

EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE GUANXUMA (*Sida rhombifolia*), CAPIM-BRAQUIÁRIA (*Brachiaria decumbens*) E CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp.) INFLUENCIADOS POR SUBPRODUTOS DA DESTILAÇÃO DO ÁLCOOL¹

Emergence and Growth of Arrowleaf Sida (Sida rhombifolia), Brachiaria Grass (Brachiaria decumbens) and Sugarcane (Saccharum spp.) as Influenced by Alcohol by-Products

AZANIA, A.A.P.M.², AZANIA, C.A.M.³, MARQUES, M.O.⁴ e PAVANI, M.C.M.D.⁵

RESUMO - Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de óleo de fúsel, comparativamente a vinhaça e flegmaça, sobre o desenvolvimento e a composição química de plantas de guanxuma (*Sida rhombifolia*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e cana-de-açúcar (variedade RB72454), cultivadas simultaneamente em casa de vegetação. As concentrações de 12,5; 25,0; 50,0; e 100,0% (v/v) de cada subproduto e a testemunha (água) foram aplicadas (numa taxa equivalente a 150 m³ ha⁻¹) no solo dos vasos (22 L), contendo uma planta de cana-de-açúcar (13 cm de altura) e 100 sementes de cada planta daninha. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial 3 x 4 (três tipos de resíduos e quatro concentrações), e uma testemunha adicional com água. O óleo de fúsel inibiu a emergência de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* e matou a cana-de-açúcar. A vinhaça e a flegmaça prejudicaram a emergência e o desenvolvimento de *B. decumbens*, bem como o de *S. rhombifolia*, mas não o da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: óleo de fúsel, flegmaça, vinhaça e plantas daninhas.

ABSTRACT - This research aimed to compare the effects of fusel oil application to those of vinasse and flegmass application on the growth and chemical composition of arrowleaf sida plants (*Sida rhombifolia*), brachiaria grass (*Brachiaria decumbens*) and sugarcane (*Saccharum* spp.), cultivated simultaneously under greenhouse conditions. Concentrations of 12.5, 25.0, 50.0 and 100.0 % (v/v) of each by-product and the check treatment (water) were applied (rate equivalent to 150 m³ ha⁻¹) to soil on 22 L-pots, containing one sugar-cane plant (13 cm of height), and 100 seeds of each weed. The experimental design was completely randomized, with 13 treatments and 4 repetitions, in a 3x4 factorial scheme (3 by-products and 4 concentrations) and an additional check treatment with water. The fusel oil inhibited *Sida rhombifolia* and *Brachiaria decumbens* emergence with no emergence being verified for sugarcane. The vinasse and flegmass reduced *B. decumbens* emergence and growth and *S. rhombifolia* growth but did not affect sugarcane growth.

Key words: fusel oil, flegmass, vinasse and weeds.

¹ Recebido para publicação em 4.1.2004 e na forma revisada em 10.9.2004.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

² Doutoranda em Produção Vegetal da FCAV/UNESP, bolsista CNPq, <padua@fcav.unesp.br>; ³ Doutorando em Produção Vegetal da FCAV/UNESP; ⁴ Prof. Dr. do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP; ⁵ Prof^a. Dr^a. do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária – FCAV/UNESP, Rod. Prof. Paulo D. Castellane, Km 5, 14870-000 Jaboticabal-SP.



INTRODUÇÃO

Estudos sobre utilização racional de resíduos na agricultura são fundamentais para minimizar o problema de geração de resíduos pelas indústrias e pela população.

Nas destilarias encontram-se os maiores volumes de resíduos gerados pelas usinas. A vinhaça, também conhecida como vinhoto, é o principal resíduo da destilação do vinho; devido ao alto conteúdo de matéria orgânica e nutrientes, especialmente potássio, as usinas utilizam-na no processo de fertirrigação em parte de seus canais, em substituição total ou parcial à adubação mineral. Por isso, ela passou a ser considerada um subproduto do processo.

O óleo de fúsel está entre os principais subprodutos da destilação (retificação), sendo constituído por impurezas de alto grau de volatilização. Segundo Enriquez et al. (1989), a maioria dos componentes do óleo de fúsel são álcoois e ésteres. Entretanto, de acordo com Pérez et al. (2001), ele ainda não é devidamente aproveitado pelas usinas, pois é vendido para indústrias químicas por um baixo valor comercial.

A flegmaça é um resíduo obtido no processo de destilação (retificação) do álcool, sendo adicionada à vinhaça e aplicada no campo como substituto da adubação mineral.

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) constataram que a mistura vinhaça + herbicidas controlou as plantas daninhas e que os herbicidas não tiveram sua eficácia prejudicada. O óleo de fúsel e a flegmaça, isoladamente, não possuem histórico de uso em áreas agrícolas.

Segundo Glória (1992), a utilização de resíduos no solo deve ser conduzida no sentido não só de eliminar a sua nocividade, mas também de tornar atraente o seu uso, quer como fonte de nutrientes às culturas, quer como condicionadores do solo. Nesses casos, é possível que os resíduos se tornem subprodutos, devendo passar a ter um valor de comércio.

Nesse contexto, este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de concentrações crescentes de óleo de fúsel, comparativamente a vinhaça e flegmaça, no desenvolvimento e na composição química de plantas de guanxuma (*Sida rhombifolia*), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e cana-de-açúcar (variedade RB72454), cultivadas simultaneamente em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos de 22 L de capacidade, preenchidos com terra peneirada, proveniente de um horizonte A moderado com textura argilosa, apresentando pH (CaCl₂) = 5,0, matéria orgânica = 19 g dm⁻³, P(resina) = 25 mg m⁻³, K₂O = 1,5, Ca = 20, MgO = 11 e H+Al = 28, expressos em mmol_c dm⁻³.

Previamente, foram plantados minitoletes de cana-de-açúcar (6 cm), cultivar RB72454, contendo uma única gema, em copos de plástico (500 mL) preenchidos com terra vegetal. O transplante para vasos de 22 L foi feito quando as plântulas atingiram altura de aproximadamente 13 cm. Após 20 dias do transplante, foram semeadas em cada vaso 100 sementes de guanxuma e 100 de capim-braquiária. Os subprodutos foram aplicados, a 150 m³ ha⁻¹ (1,14 L por vaso), em pré-emergência das plantas daninhas e quando a cana-de-açúcar atingiu aproximadamente 31 cm de altura.

A vinhaça utilizada no experimento apresentou em sua composição química pH = 4,2, matéria orgânica = 1,57%, N = 0,38, P₂O₅ = 0,045, K₂O = 2,17, CaO = 0,60, MgO = 0,50 e SO₄ = 1,87, expressos em kg m⁻³, e Cu = 1,0, Fe = 51, Mn = 3,9 e Zn = 2,0, expressos em g m⁻³. A cromatografia do óleo de fúsel apresentou, em valores percentuais: etanol (11,70), n-propanol (0,83), i-butanol (8,47), n-butanol (0,21), i-amílico (28,66) e n-amílico (0,12); na flegmaça apenas foi detectado etanol (0,043%).

Após o transplante, a irrigação dos vasos foi feita com água, procurando atingir 80% da capacidade de campo, diariamente, durante todo o período experimental. A adubação de plantio foi realizada apenas para a testemunha, empregando-se N, P e K de acordo com



o resultado da análise de solo e com as recomendações de Espironelo (1992).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos, resultantes da combinação dos subprodutos (flegmaça, óleo de fúsel e vinhaça) e concentrações (12,5, 25,0, 50,0 e 100,0% (v/v)) e do tratamento testemunha, em quatro repetições. Tendo em vista os resultados obtidos, optou-se pelo esquema fatorial 2 x 4 (dois subprodutos e quatro concentrações), aplicando-se análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 10, 20 e 40 DAT (dias após tratamento), avaliou-se, na cana-de-açúcar, a altura da planta (medida do nível do solo até o *dew lap*); o teor de clorofila total das folhas (Unidades Relativas-UR), empregando-se clorofilômetro de campo Mod. Spad 502 Minolta; e o índice de fluorescência, avaliado na folha +3, empregando-se fluorômetro portátil (modelo Hansatech). Ao final do experimento avaliaram-se: diâmetro de colmos, número de perfilhos, massa seca da parte aérea, composição química do material seco produzido (macro e micronutrientes, de acordo com metodologia de Sarruge & Haag (1974).

Nas plantas daninhas foram determinadas a porcentagem de emergência (10, 20 e 40 DAT), a massa seca da parte aérea (final do experimento) e a composição química do material seco produzido, também segundo a metodologia de Sarruge & Haag (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo de fúsel inibiu a germinação de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* em todas as épocas avaliadas.

Para *Sida rhombifolia*, a vinhaça e a flegmaça não apresentaram interferência sobre a emergência aos 10 DAT; contudo, a partir dos 20 DAT a emergência da guaxuma foi menor para aplicação com vinhaça. Entretanto, com exceção da avaliação feita aos 20 DAT, o percentual de emergência para os tratamentos envolvendo os subprodutos foi próximo ao da testemunha - aos 40 DAT houve total recuperação (Tabela 1).

O fato de os percentuais de emergência da guaxuma nas testemunhas terem sido próximos àqueles dos tratamentos com os subprodutos pode ser indicativo de que a vinhaça e a flegmaça não influenciaram negativamente a emergência desta planta.

Tabela 1 - Emergência de plântulas de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* aos 10, 20 e 40 dias após a aplicação dos tratamentos e massa seca produzida pelas plantas, no final do experimento. Efeitos da aplicação de vinhaça, flegmaça e suas concentrações. Resumo da análise estatística

Variável	Emergência de <i>S. rhombifolia</i> (%) ^{1/}			Emergência de <i>B. decumbens</i> (%) ^{1/}			Massa seca (g)	
	10 DAT	20 DAT	40 DAT	10 DAT	20 DAT	40 DAT	<i>Sida rhombifolia</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>
Subprodutos (A)								
Vinhaça	18,18	19,52 b	33,73 b	45,29	45,41 b	48,89	0,35	4,97
Flegmaça	17,80	22,62 a	38,15 a	46,34	48,66 a	48,59	0,27	4,92
Concentr. (B) - (v/v)								
12,5	17,59	22,93	36,55	46,88 ab	47,30 ab	48,20	0,32	7,24 a
25,0	17,27	21,53	38,41	47,38 a	48,62 ab	50,61	0,21	3,33 b
50,0	19,52	19,85	35,50	47,62 a	49,65 a	50,47	0,38	4,98 ab
100,0	17,59	19,96	33,30	41,39 b	42,58 b	45,66	0,32	4,23 ab
Testemunha	15,75	21,00	35,25	61,00	62,75	66,75	0,60	9,13
	Teste F							
Subprodutos (A)	0,04 NS	4,44 *	4,39 *	0,50 NS	4,12 *	0,01 NS	1,68 NS	0,00 NS
Concentrações(B)	0,30 NS	0,99 NS	1,02 NS	4,01 *	3,82 *	0,87 NS	1,27 NS	3,34 *
A x B	1,64 NS	1,86 NS	1,05 NS	4,27 *	3,68 *	0,73 NS	1,14 NS	0,98 NS
Testemunha x fatorial	2,84 NS	8,41 **	0,05 NS	7,05 *	5,79 *	2,97 NS	9,41 **	9,33 **
CV (%)	28,72	19,13	16,56	9,02	9,49	14,28	52,77	47,7

^{1/} Dados transformados em Arc sen (raiz ((x+0,5)/100)); DAT - dias após tratamento; (v/v) volume/volume; letras iguais não diferem estatisticamente; NS - não-significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.



Embora a vinhaça e a flegmaça não tenham afetado negativamente a emergência de *Sida rhombifolia*, o desenvolvimento de suas plântulas, observado pela massa seca do material, foi menor para ambos os subprodutos, quando comparado com a testemunha (Tabela 1). Possivelmente, a vinhaça e a flegmaça tenham proporcionado condições desfavoráveis ao desenvolvimento dessas plântulas no solo.

O desbalanceamento nutricional da vinhaça (Centurión & Derísio, 1993) pode ter colaborado com o pouco desenvolvimento das plantas, pois Kissmann & Groth (2000) comentaram que *Sida rhombifolia* desenvolve-se melhor em solos adubados e corrigidos, podendo atingir até 1,50 m.

Em razão do pouco desenvolvimento das plântulas de *Sida rhombifolia*, a quantidade de material seco coletado aos 40 DAT foi insuficiente para analisar a composição química das plantas de guanxuma, as quais, conseqüentemente, não puderam ser analisadas estatisticamente.

Para *Brachiaria decumbens*, os tratamentos com vinhaça reduziram a emergência das plântulas, principalmente aos 20 DAT, com total recuperação aos 40 DAT. As maiores diferenças entre os subprodutos e suas concentrações sobre a emergência das plântulas também ocorreram até os 20 DAT (Tabela 1).

As sementes de capim-braquiária submetidas ao tratamento com vinhaça ou flegmaça apresentaram menor emergência que aquelas da testemunha, até os 20 DAT (Tabela 1). O fato de a emergência nas testemunhas ter sido maior que nos tratamentos com os subprodutos indica que a vinhaça e a flegmaça interferiram negativamente na emergência das plântulas, até próximo dos 40 DAT, quando estas apresentaram total recuperação.

Assim como para *Sida rhombifolia*, as plântulas de *Brachiaria decumbens* apresentaram-se com o desenvolvimento prejudicado, provavelmente devido à aplicação dos subprodutos. Ocorre que o desenvolvimento das plântulas do capim-braquiária na testemunha apresentou maior massa seca que aquelas dos tratamentos com subprodutos, aos 40 DAT (Tabela 1). Segundo Kissmann (1997), o

capim-braquiária desenvolve-se rapidamente após a germinação, em condição de umidade e calor. No entanto, esse desenvolvimento somente ocorreu nos tratamentos testemunhas, indicando que os tratamentos com vinhaça e flegmaça podem ter prejudicado o desenvolvimento das plantas de *Brachiaria decumbens*.

Observa-se, na Tabela 2, que a vinhaça na maior concentração foi a principal responsável pela redução da emergência das plântulas. Possivelmente a vinhaça tenha proporcionado uma maior concentração de sais (potássio, magnésio, cálcio) e também elevação do pH no solo (Leal et al., 1983), colaborando com a redução da emergência das plantas. Além da variação do pH, a concentração de sais no solo pode ter formado um maior potencial osmótico em torno da semente e prejudicado a germinação.

Tabela 2 - Desdobramento da interação entre os subprodutos vinhaça e flegmaça e suas concentrações de aplicação sobre o estado nutricional (40 DAT) e a emergência das plantas de *Brachiaria decumbens*

Variável	Conc. (v/v)	Subproduto		F
		Vinhaça	Flegmaça	
Emergência (10 DAT)	12,5	49,33 A A	44,43 A A	2,73 NS
	25,0	47,02 A a	47,74 A a	0,06 NS
	50,0	48,21 A a	47,04 A a	0,16 NS
	100,0	36,62 B b	46,15 A a	10,35 **
	F	7,82 **	0,47 NS	
Emergência (20 DAT)	12,5	48,30 AA	46,29 AA	0,40 NS
	25,0	47,59 Aa	49,65 Aa	0,42 NS
	50,0	49,22 Aa	50,08 Aa	0,07 NS
	100,0	36,53 Bb	48,62 Aa	14,29 **
	F	6,94 **	0,56 NS	
K - g kg ⁻¹ (40D'AT)	12,5	28,10 AA	24,13 BB	13,03 **
	25,0	29,18 Aa	28,38 Aa	0,53 NS
	50,0	28,03 Aa	28,68 Aa	0,35 NS
	100,0	28,65 Aa	26,53 Aab	3,72 NS
	F	0,47 NS	7,24 **	
S - g kg ⁻¹ (40 DAT)	12,5	1,85 AA	1,38 BB	4,98 *
	25,0	2,00 Aa	2,28 Aa	1,67 NS
	50,0	1,45 Aa	1,58 Ab	0,34 NS
	100,0	2,03 Aa	1,55 Bb	4,98 *
	F	3,11 NS	6,98 **	

(v/v) volume/volume; DAT - dias após tratamento; médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente; NS - não-significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade. Letras maiúsculas - comparação na horizontal. Letras minúsculas - comparação na vertical.

Quanto ao conteúdo nutricional realizado aos 40 DAT, com exceção do enxofre, verificou-se que as plantas de *Brachiaria decumbens* retiram mais nutrientes do solo do que a cana-de-açúcar (dados não apresentados). Segundo Blanco et al. (1979, 1981), as plantas daninhas são grandes extratoras de nutrientes do solo.

O conteúdo de nitrogênio das plantas de *Brachiaria decumbens* não diferiu entre os tratamentos com subprodutos ou testemunha (Tabela 3). De acordo com Bianco et al. (2000), o nitrogênio é o segundo macronutriente requerido em maior quantidade pelas plantas de capim-braquiária.

No que se refere ao fósforo, o maior conteúdo foi observado devido à aplicação de vinhaça, provavelmente em virtude da maior concentração do nutriente em sua composição química (Tabela 3). Na testemunha, mesmo recebendo adubação mineral, o fósforo teve tendência de redução, provavelmente devido à baixa mobilidade no solo. Segundo Prevedello & Reissmann (2002), as plantas aproveitam o fósforo do solo de formas diferentes – plantas com crescimento rápido e raízes pouco desenvolvidas aproveitam menos este elemento.

O conteúdo de potássio decorrente da aplicação de vinhaça também foi maior nas folhas de *Brachiaria decumbens* (Tabela 3). Entretanto, esse comportamento deve-se, provavelmente,

ao fato de a vinhaça ter em sua composição uma maior quantidade de potássio (Penatti et al., 1988), além de ser o elemento mais acumulado na seqüência de acúmulo de nutrientes em plantas de capim-braquiária (Bianco et al., 2000). O desdobramento da interação subprodutos x doses, na Tabela 2, mostra que a flegmaça diferiu da vinhaça, com redução do conteúdo de potássio na concentração 12,5%, indicando a pouca quantidade de potássio existente em sua composição.

Nas plantas de *Brachiaria decumbens*, os teores de cálcio, ferro, manganês, enxofre e zinco não foram influenciados pela vinhaça e flegmaça; o conteúdo de cobre (3,63 mg kg⁻¹) foi maior com a aplicação de vinhaça, pelo fato de esta apresentar este elemento em sua composição; o acúmulo de magnésio foi maior no tratamento com flegmaça, quando comparada à vinhaça ou testemunha (Tabela 3).

O óleo de fúsel, em 24 horas após aplicação, causou a murcha das plantas de cana-de-açúcar, num processo irreversível e progressivo de secagem das folhas e dos ramos. Nesse sentido, o óleo de fúsel apresentou um potencial dessecante sobre as plantas, devendo ser melhor estudado em outros trabalhos. Devido à morte das plantas de cana-de-açúcar nos tratamentos com o óleo de fúsel, não foi possível fazer a análise nutricional nas folhas.

Tabela 3 - Estado nutricional das plantas de *Brachiaria decumbens* aos 40 dias após a aplicação dos tratamentos. Efeitos da aplicação de vinhaça, flegmaça e suas concentrações. Resumo da análise estatística

Variável	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)			
Subprodutos (A)										
Vinhaça	9,34	3,45 a	28,49 a	2,93	4,55 b	1,83	3,63 a	145,00	39,00	16,88
Flegmaça	9,09	3,04 b	26,93 b	3,06	5,94 a	1,69	3,00 b	176,44	37,31	15,19
Concentr. (B) – (v/v)										
12,5	9,22	2,99	26,11 b	3,04	5,51	1,61 b	3,13	168,00	32,63	15,38
25,0	8,12	3,48	28,78 a	3,00	4,73	2,14 a	3,50	183,38	40,25	16,75
50,0	9,65	2,96	28,35 a	2,98	5,45	1,51 b	3,25	117,50	37,00	16,00
100,0	9,89	3,55	27,59 ab	2,96	5,29	1,79 ab	3,38	174,00	42,75	16,00
Testemunha	9,28	2,80	26,98	3,50	5,78	1,58	2,00	111,00	46,00	16,50
	Teste F									
Subprodutos (A)	0,24 NS	5,33 *	8,05 **	1,79 NS	7,22 *	1,67 NS	4,33 *	1,84 NS	0,25 NS	3,60 NS
Concentrações (B)	2,34 NS	3,05 NS	4,52 *	0,10 NS	0,48 NS	6,66 **	0,29 NS	1,62 NS	1,65 NS	0,40 NS
A x B	0,90 NS	0,60 NS	3,19 *	1,32 NS	1,66 NS	3,43 **	0,75 NS	0,41 NS	0,30 NS	0,36 NS
Testemunha x fatorial	0,01 NS	2,74 NS	0,78 NS	10,77 **	0,47 NS	1,38 NS	8,48 **	2,05 NS	2,36 NS	0,12 NS
CV (%)	15,73	15,83	5,64	9,54	27,55	17,29	26,84	42,20	24,65	15,64

(v/v) volume/volume; NS (não-significativo); * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.



Nos tratamentos com vinhaça e flegmaça, as plantas de cana-de-açúcar não tiveram o desenvolvimento prejudicado; aos 40 DAT apresentaram-se com excelente estado de vigor e com acúmulo de nutrientes dentro dos padrões normais, segundo as referências encontradas na literatura.

No entanto, considerando o período de 40 DAT e as condições do experimento, o óleo de fúsel inibiu a emergência das plântulas de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* e levou as plantas de cana-de-açúcar à morte. A vinhaça e a flegmaça prejudicaram a emergência e o desenvolvimento das plantas de *Brachiaria decumbens* e o desenvolvimento das plantas de *Sida rhombifolia*, até os 40 DAT.

LITERATURA CITADA

BALBO JR., L. **Estudos preliminares dos efeitos da vinhaça sobre a emergência e desenvolvimento inicial de plantas daninhas**. I – Fedegoso (*Cassia tora* L.). 41 f. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1984. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia).

BIANCO, S. et al. Produção de matéria seca e marcha de absorção de macronutrientes por plantas de capim-braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 61.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; ARAÚJO, J. B. M. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. I. Período crítico de competição produzido por uma comunidade natural de dicotiledôneas em cultura de ano. **Biológico**, v. 45, n. 7/8, p. 131-140, 1979.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; COLETTI, J. T. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. II. Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato, com predomínio de gramíneas, em cultura de ano. III–Influência da competição na nutrição da cana-de-açúcar. **Biológico**, v. 47, n. 3, p. 77-88, 1981.

CENTURIÓN, R. E. B.; DERÍSIO, J. C. Evolução do controle da poluição das indústrias sucro-alcooleiras no Estado de São Paulo. **Álcool & Açúcar**, v. 12, n. 68, p. 24-35, 1993.

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.

ENRIQUEZ, M.; SANZ, J.; CANO, M. Preliminary analysis by gas chromatography and mass spectrometry (GC/MS) of fusel oil originating from three Cuban sugar factories. **R. ICIDCA derivados cana azucar**, v. 1, n. 23, p. 34-39, 1989.

ESPIRONELO, A. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. van et al. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1992. 107 p. (Boletim Técnico, 100).

GLORIA, N. A. Uso agrônomo de resíduos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1992. p. 1-17.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. v. 1. p. 393-401.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF Brasileira, 2000. v. 3. p. 159-162.

LEAL, J. R. et al. Potencial redox e pH: variações em um solo tratado com vinhaça. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 7, p. 257-261, 1983.

PENATTI, C. P. et al. Recomendações de adubação para a cultura de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1988. p. 103-114.

PÉREZ, E. R.; CARDOSO, D. R.; FRANCO, D. W. Análise dos álcoois, ésteres e compostos carbonílicos em amostras de óleo fúsel. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 10-12, 2001.

PREVEDELLO, B. M. S.; REISSMANN, C. B. Nutrição mineral das plantas. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Orgs.) **Fisiologia Vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba, Champagnat, 2002. p. 115-133.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1974. 56 p. Apostila.

