantas daninhas. In OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária. 2001. 362 p.

BUZOLIN, P. R. S. Efeitos da palha residual da colheita mecanizada, associada a fontes de potássio e doses de nitrogênio, no solo e nas socas de cana-de-açúcar. Jaboticabal, 1997. 98 p. (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. "Júlio de Mesquita Filho".

CASANOVAS, H.; ARMAS, R. Influence of potassium upon mineral and aconitic acid content of sugarcane juice. **Anuário ESALQ**, n. 45, p. 453-462, pt. 2, 1988.

COELHO, M. B.; AZEVEDO, H. J. Utilização da vinhaça na irrigação da cana-de-açúcar. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.4, n. 5, p. 49-32, maio/jun. 1986.

COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resíduos sólidos da agroindústria sucro-alcooleira**. Piracicaba, 1993. 60 p. (Relatório Técnico RT-561-92/93).

CHRISTOFFOLETI, P. J.; BACCHI, O. O. S. Efeito da aplicação de vinhaça sobre a população e controle químico de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Planta Daninha**, v. 8, n. 1/2, p. 60-70, 1985.

DALTON, B. R.; BLUM, U.; WEED, S. B. Allelopathic substances in ecosystems: effectiveness of sterile soil components in altering recovery of ferulic acid. **Journal Chemistry Ecology**, v. 9, p. 1185-1201, 1983.

DEER, N. **Cane sugar**. 2.ed. London: Norman Rodger, 1921. 644 p.

DUDAI, N. Essencial opils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. **Journal Chemical Ecology**, v. 25, n. 5, p. 155-163, 1999.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. 2002. **Anuário de Agricultura Brasileira**, São Paulo, 536 p.

FRENEY, J. R.; DENMEAD, O. T.; SAFFIGNA, P. G.; WOOD, A. W.; CHAPMAN, L. S.; HURNEY, A. P. Ammonia loss from sugarcane field as affected by fertilizer placement, irrigation and canopy development. IN: AUSTRALIAN SOCIETY OF SUCARCANE TECHONOLOGISTS, 13., Bundaberg, 1991. **Proceedings**. Bundaberg: Watson Ferguson, 1991. p. 38-43.

GOODWIN, T. W.; MERCER, E. I. **Introduction to Plant Biochemistry**. 2. ed. New York: Pergamon Press, 1983. 677 p.

HANINE, H.; MOURGUES, J.; MOLINIER, J. Aconitic acid removal during cane juice clarification. **International Sugar Journal**, v. 92, n. 1103, p. 219-220, 230, 238, 1990.

HEES, P. V.; LUNDSTROM, U. S.; GIESLER, R.; VAN-BREEMEN, N.; BAIN, D. C. Low molecular weight organic acids and their Al-complexes in soil solution - composition, distribution and seasonal variation in three podzolized soils. Special issue: The podzolization process. **Geoderma**, v. 94, n. 2/4, p. 173-200, 2000.

LARRAHONDO, J. E.; MORALES, A. A.; VICTORIA, M. H.; JARAMILLO, A. IN: **Carta-Trimestral** - CENICANA, v. 22, n. 3, p. 5-6, 2000.

LEAL, J. R. Potencial redox e pH: variações em um solo tratado com vinhaça. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 7, p. 257- 261, 1983.

- LEME, E. J. A. Uso e tratamento de resíduos agroindústrias no solo. In: CÂMARA, G. M. S, OLIVEIRA, E. A M. de (Ed). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.147-173.
- LORENZI, H. Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. In: Plantio direto no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, cap. 2, 1984. p. 13-46
- MALMARY, G. H.; MONTEIL, F.; MOLINIER, J. R.; HANINE, H.; CONTE, T.; MOURGUES, J. Recovery of aconitic acid from simulated aqueous effluents of the sugar-cane industry through liquid-liquid extraction. **Bioresource Technology**, v. 52, n. 1, p. 33-36, 1995.
- MARTIN, L. F. The non-nitrogenous organic acids of sugarcane. In: HONIC, P., (Ed.) **Principles of sugar technology**. Amsterdam: Elsevier, 1953. p. 128-156.
- MARTINS, D.; VELINI, E. D.; MARTINS, C. C.; SOUZA, L. S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Revista Planta Daninha**, v. 17, n. 1, p. 151-161, 1999.
- MEDINA-MELENDEZ, J. A. Efeito da cobertura do solo no controle de plantas daninhas na cultura do pepino (*Cucumis sativus L.*). Piracicaba, 1990. 104 p. (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MINISTERIO DEL AZUCAR. La cana de azúcar como base de un desarrollo agroindustrial sostenible. IN: CONFERENCIA MUNDIAL SOBRE EL DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE, Rio de Janeiro, 1992. La Habana, 1992. 32 p.

- MOLISCH, H. Der Einfluss einer Pflanze auf die andere. **Allelopathie**. Verlag; Jena: Gustav Fisher, 1937. 106 p.
- MULLER, C. H. Allelopathy as a factor in ecological process. **Vegetation**, v. 18, p. 348-57, 1968.
- NERY, M. S. Desempenhos operacional e econômico de uma colhedora em cana crua / Moizéis Silva Nery. Piracicaba, 2000. 108 p. (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PADILHA, W. A. Curso internacional de fertirrigacion em cultivos protegidos. Quito: Ecuador, 1998. 120 p.
- PAIXÃO, M. No coração do canavial: estudo crítico do complexo agroindustrial sucroalcooleiro e das relações de trabalho na lavoura canavieira (estudo comparativo em doze Estados do Brasil). Rio de Janeiro, 1994. 176 p. (Mestrado) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- PARANHOS, S. B. Cana-de-açúcar. Cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 3-15, 1987.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informativo Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A. da, VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Universidade Estadual de Viçosa, 2003. 150p.
- PUTNAM, A. R. Weed allelopaty. In: DUKE, S. D. **Weed Physiology**. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 131-55.

- QUINTELA, A. C. R. Controle físico e/ou alelopático de três plantas daninhas pelo palhço de duas variedades de cana-de-açúcar, em condições de casa-de-vegetação. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8, Recife, 2002. **Anais:** Recife, STAB, 2002. p. 190-194.
- RANSON, S. L. Plant acids. In: PRIDHAM, J. B.; SWAIN, T. S. **Biosynthetic pathways in higher plants**. London: Academic Press, 1965. 221 p.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. 422 p.
- RIPOLI, T. C. C. Utilização do material remanescente de colheita de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) – Equacionamento dos balanços energético e econômico. Piracicaba, 1991, 150 p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ROSSETO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. São Paulo: Fundação Cargill. v. 2, cap. 4, p. 435-504. 1987.
- SENGIK, E.; CANO, M. A. O.; SILVA, C. C.; RIBEIRO, A. C. Efeitos da vinhaça sobre o crescimento do sorgo granífero. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. **Anuário CCA: 1995/1996**. Maringá, p. 163-166. 1996.
- SHINITZER, M. Soil organic matter: the next 75 years. **Soil Science**, v. 151, p. 41-58, 1991.

- SILVA, G. M. A.; CASTRO, L. J. P. de; SANCHES, A. C; GUIMARÃES, E.; GURGEL, M. N. A. Efeitos da vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, n. 7, p. 9-14, 1978.
- SPENCER, L. S.; MEADE, G. P. **Manual del azucar de cana**. Barcelona: Montaner y Simon, 1967. 946 p.
- SPAROVECK, G.; ALLEONI, L. R. F.; PEREIRA, J. C.; ROSSETO, R. Aptidão das terras de Piracicaba para o corte mecanizado de cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 15, n. 5, p. 14-17, 1997.
- STUPIELLO, J. P. A cana-de-açúcar de açúcar como matéria-prima. In: PARANHOS, SB. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. São Paulo: Fundação Cargill,. v. 2, cap.7, p.761-804, 1987.
- SZMRECSANYI, T. O Planejamento da agroindustrial canavieira no Brasil (1930-1975). São Paulo: Ed Hucitec, 1979. 1 v.
- SZMIGIELSKA, A. M.; REES, K. C. J.-VAN; CIESLINSKI, G.; HUANG, P. M.; VAN-REES, K.C.J. Comparison of liquid and gas chromatography for analysis of low molecular weight organic acids in rhizosphere soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 28, n. 1/2, p. 99-111, 1997.
- TAMINOTO, O. S. Plantio direto de soja sobre palhada de cana-de-açúcar. **Revista Plantio Direto**, v. 10, n. 70, p. 14-16, 2002.
- TEASDALE, J. R.; BESTE, C. E.; POTTS, W. E. Response of weeds to tillage and cover crop residue. **Weed science**. v. 39, p. 195-199, 1991.

VASCONCELOS, A. C. M. Desenvolvimento do sistema radicular da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual. Jaboticabal, 2002. 140 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, "Júlio de Mesquita Filho".

VOLL, E.; VOLL, C. E.; VICTÓRIA FILHO, R. Allelopathic effects of aconitic acid on wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) and morningglory (*Ipomoea grandifolia*). **Journal of Environmental Science and Health, Part B – Pestic. Food Contaminants and Agric. Wastes**, v. 40, n. 1, p. 69-75, 2005.

VOLL, E.; FRANCHINI, J.C.; CRUZ, R. T.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A.M.; ADEGAS, F.S. Chemical Interactions of *Brachiaria plantaginea* with *Commelina benghalensis* and *Acanthospermum hispidum* in Soybean Cropping Systems. **Journal of Chemical Ecology**, v. 30, n. 7, p. 1467-1475, 2004.

WANG, T. S.; LI, S. W.; FERNG, Y. L. Catalytic polymerization of phenolic compounds by clay minerals. **Soil Science**, v. 126, p. 15-21, 1978.

WALLER, G. R.; FEUG, M. C.; FUJII, Y. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. In: INDERJIT-DAKSHINI, K.M.M.; FOY, C.L. (Ed). Principles and practices in plant ecology. Boca Raton, CRC Press, 1999. p. 75-98.