

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

DINÂMICA E EFICÁCIA DE TRIFLOXYSULFURON SODIUM + AMETRYN
APLICADO SOBRE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum ssp*)

Tiago Mattosinho Corrêa

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU – SP

Novembro - 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

DINÂMICA E EFICÁCIA DE TRIFLOXYSULFURON SODIUM + AMETRYN
APLICADO SOBRE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum ssp*)

Tiago Mattosinho Corrêa

Orientador: **Edivaldo Domingues Velini**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU – SP

Novembro - 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: DINÂMICA E EFICÁCIA DE TRIFLOXYSULFURON SODIUM
+ AMETRYN APLICADO SOBRE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR**
(Saccharum ssp)

AUTOR: TIAGO MATTOSINHO CORRÊA
ORIENTADOR: EDIVALDO DOMINGUES VELINI

Aprovada pela Comissão Examinadora:

PROF. DR EDIVALDO DOMINGUES VELINI

PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS

PROF. DR. ANDERSON LUIS CAVENAGHI

Data de realização 20/01/2006

À MEUS PAIS,

ARLETE MARIA MATTOSINHO CORRÊA e CELSO RICARDO CORRÊA

Pelos ensinamentos, amor, apoio, incentivo e dedicação e por toda uma vida em família.

OFEREÇO

À TATIANA MATTOSINHO CORRÊA e

THAIS MATTOSINHO CORRÊA

Pelo amor, carinho, apoio e compreensão e por fazer tudo para que sempre nos mantivéssemos unidos.

À LORENZO W. MATTOSINHO CORRÊA

Por ter me ensinado a compreender a vida, muito além do que sempre entendi, e por ter despertado em mim a atenção ao sentimento de amor incondicional.

DEDICO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

- Em especial agradeço aos professores Luciano Soares de Souza e Edivaldo Domingues Velini, pela confiança, sabedoria em seus ensinamentos, dedicação ao ensino, amizade e contribuições para a vida profissional e científica durante todos os anos de vida acadêmica;
- À Amanda Pezzato pelo amor, apoio, carinho e alegria que me trouxe, simplesmente por estar ao meu lado;
- Aos meus verdadeiros amigos.

OBRIGADO

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a Deus, pela oportunidade de vida;
- Aos Profs. Drs. Dagoberto Martins e Anderson Luis Cavenaghi, por fazerem parte da banca de dissertação, pelas sugestões e correções neste trabalho;
- Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, Carlos Gilberto Raetano e Antonio Carlos Maringoni pelo apoio e disposição nos momentos difíceis e que se fizeram necessários;
- Aos amigos de república Felipão, Rerison, Leonardo, Rogério, Paulo Milani e Fábio Daniel pela saudável convivência e amizade eterna.
- Aos Engenheiros Agrônomos e companheiros de trabalho: Eduardo Negrisoni, Anderson Cavenaghi, Augusto Costa, Caio Vitagliano, Elza Alves, Carolina Queiroz, Cleber Maciel, Marcelo Corrêa, Gustavo Toffoli, Eduardo Drolhe, Cristina Mendonça e Cristiane Mendonça pelos trabalhos realizados juntos, pelas valiosas colaborações nas várias etapas de desenvolvimento desse trabalho e pela amizade e companheirismo;
- Aos Engenheiros Agrônomos e colegas do NuPam: Marcelo Terra, Caio Carbonari, João Renato, Neumárcio Costa, Sidnei Marchi, , Luciana Cardoso e Vanessa pela convivência e amizade.
- Aos estagiários do NuPAM: , Ferdinando, Paulo, Leonildo, Érica e Camila pelo apoio e amizade.
- Aos funcionários do Laboratório de Matologia: José Roberto Marques Silva, José Guilherme Ferreira Cordeiro, Luiz Marcelo Siono, Edson Carlos Bessa, Renato Agostinho Arruda e Danilo Aparecido Arruda meus sinceros agradecimentos, pois ajudaram muito para concretização do trabalho;
- Aos amigos da P.G: Sandro, José Feltran, Gustavo, José Salvador, Laerte, Fábio Suano, Mirina, Humberto, Pedro, Meire, Fábio e Cláudio, pela amizade.
- Aos docentes e funcionários do Depto de Produção vegetal, da Agricultura e Proteção de Plantas;
- As funcionárias da Seção de Pós-graduação pela dedicação na organização dos documentos;
- A todos amigos Bini, Miguel, Mário, Danny, Fernando, Bud, Denis, Aranha, Kiko e demais pessoas que participaram de algum modo, de forma direta ou indireta, da minha passagem aqui por Botucatu;

OBRIGADO

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO	10
2 SUMMARY	12
3 INTRODUÇÃO.....	15
4 REVISÃO DE LITERATURA	18
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.1. Método Analítico para determinação de Ametryn e trifloxysulfuron sodium por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).....	32
5.1.1. Calibração cromatográfica para o herbicida Ametryn.....	33
5.1.2. Calibração cromatográfica para o trifloxysulfuron sodium (TSS).....	36
5.1.3. Validação do método analítico de preparo e recuperação das amostras de trifloxysulfuron sodium (TSS).....	40
5.2. Dinâmica da mistura de herbicidas Trifloxysulfuron sodium e ametryn em palha palha de cana-de-açúcar.....	42
5.2.1. Pulverização e simulação de chuva nos ensaios.....	42
5.2.2. Transposição da mistura Trifloxysulfuron sodium (TSS) e ametryn no momento da aplicação sobre palha de cana-de-açúcar.....	44
5.2.3. Avaliação do caminhamento dos herbicidas Trifloxysulfuron sodium e ametryn em palha de cana-de-açúcar.....	45
5.2.3.2. Dinâmica dos herbicidas em diferentes quantidades de palha e chuva.....	46
5.2.3.3. Dinâmica dos herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn com diferentes períodos de permanência na palha.....	47
5.2.5. Procedimento de análise dos dados.....	47
5.2.5.1. Modelo de Mitscherlich Completo.....	48
5.2.5.2. Modelo de Mitscherlich Simplificado.....	49
5.3. Eficácia da mistura de herbicidas trifloxysulfuron sodium (TSS) e ametryn no controle de plantas daninhas.....	49
5.3.1. Ensaio 1. Eficácia do Krismat no controle em pré-emergência de tiririca (<i>Cyperus rothundus</i>).....	51

	Página
5.3.2. Ensaios 2, 3 e 4. Eficácia da mistura herbicida associada à palha de cana-de-açúcar.....	52
5.3.3. Absorção dos ativos diretamente da palha.....	55
6.RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
6.1. Dinâmica da mistura de herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn em palha de cana-de-açúcar.....	58
6.1.1. Transposição dos ativos no momento da aplicação.....	58
6.1.1.1. Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de retenção.....	60
6.1.2. Dinâmica dos herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn em diferentes diferentes quantidades de palha e chuva.....	61
6.1.2.1. Ajuste do Modelo de Mitscherlich aos dados de lixiviação de trifloxysulfuron sodium e ametryn.....	62
6.1.3. Dinâmica da mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn em diferentes períodos de permanência na palha.....	66
6.1.3.1. Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de lixiviação em diferentes períodos de permanência do herbicida na na palha.....	67
6.2. Eficiência dos herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn em palha de cana-de-açúcar.....	70
6.2.1. Ensaio 1 - Eficácia da mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn no controle em pré-emergência de tiririca (<i>cyperus rothundus</i>).....	70
6.2.2. Eficácia dos ativos associado à palha de cana-de-açúcar.....	73
6.2.2.1. Ensaio 2 – Tiririca (<i>cyperus rothundus</i>).....	73
6.2.2.2. Ensaio 3 – <i>Brachiaria plantaginea e Ipomea grandifolia</i>	76
6.2.2.2. Ensaio 4 – <i>Brachiaria decumbens, Euphorbia heterofila e Sida rhombifolia</i>	80
6.2.2.3. Ensaio 5 – Avaliação da absorção foliar da mistura de herbicidas diretamente da palha em diferentes plantas daninhas.....	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87

	Página
8 CONCLUSÕES.....	89
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
10 APÊNDICE.....	99

1. RESUMO

A mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametryn é uma formulação com nome comercial Krismat, desenvolvida para aplicação na cultura da cana-de-açúcar. No novo sistema de produção de cana, a colheita deixa sobre o solo uma camada de palha que pode ultrapassar 20 t.ha^{-1} . Quando um herbicida é aplicado, a maior parte fica retida na palha. Para entender melhor as interações do herbicida com a palha nesse novo sistema avaliou-se a dinâmica da mistura herbicida trifloxysulfuron sodium + ametryn aplicada sobre diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, com diferentes períodos de permanência do herbicida na palha e suas interações com diferentes quantidades de precipitações pluviométricas. Avaliou-se também, a eficácia da mistura no controle de plantas daninhas. Foram conduzidos três ensaios, para estudar a dinâmica da mistura, sendo que no primeiro avaliou-se a transposição dos herbicidas no momento da aplicação sobre 0;1;2,5;5;7,5;10;15; e 20 t.ha^{-1} de palha. No segundo avaliou-se a lixiviação do herbicida em 5; 10; 15; e 20 t.ha^{-1} de palha, simulando o equivalente a 2,5; 5; 10; 15; 20; 35; 50 e 100mm de chuva. No terceiro, avaliou-se o efeito de diferentes períodos de permanência (0; 1; 7; 14 e 28 DAA) da mistura de herbicidas na palha em função das mesmas precipitações simuladas no segundo estudo. Para o estudo de eficácia da mistura no controle de plantas daninhas, foram conduzidos cinco

ensaios, em casa-de-vegetação. No primeiro foi avaliado o controle de tiririca (*Cyperus rothundus*) com aplicação em pré-emergência de doses crescentes da mistura de trifloxysulfuron sodium + ametryn. No segundo, terceiro e quarto estudo de eficácia, os tratamentos foram os mesmos, sendo resultado de uma combinação de diferentes condições de aplicação; em termos de condições ambientais, com e sem simulação de chuva, com e sem simulação de orvalho; e em termos do posicionamento do herbicida, aplicando no solo sem palha, sobre a palha e no solo abaixo da palha; as plantas daninhas avaliadas foram *Cyperus rothundus*, *Brachiaria plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens*, *Euphorbia heterophylla* e *Sida rhombifolia*; os vasos foram preenchidos com solo, semeados com as plantas daninhas e cobertos com palha seca de cana-de-açúcar. Nos três estudos avaliou-se a densidade de plantas, biomassa seca e as porcentagens de controle. O quinto e último ensaio foi realizado para identificar, o possível potencial de controle da mistura herbicida por meio do contato de plântulas com um fragmento de palha contendo o produto, avaliando a biomassa seca e controle das plantas. Nos estudos de dinâmica, observou-se que quanto maior a quantidade de palha, menor a quantidade de produto que transpôs a palha no momento da aplicação. No estudo que avaliou as porcentagens dos ingredientes ativos que transpuseram a palha com auxílio da chuva simulada, observou-se redução na quantidade de produto que atravessou a palha em função do aumento da quantidade de palha. No estudo sobre os diferentes períodos de permanência do herbicida na palha, os resultados demonstram que quanto maior o período de permanência do produto na palha, menor a lixiviação do mesmo com auxílio da chuva simulada. Os ensaios de eficácia da mistura em associação com a palha de cana-de-açúcar mostraram que as diferentes condições de aplicação alteraram o controle das espécies estudadas.

2. SUMMARY

DYNAMICS AND EFFECTIVENESS OF TRIFLOXYSULFURON SODIUM + AMETRIN APPLIED ON SUGAR CANE STRAW. Botucatu, 2006, Dissertação (Mestrado em Agronomia / Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: TIAGO MATTOSINHO CORRÊA

Adviser: EDIVALDO DOMINGUES VELINI

The mixture of the herbicides trifloxysulfuron sodium + ametryn (Krismat) is a formulation, developed to be applied to the culture of the sugar cane-of-sugar. In the new system of sugar cane production, the harvest without burning of the straw leaves on the ground that can exceed 20 t.ha⁻¹, and when a herbicide is applied, most is restrained in the straw. To better understand the interactions of the herbicide with the straw of this new system the dynamics of the herbicide mixture was evaluated in this work trifloxysulfuron sodium + ametryn applied on sugar cane-of-sugar straw, in different amounts of straw, periods of permanence of the herbicide in the straw and its interactions with different amounts of pluviometricas

precipitations. It was also evaluated, the effectiveness of the mixture in the control of weeds. Four assays had been lead, to study the dynamics of the mixture, being that in the first one it was evaluated transposition of the herbicidas at the moment of the application on 0, 1, 2.5, 5, 7.5, 10, 15, and 20 t.ha⁻¹ of straw. In as it was evaluated pass of the herbicida in 5, 10, 15, and 20 t.ha⁻¹ of straw, simulating the equivalent the 2.5, 5, 10, 15, 20, 35, 50 and 100mm of rain, one day after the application (DAA). In third, the effect of different periods of permanence (was evaluated 0, 1, 7, 14 and 28 DAA) of the mixture of herbicidas in the straw (10 t.ha⁻¹) in function of same precipitations simulated in as the study. For the study of effectiveness of the mixture in the control of harmful plants, four assays had been lead, in house-of-vegetation. In the first one the control of tiririca (*Cyperus rothundus*) with application in daily pay-emergency of increasing doses of the mixture was evaluated of trifloxysulfuron sodium + ametryn. In the second, third and fourth, room effectiveness study, the treatments had been the same ones, being resulted of a combination of different conditions of application; in terms of ambient conditions, with and without rain simulation, with and without dew simulation, in terms of the positioning of the herbicida, applying in the ground without straw, on the straw and in the ground below of the straw; the harmful plants had been, in as the study the *Cyperus rothundus*, in the third a *Brachiaria plantaginea* and *Ipomoea grandifolia* and in the *Brachiaria decumbens*, *Euphorbia heterophylla* and *Sida rhombifolia*; the vases had been filled with alone dry, sown you eat plants harmful and covered with dry straw of sugar cane-of-sugar. In the three studies it was evaluated density of weeds, dry biomass to the end of each assay and the percentages of control. The last assay was carried through to identify, the possible potential of control of control of the herbicida mixture by means of the contact of plantulas with one breaks up of sugar cane-of-sugar straw contends the product, evaluating the dry biomass and control of the plants. In the dynamics studies, the amount of straw was observed that how much bigger, minor the amount of product that transposed the straw at the moment of the application. In the study that evaluated the percentage of the active ingredients that transposed the straw with aid of simulated rain, observed reduction in the amount of product that crossed the straw in function of the increase of the amount of straw. In the study on the different periods of permanence of the herbicida in the straw, the results demonstrate that how much bigger the period of permanence of the product in the straw, minor the transposition of exactly with aid of simulated rain. The assays of effectiveness of the mixture

in association with the sugar cane-of-sugar straw had shown that the application conditions modify the control of the studied species.

3. INTRODUÇÃO

Após as publicações dos primeiros trabalhos científicos com o objetivo de estudar o sistema de cultivo denominado “Plantio Direto”, realizados no estado do Paraná, nas cidades de Cambé e Ponta Grossa, iniciou-se, no Brasil, uma revolução no sistema produtivo convencional, que prevê o revolvimento do solo, para um novo sistema na qual a flora existente na área, anteriormente ao plantio, cultivada ou espontânea, é mantida como cobertura no solo por meio da aplicação de herbicidas dessecantes.

Demonstrou-se ao longo do tempo que os principais elos da cadeia de produção seriam beneficiados; as empresas fabricantes de agroquímicos com o interesse de ampliar seu mercado de vendas, uma vez que, o sistema basicamente substitui o preparo convencional do solo pela utilização de herbicidas dessecantes; as unidades produtivas seriam beneficiadas pela manutenção e até aumento da fertilidade do solo e da atividade microbiana, prolongando também a capacidade de armazenar a água da chuva; e o ambiente também teria seus benefícios relacionados à conservação do solo, reduzindo a erosão pluvial, uma das principais causas do assoreamento dos rios e perdas de águas superficiais.

As características inerentes a esse novo sistema e essenciais a nova “transição” pela qual passa a agricultura moderna, que depende da preservação do ambiente,

tem na ausência do preparo do solo ou no cultivo mínimo uma técnica cada vez mais utilizada em todas as regiões produtivas do Brasil.

No Brasil as áreas implantadas sobre algum tipo de palhada como cobertura morta são as áreas de reflorestamento com manutenção da serrapilheira sobre o solo, o sistema de produção de cana-crua e, com maior adoção, o plantio direto de culturas anuais (Velini & Negrisoni, 2000).

A cultura da cana-de-açúcar destaca-se entre as mais importantes do Brasil, produzindo a matéria-prima da indústria sucroalcooleira e co-geração de energia elétrica. O crescimento do setor iniciou-se a partir da década de 70, quando a cultura passou a contribuir com a solução da emergente crise energética, devido sua potencialidade para produzir combustíveis de forma renovável (Kuva, 1999).

O avanço do sistema de produção de cana-crua, sem queimada e com cobertura de palha foi desenvolvido no Estado de São Paulo e de acordo com Magalhães & Braunbeck (2000), já na safra de 96/97, 30% das plantações de cana-de-açúcar foram colhidas mecanicamente. Este percentual tende a aumentar rapidamente em virtude de 55% da área plantada ser mecanizável, associado ao alto custo da colheita, a escassez de mão-de-obra e, principalmente as exigências da lei estadual (Ripoli *et al.*, 1996; Magalhães & Braunbeck, 2000).

Em cana-de-açúcar a palhada deixada sobre o solo após a colheita afeta de forma intensa o estabelecimento de plantas daninhas, pois, limita a amplitude da temperatura na superfície do solo devido a menor incidência de luz e manutenção do teor de água do solo; forma uma barreira física a ser transposta pelas plântulas, o que é mais difícil para as plantas daninhas, que possuem semente pequena, devido a menor reserva quando comparada com as plantas cultivadas; além de possíveis efeitos alelopáticos inibindo a germinação.

Da mesma forma que estes resíduos de colheita deixados sobre o solo são uma barreira para as plantas daninhas atingirem a superfície, tendo acesso à luz solar, estes resíduos também são uma barreira para que os herbicidas aplicados sobre eles possam atingir o solo e atuar normalmente.

Para exercer sua atividade sobre as plantas infestantes, os herbicidas residuais precisam ser introduzidos diretamente no solo, o que se dá através da incorporação

pela chuva, em função da solubilidade do produto. Se houver chuva logo após a aplicação, a eficiência do herbicida residual aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar será dependente da quantidade transportada até o solo, através da palhada.

Em cana-de-açúcar, o controle deve ser feito por longos períodos, em função dos espaçamentos amplos, esta limitação é bastante importante. Deve ser lembrado que em áreas de cana-crua o espaçamento entre linhas da cana foi ampliado para 1,4 a 1,5m dificultando o fechamento da área, sobretudo em solos com menor fertilidade.

Dentre os herbicidas comercializados no Brasil para a utilização em cana-de-açúcar, a mistura de trifloxysulfuron sodium + ametryn (Krismat) é um herbicida seletivo de ação sistêmica, pré-emergente, que tem em sua formulação os ingredientes ativos trifloxysulfuron sodium (1,85% m/m) e ametryn (73,15% m/m), respectivamente. O Krismat é um herbicida indicado para o controle em pós-emergência das plantas daninhas e caracteriza-se pelo seu espectro de controle das invasoras anuais e algumas perenes de reprodução via semente, as gramíneas, folhas largas e cyperáceas que ocorrem na cultura da cana-de-açúcar.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a dinâmica dos ingredientes ativos da mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn (Krismat) em palhadas de cana-de-açúcar e a eficácia da mistura, associada à palha, no controle de plantas daninhas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A cultura da cana-de-açúcar é a de maior importância econômica para o estado de São Paulo, e o setor vêm ao longo das últimas décadas avançando eficientemente na área agrícola e aumentando a produtividade. O movimento ambiental que surgiu e cresceu nas últimas décadas tem pressionado o governo para obrigar o setor sucroalcooleiro a eliminar a queima antes do corte da cana-de-açúcar, a fim de evitar a emissão de monóxido de carbono e outros gases provenientes da queima.

Além da cana-de-açúcar, Velini e Negrisoni (2000) afirmam que nos últimos anos têm-se observado, no Brasil, uma rápida expansão de áreas com culturas implantadas sobre algum tipo de palhada utilizada como cobertura morta. Entre exemplos típicos pode-se mencionar o cultivo mínimo em áreas de reflorestamento com manutenção da serrapilheira sobre o solo, o sistema de produção de cana-crua e, com maior adoção, o plantio direto de culturas anuais. Segundo Sade (2000), a expansão da área cultivada em plantio direto no Brasil foi da ordem de 1,00 milhão de hectares na safra de 90/91 para 13,37 milhões na safra de 98/99.

De acordo com Magalhães & Braunbeck (2000), já na safra de 96/97, 30% das plantações de cana-de-açúcar foram colhidas mecanicamente. Este percentual tende a

aumentar rapidamente em virtude de 55% da área plantada ser mecanizável, associado ao alto custo da colheita, a escassez de mão-de-obra e, principalmente as exigências da lei estadual (Ripoli *et al.*, 1996; Magalhães & Braunbeck, 2000).

No Estado de São Paulo, o decreto nº 47.700 de 11/03/2003, que regulamenta a lei nº 11.241 de 19/09/2002, estabelece que em áreas com declividade igual ou inferior a 12% (o que permitam a realização da colheita de forma mecanizada), a queima da palha na pré-colheita da cana deverá ser reduzida gradativamente a partir de 2002 até que a operação de colheita chegue a 100% de mecanização em 2021. Nas demais áreas as queimadas serão completamente eliminadas até 2031.

O novo sistema de produção em que a colheita da cana é realizada mecanicamente denomina-se de cana-crua e provoca menor impacto ambiental, com redução da emissão de CO₂, fumaça e fuligem para a atmosfera, menor movimentação do solo por redução do uso de máquinas, aumento e manutenção da sua umidade e da quantidade de matéria orgânica, redução na população de nematóides nocivos, maior controle natural da comunidade das plantas infestantes pela palha (Magalhães & Braunbeck, 2000).

A persistência dos resíduos culturais sobre o solo é de fundamental importância para a redução da erosão hídrica independentemente do tipo de cultura utilizada como cobertura (Alves *et al.*, 1995).

Além disso, a queima da palha de cana-de-açúcar representa perda de vários nutrientes, sendo os principais, nitrogênio (30-60 kg.ha⁻¹) e enxofre (15-25 kg.ha⁻¹). Considerando-se os 3,5 milhões de hectares de cana onde a colheita é realizada com queima da palha e uma produção média de cana de 60 t.ha⁻¹ são perdidos anualmente ao redor de 150 mil toneladas de nitrogênio a cada ano (Urquiaga *et. al.*, 2002).

Em cana-de-açúcar, a colheita sem queimada deixa sobre o solo uma espessa camada de palha que pode superar 20 t.ha⁻¹, Velini & Negrisoni (2000). A palhada associada às modificações técnicas necessárias para implementar a colheita mecânica da cultura, criam um novo sistema de produção de cana-de-açúcar popularmente denominado de cana crua. A quantidade de resíduo é dependente de características da variedade, tais como facilidade de despalha do colmo, hábito de crescimento da touceira, uniformidade de altura e tamanho dos ponteiros, produtividade e desenvolvimento da cana, (Manechini, 1997).

Essa camada de palha altera substancialmente o estabelecimento de plantas daninhas no sistema e segundo Almeida (1992) pode funcionar como um valioso elemento no controle de plantas daninhas, uma vez que, o terreno coberto uniformemente por resíduos vegetais, apresenta infestação bastante inferior àquela que se desenvolveria se o mesmo fosse descoberto.

De acordo com Velini e Negrisoni (2000) o novo sistema, que implica em colheita mecanizada altera também o espaçamento da cultura para aproximadamente 1,5 metro, um espaçamento bastante amplo para áreas como solos de baixa fertilidade. Mesmo em solos mais férteis, a cultura demora um período bastante longo para ocupar completamente a área e inibir a germinação e crescimento das plantas daninhas. Em muitas situações a cultura não “fecha” oferecendo condições para o crescimento do mato durante todo o ciclo.

O efeito que a camada de palha promove no estabelecimento de plantas daninhas no sistema cana-crua não é igual para todas as espécies infestantes, o que se observa é a alteração da flora infestante com o passar dos anos, isso porque esses efeitos são atribuídos a fatores de natureza química, física e biológica, e sua interação é diferente com as mais variadas espécies.

O principal fator químico é representado pelo efeito alelopático de compostos liberados pela palha, que supostamente pode afetar a germinação e desenvolvimento de espécies infestantes, embora até o momento não foram isoladas ou identificadas substâncias que comprovem essa hipótese.

Velini e Negrisoni (2000) relatam também o acréscimo do teor superficial de matéria orgânica no solo, menos evidente em cana-crua do que em plantio direto em função de uma movimentação mínima no momento da colheita mecanizada associada ao preparo e sulcamento quando da reinstalação da cultura, tende a exercer forte sorção dos herbicidas limitando sua eficiência.

Aumentando o teor da matéria vegetal sobre o solo aumenta-se também a quantidade e variedade de microorganismos edáficos que pode somar e trazer ao sistema novos processos para metabolização das moléculas de herbicida.

Estes resíduos de colheita afetam de forma intensa o estabelecimento de plantas daninhas, embora ainda existindo controvérsias quanto aos resultados obtidos, podemos dividir esses efeitos em químicos e físicos, o qual o primeiro é representado pelo

efeito alelopático da palha; o segundo, quanto aos efeitos físicos da palha sobre a comunidade infestante, mas também difíceis de serem isolados e comprovados no sistema de produção de cana-crua.

A importância da quantidade e qualidade da luz sobre a germinação de plantas daninhas é destacada por Taylorson & Borthwick (1969) e Fener (1980). De acordo com Velini e Negrisoni (2000) dentre dezoito espécies estudadas pelo segundo autor, apenas duas, *Aschirantes áspera* e *Conyza bonariensis*, mostraram-se insensíveis aos efeitos da luz em termos de germinação. Outras sete espécies incluindo *Ageratum conyzoides* e *Galinsoga parviflora*, apresentaram decréscimos na taxa de germinação sempre que a quantidade de luz incidente sobre as sementes foi reduzida. Outras sete espécies, incluindo *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis*, apresentaram capacidade de germinar na presença ou ausência de luz, mas as sementes entraram em dormência sempre que expostas à radiação filtrada por folhas; a absorção seletiva da clorofila modifica o balanço entre o vermelho (650 nm) e o vermelho distante (730 nm), condicionando dormência nestas espécies. Várias espécies estudadas por Fener (1980) apresentam grande importância em diversas regiões do Brasil. Embora os mecanismos gerais de controle da germinação pela luz sejam relativamente bem conhecidos, não se sabe, com precisão, quais deles são operantes em cada espécie vegetal.

Velini e Negrisoni (2000) avaliaram a temperatura do solo, a 1 e 5 cm de profundidade e em áreas sem cobertura ou com 7,5 ou 15 ton.ha⁻¹ de palha de cana e observaram que as duas quantidades de palha reduziram drasticamente a variação da temperatura nas duas profundidades estudadas. Segundo os autores a exigência de maior ou menor amplitude térmica do solo constitui-se no modo mais eficiente das plantas identificarem a profundidade que se encontram no solo e a ocorrência de condições favoráveis à germinação das suas sementes.

Egley & Duke (1985) também observaram que a amplitude térmica, um dos componentes do regime térmico, interfere de modo decisivo na germinação de muitas espécies e plantas daninhas.

Segundo Pitelli (1995), o efeito físico da cobertura morta reduz as chances de sobrevivência das plântulas das espécies daninhas com pequena quantidade de reservas nos diásporos, sendo que muitas vezes estas reservas não são suficientes para garantir a

sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenha acesso à luz e inicie o processo fotossintético.

Outro processo físico que pode interferir na comunidade infestante do solo, segundo Deuber (1997), não com relação a palha mas com relação ao sistema cana-crua, é que nesse sistema não existe o revolvimento da camada superficial do solo reduzindo drasticamente o banco de sementes.

O balanço hídrico do solo também é alterado com a presença de palha no solo e a maioria das plantas daninhas, principalmente as gramíneas, têm maior desenvolvimento na condição em que as primeiras camadas do solo estão com teor de umidade favorável, tendo essa constatação influência direta sobre a comunidade infestante, tanto diminuindo a infestação, visto que em um solo úmido a amplitude da temperatura sob a palha é menor, impedindo a germinação de algumas espécies, quanto aumentando a infestação proporcionando melhor desenvolvimento de plantas já estabelecidas e início do processo de embebição de sementes.

Diversos trabalhos têm comprovado a eficiência da cobertura morta na supressão de algumas plantas daninhas. Martins et. al. (1999) avaliaram o efeito de diferentes quantidades de palha sobre a emergência de diferentes plantas daninhas dicotiledôneas e concluíram que a emergência de *Sida rhombifolia* é bastante prejudicada principalmente para quantidades de palha acima de $6,0 \text{ t.ha}^{-1}$, embora espécies como, *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* tenham sofrido pouca influência da cobertura morta.

Segundo Silva et. al. (2003), que estudaram a emergência de plantas de tiririca (*Cyperus rotundus*) sob diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar observaram que a testemunha sem palha apresentou um número maior de plantas emersas, seguido pelas quantidades de palha de 2,0; 4,0 e $8,0 \text{ t.ha}^{-1}$. A palha de cana nas quantidades de 16 e 20 t.ha^{-1} proporcionou o menor número de plantas de tiririca emersas. Contudo, apesar do efeito supressor na emergência das plantas, a palha proporcionou um maior desenvolvimento da parte aérea das plantas emersas e ainda promoveu um incremento na massa seca dos tubérculos.

Novo et. al. (2004a, 2004b) que também avaliaram os efeitos da palha de cana-de-açúcar sobre o desenvolvimento da parte aérea e da parte subterrânea de tiririca (*Cyperus rotundus*) e observaram que a aplicação de quantidades crescentes de palha sobre o

solo, resultou em um menor número de plantas emersas, além da redução da área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea. Para a parte subterrânea das plantas de tiririca, verificaram uma redução no número de tubérculos e rizomas pela adição de palha até quantidades próximas a $8,5 \text{ t ha}^{-1}$. A biomassa seca da parte subterrânea total também foi reduzida com o aumento da quantidade de palha.

Negrisoni et. al. (2002b), avaliando os efeitos da palha de cana-de-açúcar sobre a emergência de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*, observaram que em até $2,0 \text{ t.ha}^{-1}$ de palha ocorreu um aumento na emergência de *B. plantaginea* e *P. maximum*, mas que a partir dessa quantidade, ocorreu uma inibição dessas espécies, enquanto que para *D. horizontalis* e *B. decumbens* a emergência foi apenas reduzida. A partir de $8,0 \text{ t.ha}^{-1}$ a quantidade palha passou a ser limitante, com alto nível supressor sobre todas as espécies citadas.

Com relação ao controle de plantas daninhas é consenso entre os técnicos em cana-de-açúcar que os herbicidas tradicionais de pré-emergência não conseguem atravessar a camada de palha deixada pela cultura e atingir o solo onde poderiam ser absorvidos pelas plantas daninhas, gerando o processo de intoxicação.

No sistema convencional, em que ocorre a queima da palha de cana-de-açúcar, há predomínio do uso de herbicidas aplicados em pré-emergência da cultura e das infestantes, mas com a mudança para o sistema cana-crua, que promove uma barreira física para a ação dos mesmos, uma vez que, precisam atingir o solo para efetivamente controlar a infestantes, aumentou-se a utilização de herbicidas em pós-emergência com o método de aplicação por meio da catação, o que garantiu o controle das plantas, mas aumentou os custos do controle das plantas.

Os herbicidas aplicados em pré-emergência possuem vantagens como longo período residual, maior facilidade na aplicação e menor custo de logística para aplicações em diferentes talhões, já que os herbicidas aplicados em pós-emergência têm que ser utilizados em um momento específico, e sendo a barreira física que a palha promove para a ação dos pré-emergentes o principal problema para a sua utilização, as pesquisas foram direcionadas para solucionar essa questão.

Apesar de que alguns pesquisadores (Kells, 1985 e Fadayomi, 1989) defenderem a idéia de que a eficácia de herbicidas residuais é semelhante para os sistemas de

plantio direto e convencional. No Brasil, Almeida (1992) avaliou a aplicação, em pré-emergência, das misturas oryzalin + metribuzin e cyanazine + metolachlor em diferentes sistemas de preparo de solo, constatando que a eficácia das mesmas não foram prejudicadas pela presença de cobertura morta, com ação semelhante no preparo convencional.

Embora, existam controvérsias em relação à influência da cobertura morta na eficácia dos herbicidas aplicados em pré-emergência, enquanto alguns pesquisadores defendem a hipótese de que em sistema de plantio direto pode-se reduzir ou até mesmo eliminar a aplicação de herbicidas de pré-emergência, pelo efeito físico e/ou alelopático das coberturas, outros defendem a necessidade de aumento na dose pelo fato de parte do produto ficar retido na palha, não atingindo o solo. Embora o solo esteja coberto com uma camada de palha, sabe-se que determinadas espécies de plantas daninhas, ao germinarem, superam essa barreira física e se estabelecem no canavial, exercendo sua interferência, o que pode ser resultado do fato de alguns herbicidas serem mais fortemente retidos pela cobertura morta e outros menos (Rossi et al 2004b).

Rossi (2004c) comenta que o uso de herbicidas para o plantio direto com as mesmas recomendações que o plantio convencional podem causar um grande impacto ambiental. Alguns agricultores reconhecem que muitos herbicidas têm sua eficácia diminuída quando aplicados sobre a palha, e utilizam doses maiores para garantir um melhor controle das plantas daninhas. Desta forma, o produto excedente torna-se um possível contaminante ambiental.

Para melhor avaliar a interceptação dos herbicidas pela palha Velini & Negrisoni (2000) estudaram o efeito do herbicida, utilizando o corante FDC-1, procurando assim determinar a porcentagem de interceptação do mesmo por diferentes camadas de palha, e como resultado obteve que para uma camada de 1 t.ha⁻¹, apenas 35,5% da calda de pulverização atinge o solo, já com 10 e 15 t.ha⁻¹ as porcentagens de interceptação da calda pela palha são de 99,4 e 99,5%, respectivamente. Nas condições normalmente encontradas em áreas de cana-crua, praticamente todo herbicida aplicado sobre a palha é interceptado.

Cavenaghi et. al. (2002), estudaram a interceptação do sulfentrazone nas doses de 1,2 e 1,6 L.ha⁻¹ em palhada de cana-de-açúcar e de aveia e observaram que praticamente todo o produto aplicado foi retido por quantidades de palha superiores a 4,0 t.ha⁻¹.

Também Rossi et. al. (2004a), pesquisando a deposição e lixiviação do herbicida metribuzin em palha de cana, reportaram uma interceptação próxima a 95% para esta mesma quantidade de palha.

Na mesma linha de pesquisa Tofoli et al. (2002) constatou interceptação semelhante para os herbicidas atrazine e sulfentrazone em palha de aveia e cana-de-açúcar, metolachor em palha de aveia e milho e tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar, além do corante FDC-1, utilizando-se para todos os herbicidas as quantidades de palha que variaram de 0 a 20 t.ha⁻¹, apresentando como resultados, curvas de passagens muito semelhantes, variando muito pouco entre os tipos de palha, herbicidas e traçante, apresentando médias de passagem de 100; 56; 28; 40; 17; 19; 10; 10; 60; 4; 3; 2; 1% para as quantidades de palha de 0; 1; 2; 2,5; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 15 e 20 t.ha⁻¹, respectivamente.

Em um estudo para avaliar o efeito da adição de extravon à calda de pulverização nas quantidades de 0; 0,05; 0,1; 0,25. 0,5; 1 %, Tofoli et al. (2002) utilizando –se do corante FDC-1 observou que as concentrações de 0,25 e 0,5% de extravon diminuiu a passagem do herbicida pela palha em 27,5 e 35,4 % quando comparado com o tratamento que não utilizou o estravon.

A interceptação do herbicida pela palha é uma variável bem avaliada, mas existem inúmeros fatores, a partir do momento em que houve a deposição do herbicida sobre a palha, que definirão se o controle efetivamente vai ocorrer ou não.

Os resíduos culturais formam uma densa camada que recobre grande parte da superfície do solo, retendo os herbicidas aplicados (Banks & Robinson, 1986; Baumam & Ross, 1983; Banks & Robinson, 1984; Ghadiri *et al.*, 1984). Estes resíduos muitas vezes apresentam maior capacidade de adsorção que o solo. Contudo, a adsorção no material residual decresce com o aumento da polaridade do herbicida (Dao, 1991; Reddy *et al.*, 1995; Locke *et al.*, 1994 citados por Locke & Bryson, 1997). Além disso, o grau de decomposição da palhada em relação ao período de aplicação do herbicida, pode influenciar a retenção do produto. Nas pesquisas de Dao (1991) e Reddy *et al.* (1995), que trabalharam respectivamente com metribuzin e chlorimuron-ethyl em plantio direto, verificou-se que o aumento da adsorção desses herbicidas encontrava-se diretamente relacionado com a crescente decomposição da cobertura morta.

Marin *et al.* (1978) relataram que a interação dos herbicidas, aplicados em pré-emergência, com resíduos culturais é importante na conservação das práticas de plantio direto, uma vez que 60% ou mais da superfície do solo pode estar coberta, impedindo a difusão dos herbicidas aplicados. Neste sentido, alguns estudos têm sido conduzidos sobre a interação entre herbicidas e coberturas mortas, na tentativa de compreender os processos de adsorção, dessorção, escorrimento, volatilização e controle de plantas daninhas.

Comparando os herbicidas metolachlor e alachlor, Streck & Weber (1982) verificaram que o primeiro foi menos interceptado pela cobertura morta de trigo, possivelmente pela solubilidade ser maior que o segundo.

A capacidade de um herbicida residual em atingir o solo no sistema de plantio direto, não depende apenas da solubilidade e volatilidade do produto. Fatores como a quantidade e origem da cobertura morta, quantidade e época da primeira irrigação após a aplicação, bem como as irrigações subseqüentes e as condições climáticas prevalentes durante e após a aplicação, como o período sem chuva, também influenciam o comportamento desses herbicidas no solo (Rodrigues, 1993).

Paralelamente aos métodos alternativos, que consistem em estudar modificações no método de aplicação, como exemplo as aplicações de grânulos impregnados com herbicida ou aplicações durante a colheita, os estudos que avaliam a dinâmica dos produtos aplicados e sua interação com as precipitações subseqüentes tem grande importância, pois se constatou que a chuva é um eficiente método de retirada dos herbicidas da palha, exercendo o carregamento dos ingredientes ativos, fazendo com que atinjam o solo em grandes quantidades, proporcionando efetivo controle, mesmo porque na época da colheita, enquanto o solo esta seco, não ocorre a germinação de plantas daninhas, não havendo a necessidade de utilização de herbicidas nesse período.

Foram constatados para o metribuzin (Banks & Robinson, 1982), oryzalin (Banks & Robinson, 1984), alachlor, acetolachlor e metolachlor (Banks & Robinson, 1986) e trifluralin (Rodrigues *et al.*, 1997). Outros herbicidas são facilmente lixiviados para o solo, com chuvas que ocorreram 24 horas após a aplicação, como é o caso do atrazine (Fornarolli *et al.*, 1998). Lower & Weber (1979) verificaram que 87% do atrazine foram removidos da cobertura morta, quando submetida à aplicação de 100 mm de chuva logo após aplicação do

herbicida, sendo que se a chuva ocorrer sete dias após aplicação do herbicida, a remoção foi de 77% do produto.

Rodrigues *et al.* (2000) observaram que o atrazine, um dos herbicidas mais lixiviáveis em coberturas mortas, foi fortemente retido pela folhagem verde, mesmo após irrigação de 20 mm feita 24 horas após a aplicação, na condição dessecantes + residuais, ocorrendo o contrário com o metolachlor e alachlor. Os mesmos autores observaram que antes da irrigação todos os herbicidas aplicados foram interceptados pela cobertura morta, mas após a irrigação, o atrazine e o sulfentrazone ultrapassaram a camada de palha com recuperação de 90%. Observaram também que os herbicidas mais lixiviáveis ficaram mais retidos na palha quando em mistura com os menos lixiviáveis. Ferri & Vidal (2000) observaram que não houve diferença no crescimento do milho no solo de semeadura direta tratado ou não com o acetochlor, e também confirmaram a hipótese que o acetochlor é mais móvel em solo no sistema de semeadura direta do que no convencional.

Petersen *et al.* (1988), trabalhando com concentrados emulsionáveis (CE) e microencapsulados (ME) de metolachlor, acetochlor e alachlor, relataram que maiores quantidades dos herbicidas foram extraídas de 6.000 kg.ha⁻¹ de palha de trigo seca do que fresca, quando sobre elas foram aplicados 10 mm de chuva simulada. Entretanto, as quantidades dos herbicidas retidos em ambas coberturas, foram semelhantes após a aplicação de 40 mm. De modo geral, as formulações microencapsulados (ME) de acetochlor e alachlor não influenciaram na lavagem dos herbicidas.

Medeiros *et al.* (2004) estudando a eficácia do herbicida imazapic (210 g.p.c.ha⁻¹) no controle de tiririca, quando aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar e com ocorrência de períodos sem chuva após a aplicação do herbicida, concluíram que o imazapic aplicado sobre a palha promoveu um excelente controle da tiririca, mesmo com as chuvas equivalentes a 10 e 20 mm de precipitação ocorrendo somente após 60 dias da aplicação do produto.

Buzetti & Santos (1999) estudando o comportamento dos herbicidas diclosulan (25, 35 e 45 g.ha⁻¹) e flumetsulam (120 kg.ha⁻¹), aplicados sobre as quantidades de 0,3 e 0,6 t.ha⁻¹ de palha de aveia preta, obtiveram controle superior a 90% para as espécies *Amaranthus* sp, *Sida* sp e *Bidens pilosa* L., na ausência e presença da palha.

Anderson (1988) reportou que a interceptação e retenção do diclofop pela palha de trigo não afetaram adversamente sua bioatividade em sistema de plantio direto. No entanto, o movimento do diclofop pode ser reduzido caso a precipitação ultrapasse quatro dias após a aplicação, deixando evidente a necessidade de ocorrência de chuvas em um curto período após a aplicação. Além disso, a interceptação e retenção do herbicida na palha sobre o solo reduziram a atividade do diclofop de 20 a 30%, embora, esta retenção tenha sido reduzida por irrigações simulando chuva.

Rodrigues et. al. (1997), utilizando 6,0 e 12,0 t.ha⁻¹ de palha de aveia preta como cobertura morta, verificaram que o herbicida trifluralin não atingiu o solo, mesmo quando submetido a uma irrigação de 20 mm de precipitação simulada 24 horas após a aplicação. Também Banks & Robinson (1982), relataram que o aumento dos resíduos culturais de trigo na superfície do solo proporcionou grande redução na lixiviação de metribuzin da palhada, quando submetido à água de irrigação. Menos de 45% do metribuzin aplicado atingiu o solo coberto com 2,25 t.ha⁻¹ de palha de trigo e submetido à lâmina de 3,0 mm de irrigação.

Almeida (1992) verificou que a eficácia das misturas em tanque de oryzalin com metribuzin e de cyanazine com metolachlor aplicados em pré-emergência no sistema de plantio direto, não foi prejudicada pela presença de 2,7 e 3,2 t.ha⁻¹ de cobertura morta, sendo os resultados semelhantes aos obtidos no sistema de plantio convencional.

Medeiros & Christoffoleti (2002), com o objetivo de avaliar a eficiência da mistura formulada dos herbicidas diuron + hexazinone (0,936 + 0,264 e 1,404 + 0,396 kg.ha⁻¹) no controle de *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea hederifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria horizontalis* e do herbicida sulfentrazone (0,6; 0,7 e 0,8 kg.ha⁻¹) no controle de *Cyperus rotundus* em vasos com cobertura de palha de cana-de-açúcar, nas quantidades de 0; 5; 10 e 15 t.ha⁻¹, com chuvas 24 h após a aplicação e retirada a palha da superfície do solo 24h após as chuvas, relataram que a lixiviação dos herbicidas estudados, através da palha de cana-de-açúcar, é aumentada com a ocorrência de chuvas a partir de 10 mm, ocorrido 24 h após a aplicação dos herbicidas.

Velini et. al. (2004a), estudando a deposição e lixiviação da mistura formulada dos herbicidas hexazinone + diuron aplicado em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, verificou que uma chuva equivalente a 20 mm são os mais importantes em termos de lixiviação dos herbicidas a partir da palhada, porém precipitações totais de 100 mm,

realizadas aos 0, 7, 14 e 28 dias após aplicação, apresentou uma lixiviação de 81 a 41 % da hexazinona e 78 a 49% do diuron. Velini et al. (2004b) com o objetivo de avaliar os efeitos da palha da de cana sobre a eficácia dessa formulação aplicada em diferentes condições no controle de *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Sida rhombifolia*, verificaram que o produto não foi absorvido diretamente da palha pela passagem das plantas daninhas. Contudo, a ocorrência de chuva aos 14 dias após a aplicação, proporcionou níveis de controle superior a 90% para todas as plantas daninhas.

Negrisoni et. al. (2002a) avaliando a deposição e lixiviação do herbicida diuron em palha de cana-de-açúcar verificaram que, com a ocorrência de uma chuva após a aplicação, houve aumento significativo na lixiviação do herbicida na palha, alcançando 65% de transposição para uma chuva de 50 mm.

Gravena et. al. (2002), com o objetivo de avaliar os efeitos da palha de cana-de-açúcar (0; 10 e 15 t.ha⁻¹) e da mistura formulada de trifloxysulfuron sodium + ametrin (0; 1,75 e 2,00 kg p.c.ha⁻¹), na emergência e acúmulo inicial de biomassa seca e no controle de plantas daninhas, observaram uma elevada ação supressiva da palha sobre as populações de *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Sida glaziovii* e *Amaranthus hybridus*. Nas populações de *Senna obtusifolia*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Ipomoea nil* estes efeitos foram notados, porém sem nível de controle satisfatório. Já a mistura de herbicidas apresentou elevada ação de controle sobre todas as espécies. Na presença da palha, a mistura de herbicidas apresentou eficácia sobre as plantas de *Senna obtusifolia*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea grandifolia* foi satisfatório. O controle de *Panicum maximum* somente foi satisfatório com a integração dos dois métodos de controle.

Costa et. al. (2004) estudou a absorção dos herbicidas, imazapic, metribuzin e trifloxysulfuron sodium + ametrin diretamente da palha de cana-de-açúcar, sem a ocorrência de chuvas após a aplicação, no controle de quatro espécies de plantas daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*). Estes autores verificaram que os herbicidas metribuzin e trifloxysulfuron + ametrin apresentaram excelente nível de controle para todas as plantas daninhas, mostrando que foram absorvidos diretamente da palha pelas plantas daninhas, sem a necessidade de ocorrência de chuvas após a aplicação e promovendo um excelente controle das espécies testadas.

De acordo com as informações compiladas, nota-se a complexidade do controle de plantas daninhas no sistema de produção de cana-crua que conta com inúmeras variáveis no sistema, necessitando de muitos estudos para se chegar a diversos modelos, para as distintas condições, que obtenha respostas satisfatórias no que se diz respeito ao controle de plantas daninhas.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O Presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Matologia e no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NuPAM), pertencentes ao Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu (SP). O trabalho foi composto de três ensaios em palha de cana-de-açúcar, com avaliações em cromatografia, e cinco ensaios em vasos, comuns à cultura da cana-de-açúcar.

5.1 Método Analítico para determinação de Ametryn e trifloxysulfuron sodium por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

Foram utilizados os padrões analíticos, doados pela Syngenta Crop Protection, de Ametryn e trifloxysulfuron sodium, com grau de pureza certificada de 98,3% e 95%, respectivamente, e cujos nomes adotados pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, 1978) são N-Ethyl-N'isopropyl-6-methylsulfanyl-[1,3,5]triazine-2,4-

diamine para a ametryn e 1-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)-3-[3-(2,2,2-trifluoroethoxy)-2-pyridylsulfonyl]urea sodium salt para o trifloxysulfuron sodium .

5.1.1 Calibração cromatográfica para o herbicida Ametryn

Para o estudo das características analíticas do método cromatográfico tendo em vista sua validação, foi realizada uma calibração da resposta do detector para o herbicida Ametryn, baseando-se na metodologia proposta por Costa (2001). Foram preparadas soluções padrão nas concentrações de 0,458; 0,916; 1,83; 5,49; 7,32; 14,65 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ a partir de uma solução estoque de 146,5 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ do padrão analítico preparado em acetonitrila, resultando em soluções em fase água: acetonitrila (50:50, v.v⁻¹). Triplicatas de cada uma das soluções nas diversas concentrações foram analisadas e quantificadas em equipamento de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE, Figura 1). As características cromatográficas do método são apresentadas na Tabela 1.



Figura 1. Equipamento para análise em cromatografia (HPLC)

Tabela 1. Características do método cromatográfico empregado na determinação por CLAE do herbicida ametryn.

Características cromatográficas do método de quantificação de ametryn	
Faixa de concentração ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	0,45 a 14,65
Fase estacionária	silica-octadecil (C_{18})
Comprimento da coluna (mm)	150
\varnothing interno da coluna (mm)	4,6
Fase móvel ($\text{v}\cdot\text{v}^{-1}$)	$\text{CH}_3\text{CN} : \text{H}_2\text{O}$ (60:40)
Vazão ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$)	1,0
Volume de injeção (μl)	200,0
Tempo de retenção do herbicida ametryn (min)	4,37
λ (nm)	240

Na Tabela 2, são apresentadas as respostas cromatográficas expressas em áreas dos picos dos sinais analíticos dos padrões de ametryn. Para obtenção da curva de calibração, foi aplicado o modelo de regressão linear proposto por Meier & Zünd (1993), cujos parâmetros são apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Áreas dos picos com as respectivas concentrações de Ametryn utilizadas, para obtenção da curva de calibração.

Concentração ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$)	Área
0,458	301282,5
0,916	630881,5
1,83	1217030,5
5,49	3686009,0
7,32	4659407,0
14,65	8653891,3

Tabela 3. Modelo de regressão linear aplicado, considerando-se como variável independente às concentrações dos padrões injetados e como variável dependente às áreas obtidas pelo sinal analítico.

Parâmetros da regressão	Estimativa (coeficientes)	Desvio padrão
Interseção (a)	174488,0	116722,8
Inclinação (b)	590320,0	16432,16

Os cromatogramas obtidos para uma injeção de 100 μL do padrão analítico de ametryn contendo 0,458 e 14,65 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, na faixa de concentração de validação do método e sob condições cromatográficas detalhada, são apresentados nas Figuras 2, onde podem ser verificadas as respostas cromatográficas dos picos de ametryn.

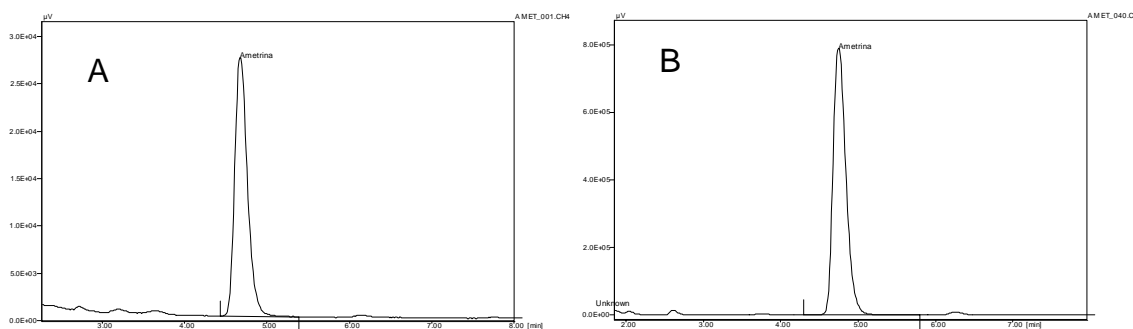


Figura 2. Cromatograma da resolução de Ametryn por CLAE na concentração de 0,458 (A) e 14,65 (B) $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Na Tabela 4 são apresentados os coeficientes de correlação e determinação dos resultados da análise pelo modelo de regressão linear utilizado.

Tabela 4. Coeficientes de correlação e determinação do modelo de regressão linear utilizado.

Coeficientes	
correlação (r)	0,9985
determinação (r^2)	0,9969

O coeficiente de determinação obtido (r^2) indica que o modelo linear explica a variabilidade dos dados de concentração em 99,69% demonstrando que há grande

correlação entre as variáveis. Os valores estimados da reta de calibração para o padrão analítico da ametryn são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros da reta de regressão obtidos a partir da aplicação do modelo linear de regressão, aos dados de calibração.

Parâmetros	Métodos de calibração
a (ordenada)	174488,0
Sa	116722,8
b (inclinação)	590320,0
Sb	16432,15853
Faixa de linearidade ($\mu\text{g.ml}^{-1}$)	0,458 - 14,65

Uma vez que, o valor de r^2 corrobora que a relação entre as áreas e as concentrações é linear, mais de 99,69% da variabilidade do sinal analítico no ajuste do modelo e o baixo valor do desvio padrão da inclinação (Sb) para o método, demonstra que o ajuste ao modelo linear é correto. A reta de calibração da ametryn pela regressão linear utilizada é demonstrado na Figura 3.

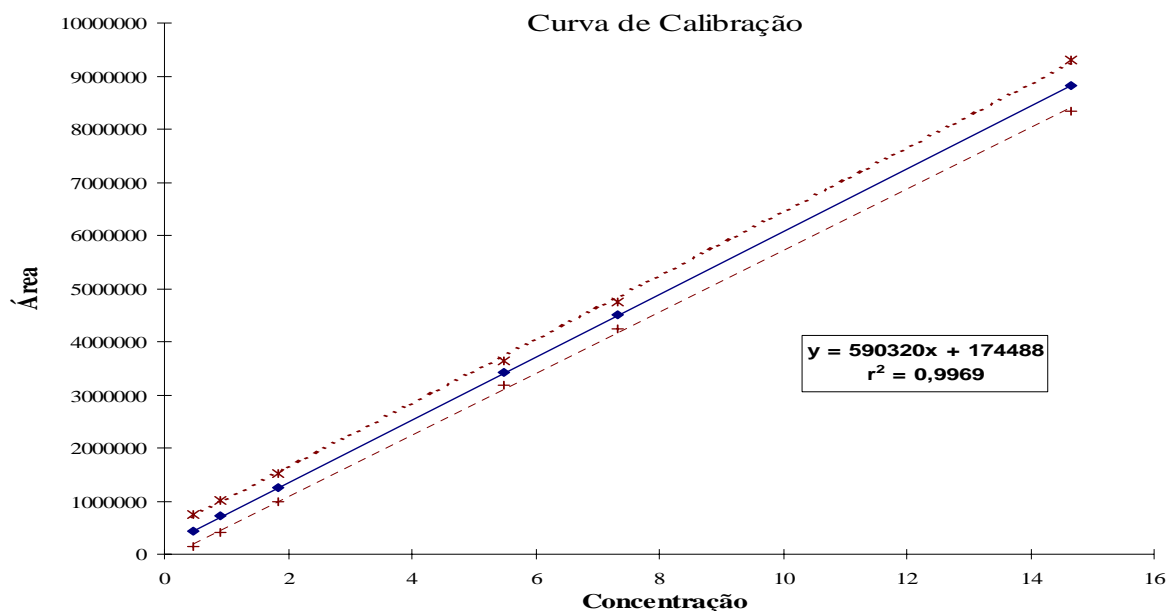


Figura 3. Reta de calibração para ametryn com os dados ajustados pelo modelo de regressão linear de Meier & Zünd (1993).

A partir das áreas dos picos (resposta do detector) e concentrações das soluções padrões de Ametryn, foram estabelecidos os seguintes parâmetros: a equação linear de regressão; coeficiente de correlação e o coeficiente de determinação, segundo os procedimentos descritos por Meier & Zünd (1993). Estes parâmetros estimam a confiabilidade do método analítico que tem por base o uso dos dados obtidos na aplicação do modelo linear de regressão por mínimos quadrados, para a calibração realizada com o padrão analítico Ametryn.

Para a extração do herbicida em água de palha baseou-se na metodologia proposta por Costa (2001), que realizou a determinação e validação do método.

5.1.2 Calibração cromatográfica para o trifloxysulfuron sodium (TSS).

Para o estudo dos parâmetros analíticos do método cromatográfico tendo em vista sua validação, foi realizada uma calibração da resposta do detector para o herbicida TSS.

Como as análises posteriores do ensaio, supostamente teriam baixa concentração (10 a 600 ppb), as amostras teriam que passar por um método analítico de preparo (extração por fase sólida), com o objetivo de reduzir o volume da amostra e concentrar o analito para aumentar a sensibilidade e facilitar a análise. A calibração foi realizada com água de lavagem de palha (cana-de-açúcar cv. SP 80-1816), que passou pelo processo de preparo descrito no item **5.1.3**.

Após o preparo, a amostra foi contaminada com TSS na constituição da fase em água:metanol (50:50, v.v⁻¹), sendo que, a água continha o TSS e o metanol foi o solvente utilizado no processo de preparo da água de lavagem de palha, resultando em amostras nas concentrações de 0,1666; 0,333; 0,666; 1,333; 2,5; 5,0; 10 µg.ml⁻¹. Triplicatas de cada uma das soluções nas diversas concentrações foram analisadas e quantificadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). As características cromatográficas do método são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Características do método cromatográfico empregado na determinação por CLAE do herbicida TSS.

Características cromatográficas do método de quantificação de TSS	
Faixa de concentração ($\mu\text{g}.\text{ml}^{-1}$)	0,1666 a 10
Fase estacionária	sílica-octadecil (C_{18})
Comprimento da coluna (mm)	150
\varnothing interno da coluna (mm)	4,6
Fase móvel (v.v ⁻¹)	$\text{CH}_3\text{CN} : \text{H}_2\text{O}$ (45:55)
Vazão ($\text{ml}.\text{min}^{-1}$)	1,0
Volume de injeção (μl)	200,0
Tempo de retenção do herbicida ametryn (min)	5,65
λ (nm)	240

Na Tabela 7 são apresentadas as respostas cromatográficas expressas em áreas dos picos dos sinais analíticos dos padrões de TSS. Para obtenção da reta de calibração, foi aplicado o modelo de regressão linear aplicado por Meier & Zünd (1993), cujos parâmetros são apresentados na Tabela 8.

Tabela 7. Áreas dos picos com as respectivas concentrações de TSS utilizadas, para obtenção da curva de calibração.

Concentração ($\mu\text{g}.\text{ml}^{-1}$)	Área
0,1666	28130,5
0,333	64212,7
0,666	121663,2
1,333	258746,0
2,5	524901,3
5,0	1033317,4
10	2223112,3

Tabela 8. Modelo de regressão linear aplicado, considerando-se como variável independente às concentrações dos padrões injetados e como variável dependente às áreas obtidas pelo sinal analítico.

Parâmetros da regressão	Estimativa (coeficientes)	Desvio padrão
Interseção (a)	-34424,7	16009,2
Inclinação (b)	223783,3	3392,5

Os cromatogramas obtidos para uma injeção de 100 μL do padrão analítico de trifloxysulfuron sodium contendo 0,166 e 10,0 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, na faixa de concentração de validação do método e sob condições cromatográficas detalhada, são apresentados nas Figuras 4, onde podem ser verificadas as respostas cromatográficas dos picos de trifloxysulfuron sodium.

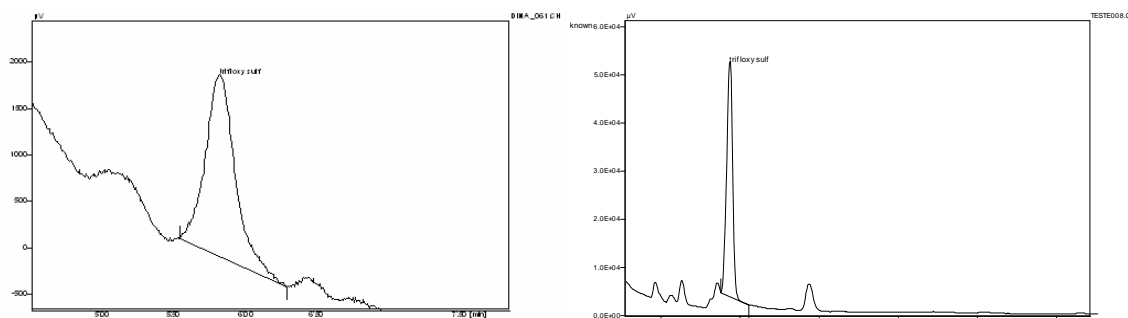


Figura 4. Cromatograma da resolução de Trifloxysulfuron sodium por CLAE na concentração de 0,1666 (A) e 10,00 (B) $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Na Tabela 9 são apresentados os coeficientes de correlação e determinação dos resultados da análise pelo modelo de regressão linear utilizado.

Tabela 9. Coeficientes de correlação e determinação do modelo de regressão linear utilizado.

Coeficientes	
correlação (r)	0,9995
determinação (r^2)	0,9991

O coeficiente de determinação obtido (r^2) indica que o modelo linear explica a variabilidade dos dados de concentração em 99,99% demonstrando que há grande correlação entre as variáveis. Os valores estimados da reta de calibração para o padrão analítico do herbicida trifloxysulfuron sodium (TSS) são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Parâmetros da reta de regressão obtidos a partir da aplicação do modelo linear de regressão, aos dados de calibração.

Parâmetros	Métodos de calibração
a (ordenada)	-34424,7
Sa	16009,15947
b (inclinação)	223783,3
Sb	3392,549193
Faixa de linearidade ($\mu\text{g.ml}^{-1}$)	0,1666 a 10

Uma vez que o valor de r^2 corrobora que a relação entre as áreas e as concentrações é linear, mais de 99,99% da variabilidade do sinal analítico no ajuste do modelo e o baixo valor do desvio padrão da inclinação (Sb) para o método demonstra que o ajuste ao modelo linear é correto. A reta de calibração do TSS pela regressão linear utilizada é demonstrado na Figura 5.

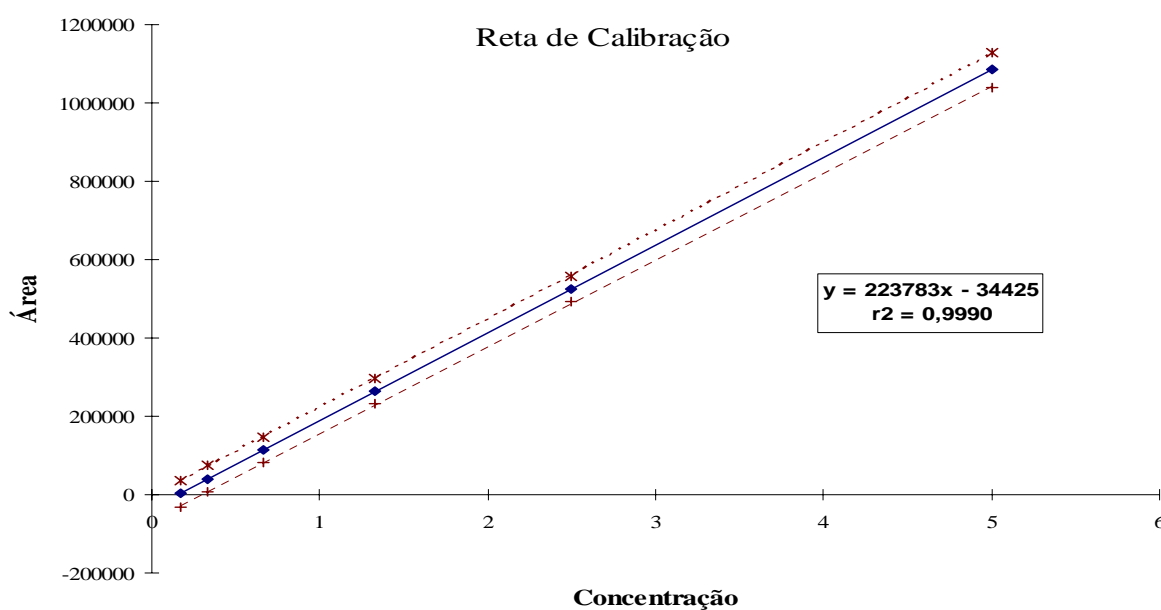


Figura 5. Reta de calibração para TSS com os dados ajustados pelo modelo de regressão linear de Meier & Zünd (1993).

A partir das áreas dos picos (resposta do detector) e concentrações das soluções padrões de Trifloxysulfuron, foram estabelecidos os seguintes parâmetros: a equação linear de regressão; coeficiente de correlação e o coeficiente de determinação, segundo os procedimentos descritos por Meier & Zünd (1993). Estes parâmetros estimam a confiabilidade

do método analítico que tem por base o uso dos dados obtidos na aplicação do modelo linear de regressão por mínimos quadrados, para a calibração realizada com o padrão analítico Ametryn ou TSS.

5.1.3 Validação do método analítico de preparo e recuperação das amostras de trifloxysulfuron sodium (TSS).

Foi desenvolvido um método analítico de preparo das amostras para as soluções com trifloxysulfuron sodium, utilizando-se do método proposto por Bussard (2000) e fazendo-se diversos ajustes e quantificações, obteve-se confiabilidade para a análise desse ingrediente ativo em água de palha, meio onde foi analisado o TSS.

A necessidade de um método analítico de preparo das amostras se fez necessário, pois as soluções utilizadas para análise continham concentrações de TSS bem abaixo do limite de detecção do método cromatográfico; para tanto, o método consistiu em reduzir o volume, concentrando o TSS nas soluções de análise, sem comprometer a confiabilidade dos dados obtidos.

Fazendo-se uma média das concentrações da água utilizada para análise em trabalhos similares, chegou-se a supostas concentrações de TSS que variaram de 10 a 600 ppb, tendo em vista a pouca quantidade, em gramas de produto, utilizadas por hectare para o controle de plantas daninhas ($37 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$);

Foram preparados soluções com o solvente que seria utilizado para as análises posteriores do trabalho (água de lavagem da palha de cana-de-açúcar), e foi adicionada, a esse meio, as supostas quantidade de TSS que seriam encontradas nas amostras do trabalho, nas concentrações de 10, 20, 40, 80, 150, 300 e $600 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

O método consistiu em reduzir o volume do solvente da solução de análise, evitando perdas, recuperando a quantidade de TSS originalmente adicionada. Para isso foram utilizadas colunas Nexus C18 para extração do analito (TSS) por fase sólida, foram utilizados 100ml da solução e os procedimentos para reduzir o volume das amostras foram:

- 1- Acidificar a solução, atingindo o pH 3,5;
- 2- Adicionar 1 grama de NaCl para cada 100ml de solução;
- 3- Condicionar as colunas Nexus para extração por fase sólida (10ml de metanol, 10ml de água purificada, 10ml de água acidificada);
- 4- Passar 100ml da amostra coletada (anotando as amostras que continha menor volume);
- 5- Passar 2ml de água acidificada na coluna de extração;
- 6- Secar a coluna de extração (30 min) com a utilização do sistema de vácuo;
- 7- Extrair o analito TSS das colunas C18 com 3 ml de metanol;
- 8- Constituir fase do metanol (utilizado para extrair o TSS das colunas) com água purificada (50:50 v.v⁻¹);
- 9- Filtrar a solução final com filtros Millipore, modelo HV Millex em polietileno com membrana durapore 0,45 µm de poro e 13 mm de diâmetro, acoplados a seringas.
- 10- Injetar a solução no cromatógrafo HPLC para quantificação.

Para validação do método analítico de recuperação, foram quantificadas em cromatografia as quantidades de TSS adicionado à solução antes do preparo da amostra, como mostra as etapas acima, comparando com os dados obtidos com soluções de água de palha que passaram por todo o preparo da amostra, mas com a contaminação com o ingrediente ativo na etapa 8 do processo (curva de calibração), indicando a porcentagem de recuperação do método após a redução do volume do solvente, como mostra a Tabela 11.

Os sinais analíticos dos picos de TSS foram transformados em área, comparando-se com a área dos padrões analíticos da curva de calibração, verificou-se que o método utilizado apresentou uma recuperação média de 80,14% para as concentrações utilizadas, apresentado na Tabela 11. Esse percentual de recuperação é considerado aceitável pelo Laboratório Vegetal do Ministério de Agricultura, Brasil (1997), cujos valores devem se encontrar entre 70 e 110%.

Tabela 11. Porcentagem de recuperação de TSS em função das concentrações utilizadas.

Concentração do TSS (PPB) adicionado	Concentração teórica do TSS ($\mu\text{g.ml}^{-1}$) após redução do volume	Área dos Cromatogramas	Concentração do TSS ($\mu\text{g.ml}^{-1}$) encontrada	% do TSS Recuperação média
10	0,1666	29796,75	0,1364	75,19
		32362,30	0,1481	
		27231,20	0,1246	
20	0,333	61652,00	0,2821	74,01
		62873,00	0,2877	
		54393,00	0,2489	
40	0,666	134916,75	0,6174	83,04
		146689,25	0,6713	
		125106,50	0,5725	
80	1,333	287271,00	1,3147	83,46
		276445,75	1,2651	
		281858,38	1,2899	
150	2,5	509766,75	2,3329	84,17
		519948,50	2,3795	
		499585,00	2,2863	
300	5	1021190,50	4,6734	81,97
		968264,50	4,4312	
		974588,00	4,4602	
600	10	1998059,50	9,1440	79,19
		1942459,75	8,8896	
		1982470,00	9,0727	

5.2 Dinâmica da mistura de herbicidas Trifloxysulfuron sodium e ametryn em palha de cana-de-açúcar

Neste estudo foram realizados quatro experimentos conduzidos nas dependências do NuPAM, para avaliar a dinâmica do Trifloxysulfuron sodium e da ametryn em palha de cana-de-açúcar, variedade SP 80-1816. As análises foram realizadas no Laboratório de Matologia.

5.2.1 Pulverização e simulação de chuva nos ensaios

O equipamento de pulverização e simulador de chuva encontra-se instalado em sala isolada do NuPAM/ UNESP / FCA – Campus de Botucatu / SP, constituído de uma estrutura metálica, com 3 m de altura por 2 m de largura, que permite acoplamento de um carrinho suspenso a 2,5 m de altura. A esse carrinho encontram-se acopladas duas barras de pulverização, uma responsável pelo sistema de simulação de chuva e a outra pelo sistema de pulverização de agrotóxicos, as quais deslocam-se por uma área útil de 6 m² no sentido do

comprimento do equipamento (Figura 6). O tracionamento de ambas as barras é feito com o auxílio de um motor elétrico, através de correntes e engrenagens, proporcionando controle de velocidades constantes e previamente determinadas, conforme ajuste por um modulador de frequência. O sistema de pulverização tem funcionamento independente do sistema de simulação de chuva, apesar de ambos compartilharem o mesmo equipamento e funções de controle. A simulação da chuva foi realizada utilizando-se uma bomba hidráulica de pressão constante e acionamento automático, a qual bombeia água armazenada de um reservatório, com capacidade para 1.000 L, até a barra e bicos responsáveis pela formação de gotas de chuva. A barra de simulação de chuva é constituída por três bicos de pulverização TK-SS-20 de alta vazão, espaçado de 0,5 m entre eles e posicionados para proporcionar uma melhor uniformidade da precipitação simulada na área aplicada e encontra-se a 1,45 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. Este sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 3,156 m.min⁻¹ (2,5 Hertz no modulador de frequência) e pressão de trabalho de 0,81 kgf.s⁻². Estas especificações proporcionaram a produção de gotas artificiais de chuva com diâmetro mediano volumétrico (DMV) de aproximadamente 1140 micras, conforme informações do fabricante da ponta de pulverização (*Spraying Systems Co.*) e cada passada, ou seja, cada lâmina aplicada corresponde a aproximadamente 2,5 mm de chuva.



Figura 6. Equipamento de pulverização e simulação de chuva.
NUPAM/FCA/UNESP. Botucatu/SP

A barra de pulverização é constituída por quatro bicos munidos de pontas de pulverização XR 110-02 VS, espaçadas de 0,5 m entre elas e posicionadas a 0,5 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. Para as pulverizações do herbicida, o sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 1,0m.s⁻¹ (3,6 km.h⁻¹), o que correspondeu a 45,0 Hertz no modulador de frequência, com gasto de calda correspondente a 200 L.ha⁻¹, sendo aplicado com ar comprimido para manter a pressão. O produto comercial (Krismat), formulado em grânulos dispersíveis em água (GRDA), contendo trifloxysulfuron sodium (1,85% m.m) e ametryn (73,15% m/m) foi aplicado na dose de 2,0 Kg.ha⁻¹, com volume de calda gasto correspondente a 200 l.ha⁻¹. Durante o desenvolvimento da aplicação dos tratamentos e da simulação de chuva foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala de pulverização, sendo a média de seus valores apresentados nos Quadros 1, 2, 3 e 4 (Apêndice 1).

5.2.2 Transposição da mistura Trifloxysulfuron sodium (TSS) e ametryn no momento da aplicação sobre palha de cana-de-açúcar.

Neste experimento foram determinadas as porcentagens de transposição da palha, pelos ingredientes ativos em estudo, no momento da aplicação. Foram estudadas as seguintes quantidades de palha, 0; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t.ha⁻¹ de palha. A palha foi colocada dentro de um suporte de plástico (unidade experimental), com área da base retangular de 160,14 cm², para serem submetidas à aplicação (Figura 7). A pulverização da mistura de herbicidas foi realizada na dose de 37g.ha⁻¹ de TSS e 1.477g ha⁻¹ de Ametryn e com gasto de volume de calda de 200 l.ha⁻¹, valor este, validado pela análise da solução da calda por CLAE. Para coletar os ativos transpostos, alvos de plástico foram posicionados abaixo das camadas de palha. Após a aplicação, as palhas foram descartadas e os alvos lavados com 50 ml de água destilada (Figura 8) e as soluções foram armazenadas em geladeira (8 ± 3 C°), para posterior análise. O delineamento experimental deste ensaio foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 64 análises cromatográficas.



Figura 7. Unidade Experimental utilizada e momento da aplicação.



Figura 8. Unidade Experimental após a aplicação e momento da lavagem do alvo.

5.2.3 Avaliação do caminhamento dos herbicidas Trifloxysulfuron sodium e ametryn em palha de cana-de-açúcar

A unidade experimental utilizada foi constituída por um conjunto de suporte móvel de PVC usado para acomodar a palha de cana-de-açúcar, tela, funil e coletor de plástico, representado na Figura 9. Este conjunto foi nomeado de “sistema de lavagem de palha”. A organização das unidades experimentais, ao longo do percurso das barras do simulador, foi previamente determinada com o objetivo de padronizar a metodologia e minimizar o erro de distribuição das lâminas de chuva, nas condições estudadas.

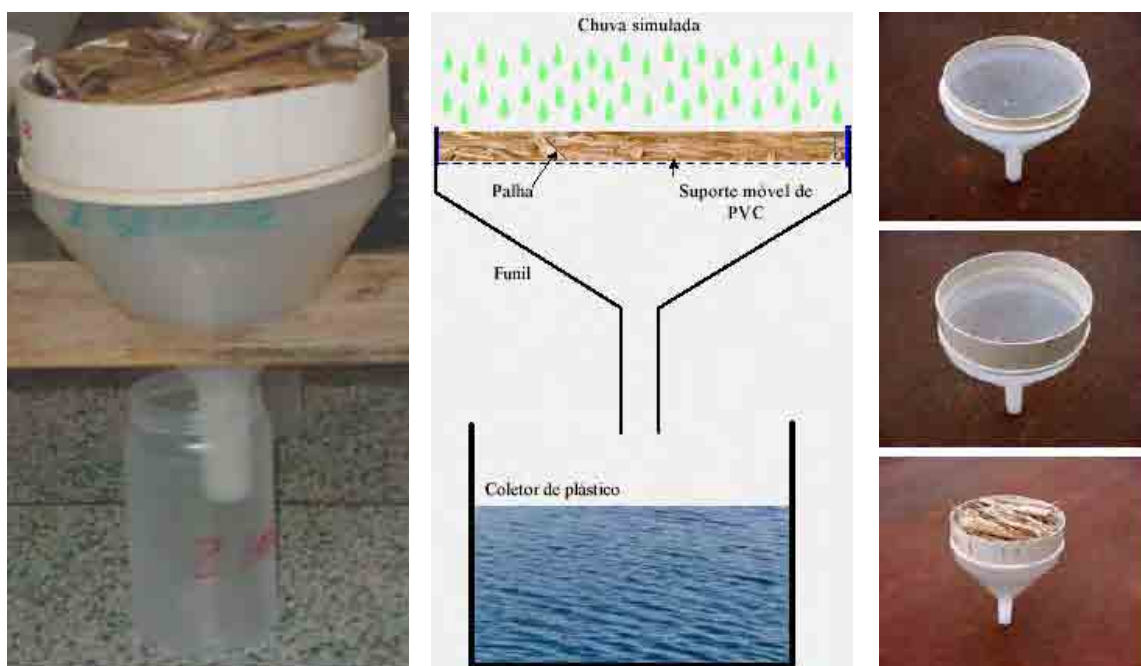


Figura 9. Unidade Experimental e esquema representando o sistema de lavagem.

5.2.3.2 Dinâmica dos herbicidas em diferentes quantidades de palha e chuva

No suporte móvel de PVC das unidades experimentais, foram colocadas as quantidades correspondentes a 5, 10, 15 e 20 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar. A pulverização dos herbicidas foi realizada na dose de 36g.ha⁻¹ de TSS e 1424,6g.ha⁻¹ de ametryn, e com gasto de volume de calda de 200 l.ha⁻¹, sendo este valor confirmado pela análise da solução da calda por CLAE.

Um dia após a aplicação, as unidades experimentais com a palha, foram submetidas à chuva artificial de 2,5; 5; 10; 20; 35; 50 e 100 mm e 2,5; 5; 10; 20 e 50 mm, respectivamente, para os ativos ametryn e trifloxysulfuron, sendo estas precipitações consideradas acumulativas. Cada lâmina aplicada correspondeu a aproximadamente 2,5 mm de chuva. A água que percolou cada parcela das diferentes quantidades de palha para cada lâmina estudada foi quantificada, coletada e armazenada em geladeira (8 ± 3°C) para posterior análise e quantificação dos herbicidas.

As quantidades do produto foram acumuladas para determinação das curvas de saída dos herbicidas em função das lâminas acumuladas de água.

5.2.3.3 Dinâmica dos herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn com diferentes períodos de permanência na palha

No suporte móvel de PVC das unidades experimentais, foi utilizada a quantidade correspondente a 10 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar. As parcelas com as palhas foram submetidas a chuvas artificiais aos: 0, 1, 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA), considerados períodos de permanência do herbicida na palha. Durante estes períodos as parcelas foram mantidas em casa-de-vegetação. A pulverização dos ativos foi realizada nas doses de 38; 39; 36,4; 37,6; 37,35g.ha⁻¹ de trifloxysulfuron sodium e 1.504; 1.544; 1.441; 1.490 e 1.477 g.ha⁻¹ de ametryn, para os tratamentos de 0, 1, 7, 14 e 28 DAA, respectivamente e com gasto de volume de calda de 200 l.ha⁻¹. As amostras de palha foram submetidas à chuva artificial de 2,5; 5; 10; 20; 35; 50 e 100 mm, nos períodos determinados. Os procedimentos das simulações das chuvas foi o mesmo descrito no item 5.2.1.

A água que percolou cada parcela dos diferentes períodos de permanência dos ativos da palha, para cada lâmina estudada, foi coletada, quantificada e armazenada em geladeira (8 ± 3 °C) para posterior análise e quantificação das concentrações dos ativos. As quantidades do herbicida foram acumuladas para determinação das curvas de saída dos ativos em função das lâminas acumuladas de água.

5.2.4 Procedimento de análise dos dados

Os dados obtidos foram ajustados segundo o modelo de Mitscherlich e submetidos à análise de regressão com auxílio do programa estatístico SAS. Utilizou-se o modelo de Mitscherlich completo e simplificado pela fixação das constantes “a” e “b” do modelo completo, uma vez que “a” representa a quantidade máxima de transposição do herbicida na palha (100%) e “b” necessariamente passa pela origem, ou seja, ausência de transposição do herbicida quando na ausência de simulação de chuva, atribuindo-se ao mesmo, o valor zero. Isto equivale dizer que na ausência da palha, foi máxima a transposição do

herbicida. O valor “c” do modelo de Mitscherlich foi estimado pela equação de regressão e representa a taxa, em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$, do herbicida que lixiviou através da palha a cada incremento de chuva simulada, em mm.

5.2.5.1 Modelo de Mitscherlich Completo

Modelo utilizado para estimar a quantidade recuperada de herbicida na água de chuva ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$).

$$Y = a \cdot (1 - 10^{(-c) \cdot (b+x)})$$

Onde:

a, b e c = parâmetros da equação;

a = corresponde a assíntota máxima da curva;

Para os dados simulados representa a quantidade máxima dos herbicidas em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ que poderia se extrair da palha apenas com o advento da simulação de chuva estabelece-se o valor 100 no modelo, por representar a máxima quantidade possível de ser extraída em porcentagem (100%);

b = deslocamento lateral da curva, ausência de transposição quando na ausência de simulação de chuva;

c = parâmetro indicativo da taxa de extração do herbicida pelo incremento de chuva simulada (mm);

c = parâmetro indicativo da concavidade da curva;

x = lâmina de chuva aplicada na simulação da precipitação (mm);

Y = lâmina de chuva transposta através da palha (%);

Y = quantidade de herbicida recuperado na água de chuva ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$);

5.2.5.2 Modelo de Mitscherlich Simplificado

Modelo utilizado para representar a quantidade dos herbicidas que transpôs a palha no momento da aplicação em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$.

$$Y = 10^{(2-(c*x))} \text{ ou } \text{Log } Y = 2-c*x$$

Onde:

c = parâmetro indicativo da taxa de transposição do herbicida pela palha;

c = parâmetro indicativo da concavidade da curva;

x = quantidade de palha;

Y = quantidade de herbicida recuperado abaixo da palha ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$);

Estabeleceu-se “100” e “0” como sendo os valores de “a” e “b”, respectivamente.

5.3 Eficácia da mistura de herbicidas trifloxysulfuron sodium (TSS) e ametryn no controle de plantas daninhas

Durante essa etapa do trabalho foram realizados cinco experimentos com o objetivo de avaliar o efeito da utilização do herbicida Krismat (1,85% trifloxysulfuron sodium + 73,15% de ametryn, m/m) no sistema cana-crua, no controle de cinco espécies de plantas daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *Sida rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Cyperus rothundus*) e estudar o efeito de doses crescentes do herbicida aplicado em pré-emergência de tiririca (*Cyperus rothundus*)

Os cinco experimentos foram conduzidos em vasos, em casa de vegetação, com temperatura controlada variando de 24 a 28°C, localizada no Núcleo de Pesquisas avançadas em Matologia (NUPAM), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Campus de Botucatu (SP).

Como substrato foi utilizado solo coletado de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média, localizado na unidade Patrulha da Fazenda Lageado – Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu (SP). Esse solo foi coletado em área cujo histórico não constava qualquer aplicação de herbicidas. Após a coleta, o solo foi seco a sombra por um período de 48 h, sendo então peneirado e amostras foram

submetidas às análises química e granulométrica no Departamento de Solos da FCA/UNESP - Botucatu (Tabela 12 e 13).

Tabela 12. Resultados da análise química do solo utilizado como substrato. Botucatu, 2003

Solo	pH	M.O	P resina	mmolc/dm ³					V	
	CaCl ²	g/dm ³	mg/dm ³	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ +Al ⁺³	SB	T	(%)
LVd	4,3	19	1	0,6	10	4	58	14,6	73	21

Obs: Realizada pelo departamento de solos FCA/Unesp - Botucatu

Tabela 13. Resultados da análise granulométrica do solo utilizado como substrato. Botucatu, 2003

Classe de solo	Granulometria (%)						Classe textural
	Argila	Limo	Areia			Total	
			Fina	Média	Grossa		
LVd	20	4	22,9	35,7	17,4	76	média

Obs: Realizada pelo departamento de solos FCA/Unesp - Botucatu

Os equipamentos de simulação de chuva e de pulverização de herbicida foram os mesmos utilizados e descritos nos ensaios de dinâmica na palha de cana-de-açúcar.

Na avaliação de densidade de plantas foram contadas todas as plantas vivas nos vasos nos períodos descritos. Para a avaliação de controle das plantas daninhas foram determinadas as porcentagens de controle.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1 e 5 % de probabilidade.

Durante o desenvolvimento da aplicação dos tratamentos e da simulação de chuva foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala de pulverização, sendo a média de seus valores apresentados nos Quadros 5, 6, e 7 (Apêndice 1).

5.3.1 Ensaio 1. Eficácia do Krismat no controle em pré-emergência de tiririca (*Cyperus rothundus*)

O ensaio foi conduzido para determinar o efeito de doses crescentes de Krismat aplicado em pré-emergência de tiririca (*Cyperus rothundus*) com tubérculos plantados em diferentes profundidades.

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade de 5,4 l (30 x 15 x 12 cm) de solo. Para simular as diferentes profundidades de tubérculos, os vasos contendo o substrato foram inclinados para distribuição de cinco conjuntos transversais de quatro tubérculos, totalizando 20 tubérculos por vaso (Figura 10). Os tubérculos foram posicionados a uma profundidade que variou de 1 a 15cm e em seguida foram cobertos com o solo até o preenchimento total dos vasos. O objetivo da variação nas diferentes profundidades de plantio foi de simular as condições de campo.

Foi feita uma adubação com dez gramas de 4-14-8 (N-P-K) por vaso, para melhorar as condições do solo e propiciar melhor desenvolvimento das plantas.

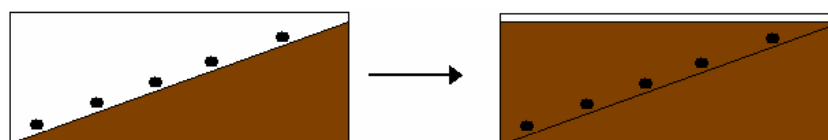


Figura 10. Esquema dos tubérculos no vaso.

Os tratamentos constaram de nove doses crescentes da mistura de herbicidas resultando na dosagem de: 0; 4,6; 9,25; 13,8; 18,5; 23,1; 27,75; 32,3 e 37 g.ha⁻¹ de trifloxysulfuron sodium e 0; 182,8; 365,75; 548,6; 731,5; 914,3; 1097,2; 1280,1 e 1463 g.ha⁻¹ de ametryn, com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado. O consumo de calda foi de 200 l.ha⁻¹, a barra de pulverização utilizada constava de quatro pontas de pulverização XR 110-02 VS. Durante o desenvolvimento da aplicação dos tratamentos e da simulação de chuva foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura

da sala de pulverização, sendo a média de seus valores apresentados no Quadro 5 (Apêndice 1).

Após a aplicação do herbicida os vasos foram mantidos em casa-de-vegetação durante 54 dias (figura 11), sendo irrigados a cada dois dias para manutenção de 60% da capacidade de campo.



Figura 11. Vista geral de experimento.

Ao término do período experimental (54 DAA) foram dadas notas de porcentagem de fitointoxicação, avaliado a densidade de plantas, profundidade dos tubérculos (comprimento do tubérculo até colo de cada planta) e biomassa seca de raiz e da parte aérea.

5.3.2 Ensaio 2, 3 e 4. Eficácia dos ativos TSS e ametryn associados à palha de cana-de-açúcar

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação e em vaso, nas dependências do NuPAM. Foi feita uma adubação de cinco gramas de 4-14-8 (N-P-K) por

vaso, para melhorar as condições do solo utilizado e propiciar melhor desenvolvimento das plantas daninhas.

Os ensaios foram conduzidos para determinar a eficácia da mistura herbicida, no controle de *C. rothundus* (**ensaio 2**); *Brachiaria plantaginea* e *Ipomoea grandifolia* (**ensaio 3**); e *Brachiaria decumbens*, *Euphorbia heterophylla* e *Sida rhombifolia* (**ensaio 4**). Cada grupo de espécies foi semeado conjuntamente nos vasos.

No ensaio 2, foram plantados vinte tubérculos de tiririca por vaso, distribuídos uniformemente na área do mesmo, em profundidade de 1 a 2 cm. Nos experimentos 3 e 4, as quantidades em gramas de sementes utilizadas por vaso foram de 0,58 (*Brachiaria plantaginea*); 1,04 (*Ipomoea grandifolia*); 0,25 (*Sida rhombifolia*); 0,24 (*Euphorbia heterophylla*) e 0,60 (*Brachiaria decumbens*). As quantidades de sementes foram calculadas de acordo com o teste de germinação, visando a germinação de 25 plantas de cada espécie por vaso. A Figura 12 mostra o plantio e a semeadura nos vasos.



Figura 12. Plantio e semeadura dos vasos.

Foi utilizada a quantidade de 5 t.ha^{-1} de palha por ser insuficiente para suprimir completamente a emergência das espécies estudadas nos tratamentos que continham cobertura com palha e ainda permitir a retenção do herbicida aplicado.

A barra de simulação de chuva foi constituída por três pontas de pulverização TK-SS-20 de alta vazão, simulando 30 mm, de acordo com os tratamentos.

A dose dos herbicidas utilizadas foi de $2,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ de produto comercial, resultando em 37 g.ha^{-1} de Trifloxysulfuron sodium e 1.463 g.ha^{-1} de ametryn na aplicação em pré e pós-emergência, dependendo do tratamento, com consumo de calda de 200 l.ha^{-1} , a barra

de pulverização utilizada constava de quatro pontas de pulverização XR 110-02 VS. Durante o desenvolvimento da aplicação dos tratamentos e da simulação de chuva foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala de pulverização, sendo a média de seus valores apresentados no Quadro 6 (Apêndice 1).

Os equipamentos de simulação de chuva e de pulverização de herbicida foram os mesmos utilizados e descritos nos ensaios de dinâmica na palha de cana-de-açúcar, sendo operado da mesma forma a aplicação a Figura 13.



Figura 13. Momento da aplicação.

A irrigação dos vasos foi realizada a cada 2 dias, com auxílio de piceta de laboratório, irrigando o solo abaixo da cobertura com palha, para não promover a movimentação dos ativos da mesma. Os vasos foram pesados a cada dois dias, adicionando-se a quantidade de água necessária para manter a umidade durante todo o período de ensaio.

Os tratamentos foram resultado de uma combinação de diferentes condições de aplicação, em termos de condições ambientais, com e sem simulação de chuva, com e sem simulação de orvalho; do posicionamento do herbicida, aplicando no solo sem palha, sobre a palha e no solo abaixo da palha.

Os três estudos constaram de 8 tratamentos com 4 repetições, descritos a seguir de acordo com a ordem em que foram realizadas as operações:

Tratamento 1 - Plantio ou semeadura seguido de acomodação da cobertura com palha seca (5 t.ha^{-1}) sobre o solo seco, aplicação do herbicida e simulação de chuva de 30 mm após 24 horas;

Tratamento 2- Plantio ou semeadura seguido de simulação de chuva de 30 mm sobre o solo seco, acomodação da cobertura com palha seca (5 t.ha^{-1}) e aplicação do herbicida;

Tratamento 3 - igual ao **T2**, adicionando-se a simulação de orvalho todos os dias pela manhã até o final do ensaio;

Tratamento 4 - Plantio ou semeadura seguido de simulação de chuva de 30mm, acomodação da cobertura com palha seca (5 t.ha^{-1}) e aplicação do herbicida em pós-emergência em plantas com 2-3 folhas (18 DAS);

Tratamento 5 - Plantio ou semeadura seguida de simulação de chuva de 30 mm, aplicação do herbicida e acomodação da cobertura com palha seca (5 t.ha^{-1});

Tratamento 6 - Testemunha com palha - Plantio ou semeadura seguido de simulação de chuva. de 30mm e cobertura com palha;

Tratamento 7 - Plantio ou semeadura seguida de simulação de chuva e aplicação do herbicida;

Tratamento 8 – Testemunha sem palha - Plantio ou semeadura seguida de simulação de chuva.

A simulação de orvalho no tratamento 3 foi realizada com um spray manual, ao amanhecer, durante todo o período experimental.

As avaliações realizadas nos tratamentos do ensaio 2 foram densidade de plantas e avaliações visuais de controle aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após aplicação (DAA). Para os ensaios 3 e 4 avaliou-se a densidade de plantas aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAA, biomassa seca aos 35 DAA e avaliações visuais de controle aos 14, 21, 28 e 35 DAA.

Na avaliação de densidade de plantas foram contadas todas as plantas vivas nos vasos nos períodos descritos. Para obtenção da biomassa seca, foi cortada a parte aérea das plantas vivas e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar (70C° por 96 horas). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com dez tratamentos, constando testemunha com e sem palha, e quatro repetições.

5.3.3 Absorção dos ativos diretamente da palha

Esse experimento teve como objetivo determinar o potencial de controle da mistura herbicida por meio do contato de plântulas com um fragmento de palha de cana-de-açúcar contendo o produto. Para tanto, foi desenvolvida uma metodologia para avaliar o efeito da absorção direta do produto da palha pela superfície foliar das plantas daninhas estudadas.

As espécies de plantas daninhas semeadas neste ensaio foram as seguintes: *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Ipomea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*. A palha de cana-de-açúcar foi separada em fragmentos de 5,0 x 1,5 cm, colocados em suporte madeira e submetidos à aplicação dos herbicidas nas doses de 37g.ha⁻¹ de Trifloxysulfuron sodium e 1.463 g.ha⁻¹ de ametryn, aplicados com a barra de pulverização, com quatro pontas de pulverização XR 110-02 VS, com volume de calda gasto de 200 l.ha⁻¹.

Após a aplicação, os fragmentos de palhas foram colocados em suporte individualizados, composto por um fio de eletricidade encapado, com clipe de metal fixado em uma das extremidades (Figura 14).

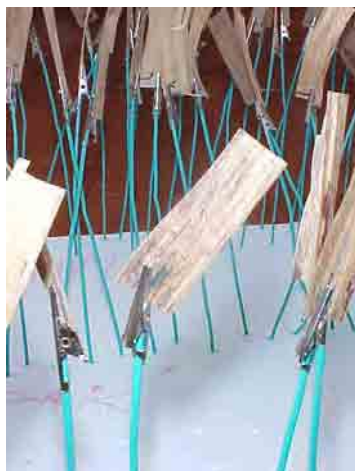


Figura 14. Fragmentos de palha com herbicida

Durante a aplicação dos tratamentos foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala de pulverização, sendo a média de seus valores apresentados no Quadro 7 (Apêndice 1).

Os vasos receberam irrigações a cada dois dias ou conforme a necessidade para manter umidade adequada. De acordo com a ocorrência da germinação, os fragmentos de palha foram acomodados sobre as plântulas (um fragmento por planta), sendo o posicionamento de contato do fragmento com a folha corrigido conforme o crescimento das plântulas (Figura 15) A face do fragmento de palha contendo o produto foi mantida em contato com a superfície foliar durante todo o ensaio.



Figura 15. Fragmentos de palha em cima das plântulas.

Os tratamentos utilizados estão descritos a seguir:

Tratamento 1. constou de aplicação da mistura de herbicidas na palha;

Tratamento 2. constou de aplicação da mistura de herbicidas na palha e umedecimento da palha e umedecimento da mesma quando em contato com a folha;

Tratamento 3. testemunha sem palha;

Tratamento 4. testemunha com palha sem aplicação do herbicida.

Foram realizadas avaliações de biomassa seca e avaliações visuais de controle das plantas daninhas aos 14 DAA. O umedecimento da palha foi realizado, utilizando-se seringa descartável, com intervalo de 3 dias até o final do experimento.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições (cada repetição representada por uma plântula), sendo duas testemunhas (com e sem palha).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Dinâmica da mistura de herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn em palha de cana-de-açúcar

6.1.1 Transposição dos ativos no momento da aplicação

Os resultados do estudo de transposição dos ativos TSS e ametryn obtidos por meio das análises em cromatografia e transformados em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ do herbicida são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Quantidade média do herbicida ametryn, transposto e retido pela palha, no momento da aplicação com as porcentagens expressas em relação ao total aplicado.

Tratamentos Palha (t.ha ⁻¹)	Quantidade transposta (g.ha ⁻¹)	Perdas %	% de Transposição do total aplicado	Transposição %
0	915,03	37,46	62,54	100,00
1	279,10	80,92	19,08	30,50
2,5	63,00	95,69	4,31	6,89
5	10,84	99,26	0,74	1,18
7,5	4,81	99,67	0,33	0,53
10	2,19	99,85	0,15	0,24
15	2,12	99,86	0,14	0,23
20	0,52	99,96	0,04	0,06

Foram feitas as análises do ingrediente ativo trifloxysulfuron sodium, que não apresentou diferenças na deposição quando comparado com o herbicida ametryn, indicando que os resultados obtidos nesse estudo independem de interação entre a palha e o herbicida. O valor do r^2 da regressão encontrado foi de 0,9946, demonstrando a grande correlação entre os resultados obtidos para os dois herbicidas.

Observa-se na Tabela 14 que com 0t.ha⁻¹ a transposição dos ativos foi de 62,54% do total aplicado, este tratamento referencia o estudo, permitindo expressar as porcentagens de transposição dos demais tratamentos com as quantidades crescentes de palha.

Verificamos que com apenas 1t.ha⁻¹ de palha a transposição dos ativos foi menor que 20% do total aplicado. A partir de 2,5t.ha⁻¹ de palha a quantidade de produto que transpôs a palha foi menor que 5%, diminuindo gradativamente até atingir 0,04% do total aplicado com a utilização de 20t.ha⁻¹ de palha.

Resultados semelhantes foram obtidos por Velini & Negrisoni (2000), com aplicação de corante FDC-1 (simulando herbicida) em camadas de palha de 0 a 15 t.ha⁻¹, mostram que com apenas 1 t.ha⁻¹, somente 35,5% transpôs a palha no momento da aplicação. Com 10 e 15 t.ha⁻¹ as porcentagens interceptadas pela palha foi de 99,4 e 99,5%, respectivamente.

Mesmo havendo um pouco de diferença entre os resultados obtidos por Velini & Negrisoni (2000), isso pode ser explicado pela conformação da palha na unidade

experimental. No campo de produção, as palhas se encontram em condições de distribuição e tamanho bastante distintos, o mesmo ocorre na unidade experimental, é visual a diferença de acomodação da palha nas parcelas. Contudo, o comportamento de saída dos ativos nas maiores quantidades de palha foi muito semelhante aos observados neste estudo.

6.1.1.1 Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de retenção

No estudo de transposição da mistura de herbicidas foi utilizado o Modelo de Mitscherlich simplificado. No modelo aplicado neste experimento o parâmetro “a” é considerado 100 e o “b” é 0, analisando a equação de regressão para transposição dos ativos aplicados na palha de cana-de-açúcar pela aplicação do modelo simplificado de Mitscherlich, obteve-se um $r^2 = 0,9995$. Na Figura 16 pode-se observar o dados originais e os ajustados pelo modelo utilizado neste experimento, mostrando o ajuste dos dados e sua precisão.

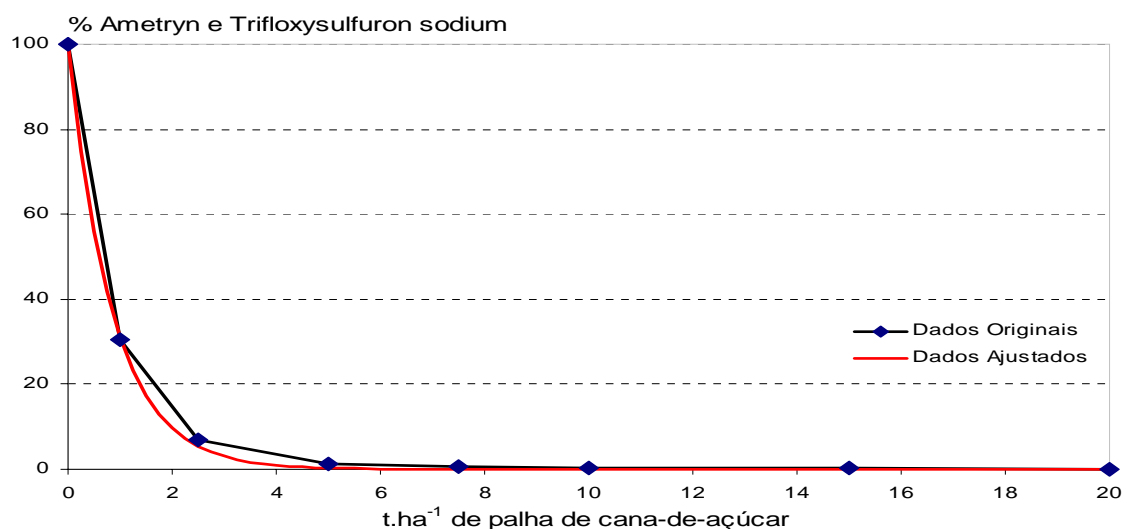


Figura 16. Dados originais e ajustados para a transposição dos herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn no momento da aplicação em diferentes quantidades de palha.

6.1.2 Dinâmica dos herbicidas trifloxysulfuron sodium e ametryn em diferentes quantidades de palha e chuva.

Utilizando-se o método cromatográfico desenvolvido, foi realizada a quantificação dos herbicidas no ensaio de dinâmica do produto em diferentes quantidades de palha e chuva. Os resultados obtidos para 100mm de chuva acumulados e transformados em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ do herbicida estão apresentados na Tabela 15 e 16.

Tabela 15. Quantidade média de ametryn que transpôs a palha com simulação de 100 mm de chuva acumulada.

Tratamentos ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de palha)	Quantidade total recuperada ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	% do ametryn recuperado
5	1120,05	77,78
10	898,05	62,36
15	931,37	64,68
20	732,26	50,85

Tabela 16. Quantidade média de trifloxysulfuron sodium que transpôs a palha com simulação de 100 mm de chuva acumulada.

Tratamentos ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de palha)	Quantidade total recuperada ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	% do TSS recuperado
5	36,28	98,04
10	31,92	86,26
15	31,34	84,70
20	22,15	61,17

Verifica-se na Tabela 15 e 16, que a quantidade total de herbicida lixiviada com simulação de chuvas e acumuladas em 100 mm, foi dependente da quantidade

de palha de cana-de-açúcar. Observa-se que o total de produto lavado pelas chuvas acumuladas foi maior em 5 t.ha^{-1} do que nas demais.

Em contraste, o trabalho realizado por Velini *et al.* (2002a), com aplicação de tebuthiuron em 5 a 20 t.ha^{-1} de palha de cana-de-açúcar e 2,5 a 65 mm de chuva simulada, foi observado que a quantidade de palha pouco influenciou no comportamento de saída dos herbicidas da palha.

Na Tabela 15 observa-se que a quantidade máxima de ametryn que transpôs a palha foi 1120 g.ha^{-1} do ativo e em 5 t.ha^{-1} de palha, o que representa pouco mais de 77% do produto aplicado, em contrapartida na Tabela 16, onde estão apresentados os valores de transposição para o ingrediente ativo trifloxysulfuron sodium, verificamos que a máxima transposição foi de 98% do total aplicado e também com 5 t.ha^{-1} de palha.

Esses resultados indicam que a saída dos ingredientes ativos da palha são dependentes de interações entre cada molécula herbicida com a palha. Resultados obtidos por Velini *et al.* (2002) demonstraram que dependendo da formulação, o herbicida tebuthiuron pode ser mais ou menos retido na palha.

6.1.2.1 Ajuste do Modelo de Mitscherlich aos dados de lixiviação de trifloxysulfuron sodium e ametryn.

No estudo de lixiviação da mistura herbicida de trifloxysulfuron sodium e ametryn em diferentes quantidades de palha e chuva, foi utilizado o modelo de Mitscherlich completo. A descrição dos parâmetros das equações de regressão obtidas para lixiviação dos ativos, nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e chuva, pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich encontra-se descritos na Tabela 17 e 18.

Verifica-se que em todos os tratamentos as estimativas de “a” do modelo de Mitscherlich aplicados, são quantidades do produto iguais daquelas obtidas pela simulação de chuva acumulada (transposta). Os valores indicam que foi recuperada a máxima quantidade dos herbicidas da palha de cana-de-açúcar que poderia ser obtida pelo ajuste do

modelo utilizado. Observa-se também no tratamento de 20 t.ha⁻¹ que houve uma significativa redução nas quantidades dos herbicidas que lixiviaram em relação ao tratamento com 5 t.ha⁻¹.

Analisando-se os coeficientes de determinação das equações de regressão, verifica-se o ajuste preciso dos dados ao modelo utilizado.

Tabela 17. Valores das constantes das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do herbicida ametryn lixiviado com diferentes lâminas de chuva e com diferentes quantidades de palha.

Tratamentos	Parâmetros do Modelo de Mitscherlich			Quantidade transposta (g.ha ⁻¹)	r ²	Valor F
	a	b	c			
5 t.ha ⁻¹	1.078,572	-0,467	0,103	1.120,05	0,9849	42,6342**
10 t.ha ⁻¹	849,148	-0,397	0,096	889,05	0,9779	43,8674**
15 t.ha ⁻¹	877,564	-0,095	0,071	931,37	0,9769	51,2423**
20 t.ha ⁻¹	2075,413	0,186	0,073	732,26	0,9839	45,3471**

** significativo a 1% de probabilidade

Tabela 18. Valores das constantes das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do herbicida trifloxysulfuron sodium lixiviado com diferentes lâminas de chuva e com diferentes quantidades de palha.

Tratamentos	Parâmetros do Modelo de Mitscherlich			Quantidade transposta (g.ha ⁻¹)	r ²	Valor F
	a	b	c			
5 t.ha ⁻¹	35,511	-0,371	0,122	36,28	0,9950	18,3416**
10 t.ha ⁻¹	30,871	-0,793	0,110	31,92	0,9903	27,1222**
15 t.ha ⁻¹	30,194	-0,404	0,083	31,34	0,9844	44,2048**
20 t.ha ⁻¹	22,085	-0,297	0,080	22,15	0,9944	39,5024**

** significativo a 1% de probabilidade

Em relação ao parâmetro “c” do modelo de Mitscherlich, que representa a concavidade da curva de saída e a eficiência na retirada do produto da palha, verifica-se uma tendência de saída do produto com maior facilidade para as menores

quantidades de palha, sendo que houve um aumento na taxa de extração do herbicida da palha de cana-de-açúcar pelo incremento de cada milímetro de chuva simulada, de acordo com o modelo aplicado, mais de 99% do ametryn da máxima saída, observada no modelo, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 20, 22, 29 e 28 mm, para as quantidades de palha de 5; 10; 15 e 20 t.ha⁻¹, respectivamente. Considerando 90% de saída, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 10,25; 11; 14,25 e 14 mm para as quantidades crescentes de palha. Para o herbicida trifloxysulfuron sodium mais de 99% da máxima quantidade lixiviada, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 16,75, 19, 25 e 26 mm, para as quantidades de palha de 5; 10; 15 e 20 t.ha⁻¹, respectivamente; se considerarmos 90% da máxima saída, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 8,75; 10; 12,5 e 13 mm para as quantidades crescentes de palha

Em um estudo realizado por Velini *et al.* (2002a), com aplicação de tebuthiuron em 5 a 20 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar e 2,5 a 65 mm de chuva simulada, foi observado que em todas as situações, os 20 mm iniciais de precipitação foram os mais importantes em termos de remoção do herbicida da palha.

Na Figura 17 são apresentados os dados ajustados para a lixiviação de ametryn e trifloxysulfuron sodium aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar quando submetido à simulação de chuva 24 horas após a aplicação. Houve uma maior lixiviação dos dois herbicidas em 5 t.ha⁻¹ quando comparada com as demais quantidades de palha, sendo que com 20 t.ha⁻¹ ocorreu a menor transposição até a simulação da precipitação de 100 e 50 mm.

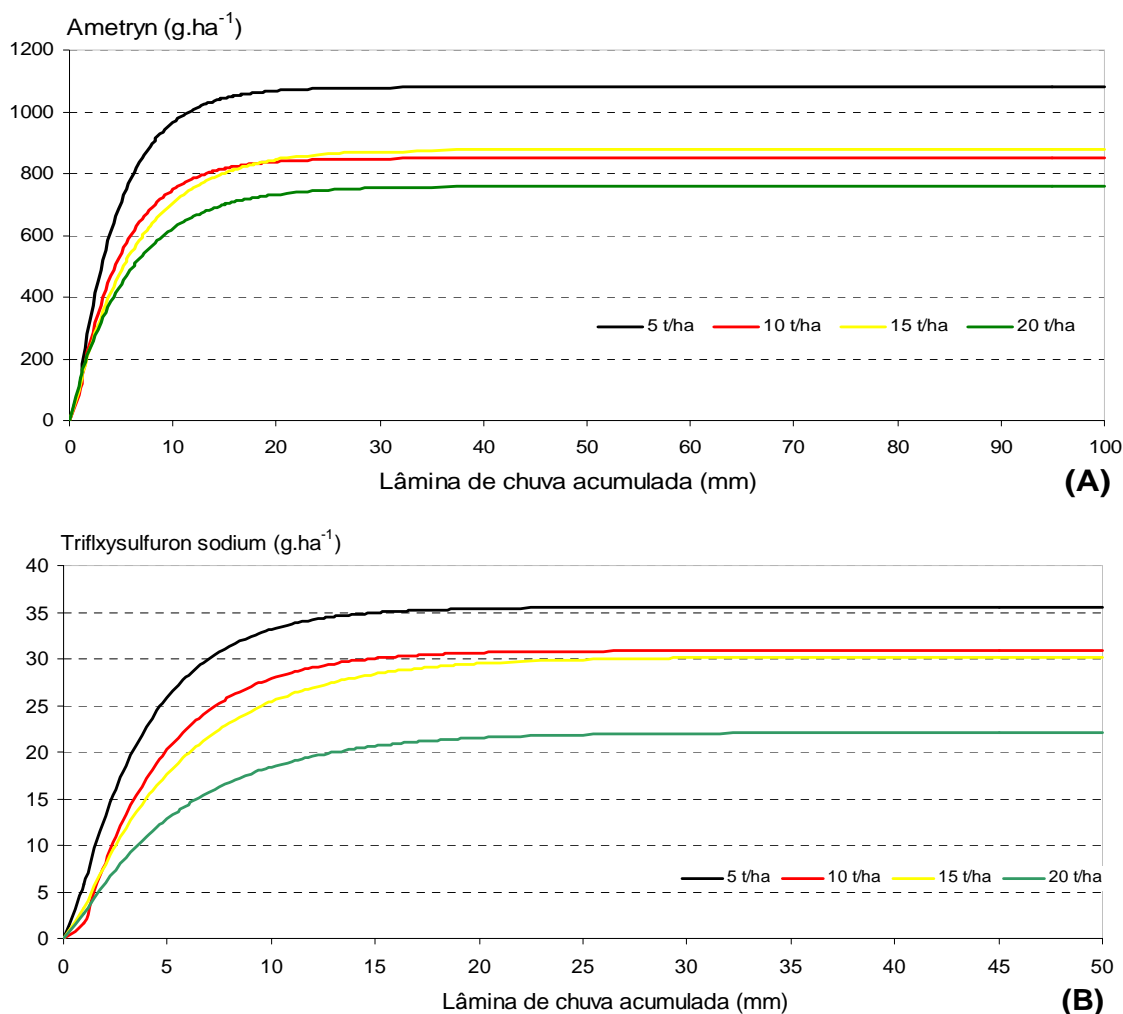


Figura 17. Modelo de Mitscherlich ajustado aos dados de lixiviação de Ametryn (A) e Trifloxysulfuron sodium (B) com diferentes lâminas de chuva e em diferentes quantidades de palha.

Em estudo realizado por Tofoli *et al.* (2002), com aplicação de atrazine sobre 10 t.ha⁻¹ de cana-de-açúcar e simulando chuva acumulada de 65 mm, observaram que 92% de atrazine foi lixiviado. Neste estudo com ametryn e tryfloxysulfuron sodium foi observado que 92% dos ativos foram retirados com 12 e 11 mm de chuva, respectivamente.

6.1.3 Dinâmica da mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn em diferentes períodos de permanência na palha

A quantidade correspondente à de 10 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar cv. RB 85-5536 foi selecionada em função dos resultados obtidos no estudo anterior e realizados por Velini & Negrisoni (2000). Esta quantidade é representativa daquelas encontradas em campo logo após a colheita da cultura, e permite minimizar a transposição da calda de aplicação no momento da pulverização.

Foi realizada a quantificação dos herbicidas no experimento de dinâmica do produto para diferentes períodos de permanência na palha. Os resultados obtidos e transformados em g.ha⁻¹ do herbicida são apresentados na Tabela 20 e 21.

Verifica-se na Tabela 19 e 20 que, de um modo geral, a quantidade total de herbicida extraída com simulação de 100 mm de chuva foi dependente do período de permanência dos ativos na palha de cana-de-açúcar, sem chuva, sendo que em 0 DAA foi maior a extração do que nas demais.

Tabela 19. Quantidade de ametryn recuperada nos tratamentos aplicados (Média de 4 repetições).

Tratamentos (Dias após a aplicação)	Quantidade total recuperada (g.ha ⁻¹)	% do ametryn recuperado
0	1032,67	70,59
1	825,50	56,43
7	251,33	17,18
14	127,94	8,75
28	76,64	5,24

Tabela 20. Quantidade de TSS recuperada nos tratamentos aplicados (Média de 4 repetições).

Tratamentos (Dias após a aplicação)	Quantidade total recuperada (g.ha ⁻¹)	% do TSS recuperado
0	31,04	83,88
1	28,82	77,89
7	7,12	19,24
14	4,51	12,18
28	0,71	1,91

6.1.3.1 Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de lixiviação em diferentes períodos de permanência do herbicida na palha.

O modelo de Mitscherlich foi ajustado aos dados no estudo de lixiviação dos herbicidas nos diferentes períodos de permanência, na quantidade de 10 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, sem a ocorrência de chuva.

A descrição dos parâmetros das equações de regressão obtidas para lixiviação dos herbicidas, nos diferentes tratamentos, pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich encontra-se descrito na Tabela 21 e 22.

Verifica-se na Tabela 21, que no tratamento 0 DAA a estimativa de “a” do modelo de Mitscherlich aplicado, apesar de serem quantidades próximas daquelas obtidas pela simulação de chuva, os valores indicam ser possível ainda se extrair uma pequena quantidade de herbicida ametryn da palha de cana-de-açúcar pelo aumento da precipitação. Contudo nos tratamentos 1, 7, 14 e 28 DAA as estimativas de “a”, são quantidades iguais ou inferiores aquelas obtidas pela simulação de chuva, portanto esses valores indicam que foi recuperada a máxima quantidade do herbicida ametryn da palha de cana-de-açúcar. Observa-se também nos tratamentos 7, 14 e 28 DAA que houve uma significativa redução na quantidade do ametryn lixiviado em relação aos tratamentos 0 e 1 DAA, sendo mais acentuada se comparada com o 0 DAA. O período de permanência de 0 DAA foi o que apresentou a maior lixiviação do herbicida.

Tabela 21. Valores das constantes das equações de regressão, obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do ametryn lixiviado na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência.

Tratamentos	Parâmetros do Modelo de Mitscherlich			Quantidade transposta (g.ha ⁻¹)	r ²	Valor F
	a	b	c			
0 DAA	1059,794	-0,264	0,075	1032,67	0,987	43,1185**
1 DAA	772,332	0,180	0,052	825,50	0,973	61,9640**
7 DAA	234,097	0,488	0,037	251,33	0,969	68,3147**
14 DAA	126,347	4,395	0,018	127,94	0,978	72,6391**
28 DAA	78,057	22,712	0,013	76,64	0,992	41,1611**

** significativo a 1% de probabilidade

Tabela 22. Valores das constantes das equações de regressão, obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do Trifloxysulfuron sodium transposto na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência.

Tratamentos	Parâmetros do Modelo de Mitscherlich			Quantidade transposta (g.ha ⁻¹)	r ²	Valor F
	a	b	c			
0 DAA	30,9061	0,277	0,090	31,04	0,9998	22,2090**
1 DAA	28,1719	-0,944	0,115	28,82	0,9961	30,2781**
7 DAA	6,8915	0,290	0,079	7,12	0,9868	40,9936**
14 DAA	4,4195	2,273	0,051	4,51	0,9795	43,5814**
28 DAA	0,7168	0,384	0,068	0,71	0,9942	21,3787**

** significativo a 1% de probabilidade

Em relação ao parâmetro “c” do modelo de Mitscherlich, que representa a concavidade da curva de saída e a eficiência na retirada do produto da palha, anteriormente verificou-se uma tendência de saída do produto com maior facilidade para as menores quantidades de palha, sendo que houve um aumento na taxa de extração do herbicida da palha de cana-de-açúcar pelo incremento de cada milímetro de chuva simulada. De acordo com o modelo aplicado, mais de 99% do ametryn da máxima saída, observada no modelo, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 27, 40, 55, 90 e 90 mm, para os períodos de 0; 1; 7; 14; 28 DAA, respectivamente; se considerarmos 90% da máxima saída, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 13,75; 19,75; 27,50 e 50 mm para os períodos de 0; 1; 7; 14 e 28 DAA. Para o herbicida trifloxysulfuron sodium mais de 99% do produto da máxima saída, observada no modelo, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 22; 18,5; 25; 40 e 29 mm, para os períodos de 0; 1; 7; 14; 28 DAA, respectivamente; se considerarmos 90% da máxima saída, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 11; 9,75; 12,75; 17,5 e 14,5 mm para as quantidades crescentes de palha.

Na Figura 17 são representadas as equações ajustadas a lixiviação de Ametryn (A) e trifloxysulfuron sodium (B) aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar quando submetido à simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência após a aplicação.

A análise da Figura 18 mostra que houve maior lixiviação do ametryn no período de 0 DAA de permanência do produto na palha, sem a ocorrência de chuva, quando comparado com os demais tratamentos. Observou-se a menor lixiviação no tratamento de 1

DAA e mais acentuado nos tratamentos de 7, 14 e 28 DAA na quantidade de 10 t.ha^{-1} palha de cana-de-açúcar, sendo as menores lixiviações até a simulação da precipitação de 100 mm. O mesmo foi observado em estudo realizado por Velini *et al.* (2002b), com aplicação de tebuthiuron sobre 10 t.ha^{-1} de palha de cana-de-açúcar com 0 a 28 DAA de permanência e simulando chuva acumulada de 65 mm, observaram que foi reduzida a liberação do produto da palha nos longos períodos.

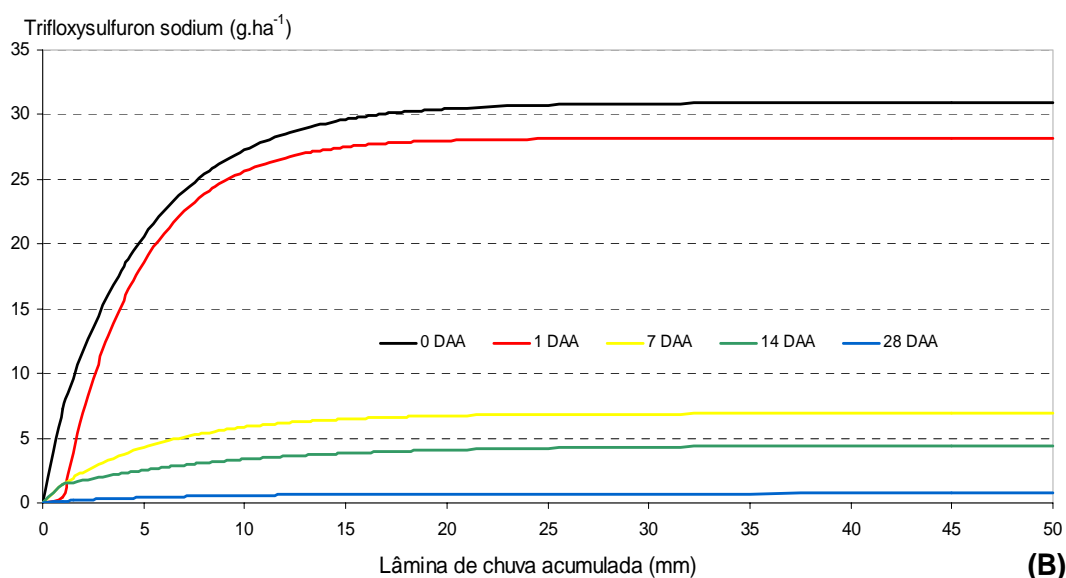
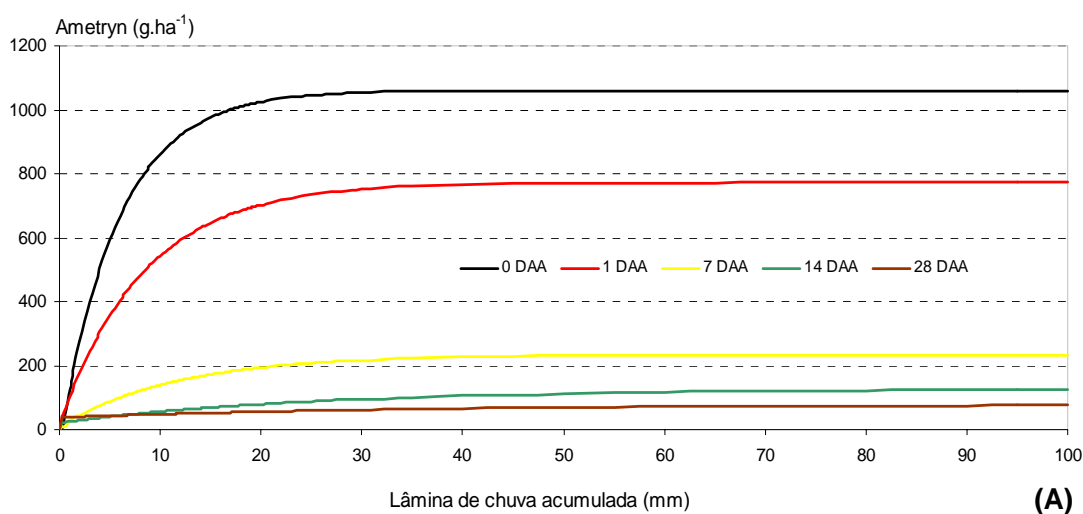


Figura 18. Modelo de Mitscherlich ajustado aos dados de lixiviação de Ametryn (A) e Trifloxysulfuron sodium (B) com diferentes lâminas de chuva e em diferentes períodos de permanência na palha.

6.2 Eficiência dos herbicidas tryfloxysulfuron sodium + ametryn em palha de cana-de-açúcar

6.2.1 Eficácia da mistura tryfloxysulfuron sodium + ametryn no controle em pré-emergência de tiririca (*Cyperus rothundus*)

Na Tabela 23 estão apresentados os resultados do efeito das doses de tryfloxysulfuron sodium + ametryn aplicados em pré-emergência de tiririca (*Cyperus rothundus*), onde, segundo a escala ALAM (1974) de notas se observa controle satisfatório (> 70,0 %) para as doses acima de 13,8 e 548,6 g.ha⁻¹ de TSS e ametryn, respectivamente, e conseqüente redução da biomassa seca da parte aérea, raiz, tubérculos e densidade de plantas representada pelas manifestações epígeas.

Doses acima de 23,1 e 914,3 g.ha⁻¹ de TSS e ametryn, respectivamente, apresentaram resultados de controle excelentes (> 95%) segundo a escala ALAM e resultou também em redução de 99,4% da biomassa seca das manifestações epígeas, 75,3% da biomassa seca de raiz e tubérculo, e 79,8% da densidade de plantas.

Tabela 23. Porcentagens de controle, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca da parte subterrânea e densidade de plantas de *Cyperus rothundus*, avaliadas aos 54 dias após a aplicação da mistura de herbicidas.

Tratamentos doses (g.ha ⁻¹) TSS + Ametryn	Controle %	Biomassa da parte aérea (g/vaso)	Biomassa de raiz e tubérculos (g/vaso)	Densidade de plantas (plantas/vaso)
1. 0 + 0	0	13,05 A	28,08 A	27,25 BC
2. 4,60 + 182,8	0	9,93 B	22,20 B	38,75 A
3. 9,25 + 365,7	38	4,22 C	11,98 C	30,75 AB
4. 13,8 + 548,6	78	1,13 C	7,38 D	16,50 CD
5. 18,5 + 731,5	88	0,57 D	6,46 D	11,50 D
6. 23,1 + 914,3	97	0,07 D	6,91 D	5,50 D
7. 27,7 + 1097,2	98	0,17 D	5,62 D	7,25 D
8. 32,3 + 1280,1	97	0,17 D	6,24 D	8,00 D
9. 37,0 + 1463,0	95	0,57 D	7,26 D	8,75 D
C.V. (%)	~~	34,11	16,73	27,61
Teste F	~~	74,44**	73,89**	26,21**

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Os resultados indicam que a mistura herbicida, sob o ponto de vista agrônomo, tem potencial para ser recomendada em pré-emergência, sendo necessário a realização de ensaios em campo para validar o uso nesta modalidade de aplicação.

É importante ressaltar que a dose do tratamento 6 representa apenas 62,5% da dose comercial recomendada, e o controle das plantas encontrado nesse estudo, foi significativamente maior do que os resultados encontrados na literatura e em pós-emergência.

Na Figura 19, estão representados graficamente os resultados de massa seca das plantas de tiririca, onde podemos verificar que para todos os parâmetros avaliados houve redução significativa e importante a partir do tratamento 4 ($13,8 + 548,6 \text{ g. ha}^{-1}$), embora os resultados de germinação não tenham resultados em diferenças entre T4 e a testemunha, os resultados de biomassa seca de plantas mostram diferenças significativas a partir da menor dose (T2).

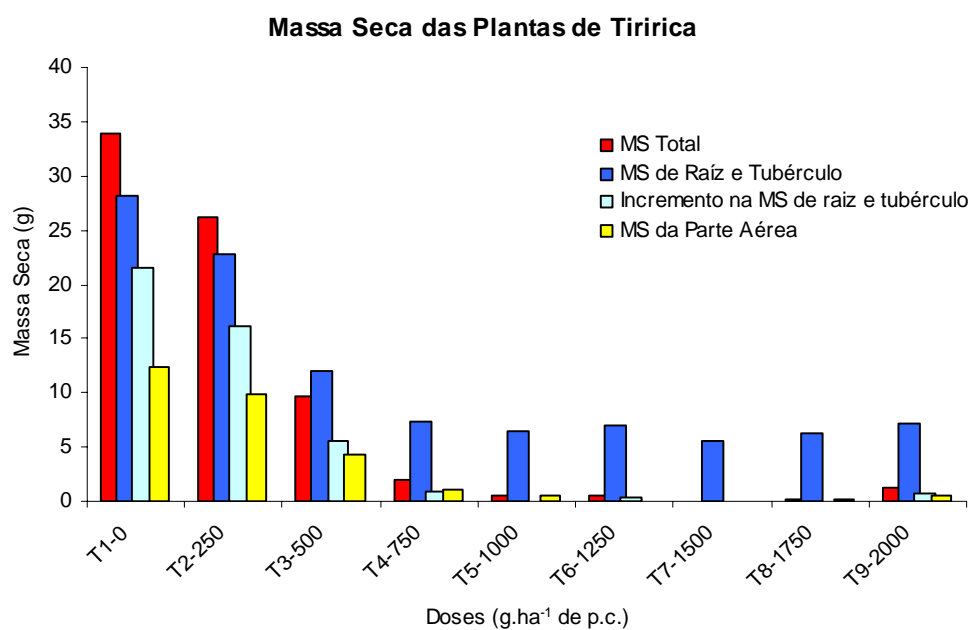


Figura 19. Massa seca, total, de raiz e tubérculo, incremento de raiz e tubérculo e da parte aérea das plantas de tiririca aos 54 DAA.

Na Figura 20, observamos a relação entre o número de plantas em cada tratamento e a massa seca por planta, que elucida melhor os resultados, pois apesar das diferenças em número de plantas ser significativa apenas a partir da dose do tratamento 5, observamos que estas plantas não se desenvolveram. O contrário ocorreu na testemunha, onde se observa menor número de plantas quando comparada com a dose do tratamento 2, mas com relação a massa seca por plantas (figura 20), isso pode ser explicado, pois na testemunha as plantas tiveram um crescimento 70% maior, indicando uma competição intensa pelos fatores de crescimento no vaso.

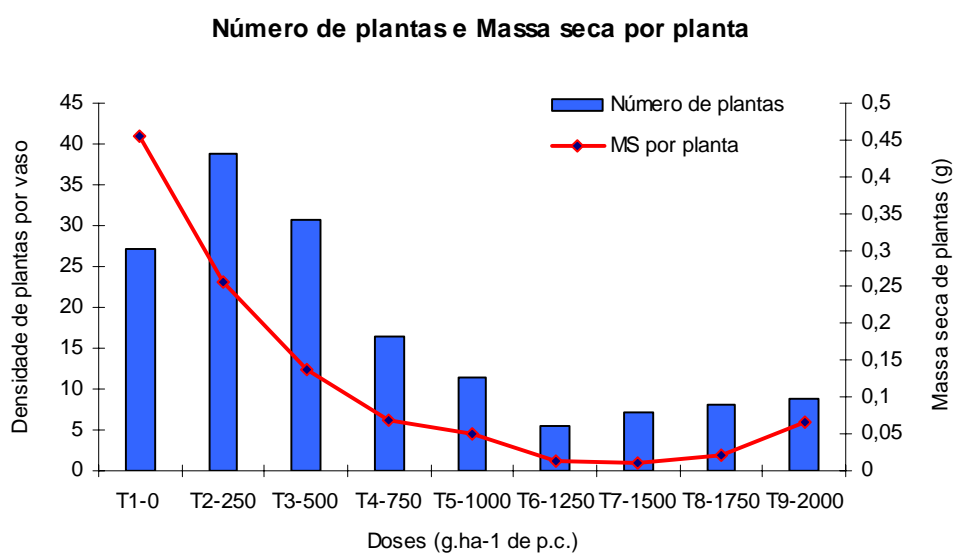


Figura 20. Número de plantas e massa seca por planta aos 54 DAA.

A seguir, na Figura 21 estão representados os tratamentos ao final do ensaio.

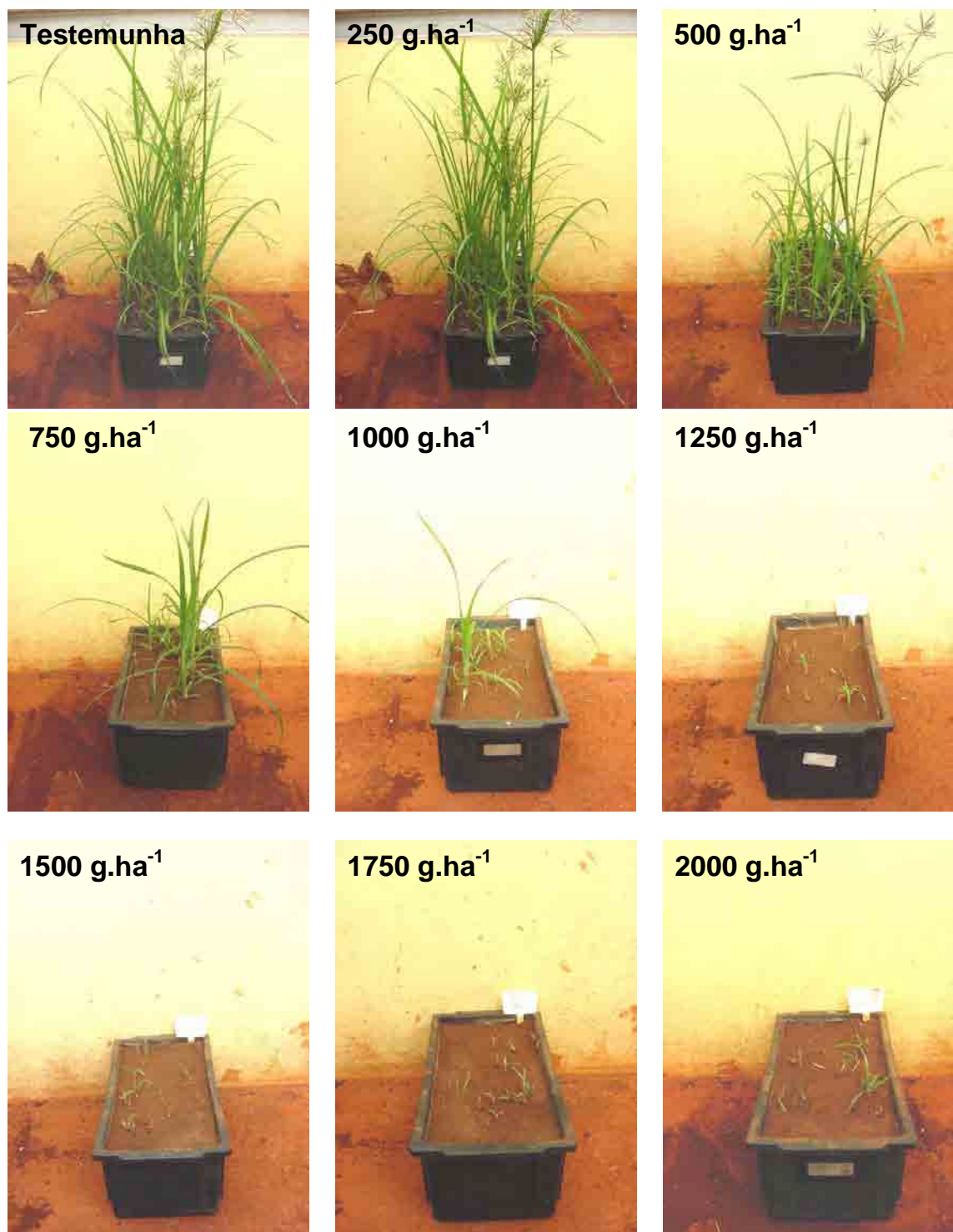


Figura 21. Tratamentos ao final do ensaio.

6.2.2 Eficácia dos ativos associados à palha de cana-de-açúcar

6.2.2.1 Ensaio 2 – Tiririca (*Cyperus rothundus*)

Na Tabela 24 são apresentados os dados de controle realizado nas respectivas datas, onde o T1 (cobertura com palha, aplicação e simulação de chuva), T5 (chuva, aplicação e cobertura com palha) e T7 (chuva seguida de aplicação sem cobertura de palha) promoveram excelente controle (> 90%) aos 49DAA. Esses tratamentos indicaram que a mistura de herbicidas quando aplicada em pré-emergência não difere na aplicação sobre o solo ou palha, contanto que ocorra uma chuva para a lixiviação dos herbicidas da palha, pois analisando o T2 (aplicação sobre a palha e sem simulação de chuva) verificamos que o controle não diferiu do T6 (testemunha com palha).

Os tratamentos, T3 (cobertura com palha, aplicação e simulação de orvalho) e T4 (aplicação nas plantas com 15cm de altura) promoveram controle satisfatório, em torno de 70%.

Tabela 24. Porcentagens de controle de plantas de *Cyperus rothundus*, nas seis avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Porcentagens de controle					
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA	42DAA	49DAA
	%	%	%	%	%	%
T1	100	100	100	100	100	98,8
T2	5	17,5	22,5	12,5	10	3,75
T3	5	28,8	75	71,3	77,5	72,5
T4	0	16,3	65	65	72,5	67,5
T5	98	98	100	100	99,5	99,3
T6	0	0	0	0	0	0
T7	100	100	99,8	99,5	99,8	99,8
T8	0	0	0	0	0	0

Resumo dos tratamentos: T1(Plantio-palha-herbicida-chuva), T2(Plantio-chuva-palha-herbicida), T3(Plantio-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Plantio-chuva-palha-herbicida em pós), T5(Plantio-chuva-herbicida-palha), T6(Plantio-chuva-palha), T7(Plantio-chuva-herbicida), T8(Plantio-chuva).

O controle visual no tratamento 4 foi próximo a 70% (Tabela 24), contudo o número de manifestações epígeas (Tabela 25) neste tratamento (25,75 plantas) e no T2 (25,00 plantas) não diferiu significativamente das testemunhas (28,25 e 29,75 plantas). Os tratamentos T1, T3, T5 e T7 apresentaram número de plantas germinadas de 1,75; 15,25; 1,00 e 0,25; respectivamente, sendo estes valores menores que as testemunhas.

Tabela 25. Densidade de plantas de *Cyperus rothundus*, nas sete avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Número de plantas por vaso							
	7DAA	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA	42DAA	49DAA	
T1	0 B	0 D	0 D	0 D	0 D	0,7 C	1,7 C	
T2	1,0 AB	14,5 BC	19,2 BC	22,2 B	21,7 B	22,7 A	25 A	
T3	1,5 AB	12,7 C	12,2 C	13,7 C	13,7 C	14,2 B	15,2 B	
T4	3,0 A	24,7 A	25,2 AB	25,7 AB	25,5 AB	25 A	25,7 A	
T5	0,2 B	0 D	0,7 D	1,2 D	1,2 D	0,2 C	1,0 C	
T6	0 B	23 AB	29,2 A	29 AB	26,5 AB	28,7 A	28,2 A	
T7	0 B	0 D	0 D	0,5 D	0,5 D	0,5 C	0,2 C	
T8	0 B	27,7 A	31,2 A	30,5 A	31 A	31 A	29,7 A	
C.V. (%)	144,11	31,6	28,45	19,91	17,56	23,51	15,46	
Teste F	4,36**	33,47**	40,59**	74,92**	96,93**	53,82**	113,11**	

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Resumo dos tratamentos: T1(Plantio-palha-herbicida-chuva), T2(Plantio-chuva-palha-herbicida), T3(Plantio-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Plantio-chuva-palha-herbicida em pós), T5(Plantio-chuva-herbicida-palha), T6(Plantio-chuva-palha), T7(Plantio-chuva-herbicida), T8(Plantio-chuva).

Para o T3, os resultados foram de controle satisfatório, mostrando que a simulação de orvalho aumentou o controle das plantas, visto que no T2, tratamento igual, mas sem a simulação de orvalho, foi observado um controle que não diferiu das testemunhas.

A seguir, na figura 22 estão representados os tratamentos ao final do ensaio.

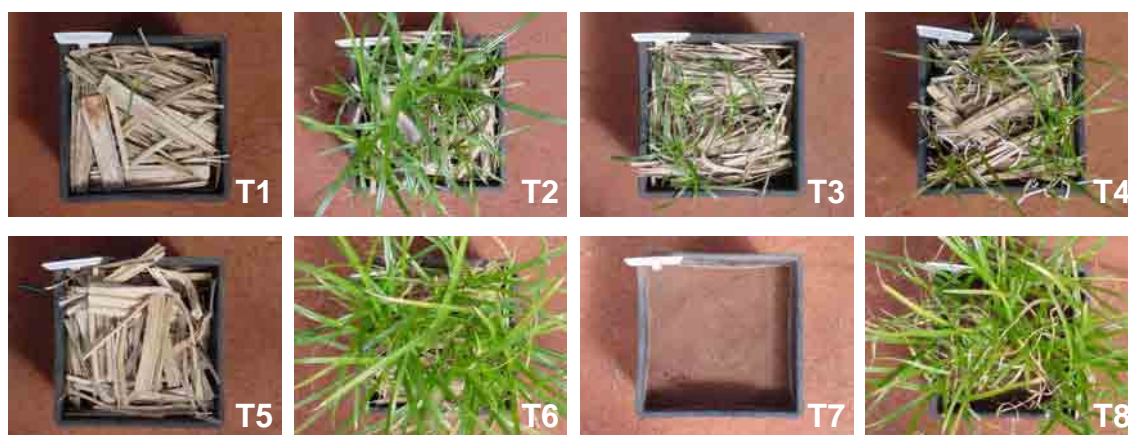


Figura 22. Tratamentos ao final do ensaio (49 DAA).

6.2.2.2 Ensaio 3 – *Brachiaria plantaginea* e *Ipomea grandifolia*

Nas Tabelas 26 e 27 estão apresentadas as notas de controle para *Brachiaria plantaginea* e *Ipomea grandifolia*, onde todos os tratamentos promoveram controle eficiente (> 95%) aos 35 DAA.

Tabela 26. Porcentagens de controle de *Brachiaria plantaginea*, nas quatro avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Porcentagens de controle			
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
	%	%	%	%
T1	97	98	99	99
T2	94	99	99	98
T3	96	94	94	95
T4	0	99	99	99
T5	99	100	100	100
T6	0	0	0	0
T7	97	100	100	100
T8	0	0	0	0

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Tabela 27. Porcentagens de controle de *Ipomea grandifolia*, nas quatro avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Porcentagens de controle			
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
	%	%	%	%
T1	83	97	100	99
T2	92	97	99	99
T3	92	93	94	95
T4	0	100	99	98
T5	93	96	100	99
T6	0	0	0	0
T7	82	91	100	99
T8	0	0	0	0

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Diferente dos resultados obtidos com o ensaio anterior (*cyperus rothundus*), nesse estudo foi constatado o controle considerado excelente para todos os tratamentos. Analisando o tratamento T2, foi observado que a mistura herbicida promoveu o controle das duas espécies sem a simulação de chuva, sugerindo que, para estas espécies o controle é realizado apenas com o contato da superfície foliar com as palhas contaminadas com os herbicidas.

Nas Tabelas 28 e 29 verificamos a densidade de plantas de *Brachiaria plantaginea* e *Ipomea grandifolia*, as quais apresentaram comportamento muito semelhante aos tratamentos. Todos os tratamentos apresentaram densidade de plantas em número inferior as testemunhas.

Tabela 28. Densidade de plantas de *Brachiaria plantaginea*, avaliadas nos diferentes dias após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Dias após a aplicação (<i>Brachiaria plantaginea</i>)									
	7DAA		14DAA		21 DAA		28 DAA		35DAA	
T1	2.0	C	4.2	D	0.2	AB	1.2	C	0.7	C
T2	4.5	BC	5.7	CD	0.2	AB	1.5	C	0.5	C
T3	5.2	BC	4.7	D	3.2	A	3.2	C	3.0	C
T4	8.7	B	15.2	B	0.2	AB	0.5	C	0.5	C
T5	1.2	C	0.2	D	0	B	0	C	0	C
T6	3.2	C	12.7	BC	~		20.	B	20.2	B
T7	2.7	C	6.5	CD	0	B	0	C	0	C
T8	16.5	A	36	A	~		39.7	A	39.7	A
C.V. (%)	38,31		31,47		215,06		30,57		29,87	
Teste F	22,34**		45,13**		3,15*		128,47**		144,34**	

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Tabela 29. Densidade de plantas de *Ipomea grandifolia*, avaliadas nos diferentes dias após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Dias após a aplicação (<i>Ipomea grandifolia</i>)									
	7DAA		14DAA		21 DAA		28 DAA		35DAA	
T1	12.5	C	12	BCD	5	AB	5.5	C	3.5	C
T2	9.5	C	7	CD	1.7	B	2.5	C	1.2	C
T3	16	BC	5.2	D	2.5	AB	3	C	2.7	C
T4	15.5	BC	22.7	B	0	B	0.2	C	0.5	C
T5	10.7	C	5	D	3.2	AB	2.7	C	2.2	C
T6	15.2	BC	22.7	B	~		24.7	B	24.7	B
T7	23.5	AB	17.7	BC	8.5	A	9	C	9	C
T8	32.2	A	35.7	A	~		36.5	A	36.5	A
C.V. (%)	24,34		30,76		78,39		36,22		37,62	
Teste F	13,49**		19,21**		4,64**		46,79**		49,53**	

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Na Tabela 30 estão apresentados os resultados de produção de biomassa seca de BRAPL e IOAGR, onde aos 35 DAA observa-se redução significativa para todos os tratamentos estudados em relação às duas testemunhas (T6 e T8).

Analisando os resultados das testemunhas T6 e T8 (com e sem palha), no controle e na produção de biomassa seca não são observadas diferenças, apenas na densidade de plantas. Esses resultados podem ser explicados devido a alta densidade de plantas no T8 (testemunha sem palha), sugerindo que a alta densidade no T8 resultou em alta competição pelos fatores de produção no vaso.

A tabela 28 e 29, mostram também que na maioria dos tratamentos ocorreu a germinação das plantas no início do ensaio (até 7 ou 14 DAA) e a partir dos 14 ou 21 DAA as plantas começaram a morrer.

Tabela 30. Biomassa seca da parte aérea de plantas de *Brachiaria plantaginea* e *Ipomea grandifolia*, avaliadas aos 35 dias após a aplicação da mistura herbicida .

Tratamentos	Biomassa seca de plantas (g/vaso)	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	<i>Ipomea grandifolia</i>
T1	0.0013 B	0.0392 B
T2	0.0064 B	0.0367 B
T3	0.1667 B	0.0411 B
T4	0.0019 B	0.0007 B
T5	0.0000 B	0.0350 B
T6	1.1415 A	2.4068 A
T7	0.0000 B	0.0875 B
T8	1.3645 A	2.5900 A
C.V. (%)	67,74	49,16
Teste F	25,71**	50,14**

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

A seguir, na Figura 23 estão representados os tratamentos ao final do ensaio.



Figura 23. Tratamentos ao final do ensaio (28 DAA).

6.2.2.2 Ensaio 4 – *Brachiaria decumbens*, *Euphorbia heterofila* e *Sida rhombifolia*

Os resultados das notas de controle para *Brachiaria decumbens*, e *Euphorbia heterofila* estão apresentados nas Tabelas 31 e 32. O controle dessas espécies atingiu valores superiores a 90% aos 35 DAA.

Tabela 31. Porcentagens de controle de *Brachiaria decumbens*, nas quatro avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Porcentagens de controle			
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
	%	%	%	%
T1	96	99	99	99
T2	97	97	98	98
T3	95	92	92	91
T4	0	100	100	99
T5	98	99	99	99
T6	0	0	0	0
T7	95	99	99	99
T8	0	0	0	0

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Tabela 32. Porcentagens de controle de *Euphorbia heterofila*, nas quatro avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Porcentagens de controle			
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
	%	%	%	%
T1	92	97	97	96
T2	98	98	99	98
T3	96	96	96	98
T4	0	100	100	99
T5	97	99	99	99
T6	0	0	0	0
T7	85	92	92	91
T8	0	0	0	0

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Tabela 33. Porcentagens de controle de *Sida rhombifolia*, nas quatro avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Controle, SIDRH			
	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
	%	%	%	%
T1	92	97	98	98
T2	96	98	98	99
T3	91	90	90	89
T4	0	98	98	98
T5	95	99	99	99
T6	0	0	0	0
T7	65	80	83	82
T8	0	0	0	0

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Analisando as notas de controle das três espécies (Tabelas 31, 32 e 33), aos 35 DAA, verificamos que todos os tratamentos tiveram excelente controle, sendo todos próximos de 100%, exceto para *Brachiaria decumbens* no T3 que obteve 91% de controle e para *Sida rhombifolia* no T3 e T7 que obtiveram 89 e 82%, respectivamente.

Tabela 34. Densidade de plantas de *Brachiaria decumbens*, nas cinco avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Dias após a aplicação (<i>Brachiaria decumbens</i>)				
	7DAA	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
T1	2.00 B	5.25 B	1.75 AB	3.25 B	0.75 B
T2	6.00 AB	3.75 B	1.25 B	1.50 B	1.50 B
T3	7.00 AB	5.75 B	3.75 A	6.25 B	6.25 B
T4	8.75 AB	26.50 A	1.50 AB	0.50 B	0.50 B
T5	6.50 AB	0.75 B	0.25 B	0.25 B	0.00 B
T6	11.00 AB	26.50 A	~~	33.00 A	33.00 A
T7	5.00 B	8.25 B	1.50 AB	1.50 B	0.00 B
T8	15.00 A	4.50 A	~~	28.00 A	28.00 A
C.V. (%)	54,88	35,36	61,64	52,2	54,69
Teste F	3,56**	24,72**	4,99**	30,15**	32,51**

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

A densidade de plantas de *Brachiaria decumbens* (Tabela 34), apresentou comportamento semelhante aos resultados de controle, onde todos os tratamentos diferiram estatisticamente das testemunhas.

A Tabela 34, também mostra que na maioria dos tratamentos ocorreu a germinação das plantas no início do ensaio (até 7 ou 14 DAA) e a partir dos 14 ou 21 DAA as plantas começaram a morrer.

Os resultados de densidade de plantas para *Euphorbia heterofila* (Tabela 35) não apresentou diferenças estatísticas, isso pode ser explicado pelo alto valor do coeficiente de variação encontrado.

Tabela 35. Densidade de plantas de *Euphorbia heterofila*, nas cinco avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Dias após a aplicação (<i>Euphorbia heterofila</i>)				
	7DAA	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
T1	3.50 A	5.75 ABC	3.75 AB	5.25 A	3.50 AB
T2	6.25 A	1.50 C	0.50 C	0.50 A	0.75 AB
T3	6.00 A	2.00 BC	0.75 BC	1.00 A	1.00 AB
T4	10.25 A	8.75 AB	0.00 C	0.00 A	0.25 B
T5	5.25 A	2.25 BC	0.25 C	0.25 A	0.75 AB
T6	7.00 A	8.75 AB	~~	7.25 A	7.25 AB
T7	4.25 A	9.75 A	4.00 A	3.50 A	3.50 AB
T8	5.75 A	8.25 ABC	~~	8.75 A	8.75 A
C.V. (%)	59,85	50,77	93,31	114,79	108,32
Teste F	1,27 ^{NS}	5,43 ^{**}	6,45 ^{**}	3,26 [*]	3,43 [*]

** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; NS não significativo.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

Tabela 36. Densidade de plantas de *Sida rhombifolia*, nas cinco avaliações após a aplicação da mistura herbicida.

Tratamentos	Dias após a aplicação (<i>Sida rhombifolia</i>)				
	7DAA	14DAA	21 DAA	28 DAA	35DAA
T1	2.00 C	6.00 D	4.75 AB	5.50 CD	4.00 CD
T2	2.75 C	6.00 D	0.50 B	2.25 CD	1.75 CD
T3	11.25 B	12.50 D	8.50 AB	4.00 CD	4.00 CD
T4	8.00 BC	21.00 C	1.00 B	0.50 D	1.25 D
T5	3.00 C	5.25 D	2.00 B	1.75 CD	1.50 D
T6	4.50 C	21.00 C	~~	29.75 B	29.75 B
T7	13.25 B	31.50 B	12.50 A	10.50 C	10.50 C
T8	36.25 A	52.25 A	~~	62.75 A	62.75 A
C.V. (%)	25,34	17,68	78,52	26,77	26,34
Teste F	78,2 ^{**}	88,89 ^{**}	6,21 ^{**}	122,1 ^{**}	130,59 ^{**}

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Resumo dos tratamentos: T1(Semeadura-palha-herbicida-chuva), T2(Semeadura-chuva-palha-herbicida), T3(Semeadura-chuva-palha-herbicida-orvalho), T4(Semeadura -chuva-palha-herbicida em pós), T5(Semeadura -chuva-herbicida-palha), T6(Semeadura -chuva-palha), T7(Semeadura -chuva-herbicida), T8(Semeadura -chuva).

As tabelas 34, 35 e 36, também mostram que na maioria dos tratamentos ocorreu a germinação das plantas no início do ensaio (até 7 ou 14 DAA) e a partir dos 14 ou 21 DAA as plantas começaram a morrer.

Os resultados obtidos da densidade de plantas para a espécie *Sida rhombifolia* demonstram que a palha teve um excelente efeito supressor da germinação, confirmado pelo tratamento T6 (testemunha sem palha). Para os demais tratamentos, comportamento semelhante foi encontrado, diferindo das testemunhas.

Os resultados obtidos nesse estudo, bem como no ensaio 3, dependem do fator interação entre as espécies, dificultando a inferência estatística por espécies. Como exemplo, as espécies de gramíneas tiveram um desenvolvimento visualmente mais acelerado quando comparadas com as espécies dicotiledôneas, promovendo a constante competição pelos fatores de produção no vaso. Essa interação entre as plantas do vaso podem ser analisada na Tabela 37, onde a biomassa seca da parte aérea de plantas de *Brachiaria decumbens* não diferiu entre as testemunhas, sendo nessa espécie observado um rápido desenvolvimento e competição com as demais espécies.

Tabela 37. Biomassa seca da parte aérea de plantas de *Brachiaria decumbens*, *Euphorbia heterofila* e *Sida rhombifolia*, avaliadas aos 54 dias após a aplicação do herbicida Krismat.

Tratamentos	Biomassa seca de plantas (g/vaso)					
	<i>Brachiaria decumbens</i>		<i>Euphorbia heterofila</i>		<i>Sida rhombifolia</i>	
T1	0.0091	B	0.0228	C	0.0102	C
T2	0.0254	B	0.0016	C	0.0031	C
T3	0.0916	B	0.0020	C	0.0068	C
T4	0.0008	B	0.0000	C	0.0004	C
T5	0.0011	B	0.0017	C	0.0042	C
T6	3.2058	A	0.3943	B	0.2673	B
T7	0.0037	B	0.0202	C	0.0157	C
T8	2.5230	A	0.7830	A	0.7595	A
C.V. (%)	44,83		55,73		44,91	
Teste F	65,49**		45,61**		80,62**	

** significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

A seguir, na Figura 24 estão representados os tratamentos ao final do ensaio.



Figura 24. Tratamentos ao final do ensaio (28 DAA).

6.2.2.3 Ensaio 5 – Avaliação da absorção foliar da mistura de herbicidas diretamente da palha em diferentes plantas daninhas

Em função dos resultados obtidos com os ensaios anteriores, onde se observou o controle das plantas com aplicação dos herbicidas sobre a palha e sem a simulação de chuva, foi realizada uma avaliação do efeito da palha contaminada com o herbicida em contato com a superfície foliar das plantas daninhas.

Na Tabela 38 estão apresentados os resultados de controle das espécies estudadas no ensaio de absorção foliar do herbicida diretamente da palha (seca e úmida). Os resultados indicam controle satisfatório (> 80%) para todas as espécies, com destaque para EPHHL a qual foi controlada eficientemente (100%). O tratamento no qual foi utilizado um fragmento de palha sem aplicação do herbicida não apresentou injúria, não diferindo da testemunha sem palha.

O tratamento com palha úmida e seca foi realizado em função dos resultados obtidos no tratamento 3 dos ensaios 2, 3 e 4, onde o orvalho promoveu diferenças no controle das plantas.

Tabela 38. Porcentagens de controle de *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens*, *Euphorbia heterophylla* e *Brachiaria plantaginea* nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de absorção da mistura herbicida diretamente da palha de cana-de-açúcar. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Porcentagens de controle de plantas	
	palha seca	palha úmida
IPGR	85,5	90
BRADC	83,5	81,25
EPHHE	100	100
BRAPL	83.75	83.75

De acordo com os resultados obtidos e extrapolando para o campo, podemos dizer que o controle seria ainda mais efetivo, uma vez que no campo as plantas intoxicadas dessa forma ainda teriam que atravessar a camada de palha para efetivamente atingir a superfície e continuar o desenvolvimento.

A seguir, na Figura 25 estão representados os tratamentos ao final do ensaio.

Brachiaria decumbens



Testemunha sem palha



Testemunha com palha



Palha seca



Palha úmida

Ipomea grandifolia



Testemunha sem palha



Testemunha com palha



Palha seca



Palha úmida

Brachiaria plantaginea



Testemunha sem palha



Testemunha com palha



Palha seca



Palha úmida

Euphorbia heterofila



Testemunha sem palha



Testemunha com palha



Palha seca



Palha úmida

Figura 25. Tratamentos ao final do ensaio (14DAA)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto aos resultados obtidos nos estudos de dinâmica do herbicida em palha de cana-de-açúcar, deve ser dada maior atenção aos 20mm iniciais de precipitação, pois são responsáveis pela retirada da maior parte dos herbicidas da palha. Outro resultado importante é com relação aos períodos de permanência dos herbicidas na palha, que reduzem a capacidade que a chuva tem de promover a sua lixiviação, tornando-o praticamente imóvel nos períodos mais longos, tanto para o TSS quanto para o Ametryn. Adicionalmente, o herbicida TSS foi mais lixiviável que o Ametryn nos dois estudos de lixiviação, em todas as quantidades de palha, lâminas de chuva e períodos de permanência na palha, que pode ser explicado pelo fato do herbicida TSS ser uma molécula aniônica, ao contrário do Ametryn que é catiônico.

Os ensaios de dinâmica dos herbicidas em palha têm grande relevância quando associados ensaio de eficácia no controle de tiririca em palha de cana-de-açúcar, pois para esta espécie, foi constatada diferença importante de controle, além da mistura TSS + Ametryn ter sua participação no mercado de herbicidas, o diferencial de controle das espécies comuns à cana-de-açúcar associado ao controle de tiririca. Segundo Procópio (2003), a área de cana-de-açúcar no Brasil com infestação por *C. rothundus* atinge aproximadamente 1 milhão

de hectares, sendo 40% com baixa infestação (menos de 100 plantas por m²), 31% com média infestação (100-500 plantas por m²) e 29% com alta infestação (mais de 500 plantas por m²).

O controle de plantas daninhas com o contato da palha contaminada com a folha também deve ser analisado com critério, pois é um resultado que vem a somar a evidente complexidade do método de controle de plantas daninhas em sistemas com a utilização de palhada, devendo ser levado em consideração em todos os estudos nesse sistema.

8. CONCLUSÕES

Nas condições controladas em que foram realizados os estudos pode-se concluir que:

- Quantidade equivalente a $2,5 \text{ t.ha}^{-1}$ de palha de cana-de-açúcar é suficiente para reter mais de 90% da mistura herbicida aplicada sobre a palha;
- A quantidade dos herbicidas que transpõem a palha com a simulação de chuva sofre influência da quantidade de palha onde foi aplicado, sendo retirado em menores quantidades nas quantidades maiores de palha;
- O herbicida trifloxysulfuron sodium é retirado da palha por meio da simulação de chuva em porcentagens maiores que o herbicida ametryn, independente da quantidade de palha;
- A quantidade total de herbicida extraída com simulação de chuva foi dependente do período de permanência dos ativos na palha de cana-de-açúcar, sem chuva, sendo que em 0 DAA foi maior a extração do que nas demais;

- A mistura herbicida, quando permanece por períodos de até 28 DAA sem chuva são retidos, sendo que a partir de 7 DAA a transposição do produto é menor que 20%;
- A eficácia da mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn no controle de tiririca (*Cyperus rothundus*) é maior quando a aplicação é feita em pré-emergência, resultando em controle excelente com aproximadamente 60% da dose comercial recomendada em pós-emergência;
- A eficácia da mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn aplicados em diferentes posicionamentos na palha de cana-de-açúcar e condições, antes e após a aplicação, apresentou diferenças no controle de tiririca (*Cyperus rothundus*);
- A eficácia da mistura trifloxysulfuron sodium + ametryn aplicados em diferentes posicionamentos da palha de cana-de-açúcar e condições, antes e após a aplicação, apresentou excelente controle sobre *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Brachiaria decumbens*, e controle apenas bom de *Sida rhombifolia*;
- Os herbicidas foram absorvidos diretamente da palha por *E. heterophylla*, *I. grandifolia*, *B. plantaginea* e *Brachiaria decumbens*, mesmo sem o umedecimento da mesma.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.S. Herbicidas residuais em diferentes sistemas de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.596-601, 1992.

ALVES, A.G.C.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. Relações da erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. *R. Bras. Ci. do Solo*, 19:127-132, 1995.

ANDERSON, R.L. Factors affecting preemergence bioactivity of diclofop: rainfall, straw, retention, and plant growth stage. **Agron. J.**, v.80, p.952-6, 1988.

ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, Bogotá, v.1, n.1, p.35-38, 1974.

BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. The influence of straw mulch on the soil reception on persistence of metribuzin. **Weed Science**, v.30, p.164-8, 1982.

BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. The fate of oryzalin applied to straw-mulched and nonmulched soils. **Weed Science**, v.34, p.607-11, 1984.

BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. Soil reception and activity of acetochlor, alachlor and metolachlor as affected by wheat (*Triticum aestivum*) straw and irrigation. **Weed Science**, v.34, p.607-11, 1986.

BAUMAM, T.T.; ROSS, M.A. Effect of three tillage systems on the persistence of atrazine. **Weed Science**, v.31, p.423-6, 1983.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Laboratório Vegetal. Roteiro para validação de metodologia analítica visando à determinação de resíduos de pesticidas. GARP, ANDEF, versão 1, 1997. 37 p.

BUSSARD, JAMES. Validation of analytical Methods for use in the determination of CGA-322622 in various aqueous media. Novartis crop protection, 2000, Columbia, Missouri, 57p.

BUZETTI, W.J.S.; SANTOS, A.C. Diclosulan (DE-564) aplicado em pré-emergência no solo com diferentes quantidades de palha de aveia na superfície no controle de plantas daninhas em soja. In: Congresso Brasileiro de Soja, 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.419.

CAVENAGHI, A.L. et al. Dinâmica de sulfentrazone em palha de aveia e cana-de-açúcar. In: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBPCPD, 23, 2002. p.162.

COSTA, A. G. F. et al. Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas absorvidos diretamente da palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004.

COSTA, E. A. D. Efeito de adjuvantes na dinâmica de ametryn em palha de cana-de-açúcar. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2001. 81p. Tese (Doutorado em Agronomia (Proteção de Plantas))

DAO, T.H. Field decay of wheat straw and its effects on metribuzin and s-ethyl metribuzin sorption and elution from crop residues. **J. Environ. Quality**, v.20, p.203-208, 1991.

DEUBER, R. Ciência das plantas infestantes: manejo. Campinas, Ed. do autor, v.2, p.149-165. 1997.

EGLEY, G.H.; DUKE, S. Physiology of weed dormancy and germination. In: **Duke, S.O. Weed Physiology**. v.I. Reproduction in Ecophysiology. Florida, CRC Press Inc., 1985. p.27-64.

FADAYOMI, O. Effects of two tillage systems on crop performance and weed control. Turrialha, v.39, n.1, p.46-51, 1989.

FENER, M. Germination tests of thirty-two East African weed species. **Weed Res.**, v. 20, p. 135-338, 1980.

FERRI, M. V. W.; VIDAL, R. A. Mobilidade de acetochlor em solo com semeadura direta e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, **Resumos...** p. 395.

FORNAROLLI, D.A.; RODRIGUES, J.L.; VALÉRIO, M.A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazina. **Planta Daninha**, v.16, n. 2, p. 97-107, 1998.

GHADIRI, H.; SHEA, P.J.; WICKS, G.A. Interception and retention of atrazine by wheat (*Triticum aestivum* L.) stubble. **Weed Science**, v.32, p.24-7, 1984.

GRAVENA, R. et al. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. *Planta daninha* vol.22 no.3 Viçosa July/Sept. 2004

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC).
Nomenclature, symbols, units and their usage in spectrochemical analysis II.
Spectrochim Acta, 33B: 242, 1978.

JOHNSON, M.D.; WYSE, D.L.; LUESCHEN, W.E. The influence of herbicide formulation on weed control in four tillage systems. **Weed Sci.**, v.37, p.239-249, 1989.

KELLS, J.J. Using spray additives with herbicides. **Cooperative Extension Service Bulletin**, Michigan State University, ed. 1858, 1985, p. 8.

KUVA, M. A. Efeitos de períodos de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp) no Estado de São Paulo. 1999. 74f.
Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

LOCKE, M.A.; BRYSON, C.T. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. **Weed Science**, v.45, p.307-20, 1997.

LOWER, S. W.; WEBER, J. B. Atrazine retention by crop residues in reduced-tillage systems. *Proc. South Weed Sci. Soc.*, v. 32, p. 303-307, 1979.

MAGALHÃES, S.G.; BRAUNBECK, O.A. Colheita de cana-de-açúcar verde: energia renovável para uma agricultura sustentável. Disponível site agroBrasil (03 ag. 2000).
URL: <http://www.agrobrasil.za.org/agroartigos/artigo9/index.html>. Consultado em 03/08/00.

MANECHINI, C. Manejo da cana crua. VII Seminário Copersucar de Tecnologia Agrônômica. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., **Anais...** Piracicaba, 1997. p. 309-27.

MARIN, C.D.; BAKER, J.L.; ERBRACH, D.C.; JOHNSON, H.P. Wash off of herbicides applied corn residue. **Transactions of the ASAE**, v.21, p.1164-8, 1978.

MARTINS, D.; VELINI, E.D. MARTINS, C.C.; SOUZA, L.S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.17, p.151-61, 1999.

MEDEIROS, D.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeito da intensidade de chuva e da quantidade de palha de cana-de-açúcar sobre a eficácia de herbicidas. In: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 23, 2002. p.510.

MEDEIROS, D.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓVES-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; DEGASPARI, N. Eficácia do herbicida imazapic no controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) em presença de palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...**São Pedro: 2004.

MEYER, L.D.; WISCHMEIER, W.H. Y FOSTER, G.R. 1970. Mulch rates required for erosion control on steep slopes. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc., Madison*, **34**:928-31.

MEIER, P.C.; ZUND, R.E. Statistical methods in analytical chemistry. New York, N.Y.: John Wiley & Sons, 1993.

NEGRISOLI, E. et al. Efeito da quantidade de palha de cana-de-açúcar (cv. RB 855536) sobre a emergência de plantas de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*. In: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 23, 2002. p.516.

NEGRISOLI, E. et al. Dinâmica de diuron em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** p. 157.

NOVO, M.C.S.S.; VICTÓRIA FILHO, R.;LAGO, A.A.; LANGBECK, F. M. Efeito da quantidade de palha de cana-de-açúcar e do tamanho do tubérculo no desenvolvimento da parte aérea de *Cyperus rotundus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004 (a), São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004

NOVO, M.C.S.S.; VICTÓRIA FILHO, R.;LAGO, A.A.; LANGBECK, F. M. Efeito da quantidade de palha de cana-de-açúcar e do tamanho de disseminulos no desenvolvimento da parte subterrânea de *Cyperus rotundus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004 (b), São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004

PETERSEN, B.B.; SHEA, P.J; WICKS, G.A. Acetanilide activity and dissipation as influenced y formulation and wheat stubble. **Weed Science**, v.36, p.243-9, 1988.

PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. Anais do XX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Florianópolis, 1995. **Palestras...** Florianópolis: SBCPD, 20, 1995. p. 5-12

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

REDDY, K.N.; LOCKE, M.A.; HOWARD, K.D. Bentazon spray retention, activity, and foliar wash off in weed species. **Weed Technology**, v.9, p.773-8, 1995.

RIPOLI, T.C. et al. Efeito da queima na exudação dos colmos: resultados preliminares. In: Congresso Nacional da STAB, XIII, 1996, Maceió. **Anais do Congresso Nacional da STAB**, Maceió: STAB, 1996. p.63-70.

RODRIGUES, B.N. Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone. **Planta Daninha**, v.11, p.21-28, 1993.

RODRIGUES, B.N.; LIMA, J.; FORNAROLLI, D.A. Aplicação de trifluralin em préemergência sobre diferentes quantidades de cobertura morta no sistema de plantio direto. In: XXI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 21, 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p.365.

RODRIGUES, B.N.; LIMA, J.; YADA, I.F.U. Retenção pela palhada de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja, em plantio direto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, p.67-72, 2000(b).

ROSSI, C.V.S. et al. Dinâmica do metribuzin em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004a

ROSSI, C.V.S. et al. Associação do metribuzin à palha de cana-de-açúcar na eficácia de controle de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004b.

ROSSI, C.V.S. Dinâmica e eficácia no controle de plantas daninhas pelo herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2004. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas), 2004c.

SADE, M. Breve histórico do sistema de plantio direto na palha no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...**Foz do Iguaçu, 2000. p.15-7.

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

STRECK, H.J.; WEBER, J.B. Alachlor (LASSO) and metholachlor (DUAL) comparisons in conventional and reduced tillage systems. **Proc. South Weed Sci. Soc.**, v.34, p.33-40, 1982.

TAYLORSON, RB; BORTHWICK, H.A. Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. *Weed science*, v. 17, p. 48-51, 1969.

TOFOLI, G.R.; CAVENAGHI, A.L.; NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D. Interceptação de diferentes herbicidas e um traçante em palhada de aveia, cana-de-açúcar, milho e pinus. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002b, Gramado. **Resumos...** p. 159.

URQUIAGA, S. et al. **Queima da cana**. Disponível no site terravista (27 de março 2002). URL: [http://www.terravista.pt/ilhadome/4484/Queima%20da%20cana.htm](http://www.terraviva.pt/ilhadome/4484/Queima%20da%20cana.htm). Consultado em 27/03/02.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: XXII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2000, Foz do Iguaçu. **Palestra...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 22, 2000. p.148-164.

VELINI, E.D. et al. Dinâmica de Velpar k (hexazinona+diuron) em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004^a

VELINI, E.D. et al. Efeitos da palhada de cana colhida crua sobre a eficiência de Velpar k (hexazinona+diuron). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004b.

APÊNDICE - 1

Quadro 1. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de transposição no momento da aplicação da mistura herbicida. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do interior da sala de pulverização	
U.R.(%)*	58
Temperatura do ar (°C)*	23,4

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 2. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de deposição e dinâmica da mistura herbicida em diferentes quantidades de palha e chuva. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do interior da sala de pulverização	
U.R.(%)*	74
Temperatura do ar (°C)*	22

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 3. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de dinâmica da mistura herbicida em diferentes períodos de permanência na palha. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do interior da sala de pulverização	Períodos sem chuva				
	0DAA	1DAA	7DAA	14DAA	28DAA
U.R.(%)*	76	72	64	71	70
Temperatura do ar (°C)*	22,1	27,2	21,2	23	22,6

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 4. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de doses da mistura herbicida. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do interior da sala de pulverização	
U.R.(%)*	58
Temperatura do ar (°C)*	28,3

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 5. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de eficácia da mistura herbicida associado à palha de cana-de-açúcar. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do interior da sala de pulverização	Tratamentos	
	pré-emergência	pós-emergência
U.R.(%)*	64	68
Temperatura do ar (°C)*	24,2	25,6

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 6. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de absorção da mistura herbicida diretamente da palha de cana-de-açúcar. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do interior da sala de pulverização	
U.R.(%)*	51
Temperatura do ar (°C)*	26,6

* Leitura realizada no início da aplicação