

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

POTENCIALIDADE HERBICÍDICA DO ÓLEO FÚSEL

Andréa Aparecida de Padua Mathias Azania

**Orientador: Prof. Dr. Marcos Omir Marques
Co-orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Morelli Damasceno
Pavani**

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Abril de 2007

A991p Azania, Andréa Aparecida de Padua Mathias
Potencialidade herbicídica do óleo fúsel / Andréa Aparecida de Padua
Mathias Azania. -- Jaboticabal, 2007
vi, 81 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007

Orientador: Marcos Omir Marques

Banca examinadora: Luciano Soares de Souza, Maria do Carmo de
Salvo Soares Novo, Miguel Ângelo Mutton, Pedro Luís da Costa Aguiar
Alves

Bibliografia

1. Subprodutos. 2. Cana-de-açúcar. 3. Plantas Daninhas. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.954:633.61

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANDRÉA APARECIDA DE PADUA MATHIAS AZANIA – nascida em 20 de agosto de 1975, em Araras, SP, é Bióloga formada pela Faculdade de Ciências Biológicas de Araras, em 1999. Em março de 2001 iniciou curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) finalizando em junho de 2003, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal. No segundo semestre de 2003, iniciou curso de Doutorado em Produção Vegetal na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal.

*“Existe somente uma idade para ser feliz...
Somente uma época na vida de cada pessoa em que é possível sonhar...
E fazer planos e ter alegria bastante para realizá-los...
Essa idade tão fugaz na vida da gente chama-se PRESENTE.
E tem a duração do instante que passa”*

Mario Quintana

Aos meus pais Antonio e Neuza
Meus irmãos Simone, Luana e Leonardo
Pela Família que somos
Pelo apoio, compreensão, confiança e amor.

DEDICO

Ao meu marido Carlos
Pelo seu amor, companheirismo,
dedicação e incentivo
em todos os momentos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar comigo em todos os momentos e iluminar meus caminhos.

A CAPES e CNPq pela concessão de bolsa de estudos.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, pela oportunidade do aprendizado e do convívio com tantas pessoas.

Aos meus orientadores, Prof. Marcos Omir Marques e Profa. Maria do Carmo Pavani, pela orientação, dedicação, amizade e paciência durante estes anos.

Aos membros da banca examinadora: Prof. Luciano Soares de Souza, PqC. Maria do Carmo de Salvo Soares Novo, Prof. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves e Prof. Miguel Ângelo Mutton, pelas sugestões apresentadas.

Às bibliotecárias Tiêko e Ana Silvia e pelas correções das referências bibliográficas.

Ao Prof. Marcelo da Costa Ferreira pelas sugestões no início do trabalho.

Aos amigos que mesmo à distância estiveram sempre comigo: Patrícia e Clodoaldo (agora com a Laura), Ana Márcia Carregari, Maria Rosângela, Mariluce Nepomuceno e Sueli Machado.

Aos funcionários do Depto de Biologia Aplicada à Agropecuária, em especial José Valcir Fidelis Martins e Francisco Rigler Neto (*in memorian*) pelo auxílio em avaliações.

Ao Técnico Agrícola Dorival Rodrigues e aos estagiários Márcio Valderrama e Deborah Furtado pelo auxílio nas avaliações de experimentos.

A Antonio, Clementina e Aparecida Celtron pelo carinho de todos estes anos.

Às minhas lindas Ana Julia, Ninu e Lucy, pelo carinho de todos os dias.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
SUMMARY	vi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1.1. Introdução	01
1.2. Revisão de literatura	02
1.3. Características gerais do óleo fúsel	02
1.4. Álcoois superiores em bebidas alcoólicas	05
1.5. Descrição dos principais álcoois presentes no óleo fúsel	06
1.5.1. Álcool isoamílico	06
1.5.2. Etanol	07
1.5.3. Álcool isobutílico ou isobutanol	08
1.5.4. Álcool butílico ou butanol	09
1.5.5. Álcool isopropílico ou isopropanol	09
1.6. Histórico de uso do óleo fúsel na agricultura	10
1.7. Objetivos	11
1.8. Referências	12
CAPÍTULO 2 – EFICÁCIA DE SURFACTANTES E ESPALHANTES ADESIONANTES NA ESTABILIDADE E HOMOGENEIZAÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO COM ÓLEO FÚSEL	
RESUMO.....	16
2.1. Introdução	17
2.2. Material e Métodos.....	18
2.2.1. Local e data	18
2.2.2. Tratamentos	19
2.2.3. Descrição do teste	19
2.2.4. Descrição dos produtos utilizados	19

2.2.5. Variáveis avaliadas e forma de análise dos resultados	20
2.3. Resultados e Discussão	21
2.3.1. Volumes de óleo fúsel, água e solução homogeneizada	21
2.3.2. Osmolalidade das soluções	24
2.4. Conclusões	28
2.5. Referências	28

CAPÍTULO 3 – ERRADICAÇÃO QUÍMICA DE PLANTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A APLICAÇÃO DE ÓLEO FÚSEL E HERBICIDA DESSECANTE

RESUMO	30
3.1. Introdução	31
3.2. Material e Métodos	33
3.2.1. Local e data	33
3.2.2. Obtenção das mudas de cana-de-açúcar	33
3.2.3. Transplântio	34
3.2.4. Atributos do solo	34
3.2.5. Produtos utilizados	35
3.2.6. Quantidade dos produtos dessecantes	35
3.2.7. Delineamento experimental	36
3.2.8. Descrição do preparo da calda	36
3.2.9. Procedimentos adotados na aplicação	37
3.2.10. Variáveis avaliadas	38
3.3. Resultados e Discussão	39
3.3.1. Análise de cromatografia	39
3.3.2. Altura das plantas de cana-de-açúcar	40
3.3.3. Sintomas de intoxicação	42
3.3.4. Número de perfilhos	45
3.3.5. Massa seca da parte aérea	48
3.3.6. Atividade microbiana do solo	49
3.3.7. Atributos químicos do solo	51

3.4. Conclusões	53
3.5. Referências	54
CAPÍTULO 4 – INFLUÊNCIA DO ÓLEO FÚSEL EM BANCO DE SEMENTES SIMULANDO PRÉ-PLANTIO INCORPORADO E PÓS-EMERGÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS	
RESUMO.....	56
4.1. Introdução	57
4.2. Material e Métodos.....	58
4.2.1. Local e data	58
4.2.2. Simulação do banco de sementes	58
4.2.3. Descrição dos tratamentos e metodologia - PPI	59
4.2.3.1. Delineamento experimental	60
4.2.3.2. Condições de aplicação	60
4.2.3.3. Método de extração das sementes não germinadas	60
4.2.3.4. Variáveis avaliadas	61
4.2.4. Descrição dos tratamentos e metodologia - PÓS	61
4.2.4.1. Condições de aplicação	61
4.2.4.2. Variável avaliada	62
4.3. Resultados e Discussão.....	63
4.3.1. Pré-plantio incorporado - PPI	63
4.3.2. Pós-emergência inicial - PÓS	66
4.4. Conclusões	67
4.5. Referências	68
CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL ISOLADO E EM MISTURA COM GLIFOSATO NA PÓS-EMERGÊNCIA TARDIA DE PLANTAS DANINHAS	
RESUMO.....	69
5.1. Introdução	70
5.2. Material e Métodos.....	71

5.2.1. Local e data	71
5.2.2. Histórico da área	71
5.2.3. Delineamento experimental	72
5.2.4. Tratamentos	73
5.2.5. Condições de aplicação	74
5.2.6. Variáveis avaliadas	74
5.3. Resultados e Discussão	75
5.3.1. Porcentagem de controle de plantas daninhas	75
5.3.2. Massa seca	79
5.4. Conclusões	80
5.5. Referências	80

POTENCIALIDADE HERBICÍDICA DO ÓLEO FÚSEL

RESUMO – Avaliou-se a eficiência de surfactantes e espalhantes adesionantes na homogeneização da calda de pulverização, constituída por óleo fúsel e água. Para o teste, utilizou-se de Energic, detergente neutro, álcool e Haiten. Para erradicação da cana-de-açúcar comparou-se o óleo fúsel isolado e em mistura com glifosato, em vasos de 22 L, em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos em 4 repetições. Em outro experimento, o óleo fúsel isolado foi aplicado em plantas daninhas em pré-plantio incorporado, em delineamento inteiramente casualizado, com 25 tratamentos em quatro repetições, analisado em esquema fatorial 5x5 (concentrações e espécies); em pós-emergência das plantas daninhas houve a mistura do óleo fúsel e glifosato, em diferentes concentrações. Por último, avaliou-se a eficiência do óleo fúsel isolado e em mistura com glifosato, aplicados em pós-emergência tardia de plantas daninhas, em delineamento em blocos casualizados com 13 tratamentos em 4 repetições. Na mistura do óleo à calda de pulverização, Energic e detergente neutro proporcionaram melhores resultados, enquanto álcool e Haiten mostraram-se ineficientes. O óleo fúsel isolado não dessecou a cana-de-açúcar e, em mistura com o glifosato, dessecou os perfilhos principais. Em pré-plantio incorporado, o óleo fúsel não apresentou interferência sobre a germinação e viabilidade das sementes; em pós-emergência, os resultados mostraram controle parcial com a mistura do óleo fúsel e glifosato. Na pós-emergência tardia, em mistura com glifosato apresentou vantagens, por reduzir a massa seca das plantas e custos com a aplicação.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, controle, herbicida, plantas daninhas, subproduto

HERBICIDICAL POTENTIALITY OF FUSEL OIL

SUMMARY – The studies aimed to evaluate the fusel oil efficiency in sugarcane desiccation and weed control. The first study evaluated the efficacy of Energic, neutral detergent, alcohol and Haiten in fusel oil and water mixture. The second study evaluated the sugarcane desiccation compared with rates of fusel oil and glyphosate. The experimental design was completely randomized with 12 treatments and four replications in 22 L pots. At other study, isolated fusel oil was applied in incorporate pre-planting of weeds, in experimental design completely randomized with 25 treatments and four replications analysed in a factorial arrangement 5x5 (concentrations and weed species); in weed post-emergence there were the fusel oil mixture with glyphosate, in different concentrations. The isolated fusel oil efficiency was evaluated and in mixture with glyphosate, applied in weed late post-emergence, in randomized blocks with 13 treatments in four 4 replications. The fusel oil mixture with water, Energic and neutral detergent provided better results, while alcohol and Haiten showed inefficient. The isolated fusel oil didn't promote the complete sugarcane desiccation and when in mixture with glyphosate desiccated the sugarcane main shoot population. In incorporate pre-planting, the fusel oil didn't present interference about the seed germination and viability; in weed late post-emergence, the results showed partial control with fusel oil and glyphosate mixture. In weed late post-emergence, fusel oil mixture with glyphosate presented advantages, for reducing the plant dry mass and costs with the application.

Keywords: sugarcane, control, herbicide, weeds, by-product

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. Introdução

Nos processos de fabricação do açúcar e do álcool tem-se a geração de vários subprodutos. Alguns, como a torta de filtro e a vinhaça, embora sejam gerados em grandes quantidades, têm potencial de uso como fertilizantes ou condicionadores de solos, o que reduz o impacto ambiental que poderiam causar. Outros, por serem produzidos em menor quantidade, são misturados a outros materiais e levados ao campo ou comercializados como matéria-prima para outros processos. Como exemplo pode-se destacar o óleo fúsel.

Nas destilarias de álcool, o óleo fúsel é subproduto produzido na fermentação alcoólica e retirado nas colunas de retificação, sendo que a média de produção varia de 0,1 a 0,5 litros por 100 litros de álcool produzido. Embora não haja qualquer menção de seu emprego nas destilarias, o mesmo tem valor comercial, sendo em geral, comercializado por R\$ 0,40 por litro ou de acordo com a quantidade de álcool isoamílico presente.

Normalmente, o uso do óleo fúsel se restringe a indústrias de perfumarias, onde pode ser empregado como fixador para perfumes, indústrias de cosméticos e preparo de sabores artificiais ou aromatizantes. Também existem relatos do seu uso na produção de ésteres por meio de processos químicos.

Estudos de AZANIA (2003) sugerem a possibilidade de uso deste subproduto como dessecante de plantas. Quando aplicado diretamente na terra de vasos plantados com cana-de-açúcar, verificou-se que as plantas murcharam e iniciaram processo progressivo de secagem, com posterior morte total das plantas. Cabe destacar que este trabalho, até então, era único, dada a inexistência de trabalhos com essa abordagem.

1.2. Revisão de Literatura

No Brasil, além do açúcar, o caldo de cana-de-açúcar é utilizado também na produção de álcool. O álcool pode ser obtido industrialmente por processos biológicos, no qual se parte de matérias-primas açucaradas, que depois de transformadas em mosto, são submetidas à fermentação, resultando como produto principal o álcool etílico.

Durante a fermentação alcoólica também são formados outros compostos, denominados compostos secundários, nos quais se destacam os álcoois superiores (CODISTIL, 1978), cuja separação, uma mistura complexa (óleo fúsel), ocorre durante a retificação do flegma (GOLDEMBERG & MACEDO, 1994). VALSECHI (1960) definiu óleo fúsel como sendo álcoois com maior número de átomos de carbono que o etílico.

A origem desses álcoois, segundo BOTELHO (1945), independente das fermentações específicas para os diversos álcoois, está na decomposição dos aminoácidos. O álcool amílico origina-se da transformação da leucina e da isoleucina; o álcool butílico da decomposição da valina, etc. Para REAZIN (1973), os álcoois propílico, d-amílico e isoamílico são produzidos, pelas leveduras, em parte, pelo metabolismo do aminoácido treonina. Portanto, a produção de álcoois superiores deve-se à transformação de aminoácidos pelas leveduras e, desta forma, de acordo com o aminoácido transformado, define a natureza do álcool produzido.

1.3. Características gerais do óleo fúsel

De modo geral, o óleo fúsel é um líquido de cor escura, podendo apresentar-se também em tons mais amarelados e esverdeados. Seu odor é desagradável e característico e o responsável pelo sabor característico das aguardentes, determinando-lhes o seu buquê e aroma particular (LIMA, 1964).

Segundo RASOVSKY (1973), seu peso específico corresponde a 0,83, tendo ponto de fervura e ebulição entre 75 e 134°C. É considerado um produto inflamável e

queima com a chama azulada luminosa. Mistura-se facilmente com outros produtos, como álcool, clorofórmio, éter, etc.

Em sua composição podem ser encontrados mistura de álcoois, tais como o etílico, amílico, isoamílico, propílico, butílico, etc. De acordo com ALMAZAN et al. (1998), o álcool amílico, isoamílico, n-butanol e outros compostos podem ser separados em um outro processo de destilação, mostrando algumas vantagens econômicas. Entretanto, este outro processo de destilação não é realizado pelas usinas, e sim nas empresas que adquirem o produto para comercializá-lo.

Além dos compostos listados anteriormente, NASCIMENTO et al. (2003) relatam que sec-butanol, ésteres, alcanos e terpenos podem se fazer presentes. Estes, uma vez separados e purificados, têm utilidades no preparo de sabores artificiais ou aromatizantes. SOUZA & LLISTÓ (1978) citam que o óleo fúsel também pode conter os álcoois hexílicos, heptílicos e octílicos em mínimas quantidades.

Entretanto, o principal constituinte do óleo fúsel é o álcool isoamílico (VAUCLAIR et al., 1997; KUÇUK & CEYLAN, 1998; PÉREZ et al., 2001; CECCATO-ANTONINI & SILVA, 2002; AZANIA, 2003; NASCIMENTO et al., 2003), que provém da decomposição de iso-leucina, aminoácido proveniente da hidrólise de proteínas da levedura (CODISTIL, 1978). Para RASOVSKY (1973), o óleo fúsel, em sua maioria, é composto de álcool metílico, álcoois superiores da série de graxas, dos álcoois isobutílico e propílico, além de 8-10% de álcool etílico.

De qualquer forma, acredita-se que a composição do óleo fúsel é dependente da matéria-prima utilizada, da condução do processo de fermentação, da destilação e decantação dos óleos (RASOVSKY, 1973). No Brasil, a matéria-prima utilizada é a cana-de-açúcar. Em outros países, outros tipos de matéria-prima também propiciam a produção de óleo fúsel como um subproduto. Nesse sentido, BRINKER (2000), observou que o álcool destilado de batatas tem uma maior quantidade de óleo fúsel, o qual é praticamente álcool isoamílico puro, enquanto o álcool produzido de grãos tem mais óleo fúsel do que álcool destilado de uvas. O óleo fúsel de grãos consiste principalmente de álcool isoamílico, enquanto o das uvas tem mais álcool butílico, além de ácidos graxos voláteis.

Dentro do processo de produção do óleo fúsel, RASOVSKY (1973) afirma que a fase de extração de óleos da coluna é de suma importância, sem a qual não se consegue um produto de boa qualidade. Para que se tenha um óleo adequadamente lavado e de valor comercial compensador, deve-se medir a graduação da água de lavagem, que deve oscilar entre 8 e 12°GL (CODISTIL, 1978).

O sistema mais utilizado é o “decantador-lavador”, no qual o óleo bruto é lavado em contra-corrente com a água, deixando na lavagem o álcool que arrastaram e decantam espontaneamente, sendo, então, extraído. Quando não se retira o óleo fúsel da coluna, ocorre o seu arraste, em parte com a flegmaça e em parte com o próprio álcool, o que inevitavelmente causa queda da temperatura na base da coluna (CODISTIL, 1978).

Por apresentar muita diferença em relação ao tipo de matéria-prima e processos utilizados, a quantidade produzida de óleo fúsel varia muito entre as unidades produtoras. Na literatura brasileira são encontrados: 2,5 L de óleo fúsel para cada 1000 L de etanol produzidos (NASCIMENTO et al., 2003); ou de 0,1 a 0,5 L por 100 litros de álcool (CODISTIL, 1978). Para compreender a diferença de tecnologias entre países, pode-se tomar como exemplo a Turquia, onde são produzidos 5 litros para cada 1000 L de álcool da destilação, sendo aproximadamente 30 milhões de litros de óleo fúsel produzidos por ano (KUÇUK & CEYLAN, 1998), a partir da beterraba.

Na safra 05/06, o Brasil obteve a maior produção de cana-de-açúcar da história, produzindo 436,8 milhões de toneladas, segundo o AGRIANUAL (2006), sendo um mercado em expansão, com 89 projetos de novas usinas. Na safra 05/06, a produção total de álcool proveniente de cana deve atingir cerca de 18 bilhões de litros. Isto significa que, de acordo com a estimativa de produção de álcool, serão aproximadamente 42,5 milhões de litros de óleo fúsel, sem aplicação direta nas unidades produtoras.

1.4. Álcoois superiores em bebidas alcoólicas

Nas bebidas alcoólicas, os álcoois superiores também estão presentes (NAGATO et al., 2001), porque passam na destilação e, com os ésteres do vinho, intervêm na constituição do aroma próprio de cada aguardente (LIMA, 1964).

As substâncias voláteis começam a se separar conforme os pontos de ebulição, começando pelos mais voláteis, como o álcool de “cabeça”, seguindo-se o álcool etílico e o de mau gosto (“cauda”) e, finalmente, o óleo fúsel (BATISTA, 2003). Os destilados de “cabeça” e de “cauda” são os principais responsáveis pela ressaca e dor de cabeça, portanto, devem ser eliminados.

Na fabricação das aguardentes, apesar da pequena quantidade das outras substâncias em relação à água e ao etanol, os álcoois superiores e outros componentes são determinantes na caracterização do “flavour”, que é definido como sendo a mistura das sensações de aroma e sabor e tem grande influência sobre a qualidade das aguardentes (STEVENS, 1960 e BATISTA, 2003). Embora os álcoois superiores sejam os responsáveis pelo aroma e sabor da bebida, LIMA et al. (2006) comentam que devem ser seguidos alguns padrões de qualidade importantes para o consumo, pois a aguardente é a segunda bebida mais consumida pelos brasileiros. Estima-se o consumo de 70 milhões de doses diárias, o que representa, em média, aproximadamente 6 L (habitante ano⁻¹).

No ano de 1974, a legislação estabelecia o máximo de 300 mg/100 mL de álcool anidro para álcoois superiores (MIRANDA, 2005) nas aguardentes. Atualmente, de acordo com a Instrução Normativa nº13 de 30 de junho de 2005 (BRASIL, 2005), a concentração de álcoois superiores permitida é de 360 mg por 100 mL⁻¹ de álcool anidro. Esses valores favorecem diversas cachaças que anteriormente foram consideradas fora dos padrões legais do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

As cachaças produzidas no Brasil, segundo MIRANDA (2005), apresentam considerável variação na composição química. Os álcoois superiores formam o

parâmetro menos respeitado quanto aos padrões de qualidade para aguardente de cana e cachaça.

1.5. Descrição dos principais álcoois presentes no óleo fúsel

A seguir são descritas as características principais dos álcoois superiores encontrados na composição do óleo fúsel. É preciso ressaltar, porém, que esta descrição consiste do produto já separado do óleo fúsel e pronto para ser vendido em escala comercial.

1.5.1. Álcool isoamílico

O componente listado pela literatura encontrado em maior porcentagem no óleo fúsel é o álcool isoamílico. Este álcool é o responsável pelo preço de venda do óleo fúsel, pois é com base na quantidade de álcool isoamílico que o produto é valorizado. Sua utilização é maior em indústrias químicas na fabricação de perfume, como extrator, solventes e tintas.

De acordo com dados da PETROM (2003), trata-se de um líquido incolor, de odor característico, com ponto de ebulição de 132°C, densidade de 0,81 g cm³ (20°C), sendo estável sob condições normais.

Em contato com a pele pode provocar rachaduras. Em contato com os olhos é irritante e pode provocar lacrimação. Irritante ao trato digestivo; em caso de evaporação, pode causar enxaquecas, vertigens, náusea, tosse, vômitos e diarreia (PETROM, 2003).

No manuseio do produto, recomenda-se o uso de máscara com filtro para vapores orgânicos, luvas de borracha ou PVC, óculos de segurança e uniforme para proteção da pele e do corpo.

Não foram encontrados dados ecotóxicos no ambiente, mas deve-se evitar descarga para vias de esgoto ou cursos d'água. Quanto à disposição final, recomenda-se incineração do produto e embalagem, seguindo autorização do órgão ambiental competente.

1.5.2. Etanol

O etanol geralmente é o segundo maior componente do óleo fúsel. Também chamado de álcool etílico, é utilizado em motores de combustão interna e como aditivo na gasolina, na produção de bebidas alcoólicas, em aplicações na indústria química e farmacêutica (solventes, perfumes, loções, anti-sépticos), sendo este último o principal motivo da compra do óleo fúsel pelas empresas. Também pode ser utilizado como desinfetante natural e na formulação de produtos de limpeza, dentre outros usos.

Segundo dados da COREMAL (2005), consiste em um líquido incolor, odor característico, densidade de 0,79075 – 0,8124. Apresenta temperatura de auto-ignição de 371 à 427°C, sendo estável sob condições normais de uso e de estocagem, mas pode reagir ativamente com substâncias oxidantes. É solúvel em água, acetona e éter.

A ingestão do produto poderá causar dores de cabeça, tonturas, sonolência, confusão mental, fadiga, dentre outros sintomas. Os vapores do produto são irritantes ao nariz e ao sistema respiratório. Causa irritação nos olhos e pele, em caso de contato. No manuseio do produto é indicado o uso de todos os equipamentos de proteção individual.

Quanto aos impactos ambientais, o produto é volátil no ar, sendo que a maior parte do produto derramado deverá evaporar. Na água, sua presença pode prejudicar seu uso. Pode afetar o solo e, por percolação, prejudicar a qualidade das águas do lençol freático. Recomenda-se evitar o descarte em esgotos, bueiros ou fonte de água.

1.5.3. Álcool isobutílico ou isobutanol

O álcool isobutílico ou iso-butanol é geralmente, do ponto de vista quantitativo, o terceiro principal componente do óleo fúsel. A utilização, segundo a TRIBUNA IMPRESSA (1999), se dá geralmente para fluidos hidráulicos e como intermediário na indústria de ésteres isobutílicos, que servem como plastificantes e na fabricação de perfumes, conferindo aromas de rum, banana e outros aromas de frutas. Também é empregado como solvente na preparação de adesivos, na indústria farmacêutica e para vernizes, tintas e removedores.

Trata-se de um líquido incolor, com odor fraco e característico, com ponto de ebulição de 107,9°C (COREMAL, 2005). Entretanto, segundo a TRIBUNA IMPRESSA (1999), o odor é sufocante e perceptível no ambiente a 40 vpm (40 partes de vapor por milhão de partes de ar).

A inalação do produto pode causar irritação no trato respiratório, na forma de desconforto nasal e coriza, tosse e também pode ocorrer perda dos sentidos, dor de cabeça, náuseas, vômitos, tontura e sonolência. Em contato com os olhos pode causar irritação grave, na forma de desconforto ou dor. Na pele também causa irritação com desconforto. Sua ingestão pode causar desconforto abdominal. Como medida de segurança, o trabalhador exposto ao produto deve trabalhar com vestuário de proteção, óculos panorâmicos, luvas de borracha nitrílica ou de neoprene e o local deverá ter ventilação geral (COREMAL, 2005).

O produto geralmente entra no ambiente através de emissões por ocasião da sua fabricação e do seu uso como solvente (TRIBUNA IMPRESSA, 1999). Este também pode ocorrer naturalmente como produto volátil de certas plantas, sendo liberado por fermentação. Quando lançado na água, será perdido por evaporação e por biodegradação. Não se espera que seja absorvido em sedimentos, nem que se bioconcentre em peixes, por exemplo, mas não se sabe exatamente com que velocidade estes processos ocorrerão. Na atmosfera, o produto irá degradar principalmente por reações com radical hidroxila.

1.5.4. Álcool butílico ou butanol

O álcool butílico ou butanol é geralmente encontrado como o quinto maior componente do óleo fúsel. Isoladamente, este álcool pode ser utilizado na produção de plastificantes, solventes e como intermediário químico na produção de antibióticos, detergentes, acrilatos e defensivos agrícolas.

Apresenta-se como um líquido incolor e odor de álcool, com ponto de ebulição de 117,7°C e ponto de fusão de -89°C, sendo incompatível com ácidos minerais fortes (COREMAL, 2005),

Quando em contato, pode causar irritação grave nos olhos (queimaduras), ser nocivo se inalado, causando lesões pulmonares, tontura e fraqueza. O contato prolongado pode resultar na absorção de quantidades potencialmente prejudiciais. As exposições prolongadas ao butanol podem resultar em ressecamento e rachaduras na pele e o líquido pode ser tóxico se aspirado. Como medidas de proteção, recomenda-se o uso de roupas de proteção, equipamento de respiração autônomo, luvas butílicas, óculos de segurança à prova de respingos químicos ou protetor facial e lava olhos (COREMAL, 2005).

No ambiente, de acordo com COREMAL (2005), pequenos derramamentos podem ser lavados com grande quantidade de água e derramamentos maiores devem ser coletados para disposição. Deve-se extinguir e não ligar nenhuma fonte de ignição, até que a área esteja comprovadamente livre dos riscos de incêndio ou explosão.

1.5.5. Álcool isopropílico ou isopropanol

O álcool isopropílico é geralmente o quarto componente mais encontrado no óleo fúsel. Quando isolado, seu uso se aplica à limpeza de produtos eletrônicos (IMPLASTEC, 2005). Pode ser utilizado também como desengordurante, com alto poder de penetração, como solvente na produção de acetona e solvente em análises laboratoriais, em preservativos, perfumes, lacas e vernizes.

É um produto líquido, incolor, com odor suave, semelhante a etanol e à acetona, com ponto de ebulição de 82,3°C (COREMAL, 2005). Apresenta densidade de 0,785 - 0,787 a 20°C, com solubilidade completa do produto na água (IMPLASTEC, 2005).

A inalação do produto em altas concentrações de vapor pode causar depressão do sistema nervoso central com sonolência e perda dos sentidos. É levemente tóxico, podendo causar, nos olhos, lesão na córnea e, na pele, irritação mínima, com coceira e possível vermelhidão local (COREMAL, 2005). Entretanto, não se espera que exposições a pequenas quantidades causem efeitos adversos à saúde. Para o manuseio é indispensável o uso de equipamento de respiração autônomo em altas concentrações de vapor, bem como uso de luvas de plástico ou borracha e óculos de segurança contra respingos químicos.

Nenhuma evidência sobre atividade cancerígena foi notada em estudos crônicos de inalação de vapores de isopropanol em camundongos (COREMAL, 2005).

Não foram encontradas informações ecotoxicológicas do produto no ambiente. Para o descarte do produto, recomenda-se incinerar em equipamento apropriado, quando permitido pela legislação local, estadual e federal.

1.6. Histórico de uso do óleo fúsel na agricultura

Até pouco tempo, não havia qualquer menção ao uso do óleo fúsel na agricultura, pois esse potencial foi cogitado pela primeira vez por AZANIA (2003) ao testar diferentes subprodutos oriundos de destilaria de álcool e seus impactos na fertilidade do solo, em plantas de cana-de-açúcar e plantas daninhas. Uma das conclusões desse trabalho apontou para um possível potencial dessecante de plantas apresentado pelo produto. Foi observado secamento e morte da planta de cana-de-açúcar em curto espaço de tempo após a aplicação do subproduto.

Houve também inibição da emergência de plântulas de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens*, que são consideradas importantes infestantes na cultura da cana-de-açúcar (AZANIA et al., 2004). A viabilidade de sementes de *Sida rhombifolia*

foi reduzida principalmente nas maiores concentrações do produto, enquanto nas sementes de *Brachiaria decumbens* houve inviabilização total (AZANIA et al., 2003).

Desde então, pesquisas estão sendo conduzidas de modo a se conhecer melhor a forma de atuação do subproduto, suas características, as doses de aplicação que sejam eficientes na erradicação de cana-de-açúcar e de plantas daninhas. Como se trata de um assunto relativamente novo e interessante, para preservar a autoria da descoberta de uso do subproduto e para que o trabalho fosse realizado sem maiores problemas, a Fundação para o Desenvolvimento da Unesp (FUNDUNESP) depositou, junto ao INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), o pedido de Patente de Invenção através do número de protocolo 00983 de 07/03/2005.

Não se pretende, com este trabalho, esgotar o assunto, uma vez que muitos estudos ainda devem ser realizados com o intuito de garantir a viabilidade do uso eficiente do óleo fúsel sem danos ao ambiente.

1.7. Objetivos

Em função das questões a serem elucidadas quanto ao uso do óleo fúsel na agricultura, este trabalho foi dividido em cinco capítulos:

Capítulo 1. Fazer um levantamento das informações sobre a origem, características, composição, utilização atual e futura do óleo fúsel.

Capítulo 2. Considerando que o óleo fúsel não é miscível em água na calda de pulverização, pretende-se avaliar a eficácia de surfactantes e espalhantes adesivos na estabilidade e homogeneidade da calda.

Capítulo 3. Verificar o efeito do óleo fúsel aplicado como dessecante, comparado a um herbicida como o glifosato e de suas misturas na erradicação da cana-de-açúcar, verificando se a aplicação dos produtos pode afetar a atividade microbiana.

Capítulo 4. Avaliar o efeito do óleo fúsel em banco de sementes, simulando aplicações em pré-plantio incorporado e pós-emergência inicial, com as principais plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, na região de Ribeirão Preto, SP.

Capítulo 5. Avaliar a eficiência de controle do produto isolado e em mistura com glifosato, em pós-emergência tardia de uma infestação natural de plantas daninhas.

1.8. Referências

AGRIANUAL, 2006: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006. p 227-244.

ALMAZAN, O.; GONZALEZ, L.; GALVEZ, L. **The sugarcane, its by-products and co-products**. Réduit, Food and Agricultural Research Council. 1998. p.13-25.

AZANIA, A. A. P. M. **Influência de subprodutos da indústria alcooleira nos atributos químicos do solo e em plantas de cana-de-açúcar, guanxuma e capim-braquiária**. 2003. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 331-336, 2004.

AZANIA, A. A. P. M.; MARQUES, M. O.; PAVANI, M. C. M. D.; AZANIA, C. A. M. Germinação de sementes de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* influenciada por

vinhaça, flegmaça e óleo de fúsel. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 443-449, 2003.

BATISTA, V. M. **Produção de álcool (etanol)**. 2003. 61 f. Trabalho (Graduação Engenharia de Alimentos) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2003.

BOTELHO, J. Impurezas do álcool etílico. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 99-101, 1945.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº13 de 29 de junho de 2005. **Diário Oficial da União**. Brasília, 30 jun 2005. p. 3-4.

BRINKER, F. N. D. **The importance of Alcohol in medicine** – related health world articles, 2000. Disponível em: <<http://www.healthy.net/scr/article.asp?ID=772>>. Acesso em: 2 out. 2005.

CECCATO-ANTONINI, S. R.; SILVA, P. C. Produção de pseudo-hifas e extensões semelhantes a hifas em linhagens industriais de leveduras induzida por álcool isoamílico. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 1-8, 2002.

CODISTIL. **Fermentação alcoólica - destilação**. Piracicaba: Departamento de Engenharia, 1978. 110p.

COREMAL. Comércio e Representações Maia Ltda. **Ficha Técnica de Segurança do Produto**. Disponível em: <<http://www.coremal.com.br/produtos.html>>. Acesso em: 28 set. 2005.

GOLDEMBERG, J.; MACEDO, I. Brazilian alcohol program: an overview. **Energy for Sustainable Development**, Bangalore, v. 1, n. 1, p. 17-22, 1994.

IMPLASTEC. **Álcool isopropílico**: limpeza eletrônica livre de umidade. Disponível em: <<http://www.implastec.com.br/injecaoeletronica/alcoolisopropilico/alcoolisopropilico.htm>> Acesso em: 28 set. 2005.

KÜÇÜK, Z.; CEYLAN, K. Potential utilization of fusel oil: A kinetic approach for production of fusel oil esters through chemical reaction. **Turkish Journal of Chemistry**, Ankara, v. 22, p. 289-300, 1998.

LIMA, A. de J. B.; CARDOSO, M. das G.; GUERREIRO, M. C.; PIMENTEL, F. A. Emprego do carvão ativado para remoção de cobre em cachaça. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 247-250, 2006.

LIMA, U. de A. **Estudos dos principais fatores que afetam os componentes do coeficiente não-álcool das aguardentes de cana**. 1964. Tese – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1964. mimeografado.

MIRANDA, M. B. de. **Avaliação físico-química de cachaças comerciais e estudo da influência da irradiação sobre a qualidade da bebida em tonéis de carvalho**. 2005. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

NAGATO, L. A. F.; DURAN, M. C.; CARUSO, M. S.; BARSOTTI, R. C. F.; BADOLATO, E. S. G. Monitoramento da autenticidade de amostras de bebidas alcoólicas enviadas ao Instituto Adolfo Lutz em São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 39-42, 2001.

NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. L.; CASTRO, A. M. de. **Análise dos constituintes do óleo fúsel**. Disponível em: <<http://www.destilariaslenzi.com.br>>. Acesso em: 2 mar. 2003.

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

PETROM. Petroquímica Mogi das Cruzes. **Ficha de informação de segurança de produto químico**. Disponível em: <[http:// www.petrom.com.br/produtos](http://www.petrom.com.br/produtos)>. Acesso em: 3 set. 2003.

RASOVSKY, E. M. **Álcool**: destilarias. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1973. 384p. (Coleção Canavieira, 12).

REAZIN, G. Production of higher alcohols from threonine and isoleucine in alcoholic fermentations of different types of grain mash. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 21, n. 1, p. 50-54, 1973.

SOUZA, L. G. de; LLISTÓ, A. M. S. M. Alguns componentes do coeficiente não-álcool das aguardentes de cana – Determinação por cromatografia em fase gasosa. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, n. 3, p. 13-16, 1978.

STEVENS, R. Beer Flavour: I. volatile products of fermentation: a review. **Journal of the Institute of Brewing**, Brewing, v. 66, p. 456-471, 1960.

TRIBUNA IMPRESSA. **Indústria contamina córrego** – Araraquara 9-11 de setembro, 1999. Disponível em: <<http://inorgan221.iq.unesp.br/quimgeral/jornal/industria.htm>>. Acesso em 2 out. 2005.

VALSECHI, O. Fermentação alcoólica. In: VALSECHI, O. **Aguardente de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1960. p. 31-79.

VAUCLAIR, C.; TARJUS, H.; SCHAETZEL, P. Permselective properties of PVA-PAA blended membrane used for dehydration of fusel oil by pervaporation. **Journal of Membrane Science**, Oxford, n. 125, p. 293-301, 1997.

CAPÍTULO 2 – EFICÁCIA DE SURFACTANTES E ESPALHANTES ADESIONANTES NA ESTABILIDADE E HOMOGENEIZAÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO COM ÓLEO FÚSEL

RESUMO – Este trabalho objetivou estudar a eficácia de surfactantes e/ou espalhantes adesionantes e álcool quanto à estabilidade e homogeneização da calda de pulverização, constituída por óleo fúsel e água. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos em quatro repetições. Os tratamentos constaram da utilização dos produtos comerciais Energic, Haiten, detergente neutro a 0,2%, álcool a 10% e óleo fúsel + água. Cada parcela consistiu de uma proveta graduada de 100 mL, preenchida com 75 mL de óleo fúsel, 25 mL de água e o produto a ser testado, em temperatura ambiente de 24,5 °C com quatro repetições. Em todos os tratamentos, após homogeneização, realizou-se leituras de osmolalidade e medições, diretamente nas provetas, da quantidade de óleo fúsel, água e solução homogeneizada às 0; 0,15; 0,30; 0,45; 1,00; 2,00; 6,00 e 24 horas. Os resultados indicaram que, dentre todos os produtos utilizados para este teste, Energic e detergente neutro foram os que apresentaram os melhores resultados, por manterem a emulsão por 30 minutos sem separação. O álcool se mostrou inviável, devido à porcentagem do produto que seria necessária para conseguir bons resultados e Haiten não apresentou estabilidade na mistura.

Palavras-chave: emulsão, herbicidas, subproduto

2.1. Introdução

A indústria do açúcar e do álcool é uma das atividades que mais gera subprodutos em seus processos. Muitos deles são aproveitados no campo, até em substituição à adubação mineral e outros são vendidos a outras empresas como matéria-prima para a obtenção de outros produtos.

Um exemplo de subproduto não utilizado na área agrícola pelas usinas é o óleo fúsel. Resultante da redestilação do álcool, este subproduto consiste basicamente de uma mistura de álcoois superiores, geralmente estocado em tanques próprios. Segundo NASCIMENTO et al. (2003), para cada 1000 L de etanol produzidos, cerca de 2,5 L são de óleo fúsel. Considerando-se a produção brasileira de 18 bilhões de litros de álcool na safra de 05/06, foram produzidos aproximadamente 42,5 milhões de litros de óleo fúsel.

Quando volume suficiente do subproduto é acumulado nos tanques de armazenamento, o mesmo é vendido a empresas de cosméticos, perfumaria, solventes, fluídos hidráulicos ou como anti-espumantes (PATIL et al., 2002). Para VAUCLAIR et al. (1997), a presença de álcoois superiores aumenta o valor de comercialização do óleo fúsel. Entretanto, no Brasil, o preço de venda é de cerca de R\$ 0,40/litro e depende quase que exclusivamente da quantidade de álcool isoamílico presente, que é o constituinte em maior teor no óleo fúsel.

AZANIA (2003) mencionou um possível potencial dessecante do subproduto, indicando uma possibilidade de uso no campo para erradicação química da cultura da cana-de-açúcar, por ocasião da renovação dos canaviais. Segundo AZANIA (2003), o produto apresenta ação de contato, ou seja, destrói os tecidos da superfície da planta. Os únicos produtos que apresentam ação de contato são os ácidos, os sais, óleos e detergentes (DEUBER, 1992). Muitos óleos podem ser altamente fitotóxicos e alguns têm sido usados como herbicidas (KISSMANN, 1985). O efeito se dá porque o óleo rompe os tecidos da superfície das folhas e destrói as células.

Caso seja realmente comprovada a viabilidade do uso do óleo fúsel para a erradicação de cana-de-açúcar, esta seria mais uma opção para diminuição de gastos

com determinados herbicidas, devido à utilização de um produto de baixo custo para as usinas.

No caso do óleo fúsel, por ser uma mistura de álcoois com mais de dois átomos de carbono em suas moléculas e não serem solúveis em água, uma das maiores dificuldades encontradas para se trabalhar com o produto é como misturá-lo à calda de pulverização. De acordo com RASOVSKY (1973), com exceção da água, o óleo fúsel mistura-se facilmente com outros produtos, como o álcool, clorofórmio e éter.

Não se pode simplesmente misturar o óleo fúsel com qualquer uma das substâncias citadas sem um teste prévio, pois o produto tem seu efeito próprio, e a mistura com determinadas substâncias poderia afetar o resultado final. Neste trabalho, optou-se por realizar testes de diluição do óleo fúsel com alguns produtos comumente utilizados para mistura de defensivos agrícolas com a água. Um exemplo é o produto comercial Energic, de uso conhecido e comprovado, como surfactante, espalhante e adesivante. Foi inserido neste trabalho para ser testado na mistura óleo fúsel e água e também para avaliar comportamento dos outros produtos em comparação com a sua ação.

O objetivo foi avaliar a eficácia de surfactantes e/ou espalhantes adesivantes e álcool quanto à estabilidade e homogeneização da calda de pulverização, constituída de óleo fúsel e água.

2.2. Material e Métodos

2.2.1. Local e data

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia do Açúcar e do Alcool, do Departamento de Tecnologia, conjuntamente ao Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista (FCAVJ/Unesp), durante o mês de agosto de 2004.

2.2.2. Tratamentos

Foram realizados cinco tratamentos, com quatro repetições em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos constaram da utilização dos produtos comerciais Energic, Haiten e detergente neutro a 0,2%, álcool 10% e óleo fúsel + água sem aplicação de qualquer outro produto. A escolha do álcool 10% se deve a resultados de testes preliminares realizados.

O experimento foi conduzido em condições de laboratório à temperatura ambiente média de 24,5°C.

2.2.3. Descrição do teste

Cada parcela constou de um recipiente, que consistiu de uma proveta graduada de 100 mL, preenchida com 75 mL de óleo fúsel, 25 mL de água e 2 mL do produto a ser testado, exceto para o álcool (10%). Posteriormente, os recipientes foram agitados manualmente, procedendo-se às avaliações. Foi utilizado como testemunha o próprio óleo fúsel, sendo 75 mL do produto misturado com 25 mL de água, totalizando 100 mL. A quantidade de óleo fúsel e água utilizada simulam os maiores volumes de óleo fúsel que se pretende aplicar no campo.

2.2.4. Descrição dos produtos utilizados

Para facilitar a diluição do óleo fúsel na calda de pulverização, optou-se pelo teste de produtos utilizados para este fim na agricultura e também outros que, de acordo com a literatura, poderiam ter resultados satisfatórios.

Foram utilizados: Energic (nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol 226 g L⁻¹ + sal sódico do ácido dodecil benzeno sulfônico 226 g L⁻¹) e Haiten (polioxietileno alquil fenol éter 200 g L⁻¹), segundo Compêndio de Defensivos Agrícolas (2005); detergente neutro

(alquil benzeno sulfonato de sódio linear, alquil benzeno sulfonato de trietanolamina, lauril éter sulfato de sódio, sulfato de magnésio, EDTA, formol e água); óleo fúsel (etanol, n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amílico, n-amílico e água) e álcool.

2.2.5. Variáveis avaliadas e forma de análise dos resultados

As avaliações constaram de:

- Volumes de óleo fúsel, água e solução homogeneizada: avaliou-se os 15; 30; 45 minutos e 1; 2; 6 e 24 h por meio da leitura na escala graduada (1/1) da própria proveta, a quantidade (mL) de óleo fúsel, água e solução homogeneizada, para o conhecimento do tempo em que o óleo fúsel permanece misturado com a água. Houve agitação manual da solução apenas no início do teste, para que os produtos fossem misturados.
- Osmolalidade das soluções: agitando as soluções na proveta e procedendo à leitura imediatamente. Após colocar 75 mL de óleo fúsel + 25 mL de água e os produtos a serem testados, os recipientes foram agitados manualmente e realizadas cinco leituras de osmolalidade em cada uma das repetições. Foi empregado o osmômetro modelo Wescor 5500, que fornece a leitura da osmolalidade em unidades de mmol kg^{-1} e refere-se ao número de partículas osmoticamente ativas de soluto presentes em 1 quilograma do solvente e independe da temperatura.

Os resultados da osmolalidade foram submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação das médias pelo Teste de Tukey. A análise do tempo em que a mistura se manteve estável foi realizada por regressão.

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Volumes de óleo fúsel, água e solução homogeneizada

Sem a utilização de qualquer produto para facilitar a mistura água e óleo fúsel, no início do teste, verifica-se, com a agitação dos frascos, a tendência de mistura dos produtos momentaneamente. Entretanto, ao colocar as provetas na bancada para repouso, esta tendência de mistura é totalmente descartada, pois desde a primeira observação (aos 15 minutos) até as 24 horas, percebe-se claramente que as duas substâncias não se misturaram (Figura 1). Essas observações são concordantes com RASOVSKY (1973).

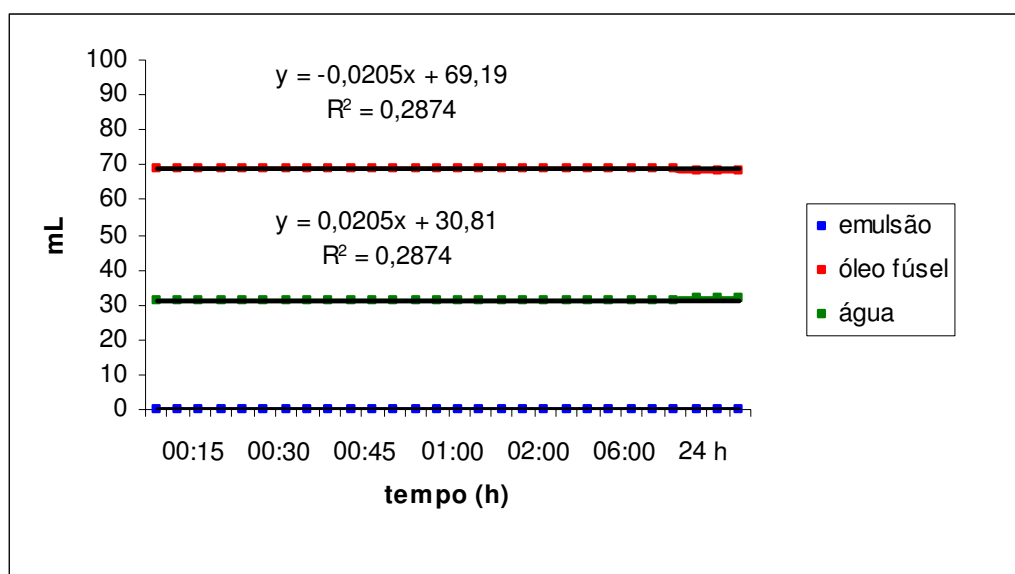


Figura 1. Volume ocupado pelas frações (mL) empregadas para obtenção da emulsão em óleo fúsel e água.

Na Figura 2, pode ser observado o comportamento do produto comercial Energic, quando em mistura com água e óleo fúsel. Nos primeiros 15 minutos após a mistura e agitação dos produtos, a emulsão se mantinha, ou seja, era observado um

líquido de aspecto leitoso, constituído por uma suspensão de gotas de gordura e outras substâncias.

Aos 30 minutos após a agitação, foi observada a separação da fração do óleo fúsel da emulsão. Aos 45 minutos, a separação das fases foi total. Este processo de separação das fases ocorreu de forma gradativa ao longo do tempo, de modo que decorridas 24 horas a separação das três fases foi total.

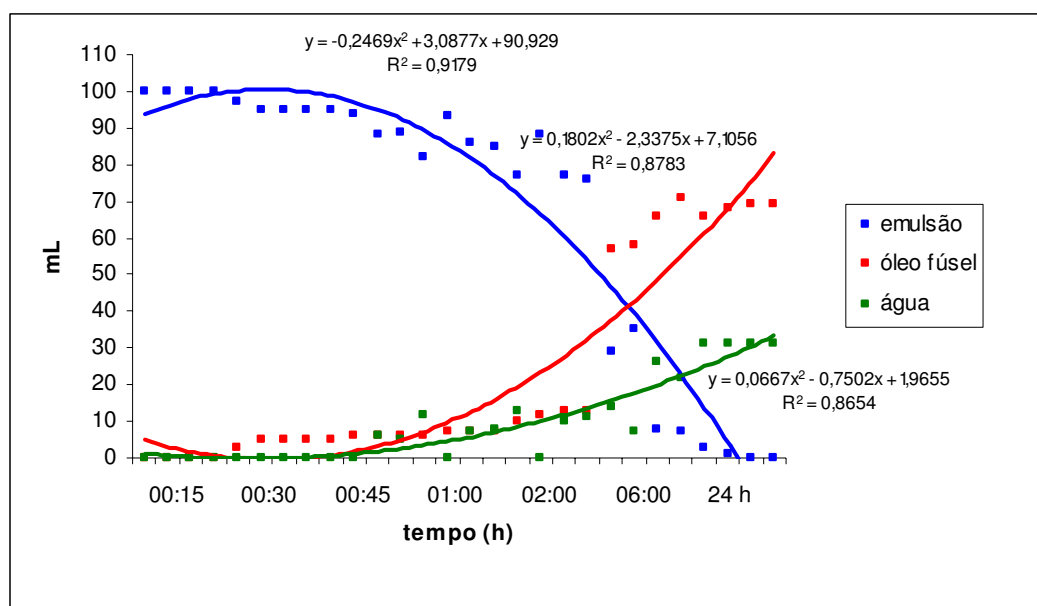


Figura 2. Volume ocupado pelas frações (mL) empregadas para obtenção da emulsão com utilização de Energic.

Com o detergente neutro, misturado na concentração de 0,2% à água e óleo fúsel, formou-se quase que totalmente uma emulsão nos 15 primeiros minutos de repouso (Figura 3). Aos 30 minutos, a separação das fases começa a ocorrer, mas assim como observado em Energic, o processo de separação é bem gradativo. Neste caso, além de facilitar a mistura dos produtos, para NITSCHKE & PASTORE (2002), o detergente neutro também pode atuar na melhoria da fixação das gotas nas plantas, formando um filme molecular, reduzindo a tensão interfacial e superficial, que é propriedade única dos surfactantes.

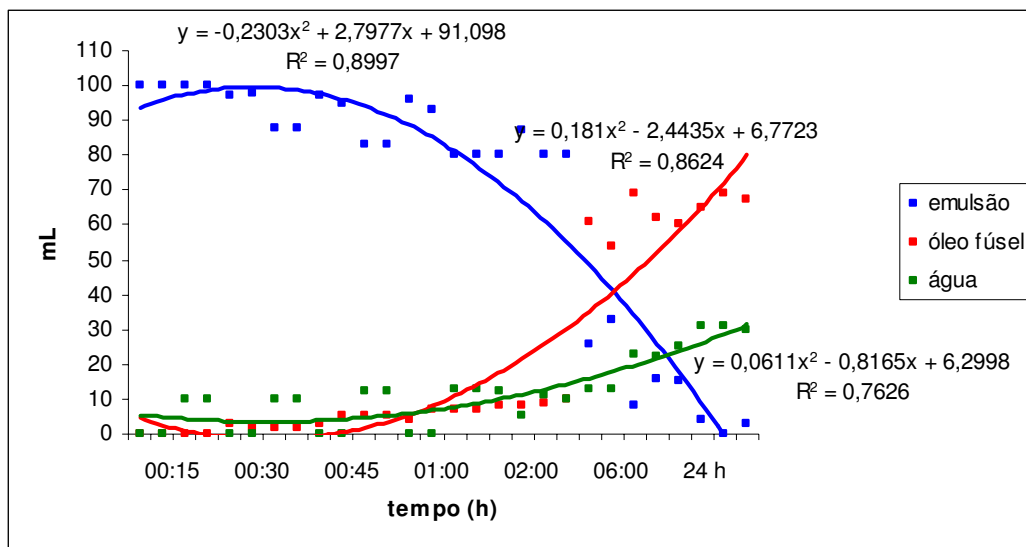


Figura 3. Volume ocupado pelas frações (mL) empregadas para obtenção da emulsão com utilização de detergente neutro.

Diferentemente do que ocorreu com os dois produtos descritos anteriormente, o álcool misturado ao óleo fúsel e à água, inicialmente não forma uma emulsão. Verifica-se que a separação imediata permanece até as 24 horas após a agitação, o que inviabilizaria tecnicamente a sua utilização.

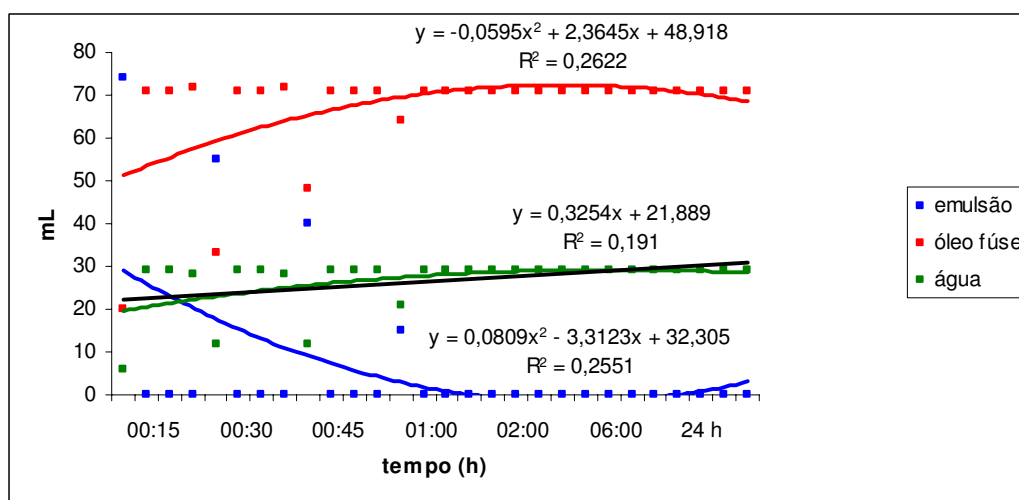


Figura 4. Volume ocupado pelas frações (mL) empregadas para obtenção da emulsão com utilização de Álcool 10%.

Com o emprego de Haiten não foi observada a formação da emulsão mesmo nos primeiros 15 minutos, mantendo-se o tratamento similar ao observado na testemunha. Portanto, neste caso o produto não apresentou nenhum efeito.

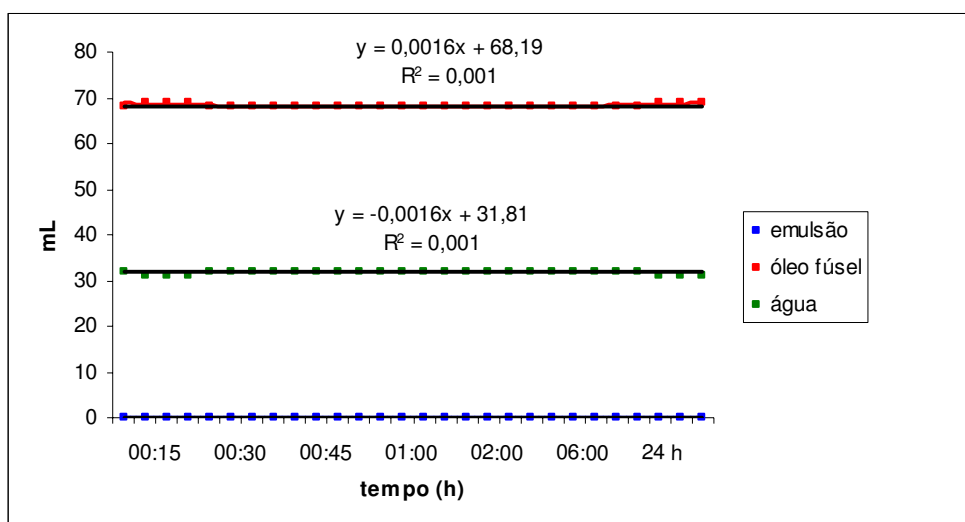


Figura 5. Volume ocupado pelas frações (mL) empregadas para obtenção da emulsão com utilização de Haiten.

2.3.2. Osmolalidade das soluções após agitação

Os valores de osmolalidade apresentados na Tabela 1, indicam que dentre os tratamentos, Energic 0,2% foi o que manteve o menor número de partículas osmoticamente ativas na solução, não diferindo significativamente dos demais produtos. Energic foi miscível com óleo fúsel e água, como pode ser visto nas Figuras 6 e 7.

Entretanto, quando não é utilizado nenhum produto para homogeneizar a mistura água e óleo fúsel, verifica-se que os valores da osmolalidade são maiores, sendo observado um maior número de partículas dispersas na solução.

Quanto ao efeito do detergente neutro, visualmente (Figuras 6 e 7) os resultados são similares ao Energic e diferente dos outros tratamentos, porém, nos valores de osmolalidade é considerado igual a todos os outros tratamentos, inclusive a testemunha. Este produto teve o mesmo comportamento do Energic até as primeiras duas horas em repouso na bancada.

Tabela 1. Valores de osmolalidade dos tratamentos à temperatura ambiente (24,5°C).

Tratamento	Osmolalidade (mmol kg⁻¹)
Óleo fúsel + água	306,45 a
Energic 0,2%	193,45 b
Detergente neutro 0,2%	243,30 ab
Álcool 10%	202,00 b
Haiten 0,2%	216,55 b
F	5,88**
CV (%)	16,16

Na osmolalidade, o produto comercial Haiten e o Álcool 10%, diferiram apenas do tratamento onde não houve adição qualquer de produto.

Quanto ao uso de Haiten, deve-se salientar que o mesmo pertence ao grupo químico alquilfenol e é amplamente utilizado como espalhante adesivo. Entretanto, de acordo com SANTAMARTA (2001), há indícios de que os alquilfenóis funcionam como disruptores endócrinos, isto é, interferem no sistema hormonal, dificultando as comunicações e alterando mensageiros químicos, causando anormalidades sexuais em crianças, adultos, homens e mulheres.

5 minutos após homogeneização



20 minutos após homogeneização



35 minutos após homogeneização



1 2 3 4 5

50 minutos após homogeneização



1 2 3 4 5

Figura 6. Provetas contendo Óleo fúsel e água (1), Energic (2), Detergente neutro (3), Álcool (4) e Haiten (5) aos 5, 20, 35 e 50 minutos após agitação manual.

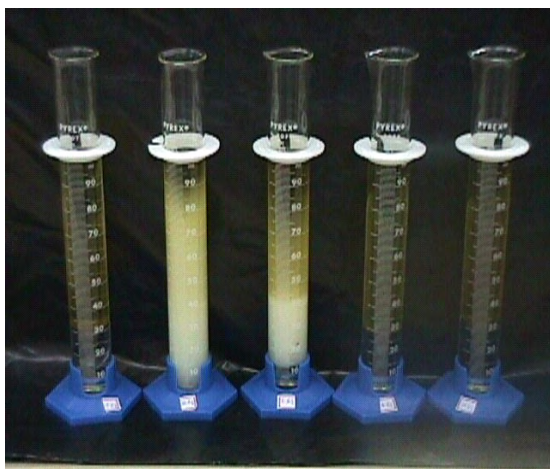
1 hora após homogeneização



2 horas após homogeneização



6 horas após homogeneização



24 horas após homogeneização



1 2 3 4 5

1 2 3 4 5

Figura 7. Provetas contendo Óleo fúsel e água (1), Energic (2), Detergente neutro (3), Álcool (4) e Haiten (5) aos 1, 2, 6 e 24 horas após agitação manual.

2.4. Conclusões

- Dentre os produtos utilizados neste experimento, Energic foi o que apresentou os melhores resultados, por manter a emulsão pelo tempo de 30 minutos sem separação.
- O detergente neutro apresentou comportamento similar ao Energic quanto à homogeneização da solução ao longo do tempo.
- O álcool se mostrou ineficiente e Haiten não apresentou estabilidade na mistura.

2.5. Referências

AZANIA, A. A. P. M. **Influência de subprodutos da indústria alcooleira nos atributos químicos do solo e em plantas de cana-de-açúcar, guanxuma e capim-braquiária**. 2003. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Jaboticabal, 2003.

COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS. **Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. São Paulo: Organização Andrei, 2005. 1142 p.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes**: fundamentos. Jaboticabal: FUNEP, 1992. v. 1, p. 211.

KISSMANN, K. G. **Óleos**: valiosos auxiliares para tratamentos fitossanitários. Basf, 1985. 7 p.

NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. L.; CASTRO, A. M. de. Análise dos constituintes do óleo fúsel. Disponível em: <<http://www.destilariaslenzi.com.br>>. Acesso em: 2 mar. 2003.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Biosurfactantes: propriedades e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002.

PATIL, A. G.; KOOLWAL, S. M.; BUTALA, H. D. Fusel oil: composition, removal and potential utilization. **International Sugar Journal**, Pune, v. 104, n. 1238, p. 51-63, 2002.

RASOVSKY, E. M. **Álcool**: destilarias. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Álcool, 1973. 384p. (Coleção Canavieira, 12).

SANTAMARTA, J. A ameaça dos disruptores endócrinos. **Agroecologia, Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 18-29. 2001.

VAUCLAIR, C.; TARJUS, H.; SCHAETZEL, P. Permselective properties of PVA_PAA blended membrane used for dehydration of fusel oil by pervaporation. **Journal of Membrane Science**, Oxford, n. 125, p. 293-301, 1997.

CAPÍTULO 3 – ERRADICAÇÃO QUÍMICA DE PLANTAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM A APLICAÇÃO DE ÓLEO FÚSEL E GLIFOSATO

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do óleo fúsel, glifosato e da mistura dos dois produtos na erradicação da cana-de-açúcar. O experimento foi instalado em vasos com capacidade para 22 L, disposto em delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos, quatro repetições e mantido até os 60 dias após tratamento. Os tratamentos (1) glifosato 4 L ha⁻¹; (2) óleo fúsel 150 L ha⁻¹; (3) glifosato 2,5 + óleo fúsel 6,25 L ha⁻¹; (4) glifosato 2,0 + óleo fúsel 25,0 L ha⁻¹; (5) glifosato 1,5 + óleo fúsel 43,75 L ha⁻¹; (6) glifosato 1,0 + óleo fúsel 62,50 L ha⁻¹; (7) óleo fúsel 100 L ha⁻¹; (8) glifosato 1,50 + óleo fúsel 18,75 L ha⁻¹; (9) glifosato 1,0 + óleo fúsel 37,50 L ha⁻¹; (10) óleo fúsel 75,0 L ha⁻¹; (11) glifosato 1,0 + óleo fúsel 12,50 L ha⁻¹; (12) óleo fúsel 50,0 L ha⁻¹ foram aplicados com equipamento costal pressurizado, munido de barra com 4 bicos Teejet 110.02 Turbo TT, uma pressão de 30 lb pol⁻² (2,1 kgf cm⁻²) e volume de calda de 200 L ha⁻¹. O óleo fúsel isolado não promoveu a dessecação completa da cana-de-açúcar. Nos tratamentos com mistura de glifosato e óleo fúsel, inicialmente, as injúrias não foram tão severas, mas suficientes para dessecar o perfilho principal até os 60 DAT.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., subproduto, renovação

3.1. Introdução

No interior do Estado de São Paulo, a cana-de-açúcar destaca-se como uma cultura de grande importância, não só devido à área que ocupa, mas também em função dos empregos que gera direta ou indiretamente, aquecendo a economia das cidades onde estão instaladas as usinas e destilarias.

Seja para o controle de plantas daninhas ou erradicação da própria cultura, quando da época de renovação de canaviais, tornam-se necessárias algumas práticas agrícolas, como o uso de herbicidas. No Brasil, apenas quatro culturas (soja, cana-de-açúcar, milho e arroz) concentram mais de 80% dos negócios com estes produtos (SILVA & FAY, 2004) e a cana-de-açúcar é a segunda em consumo de herbicidas, sendo a cultura da soja a maior consumidora deste produto (PROCÓPIO et al., 2003). Além deste fato, a cana-de-açúcar é uma das culturas que mais utiliza herbicidas de alto potencial impactante no ambiente, pois a maioria dos produtos apresenta alta persistência nos solos e alta solubilidade em água (PROCÓPIO et al., 2004) .

De acordo com DEUBER (2003), as grandes empresas químicas pesquisam, descobrem e sintetizam anualmente milhares de novas moléculas com variados objetivos. São em torno de 10.000 os compostos sintetizados em um ano, podendo surgir apenas alguns que apresentem características de herbicidas e que seja competitivo no mercado.

Recentemente, mediante pesquisas acadêmicas, constatou-se a existência de um subproduto da indústria sucroalcooleira com possível potencial dessecante em plantas de cana-de-açúcar. Consiste no óleo fúsel, um subproduto da re-destilação do flegma nas destilarias e que não apresenta nenhuma possibilidade de uso dentro das indústrias canavieiras, sendo, vendido para ser re-processado em outras indústrias. Em sua composição, o constituinte que ocorre em maior proporção é o álcool isoamílico, cujo teor se constitui no fator determinante do preço de venda do produto. Além desse, também podem ser encontrados os álcoois butílico, propílico e etílico, dentre outros.

São raros os trabalhos, na literatura, que mencionam o uso deste produto na agricultura. A primeira menção foi feita por AZANIA (2003), observando que o uso

isolado do óleo fúsel, em diferentes concentrações, provocou secamento e posterior morte de plantas de cana-de-açúcar cultivadas em vasos. Com os resultados obtidos em testes preliminares, presumiu-se ser um produto com ação de contato, de ação rápida, podendo causar morte das plantas em poucas horas.

Estudos ainda precisam ser realizados para demonstrar a existência deste potencial herbicida/dessecante e se é maior quando empregado isoladamente ou em mistura com herbicida dessecante. Além disso, deve-se investigar a possibilidade dessa mistura ter ação sinérgica com o herbicida, o que possibilitaria a redução nas doses usualmente recomendadas, o que proporcionaria redução de custos, uma vez que o óleo fúsel praticamente não tem custo, por ser gerado dentro das próprias destilarias.

Entretanto, segundo DEUBER (2003) para que seja considerado como um possível agente dessecante, o produto deverá apresentar, dentre outras características, riscos mínimos de contaminação ambiental, ser de baixa toxicidade ao homem, aos animais e proporcionar o mínimo ou nenhum vestígio de resíduos em plantas.

São objetivos deste capítulo:

- comparar o efeito do óleo fúsel, aplicado como dessecante, com glifosato e a mistura dos dois produtos, na erradicação da cana-de-açúcar.
- verificar o efeito da aplicação dos produtos na atividade microbiana do solo.

3.2. Material e Métodos

3.2.1. Local e data

O experimento foi realizado nas dependências externas do Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, pertencente ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista (FCAVJ/UNESP) nos anos de 2005 e 2006.

3.2.2. Obtenção das mudas de cana-de-açúcar

Para a obtenção de mudas de cana-de-açúcar para o experimento, utilizou-se de mini-toletes, contendo uma única gema, de aproximadamente 6 cm, da cultivar SP 83 2847, provenientes do Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas, em Ribeirão Preto, SP.

Os mini-toletes foram obtidos de colmos de cana-de-açúcar selecionados, que não apresentassem danos causados por pragas ou doenças. Antes do plantio, os mini-toletes foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 1%, por 15 minutos, para desinfecção, visando a eliminação de agentes causadores de doenças.

Os mini-toletes foram plantados em terra misturada com substrato (em 04/07/2005) acondicionados em copos de plástico com capacidade para 770 mL, sendo irrigados diariamente. Após a brotação, as plântulas de cana-de-açúcar foram selecionadas, com o objetivo de se reunir um lote uniforme quanto ao tamanho e aspecto geral das plantas.

3.2.3. Transplântio

O transplântio para vasos de 22 L foi realizado em 24/08/2005, quando as plântulas estavam com 50 dias de brotação e apresentavam altura de aproximadamente 10 cm. O transplântio foi realizado apenas no final de agosto devido à incidência de temperaturas baixas no período.

3.2.4. Atributos do solo

Os vasos foram preenchidos com terra de sub-superfície, por esse material nunca ter sido cultivado, portanto, isento de qualquer tipo de resíduo de herbicida. Foi realizada calagem de acordo com as recomendações de ESPIRONELO (1992), com o objetivo de se elevar a saturação para 70% (Tabela 1). Para tanto, adicionou-se 7,81 g de calcário dolomítico calcinado em cada vaso de 22 L. O calcário foi misturado à terra empregando-se uma betoneira elétrica. O solo foi umedecido até atingir 80% da capacidade máxima de retenção, permanecendo nessa condição até o transplante das mudas de cana-de-açúcar, cerca de 50 dias.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo, cuja terra foi utilizada no experimento. Jaboticabal, SP, 2005 ^{1/}

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	Resina (mg dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³						(%)
4,6	5	4	0,6	9	3	18	12,6	30,6	41

^{1/} Análise realizada no Laboratório de Análise de Solo e Planta do Departamento de Solos e Adubos da FCAV/Unesp. Jaboticabal, SP.

Após o transplante das mudas de cana-de-açúcar, foi realizada adubação de plantio, de acordo com as recomendações de ESPIRONELO (1992), colocando-se sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio (1,23; 8 e 2,1 g/vaso, respectivamente), ao redor das plantas transplantadas, em todos os tratamentos.

A irrigação dos vasos foi feita com água, diariamente, durante todo o período experimental, exceto quando havia ocorrência de chuvas.

3.2.5. Produtos utilizados

O óleo fúsel utilizado no experimento foi fornecido pela destilaria da usina São Carlos (Grupo Coinbra), localizada no município de Jaboticabal – SP. Quanto ao óleo fúsel, procedeu-se à caracterização cromatográfica para determinação de seus componentes e de sua concentração.

3.2.6. Quantidade dos produtos

Em função do pouco conhecimento sobre o uso do óleo fúsel na agricultura, tornou-se necessário testar dosagens diferentes, comparativas ao glifosato. As doses para aplicação do óleo fúsel encontram-se na Tabela 2 e foram determinadas através do custo individual dos produtos (ano 2005), de modo que o custo final nunca ultrapassasse ao da aplicação do glifosato (4 L ha^{-1} dose comercial), normalmente usado pelos produtores para erradicação da cana-de-açúcar.

Para o cálculo do custo dos tratamentos ($\text{R\$ ha}^{-1}$) considerou-se o preço do óleo fúsel, na época de $\text{R\$ } 0,40 \text{ L}^{-1}$, e do herbicida, de $\text{R\$ } 15,00 \text{ L}^{-1}$. Assim, no estabelecimento dos tratamentos, procurou-se reduzir o custo com os produtos, trabalhando desde o maior custo, que foi de $\text{R\$ } 60,00$ (4 L ha^{-1} de glifosato), decrescendo até o valor de $\text{R\$ } 20,00 \text{ ha}^{-1}$ (50 L ha^{-1}) de óleo fúsel.

Tabela 2. Tratamentos testados, resultantes da associação de diferentes doses de glifosato e óleo fúsel. Jaboticabal, 2005.

Tratamentos	Glifosato (L ha ⁻¹)	Óleo fúsel (L ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
1	4,00	0	60,00
2	0,00	150	60,00
3	2,50	6,25	40,00
4	2,00	25,00	40,00
5	1,50	43,75	40,00
6	1,00	62,50	40,00
7	0,00	100,00	40,00
8	1,50	18,75	30,00
9	1,00	37,5	30,00
10	0,00	75,00	30,00
11	1,00	12,50	20,00
12	0,00	50,00	20,00

Observa-se na Tabela 2 a quantidade de cada produto, para cada tratamento. Em todos os tratamentos envolvendo o óleo fúsel foram adicionados 0,2% de detergente neutro com o objetivo de facilitar a mistura com a calda.

3.2.7. Delineamento experimental

O experimento foi instalado seguindo-se o delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos com 4 repetições.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância empregando-se o teste F e teste de comparação de médias (Tukey 5%).

3.2.8. Descrição do preparo da calda

O preparo da calda foi realizado em laboratório, no mesmo dia em que foi realizada a aplicação dos produtos, em garrafas "Pet" (2 litros). A descrição da quantidade exata dos produtos (mL) encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3. Volumes de glifosato e óleo fúsel utilizados no preparo da calda. Jaboticabal, SP, 2005.

Tratamento	Glifosato (mL)	Óleo fúsel (mL)	Água (mL)
1	40	-	1960,0
2	-	1500,0	500,0
3	25	62,5	1912,5
4	20	250,0	1730,0
5	15	437,5	1547,5
6	10	625,0	1365,0
7	-	1000,0	1000,0
8	15	187,5	1798,0
9	10	375,0	1615,0
10	-	750,0	1250,0
11	10	125,0	1865,0
12	-	500,0	1500,0

3.2.9. Procedimentos adotados na aplicação

Em 11/10/2005 foi realizada aplicação dos produtos com início às 09:25 e término às 09:46 horas. No momento da aplicação, a terra dos vasos estava levemente úmida, a temperatura do ar era de 27°C, com ausência de nebulosidade e com ventos a 3 a 4 km h⁻¹.

O equipamento empregado foi costal pressurizado (CO₂), munido de barra com 04 bicos Teejet 110.02 Turbo TT VP, a pressão de 30 lb pol⁻² (2,1 kgf cm⁻²) com volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹. Na calda foi adicionado detergente neutro 0,2%.

Para a aplicação, foi considerado o estágio de desenvolvimento da cultura, que estava em média com 28 cm de altura, medidos da primeira lígula visível ao solo. Além disso, as plantas estavam em pleno desenvolvimento vegetativo, não sendo submetidas a nenhum tipo de estresse.

Da aplicação dos produtos até o final do experimento, decorreram 60 dias, período este suficiente para que as plantas de cana-de-açúcar pudessem apresentar sintomas de fitotoxicidade.

3.2.10. Variáveis avaliadas

- Altura das plantas de cana-de-açúcar: foi determinada antes e 60 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), semanalmente, considerando-se da superfície do solo até a primeira lígula visível.
- Sintomas de intoxicação: foram avaliados aos 7, 14, 21 e 60 DAT, pela escala percentual de injúrias, sendo 0 sem injúria e 100 destruição total da planta (ROLIM, 1989).
- Número de perfilhos: as contagens foram realizadas semanalmente até os 60 DAT.
- Atividade microbiana: uma amostragem antes da realização dos tratamentos. Após uma semana da aplicação dos tratamentos e após uma semana da aplicação dos produtos. Foi coletada uma amostra de cada vaso para análise de atividade respiratória. Para a avaliação da atividade respiratória, foi medida a respiração edáfica pelo método da quantificação do CO₂ evoluído, descrito por GRISI (1978). As amostras retiradas permaneceram incubadas por 7 dias.
- Massa seca da cana-de-açúcar: ao final dos 60 DAT foi determinada massa seca das plantas de cana-de-açúcar sendo o material fresco colocado em estufa com renovação e circulação forçada de ar, a aproximadamente 60°C, até peso constante. Pretendia-se avaliar o desenvolvimento da cana-de-açúcar após o dessecamento. No entanto, após 60 DAT, os toletes brotaram, não sendo necessário plantar novamente. Como os vasos eram de 22 L, não foi possível manter as plantas nos vasos até o ponto de colheita. Por isso, decorridos três meses, a cana foi retirada e o material da rebrota foi analisado quanto à produção de massa seca.

- Análise química de rotina do solo: uma única amostra coletada no início e aos 60 DAT, em todos os vasos, foram submetidas à avaliação da fertilidade do solo.

3.3. Resultados e Discussão

3.3.1. Análise de cromatografia

Quanto aos componentes do óleo fúsel, a análise de cromatografia gasosa realizada (Tabela 4) revelou maior porcentagem de álcool isoamílico, seguido por etanol e isobutanol como produtos principais do óleo fúsel. No experimento de AZANIA (2003) e na literatura (KUÇUK & CEYLAN, 1998) também foi verificada esta ordem de produtos em termos de porcentagem, com a diferença de que todos os valores foram menores em relação aos deste trabalho.

Tabela 4. Composição química do óleo de fúsel proveniente da Usina São Carlos (Grupo Coinbra), analisado por cromatografia gasosa. Piracicaba, SP, 2005 ^{1/}

Componentes	Óleo de fúsel (%)
Etanol	14,46
n-propanol	1,69
i-butanol	10,30
n-butanol	0,67
i-amílico	61,60
n-amílico	0,49

^{1/} Análise realizada no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Setor de Açúcar e Álcool da ESALQ/USP. Piracicaba, SP.

O óleo fúsel coletado por AZANIA (2003) e o empregado neste trabalho foram procedentes da mesma destilaria, apenas coletados em safras diferentes, o que

demonstra que a composição do mesmo pode variar de acordo com a época coletada, método de condução do processo e características da matéria-prima (RASOVSKY, 1973).

3.3.2. Altura das plantas de cana-de-açúcar

Antes da aplicação dos produtos, procedeu-se à medição da altura de todas as plantas de cana-de-açúcar, obtendo-se a média de 28 cm. De modo geral, para erradicação de soqueiras, o período ideal para dessecação se concentra na fase conhecida como “erva-cidreira”, em que as plantas encontram-se mais ou menos com 30-40 cm de altura. De acordo com a Tabela 5, antes da aplicação dos tratamentos, não haviam diferenças significativas nas alturas das plantas. Entretanto, aos 7 e 14 dias após tratamento (DAT), o tratamento 6 apresentou a menor altura, embora diferísse apenas do tratamento 8, com a maior altura.

Aos 21 e 28 DAT, o tratamento 6 apresentou uma estabilização no crescimento da cana e diferiu apenas dos tratamentos 8, 10 e 12. O tratamento 8 constituía-se pela mistura de glifosato e óleo fúsel ($1,50 + 18,75 \text{ L ha}^{-1}$), enquanto que os tratamentos 10 e 12, de óleo fúsel a 75 e 50 L ha^{-1} , respectivamente, sem a mistura de qualquer outro produto. O tratamento 6 utilizava a menor dose do glifosato, combinada com 62,50 L ha^{-1} de óleo fúsel. Pode-se inferir que o óleo fúsel isoladamente, nestas concentrações, não promoveu a dessecação das plantas de cana-de-açúcar.

Na avaliação aos 35, 42 e 49 DAT, não se observam diferenças estatísticas entre os tratamentos. Verificou-se que, nesse período, os tratamentos de 1 a 6 e 9 o crescimento das plantas de cana-de-açúcar completamente paralisado. Exceto para o tratamento 1, em que se utilizou apenas glifosato, e 2, que constituiu da maior concentração de óleo fúsel, os demais tratamentos (3-6; 9) utilizaram a mistura do produto comercial glifosato em diferentes concentrações com o óleo fúsel, sendo um indicativo de que a mistura pode ser efetiva quanto ao efeito testado.

Tabela 5. Altura (cm) das plantas de cana-de-açúcar, medida do solo até a primeira lígula visível, nas diferentes épocas de avaliação.

Tratamentos		Altura das plantas (cm)								
glifosato	óleo fúsel	0 DAT	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	35 DAT	42 DAT	49 DAT	60 DAT
L ha ⁻¹										
4,0	0,00	27,25	27,75 ab	27,75 ab	27,75 ab	27,75 ab	27,75	27,75	27,75	27,75 b
0,00	150	26,75	26,75 ab	27,50 ab	28,00 ab	28,00 ab	28,00	28,00	28,00	31,50 ab
2,50	6,25	25,50	27,25 ab	27,25 ab	27,50 ab	27,75 ab	27,75	27,75	27,75	27,75 b
2,00	25,00	27,00	28,00 ab	28,00 ab	28,00 ab	28,00 ab	28,00	28,00	28,00	28,00 b
1,50	43,75	28,50	31,00 ab	30,75 ab	30,75 ab	30,75 ab	30,75	30,75	30,75	32,50 ab
1,00	62,50	23,25	24,25 b	24,75 b	24,75 b	24,75 b	27,50	27,50	27,50	28,75 b
0,00	100,0	30,00	31,00 ab	31,25 ab	31,00 ab	31,25 ab	31,75	31,75	32,00	38,75 ab
1,50	18,75	30,75	31,75 a	32,50 a	32,50 a	32,50 a	32,50	32,75	33,00	33,75 ab
1,00	37,5	28,75	29,00 ab	29,25 ab	29,00 ab	29,25 ab	29,25	29,25	29,25	29,25 b
0,00	75,0	30,75	31,25 ab	31,75 ab	32,00 a	32,75 a	33,00	34,50	36,25	41,75 ab
1,00	12,50	28,25	29,00 ab	29,25 ab	29,50 ab	30,25 ab	30,50	30,50	30,75	35,25 ab
0,00	50,0	29,25	31,00 ab	31,25 ab	32,00 a	33,00 a	34,25	34,50	37,50	49,00 a
F		2,00 NS	2,49*	2,40*	2,64*	2,85**	2,03 NS	2,06 NS	2,03 NS	2,76*
d.m.s.		7,74	7,18	7,32	7,06	7,37	8,03	8,27	10,19	19,62
CV (%)		11,19	10,03	10,13	9,74	10,07	10,82	11,08	13,45	23,63

Comparações na vertical. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT – dias após tratamento. * significativo a 5% de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade. NS – Não Significativo. D.M.S. – Diferença Mínima Significativa.

No final do experimento, aos 60 DAT, o tratamento que apresentou maior crescimento, sem que as plantas fossem dessecadas, foi o tratamento 12 (50 L ha⁻¹ óleo fúsel), o qual diferiu dos tratamentos 1, 3, 4, 6 e 9 que constituíra de misturas do óleo fúsel com glifosato. Nesses são encontrados os menores valores de altura, com o perfilho principal das plantas já completamente seco.

Os tratamentos 3, 4, 8 e 9 são os que tiveram a variável altura mais semelhante à do tratamento com glifosato na dose de 4 L ha⁻¹. Observou-se ação eficaz do glifosato, sendo que, neste caso, as plantas no início do experimento apresentavam altura média de 27,25 cm e, ao final eram atingidos 27,75 cm, ou seja, um crescimento de apenas 0,5 cm no período. As plantas de cana-de-açúcar dos tratamentos 9, 4, 3 e 8, cresceram respectivamente 0,5; 1,0; 2,25 e 3,0 cm durante o período de 60 dias, um resultado satisfatório, quando comparado com o glifosato. Em contrapartida, nos tratamentos onde havia apenas o óleo fúsel, as plantas cresceram a uma taxa inversamente proporcional à concentração do óleo, ou seja, 4,25; 8,75; 11,0 e 19,75 cm para 150, 100, 75 e 50 L ha⁻¹.

Em relação aos custos com o uso dos produtos, o maior valor é o da aplicação do glifosato (4 L ha⁻¹), cerca de R\$ 60,00 por hectare (valor cotado em 2005). Os tratamentos que tiveram resultados mais satisfatórios, nas variáveis avaliadas, no caso os tratamentos 3 e 4, ficaram em torno de R\$ 40,00 e tratamentos 8 e 9, R\$ 30,00. Os tratamentos que envolviam custo de R\$ 20,00, que foram o 11 e 12, foram os de menor viabilidade.

3.3.3. Sintomas de intoxicação

Na Figura 1 podem ser observadas as notas referentes aos sintomas de intoxicação que os produtos causaram nas plantas de cana-de-açúcar.

O tratamento glifosato 4 L ha⁻¹, apresentou os sintomas de intoxicação mais severos na primeira avaliação (7 DAT), aumentando gradativamente até os 60 DAT,

quando as plantas já se encontravam completamente dessecadas, o que era esperado, devido à ação do produto.

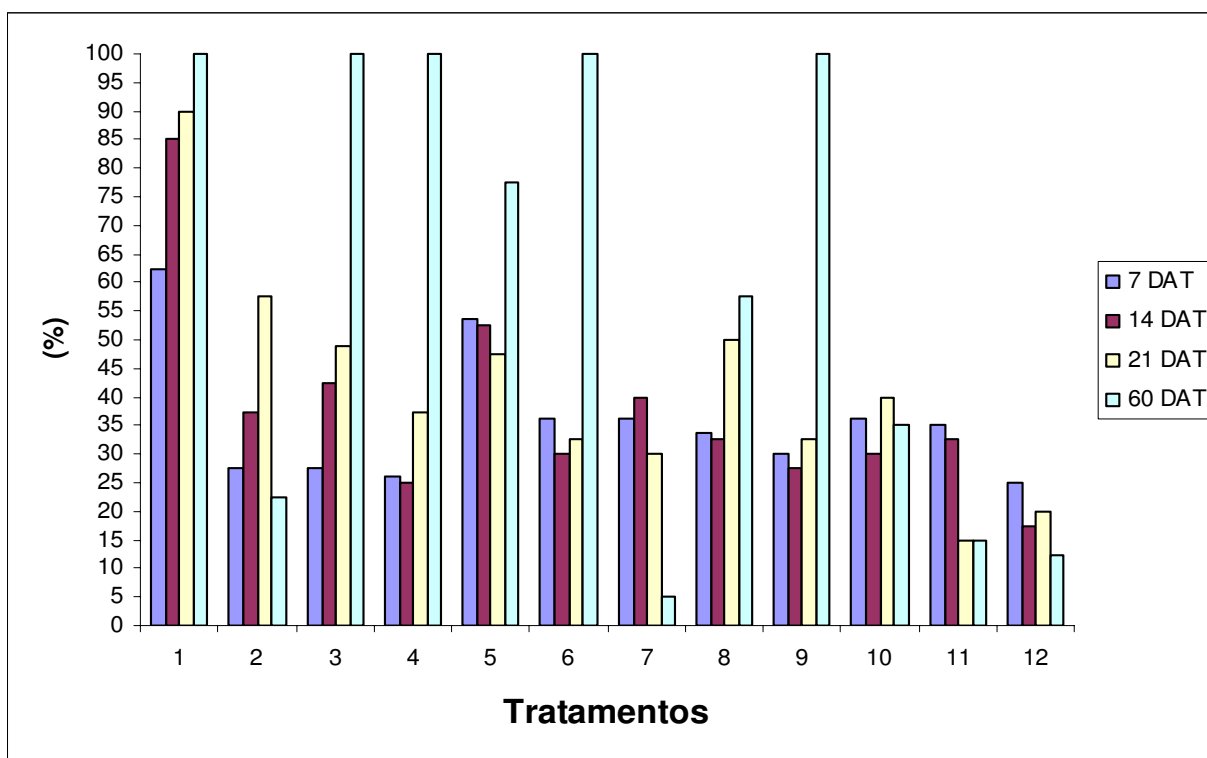


Figura 1. Notas visuais de intoxicação das plantas de cana-de-açúcar aos 7, 14, 21 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos.

Em todos os tratamentos em que se utilizou apenas o óleo fúsel, foram observadas as menores injúrias, chegando a quase 60% no tratamento 2 apenas, aos 21 DAT, mas voltando a níveis menores aos 60 DAT, para a maior dosagem utilizada, (no tratamento 2), que foi 150 L ha^{-1} . Nas outras concentrações do óleo fúsel isolado, as injúrias podem ser consideradas moderadas, porque a cultura acabou se recuperando, como o que aconteceu no tratamento 7, por exemplo.

Embora AZANIA (2003) tenha encontrado um possível potencial dessecante do óleo fúsel para a cultura da cana-de-açúcar, os testes foram realizados colocando-se concentrações diferentes do produto diretamente na terra dos vasos. Quando se utilizou da aplicação com pulverizador manual, com barra e bicos apropriados, o

produto isolado não se mostrou satisfatório como dessecante da cultura em nenhuma das concentrações testadas, pois os efeitos variaram de leve a moderados e houve recuperação da cultura.

Percebe-se visualmente que quando as gotas do produto atingem as folhas das plantas, no local, surge uma coloração amarelada e em poucas horas, o tecido geralmente entra em processo de necrose. No caso deste trabalho, em resultados preliminares obtidos anteriormente à instalação, utilizou-se de bicos XR Teejet 110.02 VS, sem que os resultados fossem satisfatórios, por isso foi realizada esta atual aplicação, desta vez, com a troca dos bicos por TT 110.02, o qual proporciona melhor espalhamento do produto.

Em geral, nos tratamentos onde houve a mistura de glifosato e óleo fúsel, de início, aos 7 dias, as injúrias não foram tão severas, mas suficientes para dessecar o perfilho principal das plantas até os 60 DAT. Na Figura 1, observa-se que nos tratamentos 3, 4 6 e 8, as notas foram aumentando com o decorrer do tempo, da mesma forma que no tratamento com glifosato (4 L ha^{-1}). Mas quando as injúrias chegaram a 50%, a recuperação da cultura ficou comprometida e na última avaliação as plantas encontravam-se dessecadas. Isto também ocorreu no tratamento 4, com a metade da dose utilizada no tratamento 1 (2 L ha^{-1}) misturada com 25 L ha^{-1} de óleo fúsel.

Para o tratamento 5 ($1,50 + 43,75 \text{ L ha}^{-1}$ de glifosato e óleo fúsel, respectivamente) a fitotoxicidade inicial foi maior em relação aos outros tratamentos, exceto para o tratamento 1, mas não foi suficiente para dessecar as plantas ao final do experimento.

Os tratamentos 6 e 9, que incluíam apenas 1 L ha^{-1} de glifosato com 62,5 e $37,5 \text{ L ha}^{-1}$ de óleo fúsel, respectivamente, tiveram comportamentos similares, pois na primeira avaliação, aos 7 DAT, as injúrias eram moderadas e na avaliação aos 14 DAT, a cultura se recuperou, aumentando a fitotoxicidade aos 21 DAT, sem que não houvesse recuperação aos 60 DAT.

De todas as misturas de glifosato e óleo fúsel testadas para dessecação da cana-de-açúcar, os tratamentos 8 e 11 proporcionaram os menores sintomas de

intoxicação, indicando que não eliminaram a cultura. Somente no tratamento 5 é que as plantas apresentaram danos severos, porém sem que se apresentassem completamente dessecadas até os 60 DAT, mas sem exibir qualquer sintoma de recuperação.

3.3.4. Número de Perfilhos

Pela Tabela 6 verifica-se que, antes da aplicação dos produtos e aos 7 DAT, o número de perfilhos, em média, situava-se entre 3,7 a 4,0 respectivamente, sem qualquer diferença estatística. A partir dos 14 DAT, alguns tratamentos reduziram o desenvolvimento da cultura e diminuíram o número de perfilhos. Observa-se que o tratamento com apenas glifosato apresentou o menor número de perfilhos aos 14 DAT, mas não diferiu dos tratamentos 3, 4 e 7. Os perfilhos se encontravam com sintomas de dessecação. Para este tratamento, o número de perfilhos diminuiu até o completo dessecação das plantas, aos 42 DAT, quando já não se verificava a ocorrência de perfilhos.

Aos 14, 21 e 28 DAT, o tratamento 6 (glifosato 1 L ha^{-1} + $62,50 \text{ L ha}^{-1}$ de óleo fúsel) diferiu dos tratamentos 1, 3, 4 e 7 e foi o que apresentou o maior número de perfilhos. Com exceção do tratamento com 4 L ha^{-1} de glifosato, à medida em que os perfilhos principais das plantas de cana-de-açúcar foram se dessecando, o de perfilhos secundários foi aumentando, como se fosse uma forma de resposta ao estresse provocado na planta.

Ao contrário das avaliações anteriores, aos 35 DAT o tratamento 5 ($1,50 \text{ L ha}^{-1}$ glifosato + $43,75 \text{ L ha}^{-1}$ óleo fúsel) foi o que apresentou o maior número de perfilhos, diferindo dos tratamentos 1, 3, 4, 7 e 10.

Para os tratamentos 7 e 10 com aplicação de 100 L ha^{-1} e 75 L ha^{-1} de óleo fúsel isolado, respectivamente, houve redução do número de perfilhos, sendo que as injúrias atingiram níveis da ordem de 40%, mas as plantas se recuperaram e não foram dessecadas.

Tabela 6. Número de perfilhos secundários na cana-de-açúcar nas diferentes épocas de avaliação do experimento.

Trat	glifosato	ól. fúsel	Número de Perfilhos (dias após tratamento)									
			L ha ⁻¹	0	7	14	21	28	35	42	49	60
1	4,0	0,00	3,00	3,00	3,00	2,75 b	3,00 b	2,25 d	0,25 d	0,00 b	0,00 e	0,00 b
2	0,00	150	4,00	4,00	4,00	4,00 ab	4,00 ab	4,00 abcd	4,25 abcd	4,50 ab	4,50 cde	4,50 ab
3	2,50	6,25	3,25	3,50	3,50	3,25 b	3,50 b	3,00 cd	0,75 cd	0,25 b	0,75 de	5,50 ab
4	2,00	25,00	3,00	3,00	3,00	3,00 b	3,25 b	3,75 bcd	2,75 bcd	7,00 a	11,50 ab	9,25 a
5	1,50	43,75	4,00	4,00	4,00	4,50 ab	5,25 ab	6,25 ab	9,25 a	10,25 a	12,00 a	10,25 a
6	1,00	62,50	5,50	6,00	6,00	6,75 a	7,00 a	7,00 a	7,75 ab	8,25 a	9,00 abc	8,50 ab
7	0,00	100,0	3,25	3,50	3,50	3,25 b	3,50 b	3,50 bcd	3,00 bcd	5,00 ab	5,00 bcde	6,00 ab
8	1,50	18,75	4,00	4,25	4,25	4,75 ab	5,00 ab	5,50 abc	5,75 abc	6,25 ab	7,25 abcd	6,75 ab
9	1,00	37,5	3,75	4,00	4,00	4,00 ab	4,25 ab	4,50 abcd	6,25 ab	9,25 a	10,75 abc	9,50 a
10	0,00	75,0	3,25	4,50	4,50	4,00 ab	4,00 ab	4,00 abcd	3,50 bcd	5,00 ab	5,00 bcde	5,50 ab
11	1,00	12,50	3,75	4,25	4,25	4,25 ab	4,50 ab	4,25 abcd	4,50 abcd	5,50 ab	6,00 abcde	5,50 ab
12	0,00	50,0	3,75	4,00	4,00	4,00 ab	4,25 ab	4,25 abcd	4,25 abcd	4,50 ab	5,25 abcde	5,50 ab
F			1,20 NS	1,49 NS	2,42*	2,83**	4,21**	5,70**	5,51**	7,61**	2,21*	
d.m.s.			3,06	3,20	3,33	3,18	3,20	5,43	6,56	6,94	9,22	
CV (%)			33,48	32,41	33,37	30,08	29,83	50,60	48,55	43,85	54,86	

Comparações na vertical. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT – dias após tratamento. * significativo a 5% de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade. NS – Não Significativo. D.M.S. – Diferença Mínima Significativa.

Aos 42 DAT, com o tratamento 1 completamente dessecado, o menor número de perfilhos foi observado no tratamento 3 ($2,5 \text{ L ha}^{-1}$ glifosato + $6,25 \text{ L ha}^{-1}$ óleo fúsel), que diferiu dos tratamentos 4, 5, 6 e 9. Os tratamentos 4, 6 e 9 dessecaram a cana-de-açúcar ao final do experimento, mas isso não aconteceu para o tratamento 5, que embora com efeitos severos, provavelmente necessitaria de mais tempo para que o processo se completasse (Figura 1).

Aos 49 DAT, o tratamento 5, continuou a apresentar o maior número de perfilhos, mas não diferiu dos tratamentos 4, 6, 8, 9, 11 e 12. Nesta avaliação houve diferenças bem acentuadas entre os tratamentos, com média de 6,4 perfilhos, sendo o máximo de 12 perfilhos no tratamento 5 e mínimo de 0,75 para o tratamento 3, excetuando-se o tratamento 1 que já havia sido dessecado. A mistura de glifosato a $2,5 \text{ L ha}^{-1}$ + $6,25 \text{ L ha}^{-1}$ de óleo fúsel (tratamento 3) até a avaliação dos 49 DAT foi a que mais se aproximou do tratamento 1.

Na avaliação final, aos 60 DAT, houve aumento do número de perfilhos para o tratamento 3, passando de 0,75 para 5,50 perfilhos. A maioria dos tratamentos (4, 5, 6, 8, 9 e 11) teve o número de perfilhos diminuído nesta última avaliação. Nos outros tratamentos ocorreram aumentos (3, 7, 10 e 12). Somente o tratamento 2 se manteve com média de 4,5 perfilhos desde os 42 DAT, sendo que depois do tratamento 1, este foi o que teve o menor número de perfilhos, cujas médias variaram de 4 para 4,5 seguido pelos tratamentos 11 e 12.

Torna-se importante salientar que o único tratamento que efetivamente dessecou a cana-de-açúcar e perfilhos foi o tratamento 1. O que se observou neste trabalho foi que a mistura de glifosato com óleo fúsel dessecou o perfilho principal em muitos tratamentos e o estresse gerado neste processo fez com que houvesse a brotação de perfilhos.

A brotação de perfilhos permite a inferência de que os resultados não foram satisfatórios, sob o ponto de vista agrônomo, pois o esperado seria que toda a planta sofresse o estresse que resulta no processo de dessecação.

3.3.5. Massa seca da parte aérea

Os valores de massa seca encontram-se na Tabela 7. Verifica-se que aos 60 DAT, o tratamento 1, por ser um dessecante proporcionou o menor valor de massa seca da parte aérea das plantas, mas que somente diferiu dos tratamentos 7, 8, 10, 11 e 12.

Tabela 7. Massa seca (g) das plantas de cana-de-açúcar.

Tratamento	Glifosato	Óleo fúsel	Massa seca (g)	
	L ha ⁻¹		60 DAT	rebrotou
1	4,00	0,00	10,34 d	0,00 b
2	0,00	150	39,16 abcd	11,88 ab
3	2,50	6,25	16,95 cd	32,34 a
4	2,00	25,00	23,11 bcd	19,33 ab
5	1,50	43,75	34,05 abcd	15,14 ab
6	1,00	62,50	34,28 abcd	17,82 ab
7	0,00	100,0	52,94 ab	10,90 ab
8	1,50	18,75	42,68 abc	9,36 ab
9	1,00	37,5	34,82 abcd	10,20 ab
10	0,00	75,0	52,28 a	7,94 b
11	1,00	12,50	44,85 abc	13,53 ab
12	0,00	50,0	62,65 a	9,69 ab
F			6,19**	2,61*
d.m.s.			31,08	23,90
CV (%)			33,45	73,51

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados mostram que, para a erradicação química da cana-de-açúcar, o óleo fúsel isolado não apresenta resultados satisfatórios, mas quando em mistura com o glifosato, pode ser mais eficiente na medida em que exerce o mesmo efeito dessecante do glifosato isolado, a um menor custo.

Quanto às plantas que rebrotaram, verificou-se que após três meses, nos vasos onde havia glifosato não houve brotação das plantas. Entretanto, nos outros tratamentos houve brotação completa de todas as plantas. O maior valor acumulado de massa seca foi encontrado no tratamento 3, que foi um dos tratamentos que tiveram melhor resultado no experimento anterior e diferiu apenas dos tratamentos 1 e 10, que constavam respectivamente de glifosato a 4 L ha^{-1} e óleo fúsel a 75 L ha^{-1} .

Os valores elevados de massa seca são uma indicação de que o óleo fúsel isolado ou em mistura com o glifosato não deixou resíduos no solo capazes de ocasionar injúrias às plantas de cana-de-açúcar, pois essas brotaram após o corte, mantendo-se em condições normais até 3 meses, encontrando-se em plena fase de desenvolvimento sem qualquer sintoma de intoxicação.

3.3.6. Atividade microbiana do solo

Os resultados da atividade microbiana encontram-se na Tabela 8. Esses são considerados baixos, pois apesar de as amostras ficarem incubadas por 7 dias não houve resposta em relação à atividade respiratória.

Os maiores valores encontrados foram no tratamento 12 e 8, onde havia apenas 50 L ha^{-1} de óleo fúsel e a mistura de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ glifosato + $18,75 \text{ L ha}^{-1}$ de óleo fúsel, que diferiram apenas do tratamento 4 (2 L ha^{-1} glifosato + $25,00 \text{ L ha}^{-1}$ de óleo fúsel) no qual foi determinada a menor atividade respiratória, mas que não diferiu dos demais tratamentos.

O tratamento em que se utilizou glifosato 4 L ha^{-1} , embora não tenha diferido dos demais tratamentos, apresentou valores reduzidos quanto à atividade microbiana, contrariamente ao que se observa em literatura, pois vários trabalhos destacam aumentos da atividade microbiológica do solo com a aplicação de glifosato, tendo em vista que microrganismos do solo utilizam a molécula do glifosato como fonte de fósforo, quando da ausência deste do meio (LIU et al., 1991; PIPKE et al., 1987; SOUZA et al., 1999).

Tabela 8. Quantidade de CO₂ liberada pela atividade microbiana aos 7 dias após aplicação dos produtos, determinada após 7 dias de incubação.

Tratamento	Glifosato L ha ⁻¹	Óleo fúsel L ha ⁻¹	Atividade microbiana ^{1/} mg CO ₂ 100g solo seco
1	4,00	0	11,35 ab
2	0,00	150	11,75 ab
3	2,50	6,25	10,54 ab
4	2,00	25,00	8,23 b
5	1,50	43,75	10,03 ab
6	1,00	62,50	9,44 ab
7	0,00	100,00	11,07 ab
8	1,50	18,75	11,88 a
9	1,00	37,5	11,83 ab
10	0,00	75,00	11,55 ab
11	1,00	12,50	11,06 ab
12	0,00	50,00	12,15 a
F			2,43*
d.m.s.			3,63
CV (%)			13,44

^{1/}Realizada no Laboratório de Microbiologia FCAV/Unesp. * significativo a 5% de probabilidade. Comparações na vertical. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. D.M.S. – Diferença Mínima Significativa.

A explicação para os valores encontrados neste trabalho pode estar associada à forma de coleta das amostras de solo, pois foi realizada com o solo com baixa umidade e esta não seria condição propícia para a atividade microbiológica. Com o objetivo de verificar a resposta da atividade microbiana do solo, pelo método da evolução do CO₂, sob doses crescentes de glifosato e imazapyr, SOUZA et al. (1999) constataram que a umidade do solo influencia a capacidade dos microrganismos degradarem estes mesmos herbicidas. O conteúdo de água no solo, segundo Paul & Clark (1989), citados por SOUZA et al. (1999), regula fortemente a atividade microbiana do solo.

Além do teor de água, segundo ALEXANDER (1961) e BUCKLEY & SCHMIDT (2001), a presença de microrganismos no solo pode ser facilmente influenciada por inúmeros fatores, como propriedades físico-químicas, temperatura, sistemas de manejo e outros.

3.3.7. Atributos químicos do solo

Foi observado menor valor numérico do pH no tratamento 1 (Tabela 9). Esse valor apenas não diferiu dos tratamentos 2 e 6, que constaram, respectivamente, da maior concentração do óleo fúsel e da metade da dose do glifosato + 62,50 L ha⁻¹ de óleo fúsel. Embora haja diferenças entre alguns tratamentos, os valores de pH podem ser considerados satisfatórios, porque variam de 5,7 a 6,3. MALAVOLTA (1967) descreve que a faixa ideal para a cana-de-açúcar situa-se entre 5,5-6,5.

Quanto aos teores de matéria orgânica, os tratamentos não apresentaram diferença entre si, ocorrendo praticamente nos mesmos níveis. Com a instalação do experimento, o transplântio da cana-de-açúcar e posterior adubação, os teores de matéria orgânica apresentaram um ligeiro aumento, mas apenas em comparação com a análise inicial, pois ainda permaneceram baixos ao final do experimento.

Os níveis de fósforo diferiram entre os tratamentos testados, apresentando valores desde 72,25 mg dm⁻³, com a aplicação de glifosato, até 142,50 mg dm⁻³ para o tratamento 10 (75 L ha⁻¹ óleo fúsel). Quando se comparam os níveis de fósforo da análise inicial do solo (Tabela 1) com a última análise realizada (Tabela 9), verifica-se expressivo aumento em relação à análise inicial, o qual pode ser consequência da adubação de plantio realizada nos vasos por ocasião do transplântio. RAIJ et al. (1992) classificam os teores de fósforo deste trabalho de alto a muito alto (>80 mg dm⁻³).

O tratamento 10 teve o maior valor para o conteúdo de P disponível no solo, diferindo do tratamento 6 (1L ha⁻¹ glifosato + 62,50 L ha⁻¹ óleo fúsel) e da aplicação de glifosato (tratamento 1).

Quanto aos níveis de potássio, a terra com glifosato foi a que apresentou o maior valor, possivelmente devido às plantas terem sido dessecadas e não conseguirem absorver o nutriente do solo. A aplicação do glifosato diferiu apenas dos tratamentos 7 e 12, que constavam, respectivamente, de 100 e 50 L ha⁻¹ de óleo fúsel. Entre os demais tratamentos não foram observadas diferenças. Os teores de potássio neste caso, são classificados como médio a baixos por RAIJ et al. (1992).

Tabela 9. Atributos químicos do solo avaliados aos 60 DAT e resumo da análise estatística.

Glifos.	Ól. fús.	pH	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V%
L ha ⁻¹		CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³			
4,0	0,00	5,78 c	7,75	72,25 c	2,5 a	19,25 a	3,75	13,75 ab	25,48	39,23	65,00 a
0,00	150	5,93 bc	8,50	134,25 a	1,8 ab	22,75 a	4,50	14,50 a	29,00	43,50	66,50 a
2,50	6,25	6,10 ab	8,00	139,75 a	2,1 ab	24,25 a	4,00	12,25 ab	30,38	42,63	71,50 a
2,00	25,00	6,13 ab	7,75	124,25 abc	1,8 ab	25,00 a	3,75	12,75 ab	30,55	43,30	70,25 a
1,50	43,75	6,08 ab	7,75	108,00 abc	1,9 ab	23,75 a	3,50	14,00 ab	29,13	43,13	67,25 a
1,00	62,50	5,93 bc	7,75	76,25 bc	1,8 ab	18,25 a	3,75	12,50 ab	23,75	36,25	65,00 a
0,00	100,0	6,13 ab	8,00	123,75 abc	1,6 b	25,00 a	4,50	11,50 ab	31,08	42,58	72,75 a
1,50	18,75	6,18 ab	8,00	128,25 ab	2,1 ab	25,00 a	4,50	11,75 ab	31,55	43,30	72,75 a
1,00	37,5	6,08 ab	8,75	123,50 abc	1,9 ab	22,25 a	4,00	13,00 ab	28,10	41,10	68,25 a
0,00	75,0	6,25 a	7,75	142,50 a	1,9 ab	24,75 a	3,75	10,75 b	30,35	41,10	73,50 a
1,00	12,50	6,18 ab	7,25	111,25 abc	1,7 ab	21,00 a	3,75	11,50 ab	26,48	37,98	70,00 a
0,00	50,0	6,23 a	8,25	132,25 a	1,5 b	23,00 a	3,75	11,50 ab	28,25	39,75	70,75 a
F											
		5,28**	0,48 NS	5,54**	2,07*	2,0 1 NS	0,68 NS	2,86**	1,85 NS	1,79 NS	2,01NS
d.m.s.											
		0,29	2,93	52,08	0,88	9,13	2,17	3,28	10,40	10,65	9,37
CV (%)											
		1,92	14,71	18,18	19,00	16,31	22,17	10,56	14,78	10,50	5,47

Comparações na vertical. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT – dias após tratamento. * significativo a 5% de probabilidade. ** significativo a 1% de probabilidade. NS – Não Significativo. D.M.S. – Diferença Mínima Significativa.

De maneira geral, observa-se que os atributos químicos do solo não sofreram nenhum tipo de alteração com a aplicação do glifosato isolado, do óleo fúsel isolado ou em mistura com o glifosato. Isso ocorreu por exemplo, com o conteúdo de cálcio no solo, que variou de 17,50 a 25 mmol_c dm⁻³ e não diferiu entre os tratamentos.

Assim como no caso do potássio, os teores de cálcio também foram maiores nas amostras coletadas ao final do experimento, quando comparados com o da amostra inicial (Tabela 1).

Para o magnésio não foram observadas diferenças entre os tratamentos e os níveis no solo permaneceram praticamente os mesmos quando comparados com a análise inicial.

Houve diferenças na acidez potencial entre as duas maiores concentrações do óleo fúsel, apresentando maior valor para 150 L ha⁻¹ e menor para 75 L ha⁻¹. Entretanto, para os demais tratamentos não houve diferença. O aumento da acidez potencial com a utilização do óleo fúsel também foi verificado por AZANIA (2003), ao aplicar três subprodutos (vinhaça, flegmaça e óleo fúsel) em solo cultivado com cana-de-açúcar.

Para os atributos soma de bases (SB), T e V% não foram observadas diferenças entre os tratamentos testados.

3.4. Conclusões

- Para a erradicação química da cana-de-açúcar, o óleo fúsel isolado não apresentou resultados satisfatórios, pois não promoveu dessecação completa da cana-de-açúcar. Quando em mistura com o glifosato, mesmo com a metade da dose recomendada deste, pode ser mais eficiente na medida em que exerce o mesmo efeito dessecante do glifosato isolado, a um menor custo. Porém, houve dessecação dos perfilhos principais, e conseqüentemente, a brotação de outros novos perfilhos.
- A atividade microbiana do solo não indicou influência dos tratamentos.
- Pode-se inferir que poucos foram os atributos do solo que sofreram influência devido aos tratamentos aplicados.

3.5. Referências

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. Nova York: John Wiley and Sons, 1961. 472 p.

AZANIA, A. A. P. M. **Influência de subprodutos da indústria alcooleira nos atributos químicos do solo e em plantas de cana-de-açúcar, guaxuma e capim-braquiária**. 2003. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BUCKLEY, D. H.; SCHIMIDT, T. M. The structure of microbial communities in soil and the lasting impact of cultivation. **Microbial Ecology**, Nova York, v. 42, p. 11-21, 2001.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: fundamentos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, v. 1, p. 149-156. 2003.

ESPIRONELO, A. Cana-de-açúcar. In: RAIJ, B. van; SILVA, N. M. da; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1992. 107 p. (Boletim Técnico, 100).

GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, p. 82-88, 1978.

KÜÇÜK, Z.; CEYLAN, K. Potential utilization of fusel oil: a kinetic approach for production of fusel oil esters through chemical reaction. **Turkish Journal of Chemistry**, Ankara, v. 22, p. 289-300, 1998.

LIU, C. M.; MCLEAN, P. A.; SOOKDEO, C. C.; CANNON, F. C. Degradation of the herbicide glyphosate by members of the family Rhizobiaceae. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 57, p. 1799-804, 1991.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1967. p. 149.

PIPKE, R.; SCHULZ, A.; AMRHEIN, N. Uptake of glyphosate by an *Arthrobacter* sp. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 53, p. 974-978, 1987.

PROCÓPIO, S. de O.; SILVA, A. A. da; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Suprema, 2003. 150 p.

PROCÓPIO, S. de O.; SILVA, A. A. da; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Pelotas: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

RAIJ, B. van; SILVA, N. M. da; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1992. 107 p. (Boletim Técnico, 100).

RASOVSKY, E. M. **Álcool: destilarias**. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Álcool, 1973. 384p. (Coleção Canavieira, 12).

ROLIM, J. C. **Proposta de utilização da escala EWRC modificada em ensaios de campo com herbicidas**. Araras: IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul, 1989. 3p. mimeografado.

SILVA, C. M. de S.; FAY, E. F. **Agrotóxicos & Ambiente**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2004, 400 p.

SOUZA, A. P.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. da; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Respiração microbiana do solo sob doses de glyphosate e de imazapyr. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 387-398, 1999.

CAPÍTULO 4 – INFLUÊNCIA DO ÓLEO FÚSEL EM BANCO DE SEMENTES SIMULANDO APLICAÇÕES EM PRÉ-PLANTIO INCORPORADO E PÓS-EMERGÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS

RESUMO – O trabalho foi realizado no Centro de Cana IAC, em Ribeirão Preto, SP, com o objetivo de avaliar a eficácia do óleo fúsel aplicado em pré-plantio incorporado (PPI) e em pós-emergência inicial no controle de cinco espécies diferentes de plantas daninhas. Para o PPI, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 25 tratamentos em quatro repetições, totalizando 100 parcelas, em esquema fatorial 5x5, ou seja, cinco concentrações de óleo fúsel (150, 100, 75, 50 L ha⁻¹ e testemunha sem aplicação) e cinco espécies de plantas daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Digitaria* sp., *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*). Foram avaliadas as porcentagens de controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após tratamento. Para o experimento em pós-emergência, a não germinação das sementes de *B. plantaginea*, *D. horizontalis* e *E. heterophylla*, possibilitou os tratamentos apenas para *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*. Os tratamentos constaram da aplicação de glifosato 4 L ha⁻¹ e da mistura de glifosato e óleo fúsel a : 2,5 + 6,25L ha⁻¹; 2 + 25 L ha⁻¹; 1 + 37,50 L ha⁻¹ e 1 + 62,50L ha⁻¹, respectivamente. Em plantio pré-incorporado, as doses de óleo fúsel não causaram interferência sobre a germinação e viabilidade das sementes das plantas testadas. Entretanto, as diferenças observadas podem estar atribuídas às características próprias de cada espécie, como a espessura do tegumento, velocidade e temperatura para germinação, etc. Na pós-emergência, os resultados mostraram controle parcial das plantas com o uso dos produtos.

Palavras-chave: controle, plantas daninhas

4.1. Introdução

O estudo do manejo das plantas daninhas na agricultura é muito amplo e compreende muitas etapas, dentre elas, o controle, a prevenção, os aspectos biológicos e fisiológicos de cada espécie. Além disso, torna-se importante avaliar o banco de sementes presente nos solos agrícolas, pois representam uma reserva ou depósito de sementes dos disseminulos presente nos solos, variando em quantidade e qualidade.

O termo “banco de sementes” é definido por ROBERTS (1981) como sendo a reserva de sementes viáveis em contato com o solo. Muitas definições são encontradas para este termo, entretanto, segundo CARMONA (1992), a denominação “banco de sementes” ou “reservatório de sementes” descreve o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais.

As plantas daninhas formam extensos bancos de sementes nos solos cultivados e podem permanecer anos sem germinar, por não encontrarem condições favoráveis, por estarem em dormência. Segundo MORTIMER (1990), nas avaliações visuais de campo, muitas vezes não ocorrem determinadas espécies que estão presentes no banco de sementes. Quando as condições são favoráveis, mesmo que sejam mínimas, as sementes entram em processo de germinação.

O aparecimento de plantas daninhas nas culturas causa desequilíbrio na relação entre os componentes de produção e a produtividade da lavoura (DEUBER, 1992). Quando as plantas daninhas passam a competir pelos mesmos componentes da produção em uma mesma área, estes podem se tornar insuficientes, o que faz com que as mais competitivas passem a predominar sobre as demais, devido ao efeito da interferência.

Estima-se que, aproximadamente, 1000 espécies de plantas daninhas habitem o agroecossistema da cana-de-açúcar, nas regiões produtoras, afetando direta ou indiretamente a produção e aumentando custos (ARÉVALO, 1979). Estas espécies formam extensos bancos de sementes, devido a todas as operações realizadas por ocasião da implantação e colheita da cultura, que fazem com que estas sejam revolvidas no solo e transportadas para um local onde ainda não estavam estabelecidas, etc. Na cultura da cana-de-açúcar, especificamente, dentre os métodos de controle de plantas daninhas, o químico é o mais usual,

principalmente em decorrência da praticidade, economia e rapidez de aplicação. Os herbicidas podem ser aplicados em plantio pré-incorporado (ppi), pré-emergência e pós-emergência das plantas daninhas e/ou cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do óleo fúsel isolado aplicado em pré-plantio incorporado e em pós-emergência das plantas daninhas: *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria* sp., *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*.

4.2. Material e Métodos

4.2.1. Local e data

O experimento foi realizado em área de viveiro da Fazenda Experimental do Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em Ribeirão Preto, entre os meses de janeiro a abril de 2006.

4.2.2. Simulação do banco de sementes

Para avaliar a eficiência de diferentes concentrações de óleo fúsel aplicado em PPI e pós-emergência sobre um banco de sementes com diferentes espécies de plantas daninhas foi realizada uma simulação.

O banco de sementes de plantas daninhas para as duas situações foi simulado em recipientes de plástico com capacidade de 770 mL, que foram preenchidos com terra, cuja análise química encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química da fertilidade do solo, cuja terra foi utilizada no experimento. Ribeirão Preto, 2006 ^{1/}.

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	Resina (mg dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³						(%)
5.3	18	19	0.8	22	10	25	32.8	57.8	57

^{1/} Análise realizada no Laboratório de Solos da FCAV/Unesp, Jaboticabal, SP.

As parcelas constituíram-se de quatro recipientes contendo a mesma espécie de planta daninha. Em cada um dos recipientes foram colocadas 10 sementes à profundidade de aproximadamente 2 cm e depois recobertas com terra. Foram avaliadas as cinco espécies de plantas daninhas, escolhidas devido à mudança de flora com a colheita da cana-crua, sendo as mais comuns e problemáticas para a cultura nas regiões de Jaboticabal e Ribeirão Preto. As sementes foram adquiridas junto a Agrocósmos Ltda. As espécies e o tempo de germinação esperado encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do teste de germinação realizado para as espécies de plantas daninhas. Engenheiro Coelho, 2004.

Nome científico	Código	Nome comum	Tempo p/ Emerg.*	Massa de sementes**
<i>Brachiaria plantaginea</i>	BRAPL	Capim-marmelada	6	0,88
<i>Digitaria</i> sp	DIGSS	Capim-colchão	7	0,10
<i>Euphorbia heterophylla</i>	EPHHL	Amendoim-bravo	5	0,41
<i>Ipomoea hederifolia</i>	IPOHF	Corda-de-viola	5	0,55
<i>Ipomoea quamoclit</i>	IPOQU	Primavera	5	0,54

* tempo para emergência (dias). ** g/25 plantas. Valores fornecidos pela empresa fornecedora das sementes (Agrocósmos Ltda)

4.2.3. Descrição dos tratamentos e metodologia - PPI

Para o pré-plantio incorporado, os tratamentos constaram da aplicação de óleo fúsel isolado em diferentes concentrações: 1) óleo fúsel 150 L ha⁻¹; 2) óleo fúsel 100 L ha⁻¹; 3) óleo fúsel 75 L ha⁻¹; 4) óleo fúsel 50 L ha⁻¹ e testemunha 0 L ha⁻¹.

4.2.3.1. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, empregando-se o esquema fatorial 5x5. Foram avaliados o efeito de cinco doses de óleo fúsel (150, 100, 75, 50 e 0 L ha⁻¹) sobre as espécies *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria* sp., *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*.

4.2.3.2. Condições de aplicação

A aplicação em PPI foi realizada em 14/02/2006, com início às 14:52 h e término às 16:00 horas. No momento da aplicação, a temperatura ambiente era de 30°C, umidade relativa do ar de 70%, céu com 50% de nebulosidade e com velocidade do vento não superior a 4 km/h. Foi utilizado equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra com 4 bicos Teejet 110.02 TT VP, regulado para um volume de calda correspondente a 236,5 L ha⁻¹.

As sementes foram semeadas em recipientes de plástico e recobertas com terra. Após a aplicação, procedeu-se à incorporação do solo, simulando o pré-plantio incorporado. Durante todo o período experimental, os recipientes foram mantidos em ambiente aberto e irrigados periodicamente com água.

4.2.3.3. Método de extração das sementes não germinadas

Para a avaliação das sementes que não emergiram após o período de 28 dias foi adotado o processo de extração. O solo foi coletado e lavado sob jato d'água numa peneira com malha inoxidável de abertura 0,5 mm para eliminar a fração argilosa e separar apenas as sementes. O material retido na peneira foi seco à sombra e, em seguida, as sementes presentes foram identificadas e quantificadas.

Para as sementes que não germinaram, procedeu-se ao teste de viabilidade segundo metodologia proposta por MULUGETA & STOLTENBERG (1997). Foram consideradas sementes viáveis aquelas que permanecem firmes quando pressionadas com a ponta dos dedos e não viáveis aquelas que cedem à pressão. Para uma maior confiabilidade do teste, as sementes de cada tratamento foram

abertas com bisturi e colocadas durante 24 horas em recipiente âmbar, à temperatura ambiente, em contato com solução de tetrazólio 0,1% conforme BRASIL (1992), com algumas modificações.

4.2.3.4. Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas foram: número de plântulas emergidas aos 7, 14, 21 e 28 DAT. Ao final dos 28 DAT, as sementes recuperadas e submetidas ao teste de tetrazólio foram separadas em viáveis e não-viáveis. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo a comparação de médias realizada pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

4.2.4. Descrição dos tratamentos e metodologia - PÓS

Para o experimento em pós-emergência, os tratamentos constaram da aplicação de óleo fúsel em mistura com glifosato: 1) 2,5 + 6,25; 2) 2 + 25; 3) 1 + 37,50; 4) 1 + 62,50 L ha⁻¹ de glifosato e óleo fúsel, respectivamente e 5) 4 L ha⁻¹ de glifosato.

Nesse experimento, a aplicação foi realizada quando as plantas se encontravam no início de desenvolvimento do segundo par de folhas. Entretanto, como as sementes de *Euphorbia heterophylla*, *Digitaria* sp. e *Brachiaria plantaginea* não germinaram, apenas foram aplicados os tratamentos nas duas espécies de *Ipomoea*.

4.2.4.1. Condições de aplicação

A aplicação em pós-emergência foi realizada em 22/03/2006, com início da aplicação às 13:00 horas e término às 13:10 horas. No momento da aplicação, a temperatura ambiente era de 33°C, com umidade relativa do ar de 67%, céu com 60% de nebulosidade e ausência de ventos.

Foi utilizado equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra com 4 bicos Teejet 110.02 TT VP, regulado para um volume de calda correspondente a 212 L ha⁻¹.

4.2.4.2. Variável avaliada

Foi avaliada a porcentagem de controle aos 15 e 30 dias após tratamento (DAT), através de escala padronizada para avaliação dos efeitos visuais dos herbicidas sobre plantas daninhas (Tabela 3), de acordo com ROLIM (1989).

Tabela 3. Notas visuais de controle de plantas daninhas (ROLIM, 1989).

% DE CONTROLE	AVALIAÇÃO
99,1-100,0	Excelente (E)
96,6-99,0	Muito bom (MB)
92,6-96,5	Bom (B)
85,1-92,5	Suficiente (S)
75,1-85,0	Duvidoso (D)
60,1-75,0	Insuficiente (I)
40,1-60,0	Mau (M)
15,1-40,0	Péssimo (P)
00,0-15,0	Sem efeito (SE)

Durante todo o período experimental, os recipientes foram mantidos em ambiente aberto, com irrigação diária.

4.3. Resultados e Discussão

4.3.1. Pré-plantio incorporado (PPI)

Aos 7 dias, o número de plantas que emergiram, independente da dose de óleo fúsel aplicada, foi maior para as espécies de *I. quamoclit* e menor para *Euphorbia heterophylla* (Tabela 4).

As espécies *I. quamoclit* e *Digitaria* sp. apresentaram maior número de plantas emergidas até aos 14 DAT. Aos 21 e 28 DAT o número maior de plantas emergidas foi verificado para *I. hederifolia* e *Digitaria* sp., enquanto *I. quamoclit*, *E. heterophylla* e *B. plantaginea* pouco emergiram neste período. As diferenças ocorridas quanto à germinação podem ser atribuídas às características próprias de cada espécie quanto ao processo germinativo.

A interação entre doses e espécies de plantas daninhas (Tabela 4) apenas ocorreu na contagem das plântulas emergidas aos 21 DAT. Comparando-se as doses de óleo fúsel dentro de cada espécie de planta daninha, verificou-se que não houve efeito no número de plantas emergidas. Nesta ocasião, foi observado (Figura 1) o maior número de sementes de *Ipomoea hederifolia* germinadas no tratamento com 150 L ha⁻¹ de óleo fúsel. Este fato pode ser um indício de que ao invés de reduzir a germinação, o óleo fúsel pode favorecê-la, sugerindo que pesquisas sejam realizadas com o objetivo de testá-lo como uma possível substância com emprego na quebra de dormência de sementes.

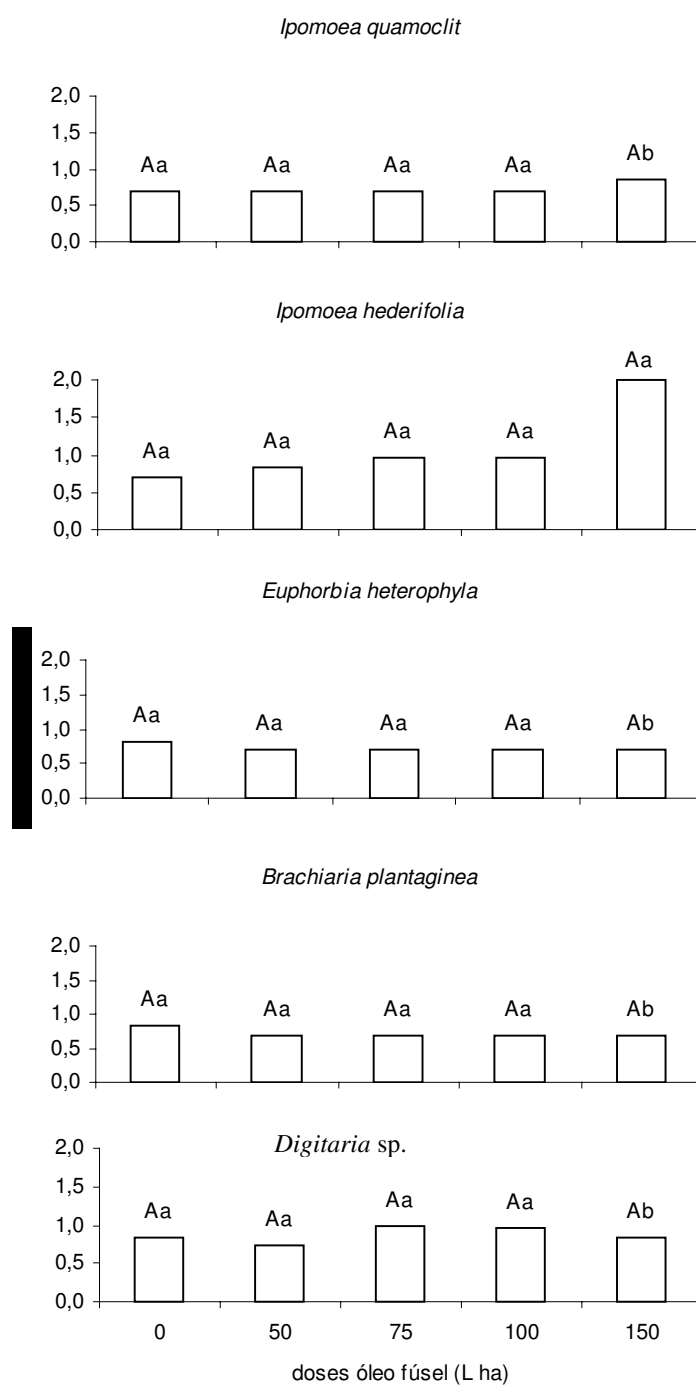
Nas sementes não germinadas, observa-se que o óleo fúsel, nas suas diferentes doses de aplicação, não interferiu na sua viabilidade. A viabilidade das sementes não germinadas, independente da dose de óleo fúsel aplicada, foi maior para *I. hederifolia* e *I. quamoclit*. As sementes não viáveis foram encontradas em maior número nas espécies de *Digitaria* sp. e *B. plantaginea* e em menor para *I. quamoclit* e *I. hederifolia*.

Houve algumas sementes que não puderam ser recuperadas pelo processo de lavagem, devido a perdas inerentes ao método ou até mesmo por predação, ao longo de todo o período de condução do experimento.

Tabela 4. Efeito da aplicação em PPI, das diferentes doses de óleo fúsel no número de plantas emergidas ou não emergidas aos 7, 14, 21 e 28 dias após o tratamento (DAT) e significância da análise estatística. Ribeirão Preto, 2006.

Tratamentos	Número de plantas emergidas (DAT)										Sementes não emergidas			
	7		14		21		28		Viáveis		Não viáveis			
Doses (A)	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig
150	2,19 a	5,75	1,00 a	0,90	0,78 b	0,15	0,79 a	0,20	2,45 a	6,35	2,06 a	5,00		
100	2,04 a	5,00	1,00 a	0,85	0,76 b	0,10	0,85 a	0,30	2,67 a	8,00	2,10 a	5,75		
75	2,09 a	5,15	1,12 a	1,05	0,82 ab	0,25	0,89 a	0,35	2,56 a	6,80	1,98 a	5,00		
50	2,06 a	4,95	0,88 a	0,35	0,81 ab	0,20	0,81 a	0,20	2,45 a	6,85	1,62 a	3,05		
0	2,29 a	6,10	0,91 a	0,50	1,01 a	0,85	0,80 a	0,20	2,34 a	5,80	1,83 a	4,35		
Espécies (B)														
<i>I. quamoclit</i>	3,52 a	12,65	1,12 ab	1,40	0,73 b	0,05	0,84 a	0,25	2,82 b	7,80	0,83 c	0,25		
<i>I. hederifolia</i>	1,80 c	3,15	0,83 ab	0,25	1,09 a	1,00	0,90 a	0,40	3,78 a	14,30	0,85 c	0,35		
<i>E. heterophylla</i>	0,83 d	0,20	0,78 b	0,15	0,73 b	0,05	0,82 a	0,25	2,17 c	4,80	1,95 b	3,85		
<i>B. plantaginea</i>	1,57 c	2,25	0,93 ab	0,45	0,73 b	0,05	0,73 a	0,05	1,71 c	2,80	2,74 a	7,60		
<i>Digitaria</i> sp.	2,95 b	8,70	1,24 a	1,40	0,89 ab	0,40	0,86 a	0,30	1,98 c	4,10	3,23 a	11,10		
Doses (A)	0,62 ns		0,68 ns		3,52 *		0,49 ns		0,66 ns		1,43 ns			
Espécies (B)	68,85 **		2,85 *		8,55 **		1,14 ns		27,51 **		43,63 **			
AXB	0,80 ns		0,68 ns		3,83 **		0,70 ns		1,36 ns		0,73 ns			
CV (%)	27,39		52,66		29,03		31,18		28,31		38,34			

Transf. -dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; Orig – dados originais; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.
NS – Não Significativo.



Letras maiúsculas comparação de doses e minúsculas de espécies.

Figura 1. Desdobramento da interação doses de óleo fúsel e espécies de plantas daninhas quanto ao número de plantas emergidas aos 21 dias após tratamento. Jaboticabal, 2006.

No geral, na aplicação em plantio pré-incorporado, as doses de óleo fúsel aplicadas não apresentaram interferência sobre a germinação e viabilidade das sementes das plantas daninhas testadas. Possivelmente estes resultados podem estar relacionados com o grau de volatilização do óleo fúsel. A volatilidade do subproduto não deve ter permitido o contato com as sementes por tempo suficiente para influenciar a germinação e viabilidade. Assim, como o óleo fúsel é uma mistura de álcoois, sua eficácia pode ser maior quando aplicado em condição de pós-emergência.

4.3.2. Pós-emergência inicial (POS)

Aos 15 DAT, verifica-se que *I. hederifolia* apresentou menor controle que *I. quamoclit* (Figura 2). Essa última apresentou controle de 100% aos 15 DAT, nos tratamentos 2, 3 e 4, os quais constituíram-se da mistura do glifosato com as maiores concentrações de óleo fúsel. O tratamento 1, que emprega a menor concentração do óleo fúsel e 2,5 L ha⁻¹ de glifosato, não teve efeito de controle sobre as duas espécies nas épocas avaliadas. Aos 15 DAT, foi observado para ambas as espécies que 4 L ha⁻¹ não as controlou.

O herbicida glifosato na dose de 4 L ha⁻¹ não controlou *I. hederifolia*, sendo observado 25% de controle ao 15 DAT e 90% de controle aos 30 DAT. Para *I. quamoclit*, o controle com glifosato isolado foi de 35% aos 15 DAT e 100% aos 30 DAT.

Aos 30 DAT, somente o tratamento 2 (2,0 L ha⁻¹ de glifosato + 25,0 L ha⁻¹ de óleo fúsel) controlou 100% das plantas de *I. hederifolia*, enquanto para *I. quamoclit*, nesta mesma avaliação, exceto o tratamento 1, todos os outros foram eficientes.

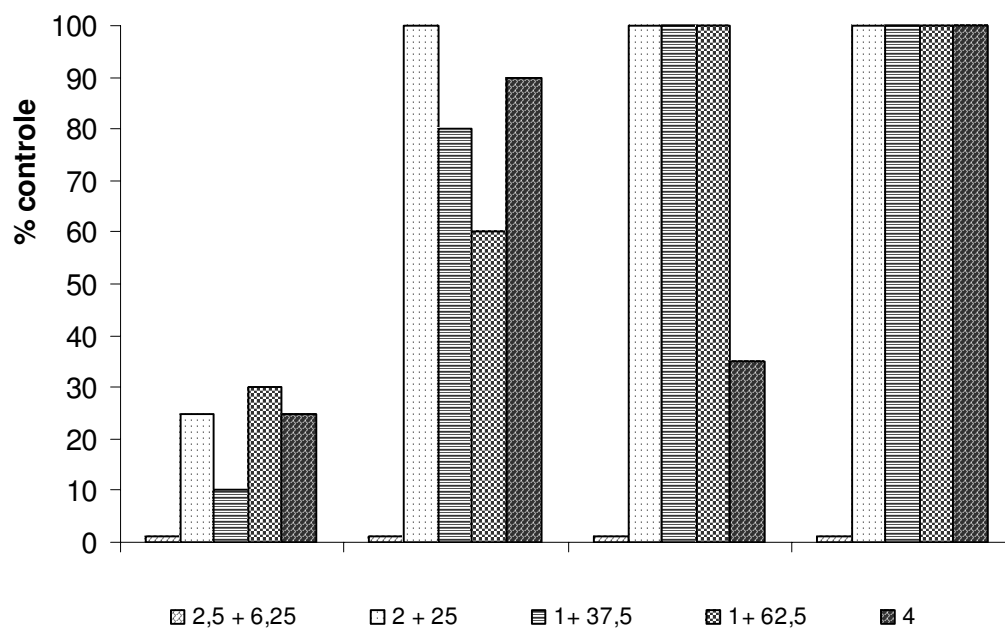


Figura 2. Porcentagem de controle de *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* aos 15 e 30 dias após tratamento.

4.4. Conclusões

- Na aplicação em pré-plantio incorporado, as doses do óleo fúsel avaliadas não apresentaram interferência sobre a emergência e viabilidade das sementes das plantas daninhas testadas.
- Em pós-emergência inicial, excetuando-se a menor concentração de óleo fúsel em mistura com glifosato, os resultados mostram controle total de *I. quamoclit* aos 30 DAT e parcial das plantas de *I. hederifolia* para os tratamentos testados.

4.5. Referências

AREVALO, R. A.; BERTONCINI, E. I. Manejo químico de plantas daninhas nos resíduos de colheita de cana-de-açúcar crua. **Stab: Açúcar, Álcool e Subprodutos**. Piracicaba, v. 17, n. 4, p. 36-38, 1979.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, DISEM, 1992. 365 p.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, n. 1/2, 1992.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: manejo**. Campinas: Funep, 1992. v. 2, p. 45.

MORTIMER, A. M. **The biology of weeds**. In: Hance, R. J. & Holly, K. (ed.) Weed control handbook: principles. Blackwell Scientific Publications, 8 ed., 1990, p. 1-42.

MULUGETA, D.; STOLTENBERG, D. E. Weed and seedbank management with integrated methods as influenced by tillage. **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 5, p. 706-715, 1997.

ROBERTS, H. A. Seed banks in soils. **Advances in Applied Biology**, Cambridge, v. 6, p. 1-55, 1981.

ROLIM, J.C. **Proposta de utilização da escala EWRC modificada em ensaios de campo com herbicidas**. Araras: IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul, 1989. 3 p. mimeografado.

CAPÍTULO 5 – EFEITOS DA APLICAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL ISOLADO E EM MISTURA COM GLIFOSATO NA PÓS-EMERGÊNCIA TARDIA DE PLANTAS DANINHAS

RESUMO – O trabalho foi realizado em área do Centro de Cana IAC, em Ribeirão Preto, SP, com o objetivo de avaliar a eficácia do óleo fúsel isolado e em mistura com herbicida dessecante, aplicado na pós-emergência tardia de plantas daninhas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 13 tratamentos em quatro repetições, totalizando 52 parcelas de 3x3m cada. Foram avaliadas as porcentagens de controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após tratamento e massa seca das plantas daninhas contidas em dois quadrados amostrais 0,5x0,5m lançados ao acaso duas vezes em cada parcela, totalizando 0,25m². Os resultados menos satisfatórios ao final do experimento, foram aqueles nos quais o óleo fúsel foi aplicado isolado. Os tratamentos 5, 6, 8, 9 e 11 (1,50+43,75; 1,00+62,50; 1,50+18,75; 1,00+37,5; 1,00+12,5 L ha⁻¹ de glifosato e óleo fúsel, respectivamente) somente não proporcionaram 100% de controle nas avaliações devido às repetições nas quais havia a presença de plantas daninhas dos gêneros *Commelina* e *Cyperus*, que mesmo com partes amareladas, foram mais tolerantes à aplicação dos produtos, não sendo dessecadas. O óleo fúsel isolado resultou no máximo de 20% de controle ao final dos 42 DAT. Neste trabalho pode-se concluir que o óleo fúsel isolado não é uma boa alternativa de uso como dessecante. Os valores de massa seca corroboraram com os dados de porcentagem de controle.

Palavras-chave: controle, subproduto

5.1. Introdução

A presença das plantas daninhas na agricultura sempre foi algo indesejável, entretanto, através dos tempos, tornou-se imperativo o convívio, sendo necessário o uso de diferentes técnicas de controle. O controle das infestantes se torna cada dia mais importante, em função dos prejuízos que estas causam nos sistemas produtivos. O método químico é ainda o mais utilizado para o controle dessas plantas nas culturas, devido à sua eficiência e ao grande número de produtos herbicidas registrados no país.

As empresas fabricantes de produtos herbicidas estão constantemente trabalhando na busca de novas moléculas que sejam mais eficientes no controle das diferentes espécies de plantas daninhas. Entretanto, nos últimos anos, tem havido uma diminuição do número de novas moléculas com potencial herbicida no mercado (DEUBER, 2003).

Recentemente, foi mencionado um possível efeito potencial como dessecante do óleo fúsel sobre plantas daninhas e cana-de-açúcar por AZANIA (2003). O óleo fúsel é formado pela transformação de aminoácidos pelas leveduras durante a fermentação alcoólica em destilarias e seus componentes são conhecidos como álcoois superiores (BOTELHO, 1945). Em sua composição podem ser encontrados os álcoois etílico, amílico, isoamílico, propílico, butílico, etc. Segundo ALMAZAN et al. (1998), o álcool amílico, isoamílico n-butanol e outros compostos do óleo fúsel podem ser separados através de um outro processo de destilação, mostrando algumas vantagens econômicas. Entretanto, este outro processo de destilação não é realizado pelas usinas, e sim pelas empresas que compram o produto para comercializá-lo.

Devido ao não aproveitamento do óleo fúsel pelas usinas, foi iniciado um trabalho envolvendo o seu uso na agricultura, verificando-se que há potencial para uso do produto. Em trabalho anterior, AZANIA et al. (2004) observaram que esse subproduto reduziu a porcentagem de emergência de plântulas de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens*, que são consideradas importantes infestantes na cultura da cana-de-açúcar, além de ter dessecado plantas de cana-

de-açúcar. Além disso, constatou-se que a viabilidade de sementes de *S. rhombifolia* foi reduzida, principalmente nas maiores concentrações em que o produto foi aplicado.

Este trabalho objetivou avaliar a eficiência do óleo fúsel aplicado isolado ou em mistura com herbicida dessecante, na modalidade de pós-emergência tardia em uma comunidade natural de plantas daninhas.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Local e data

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Centro de Cana – IAC, sediado em Ribeirão Preto, SP, durante os meses de março a maio de 2006.

5.2.2. Histórico da área

No período que precedeu a instalação do experimento, a área experimental consistia de um pomar, que foi removido, sendo o solo, em seguida, gradeado. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Mesotroférico (LVmf) e os resultados da análise química do mesmo são apresentados na Tabela 1. Não há registros da aplicação de herbicidas nesta área pelo menos nos últimos 10 anos.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental. Ribeirão Preto, 2006. ^{1/}

pH	M.O. (CaCl ₂) (g dm ⁻³)	P Resina (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V (%)
			mmol _c dm ⁻³							
5,0	27	54	3,7	43	12	0	45	58,7	103,7	56,6

^{1/} Análise realizada no DMLab (Dinardo Miranda Laboratório de Análises Agrícolas).

Após a operação de gradagem, esperou-se que as plantas daninhas germinassem e atingissem estágio de pós-emergência tardia para aplicação dos tratamentos.

A época de instalação do experimento coincidiu com o final do período das chuvas, quando se registraram temperaturas altas, conforme a Tabela 2.

As principais plantas infestantes encontradas crescendo na área do experimento encontravam-se no estágio de pós-emergência tardia (aproximadamente 15 cm) e constavam de: caruru (*Amaranthus* sp), mamona (*Ricinus communis* L.), picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum* DC.), losna branca (*Parthenium hysterophorus* L.), papoula-do-méxico (*Argemone mexicana* L.), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), capim-colchão (*Digitaria* sp.), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), com predominância de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e tiririca (*Cyperus* sp).

Tabela 2. Precipitação pluvial e temperaturas do ar registradas durante os meses de março a maio de 2006, na área experimental. Ribeirão Preto, 2006.

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	
		máxima	mínima
Março	151,1	30,3	20,2
Abril	14,6	28,9	17,2
Maio	2,0	27,0	12,7

Fonte: Estação Climatológica da Fazenda Experimental do Centro de Cana – IAC, Ribeirão Preto.

5.2.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 13 tratamentos em quatro repetições, totalizando 52 parcelas. Cada parcela media 3 x 3m, sendo 4,5m² de área útil, onde foram aplicados os tratamentos. Entre as

parcelas foi deixado espaço de 1m de caminho, para não ser necessário entrar nas mesmas durante as avaliações e evitar problemas com deriva no momento da aplicação.

5.2.4. Tratamentos

Os tratamentos constaram da utilização de óleo fúsel e da mistura do mesmo com glifosato, conforme a Tabela 3. Para determinação dos tratamentos, o critério adotado foi a dose comercialmente aplicada do glifosato e o custo dos produtos, sendo o glifosato cotado em R\$ 15,00 e o óleo fúsel a R\$ 0,40 L⁻¹ no ano de 2005.

Tabela 3. Combinação de doses de glifosato e óleo fúsel, compondo os tratamentos testados.

Tratamentos	Glifosato (L ha ⁻¹)	Óleo fúsel (L ha ⁻¹)	Custo (R\$ ha ⁻¹)
1	4,00	0	60,00
2	0,00	150	60,00
3	2,50	6,25	40,00
4	2,00	25,00	40,00
5	1,50	43,75	40,00
6	1,00	62,50	40,00
7	0,00	100	40,00
8	1,50	18,75	30,00
9	1,00	37,50	30,00
10	0,00	75,00	30,00
11	1,00	12,50	20,00
12	0,00	50,00	20,00
13	0,00	0,00	0,00

5.2.5. Condições de aplicação

A aplicação dos tratamentos, em pós-emergência tardia das plantas daninhas, foi realizada em 22/03/2006, com início às 10:30 hs e término às 11:14 horas. No momento da aplicação a temperatura ambiente era de 30°C, com 60% de umidade relativa do ar, céu com nebulosidade parcial e ausência de ventos. Foi utilizado equipamento costal pressurizado (CO₂), munido de barra com 4 bicos Teejet 110.02 TT VP, regulado para volume de calda correspondente a 212 L ha⁻¹.

Em todos os tratamentos envolvendo óleo fúsel foi adicionado detergente neutro (0,2%) na calda para facilitar a mistura do produto com a água.

5.2.6. Variáveis avaliadas

- Porcentagem de controle: aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após tratamento (DAT), determinada por escala padronizada para avaliação dos efeitos visuais dos herbicidas sobre plantas daninhas, de 0 – 100%, sendo 0, sem efeito e 100%, excelente (ROLIM, 1989), de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4. Escala de avaliação para controle de plantas daninhas.

% de controle	Avaliação
99,1 – 100,0	Excelente (E)
96,6 – 99,0	Muito bom (MB)
92,6 – 96,5	Bom (B)
85,1 – 92,5	Suficiente (S)
75,1 – 85,0	Duvidoso (D)
60,1 – 75,0	Insuficiente (I)
40,1 – 60,0	Mau (M)
15,1 – 40,0	Péssimo (P)
0,00 – 15,0	Sem efeito (SE)

- Massa seca: aos 42 DAT, em cada parcela foram realizadas duas amostragens de 0,25 m² (quadrado amostral de 0,50 x 0,50 m) em que foram coletadas as plantas presentes. O material foi seco em estufa de renovação e circulação forçada de ar, mantida à temperatura aproximada de 60°C, até que fosse atingido o peso constante.

A análise estatística dos resultados foi realizada através da análise de variância (Teste F). A comparação de médias de tratamentos foi realizada empregando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.3. Resultados e Discussão

5.3.1. Porcentagem de controle de plantas daninhas

Na avaliação inicial, realizada aos 14 DAT, a porcentagem de controle visual das plantas daninhas, conforme a Tabela 5, foi maior para o tratamento 11, ou seja, a menor dose do glifosato misturada com a menor dose do óleo fúsel, seguida do tratamento em que foi aplicado apenas glifosato (tratamento 1), que diferiram dos tratamentos 2, 7, 10, 12 e 13. O glifosato tem como característica, segundo LACERDA (2003), a lenta evolução de seus sintomas de ação. Os tratamentos 2, 7, 10 e 12 não diferiram entre si e apresentaram os piores resultados de controle, aos 14 DAT. Estes tratamentos constaram da aplicação de óleo fúsel sem qualquer mistura com glifosato.

Aos 21 DAT, praticamente todos os tratamentos tiveram aumento da porcentagem de controle das plantas daninhas, com exceção dos tratamentos 9 e 11, nos quais esta porcentagem diminuiu. No tratamento 7 em que foi aplicado apenas 100 Lha⁻¹ de óleo fúsel não houve controle em nenhuma das avaliações. No tratamento em que se aplicou apenas glifosato (tratamento 1), a eficiência de controle foi de 90%, superior aos valores obtidos com a aplicação de óleo fúsel isolado.

Tabela 5. Resumo da análise estatística para porcentagem de controle de plantas daninhas aos 14, 21, 28, 35 e 42 DAT.

Tratamentos		Época de avaliação (DAT)									
		14		21		28		35		42	
glifos.	ól. Fús.										
L	ha ⁻¹	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig	Transf	Orig
4,00	0	63,92 a	77,5	74,47 a	90	81,02 a	95	90,0 a	100	90,0 a	100
0,00	150	7,77 cd	2,5	9,77 cd	5,0	14,36 cd	12,5	14,36 cd	12,5	9,77 cd	5,0
2,50	6,25	44,62 abcd	52,5	47,74 abcd	57,5	57,47 abc	67,5	64,03 abc	72,5	64,03 abc	72,5
2,00	25,00	41,68 abcd	47,5	44,62 abcd	52,5	51,31 abcd	62,5	64,03 abc	72,5	68,51 ab	75,0
1,50	43,75	51,99 ab	60,0	60,84 ab	75,0	67,0 ab	80	72,41 ab	87,5	78,96 a	92,5
1,00	62,50	50,55 abc	57,5	53,43 abc	62,5	55,03 abcd	65,0	56,70 abcd	67,5	61,19 abcd	70,0
0,00	100	4,05 d	0	4,05 d	0	4,05 d	0	4,05 d	0	4,05 d	0
1,50	18,75	54,97 ab	65,0	59,56 ab	72,5	67,0 ab	80	72,41 ab	87,5	72,41 ab	87,5
1,00	37,50	54,97 ab	65,0	52,90 abc	62,5	62,51 abc	77,5	64,19 abc	80,0	64,19 abc	80,0
0,00	75,00	15,81 bcd	15,0	15,81 cd	15,0	18,99 bcd	20	18,99 bcd	20,0	18,99 bcd	20,0
1,00	12,50	68,31 a	85,0	62,12 ab	77,5	64,58 abc	80	69,06 abc	82,5	72,80 ab	87,5
0,00	50,00	4,05 d	0	18,99 bcd	20,0	18,99 bcd	20	18,99 bcd	20,0	18,99 bcd	20,0
0,00	0,00	4,05 d	0	4,05 d	0	4,05 d	0	4,05 d	0	4,05 d	0
Blocos		1,46 ns		1,91 ns		2,24 ns		2,03 ns		1,18 ns	
Trat.		8,26**		8,15**		7,03**		7,52**		7,69**	
CV (%)		48,09		44,60		47,08		46,62		47,33	

DAT (dias após tratamento). Transf.: dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$; Orig.: dados originais observados.

Deve-se ressaltar que os tratamentos 5, 6, 8, 9 e 11 controlaram todas as outras espécies presentes na área e somente não proporcionaram 100% de controle nas avaliações realizadas devido à presença de plantas daninhas dos gêneros *Commelina* e *Cyperus* (Figura 1). Essas espécies mesmo com partes amareladas, apresentaram tolerância aos produtos, não sendo dessecadas. Segundo VOLL (2005) as plantas de *C. benghalensis* (trapoeraba) tem sido uma preocupação por não serem controladas com glifosato. Entretanto, *C. benghalensis* pode ser controlada no campo, sobretudo quando a aplicação dos herbicidas é realizada no período entre abril e maio. É neste período que as plantas de trapoeraba apresentam-se mais suscetíveis aos herbicidas, pois a população das mesmas está em declínio e no final de seu ciclo (PENCKOWSKI & ROCHA, 2006).

No caso deste trabalho, a aplicação dos produtos foi realizada no final de março, época de alta precipitação e temperaturas altas, conforme visto na Tabela 2. Um dia antes da aplicação dos produtos foram registrados 29,8 mm de precipitação e uma semana após a aplicação, os valores foram de 12,2 mm, que pode ter aumentado o controle das plantas infestantes em função do aumento do conteúdo de água no solo e da alta temperatura (HAMMERTON, 1967) .

A comunidade em que foram aplicados os produtos era bem variável (Figura 1). Entretanto, havia predominância dos gêneros *Commelina* e *Cyperus*. Mesmo com infestação alta, houve excelente controle das plantas de trapoeraba, que foram dessecadas no tratamento com glifosato, efeito que não se repetiu quando do emprego do óleo fúsel isoladamente.

Os resultados menos satisfatórios sob o ponto de vista de controle ao final do experimento foram aqueles nos quais o óleo fúsel foi aplicado isolado. Verifica-se pela Tabela 4 que o óleo fúsel isolado chegou ao máximo de 20% de controle ao final dos 42 DAT, sendo considerado por ROLIM (1989) como péssimo.



Figura 1. A) comunidade infestante antes da aplicação dos tratamentos; B) ausência de controle de trapoeraba e tiririca; C) trapoeraba com folhas amareladas; D) controle total das plantas daninhas. Ribeirão Preto, SP.

5.3.2. Massa seca

A análise estatística aplicada aos valores de massa seca (Tabela 6) é coerente com os dados da porcentagem de controle, onde se verifica que o glifosato dessecou completamente as plantas.

Os maiores valores para massa seca foram encontrados na maior concentração do óleo fúsel, cujos valores encontrados se situaram nos mesmos níveis daqueles obtidos com o tratamento testemunha.

Tabela 6. Resumo da análise estatística para massa seca, determinada após 42 DAT.

Tratamento	Glifosato (L ha ⁻¹)	Óleo fúsel (L ha ⁻¹)	Massa seca (g)	
			Orig.	Transf.
1	4,00	0	0,00	0,71 d
2	0,00	150	170,60	12,84 a
3	2,50	6,25	32,69	4,25 bcd
4	2,00	25,00	32,56	3,39 cd
5	1,50	43,75	29,90	4,21 bcd
6	1,00	62,50	51,70	8,13 abc
7	0,00	100,00	127,55	11,14 ab
8	1,50	18,75	39,80	7,30 abcd
9	1,00	37,5	35,95	5,96 abcd
10	0,00	75,00	132,47	11,11 ab
11	1,00	12,50	27,01	6,02 abcd
12	0,00	50,00	113,44	10,55 abc
13	0,00	0,00	164,78	12,81 a
Blocos			0,20 ns	
Tratamentos			7,13**	
CV (%)			38,50	

Orig. – dados originais; Transf. – dados transformados em raiz x+0,5.

5.4. Conclusões

- O óleo fúsel isolado não apresentou efeito em pós-emergência tardia, nas doses e condição em que foi aplicado. A mistura de glifosato com óleo fúsel nas doses 1,50 L + 43,75 L ha⁻¹ e de 1,00 + 12,50 L ha⁻¹ reduziu a massa seca, controlando todas as espécies presentes na área experimental, exceto os gêneros *Cyperus* e *Commelina* e mostrou-se vantajosa, uma vez que os custos, com a aplicação podem ser reduzidos.

5.5. Referências

ALMAZAN, O.; GONZALEZ, L.; GALVEZ, L. **The sugarcane, its by-products and co-products**. Réduit, Food and Agricultural Research Council. 1998. p.13-25.

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**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 331-336, 2004.

AZANIA, A. A. P. M.; MARQUES, M. O.; PAVANI, M. C. M. D.; AZANIA, C. A. M. Germinação de sementes de *Sida rhombifolia* e *Brachiaria decumbens* influenciada por vinhaça, flegmaça e óleo de fúsel. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 443-449, 2003.

BOTELHO, J. Impurezas do álcool etílico. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 25, p. 99-101, 1945.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: fundamentos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, v. 1, p. 149-156. 2003.

HAMMERTON, J. L. Environmental factors and susceptibility to herbicides. **Weeds**, Champaign, v. 15, n. 4, p. 330-336, 1967.

LACERDA, A. L. S. **Fluxos de emergência e banco de sementes de plantas daninhas em sistema de semeadura direta e convencional e curvas dose-resposta ao glifosato**. 2003. 141 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PENCKOWSKI, L. H.; ROCHA, D. C. **Guia ilustrado de identificação e controle de espécies de trapoerabas**. Castro: Fundação ABC, 2006. 50 p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 592p.

ROLIM, J.C. **Proposta de utilização da escala EWRC modificada em ensaios de campo com herbicidas**. Araras: IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul, 1989. 3 p. mimeografado.

VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; ADEGAS, F. S.; GAUDÊNCIO, C. de; VOLL, C. E. **A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 85 p.