

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

**DINÂMICA E EFICÁCIA DA MISTURA FORMULADA DE DIURON E  
HEXAZINONE NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CANA CRUA**

**MARCELO ROCHA CORRÊA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Agricultura.

BOTUCATU / SP

Janeiro / 2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

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

**DINÂMICA E EFICÁCIA DA MISTURA FORMULADA DE DIURON E  
HEXAZINONE NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CANA CRUA**

**MARCELO ROCHA CORRÊA**  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Agricultura.

BOTUCATU / SP

Janeiro / 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E  
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO  
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Corrêa , Marcelo Rocha, 1972-  
C824d Dinâmica e eficácia da mistura formulada de diuron e  
hexazinone no sistema de produção de cana crua / Marcelo  
Rocha Corrêa . - Botucatu : [s.n.], 2006.  
xi, 150 f. : il. color. , gráfs, tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Fa -  
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006  
Orientador: Edivaldo Domingues Velini  
Inclui bibliografia.

1. Cana-de-açúcar. 2. Herbicidas. 3. Diuron. 4. Lixiviação.  
5. Plantas daninhas. I. Velini, Edivaldo Domingues. II.  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
(Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.  
III. Título.

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

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**


**TÍTULO: "DINÂMICA E EFICÁCIA DA MISTURA FORMULADA DE DIURON E  
HEXAZINONE NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CANA CRUA"**

ALUNO: MARCELO ROCHA CORRÊA

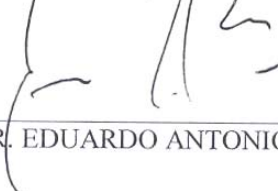
ORIENTADOR: PROF. DR. EDIVALDO DOMINGUES VELINI

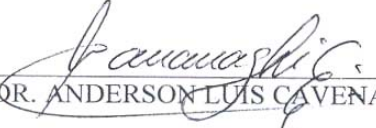
Aprovado pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. EDIVALDO DOMINGUES VELINI

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JULIO CEZAR DURIGAN

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. FERNANDO TADEU DE CARVALHO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. EDUARDO ANTONIO DROLHE DA COSTA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ANDERSON LUIS CAVENAGHI

Data da Realização: 20 de janeiro de 2006.

À minha esposa Elza e filhos Pedro Henrique e Nathalia pela compreensão, amor, apoio e confiança.

## **DEDICO**

Aos meus pais Celso e Marilene, pela perseverança, sacrifício, orientação e amor.

e

Aos meus irmãos Isis, Celso Luiz, Tyago, Bia Jeanette, Bianca e Paulo Roberto, pela amizade e carinho.

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Ao Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini, pela orientação, amizade e dedicação dispensada durante todo o período de pós-graduação.

À minha amada esposa e companheira Elza Alves, pelo carinho, amor e amizade.

À minha mãe Marilene, e meu pai Celso, exemplos de dedicação, perseverança e vida.

À Marli Corim, pela amizade.

À Paula Cristina Corrêa e Irineu Grigolin pela amizade, amor e cuidados aos meus pais em momentos importantes.

Aos insubstituíveis amigos matologistas Anderson Cavenaghi, Augusto Costa, Caio Carbonari, Caio Rossi, Eduardo Negrisoni, Luis Fernando Bravin e Tiago Corrêa, pelas valiosas e indispensáveis colaborações no desenvolvimento dos ensaios.

Aos nossos amigos e assistentes José Guilherme Cordeiro, José Roberto Silva e Luiz Marcelo Siono, pelas preciosas colaborações durante o trabalho.

Aos amigos de sempre Carolina Queiroz, Gustavo Tofoli, Luciana e Rodrigo Trigueiro, Patrícia e Eduardo Valle Lima, pela amizade durante esta etapa da vida;

Às secretárias Ilanir R. Bocetto e Vera Lúcia Rossi, do Departamento de Produção Vegetal/Agricultura, pela amizade.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia / Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas, pela formação.

Ao Departamento de Produção Vegetal / Agricultura pela oportunidade da realização do curso.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

À DuPont do Brasil, em especial a Edivaldo Luiz Panini e Carulina P. de Oliveira, pelo suporte, oportunidade e contribuições para a realização deste trabalho.

À Usina da Barra / Grupo Cosan, especialmente aos Srs. Sebastião Ribeiro e Luiz Antonio Bianchi, pela disponibilidade das áreas experimentais, além do auxílio na condução dos experimentos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste estudo.

**Meus sinceros agradecimentos.**



## SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO .....	1
2 SUMMARY .....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA .....	9
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.1 Desenvolvimento do método analítico para determinação de Velpar-K GRDA (diuron + hexazinone) em água por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência .....	28
5.1.1 Calibração cromatográfica de diuron + hexazinone por CLAE .....	29
5.2 Dinâmica de diuron + hexazinone em palha de cana-de-açúcar .....	30
5.2.1 Transposição do diuron + hexazinone no momento da aplicação.....	32
5.2.2 Avaliação do caminhamento do diuron + hexazinone na palha de cana-de-açúcar.....	33
5.2.3 Dinâmica do diuron e hexazinone após a permanência por diferentes períodos iniciais sem chuva sobre a palha .....	35
5.2.4 Procedimento de análise das amostras e dos dados .....	36
5.3 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de casa-de-vegetação.....	38
5.4 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de campo .....	42
5.4.1 Aplicação realizada na estação seca .....	43
5.4.2 Aplicação realizada no final da estação seca.....	47
5.4.3 Aplicação realizada na estação úmida .....	48
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
6.1 Desenvolvimento do método analítico para determinação de Velpar-K GRDA (diuron + hexazinone) em água por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência .....	51
6.1.1 Curva de calibração de diuron + hexazinone por CLAE.....	53
6.2 Dinâmica de hexazinone diuron em palha de cana-de-açúcar.....	56
6.2.1 Transposição de hexazinone e diuron no momento da aplicação.....	56
6.2.2 Lixiviação de hexazinone e diuron na palha de cana-de-açúcar .....	58

6.2.3 Dinâmica de hexazinone em períodos de permanência na palha .....	62
6.3 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de casa-de-vegetação.....	65
6.4 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de campo .....	82
6.4.1 Aplicação realizada na estação seca .....	82
6.4.2 Aplicação realizada no final da estação seca.....	93
6.4.3 Aplicação realizada na estação úmida .....	102
7 CONCLUSÕES .....	111
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113
APÊNDICE .....	124

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características do método cromatográfico empregado na determinação por CLAE dos herbicidas diuron e hexazinone .....	28
Tabela 2. Análise granulométrica da amostra de solo utilizada como substrato no ensaio de casa-de-vegetação .....	38
Tabela 3. Análise química da amostra de solo utilizada como substrato no ensaio de casa-de-vegetação .....	38
Tabela 4. Descrição dos tratamentos utilizados na avaliação de eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone, em associação à palha de cana-de-açúcar, em casa-de-vegetação.....	40
Tabela 5. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de avaliação da eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone aplicada em pré e pós-emergência e diferentes períodos de simulação de chuva, em condições de casa-de-vegetação.....	41
Tabela 6. Representação dos tratamentos utilizados na avaliação de eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, em condições de campo.....	42
Tabela 7. Análise granulométrica da amostra de solo no ensaio de campo, 1ª época de aplicação .....	43
Tabela 8. Análise química da amostra de solo ensaio de campo, 1ª época de aplicação .....	43
Tabela 9. Análise granulométrica da amostra de solo no ensaio de campo, 3ª época de aplicação .....	49
Tabela 10. Análise química da amostra de solo ensaio de campo, 3ª época de aplicação .....	49
Tabela 11. Áreas dos picos com as respectivas concentrações, para obtenção da curva de calibração para o herbicida hexazinone .....	53
Tabela 12. Áreas dos picos com as respectivas concentrações, para obtenção da curva de calibração para o herbicida diuron.....	53
Tabela 13. Modelo de regressão linear aplicado, considerando as concentrações dos padrões injetados e áreas obtidas pelo sinal analítico.....	54

Tabela 14. Constantes da curva de regressão obtidos a partir da aplicação do modelo linear de regressão .....	54
Tabela 15. Quantidades médias de hexazinone e diuron, retidas e transpostas pela palha de cana-de-açúcar no momento da aplicação .....	56
Tabela 16. Descrição da estimativa das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo simplificado de Mitscherlich do hexazinone e diuron transpostos pela palhada no momento da aplicação .....	58
Tabela 17. Constantes estimadas das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich do hexazinone e diuron lixiviados da palhada de cana-de-açúcar no momento da aplicação.....	59
Tabela 18. Intervalos de confiança dos dados de extração dos ingredientes ativos hexazinone e diuron, extraídos da palhada no momento da aplicação e sete e quatorze dias após as primeiras chuvas. Intervalos de confiança com auxílio do teste t, o nível de 10% de probabilidade.....	61
Tabela 19. Quantidades totais de hexazinone e diuron recuperadas nos tratamentos aplicados .....	62
Tabela 20. Descrição estimativa dos parâmetros das equações de regressão, obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich do hexazinone e diuron transpostos na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência na palha de cana-de-açúcar.....	63
Tabela 21. Porcentagem de controle de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Brachiaria decumbens</i> (BRADC), <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) e <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) aos 14 DAA, no ensaio de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar .....	66
Tabela 22. Porcentagem de controle de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Brachiaria decumbens</i> (BRADC), <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) e <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) aos 21 DAA, no ensaio de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar .....	67

Tabela 23. Porcentagem de controle de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Brachiaria decumbens</i> (BRADC), <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) e <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) aos 28 DAA, no ensaio de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar .....	69
Tabela 24. Porcentagem de controle de <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Brachiaria decumbens</i> (BRADC), <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL), e <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL) aos 14 dias após aplicação, no ensaio de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em palha de cana-de-açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação .....	71
Tabela 25. Porcentagem de controle de <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Brachiaria decumbens</i> (BRADC), <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL), e <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL) aos 21 dias após aplicação, no ensaio de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em palha de cana-de-açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação .....	72
Tabela 26. Porcentagem de controle de <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Brachiaria decumbens</i> (BRADC), <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL), e <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL) aos 28 dias após aplicação, no ensaio de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em palha de cana-de-açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação .....	77
Tabela 27. Porcentagem de controle de <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Brachiaria decumbens</i> (BRADC), <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL), e <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL) aos 35 dias após aplicação, no ensaio de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em palha de cana-de-açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação .....	78
Tabela 28. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pré-emergência, durante a estação seca (1ª época de aplicação) .....	87
Tabela 29. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pós-emergência, durante a estação seca (1ª época de aplicação) .....	90

Tabela 30. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pré-emergência, durante a estação seca (2ª época de aplicação).....	96
Tabela 31. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pós-emergência, durante a estação seca (2ª época de aplicação) .....	99
Tabela 32. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pré-emergência, durante a estação seca (3ª época de aplicação).....	105
Tabela 33. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pré-emergência, durante a estação seca (3ª época de aplicação).....	108

## 1 RESUMO

A mistura comercial de diuron + hexazinone é recomendada e utilizada há vários anos na cultura da cana-de-açúcar. No entanto, o comportamento dessa associação sobre a palhada que se deposita no solo durante a colheita mecânica ainda é pouco conhecido. Quando um herbicida é aplicado sobre a palhada, parte fica retida e outra pode atingir a superfície do solo, dependendo da quantidade de palha, do período após a aplicação sem precipitação, intensidade de chuvas após a aplicação e das características do produto. Com este objetivo, estudou-se o comportamento desta mistura, avaliando-se sua dinâmica sobre diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, em diferentes períodos e intensidades de chuva simulada após a aplicação. Avaliou-se também a eficácia da mistura quando associada à presença de palha sobre as plantas daninhas *Brachiaria decumbens*, *B. plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *I. nil*, *Merremia cissoides*, *Sida rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria horizontalis*, tanto em situações de casa-de-vegetação, como a campo. Nos experimentos conduzidos para avaliar a dinâmica do diuron e do hexazinone, estudou-se a transposição, no momento da aplicação, na ausência e presença de palha sobre 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t.ha<sup>-1</sup>. Avaliou-se também a lixiviação dos herbicidas em 5; 10; 15 e 20 t.ha<sup>-1</sup> de palha, simulando-se o equivalente a 2,5; 5; 10; 15; 20; 35, 50 e 100mm de chuva, 24 horas após a aplicação, e da simulação de 20mm aos 7 e 14 dias após a aplicação. A quantificação dos herbicidas foi determinada através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). O experimento em casa-de-vegetação, para avaliar a eficiência agrônômica do produto

associado à palha, foi realizado em vasos plásticos com solo seco, em que foram semeadas as espécies de plantas daninhas e cobertos com uma camada equivalente a  $5 \text{ t.ha}^{-1}$  de palha da cana-de-açúcar. Além disso, também realizou-se experimentos a campo, em épocas distintas de aplicação, em pré-e pós-emergência e de ocorrência de chuvas, com a finalidade de se observar o comportamento dos herbicidas em tais situações. Nesses dois casos, os tratamentos constaram de diferentes posicionamentos dos herbicidas e condições antes e após a aplicação. A eficiência no controle destas espécies foi avaliada por meio de notas atribuídas visualmente. Nos estudos de dinâmica, os resultados mostraram que quanto maior a quantidade de palha, menor a quantidade do produto que atingiu a superfície do solo. No experimento que avaliou a transposição dos herbicidas pela palha pela simulação de chuva, concluiu-se que, quanto maior for a quantidade de palha, menor será a quantidade total do produto extraída. Ao se avaliar o efeito do período de permanência dos herbicidas na palha, quanto maior o tempo em que o produto permanece na palha antes das chuvas, menor a quantidade de produto é extraída com uma precipitação acumulada equivalente a 100 mm de chuva. As chuvas subseqüentes de 20mm, não foram suficientes para aumentar a extração do produto retido. Nos ensaios de eficácia conduzidos em casa-de-vegetação, observaram-se melhores resultados quando houve associação da cobertura de palha com umidade no solo, obtendo-se níveis satisfatórios de controle das espécies daninhas avaliadas. Nos experimentos a campo, esse comportamento também foi constatado. No ensaio instalado em época seca, os maiores índices de controle foram alcançados nas aplicações realizadas em pré-emergência. Assim, nos experimentos avaliados no período chuvoso, os resultados foram satisfatórios, corroborando a necessidade de ocorrência de chuvas para incrementar a eficácia do produto e seu efeito residual.



## **2 SUMMARY**

### **DINAMIC AND EFFICACY OF THE DIURON AND HEXAZINONE FORMULATED MIXTURE ON THE RAW SUGARCANE PRODUCTION SYSTEMS.**

**Botucatu, 2005, 150p. Tese (Doutorado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.**

**Author: MARCELO ROCHA CORRÊA**

**Adviser: Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini**

The comercial mixture diuron + hexazinone is recommended and used for many years on sugar-cane crops. Therefore, the behavior of this herbicide association on the straw left on the soil surface during the mechanical harvest is not known. When the herbicide is applied on the straw, part of it is retained and another part can reach the soil surface, depending of straw quantity, period without precipitation after application, rain intensity after application and product characteristics. With this aim, it studied this moisture behavior, evaluating it dynamic on different sugar-cane straw quantities on differents periods and rain intensity after application. It evaluated the moisture efficacy associate to straw over *Brachiaria decumbens*, *B. plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *I. nil*, *Merremia cissoides*, *Sida rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria horizontalis*, in greenhouse and field studies. In the experiments carried out to evaluate the diuron and hexazinone dynamic, it was studied the transposition at the moment of the application over 0 and presence of 1; 2,5; 5;

7,5; 10; 15 and 20 t.ha<sup>-1</sup> sugar-cane straw. Herbicide lixiviation on the 5; 10; 15 and 20 t.ha<sup>-1</sup> sugar-cane straw was evaluated, simulating 2,5; 5; 10; 15; 20; 35; 50 and 100mm rain, 24 hours after application, and 20mm rain simulation after 7 and 14 days. The herbicides quantify was accomplished by HPLC. The greenhouse experiment, to evaluate the agronomic efficacy with straw was realized on plastic vases with dry soil. The weeds species were sowed and covered by 5 t.ha<sup>-1</sup> sugar-cane straw. It were installed field experiments, with the same purpose, in different applications time, in pre and post-emergence, and rain occurrence, to observe the herbicide behavior on these situations. The treatments were different herbicides position and applications. The efficiency control of these weeds species was evaluated by visual evaluation and inhibition of germination. On the dynamic studies, was observed that higher the straw quantity, lower product quantity on soil surface. On the experiment that evaluated herbicide transposition on straw by rain simulation, it was concluded that higher is the straw quantity, lower total quantity of extracted product. When the effect of herbicide on straw permanence is evaluated, it was concluded that higher the time of the permanence before rain, lower the total extraction by 100mm. The subsequent rains of 20mm, were'nt sufficient to improve the product extrating. On the efficacy experiments carried out in greenhouse, it was observed that better results occur to wet soil and straw association, with satisfactoriness control levels. On the field experiments, this behavior could be observed. On the dry season experiment, better control levels were observed on the pre-emergence application. Therefore, on the field experiment initialized near wet season, the results were satisfactoriness, confirming the necessity of the rain occurs to increase on the product efficacy and residual effect.

---

Keywords: *Saccharum officinarum*, transposition, weed control, Velpar K.

### **3 INTRODUÇÃO**

A cultura da cana-de-açúcar destaca-se entre as mais importantes do Brasil, produzindo matéria-prima para a indústria sucroalcooleira e co-geração de energia elétrica. A partir da década de 1970, esta cultura tornou-se progressivamente mais importante para o país à medida que o setor da agroindústria brasileira foi solicitado a contribuir para a solução da emergente crise energética, face sua potencialidade de produzir energia de forma renovável.

O crescimento do setor sucro-alcooleiro é importante para a economia do país pois, implica na geração de empregos e energia renovável nacional. Conforme dados de AGRIANUAL (2004), a produção de açúcar na safra 2004/2005 foi estimada em cerca de 24 milhões de toneladas e a de álcool, principalmente anidro, em 12,6 bilhões de litros.

Dentre os problemas existentes em todo o setor agrícola, destaca-se a questão das plantas daninhas, responsáveis por até 80% de perdas na produção se não forem adotadas práticas de controle. As principais opções para o manejo de plantas daninhas são as práticas mecânicas, culturais e químicas. Nas condições de produção atual no Brasil, o último é o mais comumente utilizado.

No Estado de São Paulo, é comum a realização de queima da palhada da cana-de-açúcar com a finalidade de se facilitar o processo de colheita. Áreas com colheita mecanizada, sem a queima da palha, têm aumentado e como conseqüência, maiores extensões territoriais são cobertas pela palha resultante deste processo de colheita. Estimulado pela

vigência e cumprimento da legislação e pelo aumento na eficiência das colhedoras, em poucos anos, este tipo de colheita predominará no Estado.

Na cultura da cana-de-açúcar, a colheita sem queima deixa sobre o solo uma espessa camada de palha que pode superar 20 t.ha<sup>-1</sup>, dependendo da variedade utilizada. A palhada associada às modificações técnicas necessárias para implementar a colheita mecânica da cultura, criou um novo sistema de produção, denominado cana-crua.

A cobertura do solo com restos vegetais em camadas espessas é, também, um método físico-mecânico de controle de plantas daninhas. Os resíduos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar controlam normalmente mais de 50% das espécies de plantas que infestam a cultura. No entanto, esse controle é dependente da quantidade de resíduos depositados, bem como sua distribuição no campo.

Em áreas de cana-crua são observadas drásticas reduções na incidência de plantas daninhas gramíneas. Em contraste, altas infestações com *Ipomoea* sp. e *Euphorbia heterophylla* têm sido verificadas. Infestações tardias de *Ipomoea* sp. merecem destaque, haja visto que podem prejudicar ou mesmo impossibilitar a colheita mecanizada da cultura. Variações nas quantidades de palha resultam no estabelecimento de diferentes espécies de plantas daninhas, sendo que em quantidades maiores a 15 t.ha<sup>-1</sup>, a infestação é pouco freqüente.

O controle de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar, utilizando o sistema de cana-crua é considerado o mais complexo pelos técnicos. A redução da intensidade de controle pela própria cultura associada ao maior espaçamento entre as linhas, é a principal limitação ao uso de programas de controle com uso exclusivo de herbicidas de aplicação em pós-emergência sem efeito residual, utilizados em área total ou em aplicações localizadas. Além disso, a eficácia de um herbicida é função de sua deposição, retenção, absorção, translocação e toxicidade do seu ingrediente ativo (Zabriewich, 2000).

As principais limitações de herbicidas utilizados isoladamente ou em mistura em tanque em aplicações de pós-emergência são a necessidade de trabalho durante o dia, quando a presença das plantas daninhas é facilmente detectada, a baixa capacidade operacional exigindo um grande número de equipamentos e de mão-de-obra, provocando elevação dos custos (Velini & Negrisoni, 2000).

No entanto, o que se tem observado em todos os sistemas de produção com algum tipo de cobertura sobre o solo é a insistência em trabalhar exclusivamente com herbicidas de pós-emergência sem efeito residual. Deve ser ressaltado que, em muitas situações, o controle de plantas daninhas deve ser mantido por longos períodos, havendo urgência na procura de soluções e/ou alternativas que permitam o uso de herbicidas de ação residual em áreas com espessas camadas de palha (Tofoli, 2004).

Os ingredientes ativos diuron + hexazinone são comercializados como mistura industrialmente formulada, em grânulos dispersíveis em água. Este herbicida é composto por 468 g.kg<sup>-1</sup> de diuron + 132 g.kg<sup>-1</sup> de hexazinone. Estes ingredientes ativos são indicados especificamente para uso na cultura da cana-de-açúcar, no controle de plantas daninhas de folhas largas anuais e gramíneas tanto em pré como em pós-emergência inicial. Em áreas em que a cultura esteja bem desenvolvida, é recomendado que a aplicação do produto seja feita sobre as plantas daninhas, que devem apresentar altura máxima de 15 cm. A eficácia do produto torna-se menor quando as plantas daninhas apresentam-se com altura superior a essa.

Apesar dos recentes avanços nas pesquisas relativas aos sistemas de plantio direto e de cana-crua, pouco se sabe sobre a dinâmica de molhamento da palhada de cana-de-açúcar pela água das chuvas. Estas informações são fundamentais para a compreensão do comportamento das principais espécies de plantas daninhas presentes e da dinâmica de herbicidas, particularmente daqueles aplicados em pré-emergência com efeitos residuais quando aplicados em sistemas de produção que utilizam palha como cobertura morta.

Devido ao uso intensivo do diuron + hexazinone na cultura da cana-de-açúcar, com relatos de utilização desde meados da década de 1980, e escassez de dados sobre o comportamento e eficiência deste herbicida aplicado sobre a palhada deixada sobre o solo no sistema de cana-crua, é de fundamental importância avaliar e estudar referido comportamento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica dos ingredientes ativos diuron + hexazinone, aplicado sobre diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em períodos e intensidades de chuvas após a aplicação, estabelecendo um modelo experimental para ajuste e tratamento dos resultados. Avaliou-se também a eficiência a campo

destes herbicidas associado à palhada sobre algumas espécies que causam maiores danos à cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica dos ingredientes ativos diuron + hexazinone, aplicados sobre diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar com diferentes intervalos de tempo entre a aplicação e a ocorrência das primeiras chuvas, observando-se ainda a eficiência, em casa-de-vegetação e a campo, destes herbicidas sobre algumas espécies de plantas daninhas, no sistema de produção de cana-crua.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a dinâmica dos ingredientes ativos diuron + hexazinone, aplicados sobre diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, com diferentes intervalos de tempo entre a aplicação e a primeira chuva, além de avaliar a eficiência destes herbicidas associados à palhada, sobre diferentes espécies de plantas daninhas, em casa-de-vegetação e a campo.

#### **4 REVISÃO DE LITERATURA**

A cana-de-açúcar teve sua origem provavelmente na Nova Guiné, sendo levada para a Índia, de onde se tem o mais antigo registro de sua existência (Machado, 2004). Martin Afonso, em 1532, trouxe as primeiras mudas para o Brasil, iniciando seu cultivo na Capitania de São Vicente. Este foi o início de uma indústria que encontrou no Brasil, dentre todas as outras nações que mais tarde tornaram-se produtoras, seu campo mais fértil para uma rápida expansão e perpetuação por quase quinhentos anos ininterruptos (Bayer, 2000; Azania, 2004).

A cultura da cana-de-açúcar destaca-se entre as mais importantes do Brasil, produzindo matéria-prima para a indústria sucroalcooleira e cogeração de energia elétrica. A partir da década de 70, a cultura da cana-de-açúcar foi se tornando importante para o país à medida que o setor da agroindústria brasileira foi solicitado a contribuir para a solução da emergente crise energética, face a sua potencialidade de produzir energia a partir de uma fonte renovável (Kuva, 1999; Bayer, 2000; Azania, 2004).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, produzindo 300 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 4,8 milhões de hectares. As principais regiões produtoras encontram-se no Estado de São Paulo (3 milhões de hectares cultivados) e no nordeste do país (Bayer, 2000).

O crescimento do setor sucro-alcooleiro é importante para a economia do país, na medida em que implica na geração de empregos e energia 100% renovável com tecnologia nacional.

Dentre os problemas existentes no setor canavieiro, e que oneram a produção, destaca-se o controle das plantas daninhas, responsáveis por até 80% das perdas na produção com a livre interferência (Barros & Leonel, 2001; Azania, 2004). As plantas daninhas são espécies indesejadas e agressivas que competem com a cultura por luz, água e nutrientes, podendo também liberar substâncias com efeitos aleloquímicos (Fay & Duke, 1977), afetando direta ou indiretamente a germinação, crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas, além de atuar como hospedeira de pragas e doenças (Pitelli, 1985; Victoria Filho & Christoffoleti, 2004).

Tais efeitos negativos proporcionados pela presença das plantas daninhas podem ser minimizados por práticas de controle ao alcance dos produtores, como métodos mecânicos, culturais e químico. Na condição de produção atual no Brasil, o método químico é o mais utilizado (Rossi, 2004), em razão da extensão das áreas cultivadas e, escassez de mão-de-obra, facilidade de aplicação, custo e eficácia do tratamento.

No entanto, a dinâmica do banco de sementes e o desenvolvimento das plantas daninhas podem ser alterados com o sistema de preparo do solo. Segundo Gazziero et al. (2001), o conhecimento das espécies e seu comportamento no ambiente, sob diferentes condições de cultivo, são fundamentais para o estabelecimento de um programa de manejo (Gazziero et al., 2001; Victoria Filho & Christoffoleti, 2004).

A presença de plantas daninhas em um ambiente resulta num processo, definido como interferência por Pitelli & Durigan (1984), que representa o somatório de todas as ações aplicadas à cultura ou atividade humana, definindo-se assim algumas terminologias para os períodos de convivência e controle das invasoras com as culturas, a saber: Período Total de Prevenção às interferências (PTPI), Período que Antecede as Interferências (PAI) e Período Crítico de Prevenção às Interferências (PCPI).



A ocorrência de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar provoca sérias perdas na produtividade, quando não adequadamente controladas. Segundo Procópio et al. (2003), a cana-de-açúcar apesar de ser altamente eficiente na utilização de recursos disponíveis para o seu crescimento e desenvolvimento, é afetada nas fases iniciais de crescimento pelas plantas daninhas, que em muitos casos utilizam os mesmos recursos de forma eficiente, por apresentarem mesma rota metabólica de fixação de carbono (C4).

Em cada fase do crescimento inicial, a cana-de-açúcar pode responder diferentemente a um herbicida em particular, ou mesmo tolerar a competição com eventuais plantas daninhas presentes na área. É bem conhecido em outras culturas, como por exemplo cereais, que em diferentes estádios fenológicos, as plantas são mais sensíveis à aplicação de herbicidas. Porém, na cultura da cana, as informações relativas à tolerância a herbicidas não se encontram ainda pesquisadas de forma clara e conclusiva.

De acordo com Rochecouste (1967), em cana-planta podem ser definidos quatro estádios fenológicos iniciais, a saber: esporão; duas a três folhas; transição do sistema radicular e o período da emergência de três a quatro meses, tendo estes relação direta com a capacidade competitiva da cultura e suscetibilidade a herbicidas. No caso de soqueiras, são definidos dois estádios principais: estágio de brotação inicial das soqueiras e estágio de perfilhamento e formação do sistema radicular definitivo.

Desta forma, segundo Victoria Filho & Christoffoleti (2004), na cultura da cana-de-açúcar, as plantas daninhas interferem tanto no plantio, como na soqueira. Pelo fato do plantio da cana-de-açúcar ocorrer em períodos bem distintos, dependendo da região, as condições climáticas ocorrentes neste período é que determinam as espécies daninhas predominantes e o período de interferência com a cultura.

A cana-de-açúcar apresenta normalmente um crescimento inicial lento e por esta razão, necessita de todas as vantagens que se possa dar para competir contra as plantas daninhas que possuem um desenvolvimento mais rápido e vigoroso. O período crítico da cana-de-açúcar vai desde a emergência até os 120 dias, onde o cultivo é afetado em seu desenvolvimento pela competição por água, luz e

nutrientes com uma diversidade de plantas daninhas, provenientes de muitas espécies que possuem raízes superficiais e gramíneas que possuem raízes mais profundas (até 20cm). Estas últimas são capazes de cobrir um total de 60% da área de plantio de cana e se não controladas, promovem grandes perdas no rendimento e produção final de açúcar (Christoffoleti et al., 2005).

Complementando o que foi estabelecido por Blanco (1978) e Blanco (1982), Pitelli (1985) cita que o grau de interferência entre as plantas cultivadas e as plantas daninhas depende de fatores relacionados à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e à própria cultura (gênero, espécie ou cultivar, espaçamento entre sulcos e densidade de semeadura).

Além destes, depende também da duração do período de convivência, da época em que este período ocorre, que é modificado pelas condições edáficas e climáticas e, pelos tratos culturais. De maneira geral, pode-se dizer que, quanto maior for o período de convivência múltipla – comunidade infestante e cultura – maior será o grau de interferência (Hernandez et al., 2001).

Conforme relato de Arevalo (1979), estima-se que cerca de 1000 espécies de plantas daninhas co-habitem o agroecossistema da cana-de-açúcar, nas distintas áreas de produção no mundo. Em condições brasileiras, algumas espécies podem ser consideradas mais importantes, tanto no decorrer quanto na colheita, afetando a produtividade da cultura, a saber: *Brachiaria decumbens*, *B. plantaginea*, *B. mutica*, *Digitaria horizontalis*, *D. nuda*, *D. ciliaris*, *Cenchrus echinatus*, *Eleusine indica*, *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, *Ipomoea grandifolia*, *I. nil*, *I. quamoclit*, *Merremia cissoides*, *Amaranthus* sp., *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla*, *Commelina* sp., *Richardia brasiliensis*, *Sida* sp., *Cyperus rotundus*, *Acanthospermum hispidum*, *Altenanthera tenella* etc., de acordo com estudos realizados por Velini & Martins (1998), Martins et al. (1999), Velini et al. (2000), Hernandez et al. (2001), Kuva et al. (2001), Barros & Leonel (2001), Azania et al. (2002), Dias et al. (2003), Kuva et al. (2003), Correia & Durigan (2004) e Christoffoleti et al. (2005).

Pedrinho Junior & Durigan (2001) relatam que o capim-colônião (*Panicum maximum*) e capim-braquiária (*B. decumbens*) merecem destaque, haja visto que muitos canaviais encontram-se atualmente em áreas de antigas pastagens

degradadas, formadas principalmente por estas espécies. Kuva (1999) relata que a infestação de *P. maximum* em cana-de-açúcar pode acarretar em redução superior a 50% na produtividade. Em estudo realizado por Kuva et al. (2001), observaram que esta redução de produtividade provocada pela intensa interferência de *B. decumbens* foi de 82%.

Para realização do controle das plantas daninhas, é importante, inicialmente, conhecer o conceito de manejo ou manejo integrado. A definição seria a utilização de diferentes métodos de controle disponíveis, como os preventivos, os culturais, os biológicos e os químicos, de uma forma racional, preservando o meio ambiente e a saúde do consumidor. Desta forma, para a utilização adequada de um manejo, há a necessidade de um monitoramento, envolvendo conhecimentos multidisciplinares nas áreas de biologia das plantas daninhas, fitotecnia da cana-de-açúcar, física e química e solos, máquinas, mecanismos de ação dos herbicidas, tecnologia de aplicação e avaliação do impacto ambiental (Velini & Negrisoni, 2000; Victoria Filho & Christoffoleti, 2004).

No Brasil, a adoção de sistemas de produção onde as culturas são implantadas sobre algum tipo de palhada ou cobertura vegetal morta, tem aumentado em diversas regiões em função de inúmeros benefícios atribuídos à cobertura morta (Velini & Negrisoni, 2000; Tofoli, 2004). 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 (Velini & Negrisoni, 2000).

No Estado de São Paulo, o decreto nº 47.700 de 11/03/2003, regulamenta a Lei nº 11.241 de 19/09/2002, estabelecendo que em áreas com possibilidade de mecanização de colheita (igual ou inferior a 12% de declividade), a despalha na pré-colheita da cana através da sua queima deverá ser gradativamente diminuída a partir de 2002, até se tornar 100% mecanizada em 2021. Nas demais áreas as queimadas serão completamente eliminadas até o ano de 2031 (Costa, 2001).

Magalhães & Braunbeck (2004) citam que na safra de 1996/1997, cerca de 30% das áreas cultivadas já utilizavam colheita mecânica. No entanto, este percentual aumentou de forma rápida, tendo em vista que 55% da área

plantada seja mecanizável, associado ao alto custo da colheita manual, escassez de mão-de-obra e, principalmente, das exigências da Lei Estadual (Ripoli et al., 1996; Veiga Filho, 2002).

A palhada associada às modificações técnicas necessárias para implementar a colheita mecânica da cultura, criaram um novo sistema de produção de cana-de-açúcar denominada de cana-crua (Velini & Negrisoli, 2000) e provoca menor impacto ambiental, com redução da emissão de CO<sub>2</sub>, fumaça e fuligem para a atmosfera, menor movimentação do solo pela redução do uso de máquinas, aumento e manutenção da sua umidade e da quantidade de matéria orgânica, redução da população de nematóides nocivos, melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, melhor controle de erosão, maior atividade microbiana e controle natural de comunidades das plantas infestantes pela palha (Maciel, 2001; Magalhães & Braunbeck, 2000).

Além disso, a colheita de cana-crua tem sido viabilizada com a valorização do bagaço de cana, através da política de compra do excedente de energia elétrica produzida com a queima do bagaço e complementada pela palha nas caldeiras das usinas (Magalhães & Braunbeck, 2000).

No entanto, algumas desvantagens podem ser citadas, como menor brotação da soqueira, aumento da incidência de pragas, principalmente da cigarrinha da cana-de-açúcar, problemas com excesso de umidade em áreas de menor altitude (Victoria Filho & Christoffoleti, 2004; Costa et al., 2002).

Considerando que 50% do palhiço (folha verde, ponteiro e palha), produzido na área mecanizável, fosse utilizado para a produção de energia, isto resultaria num total de aproximadamente 25% do que o país importou em petróleo em 1994, em termos de barril equivalente de petróleo (Ripoli et al., 1996). Além disso, a queima da palha da cana-de-açúcar representa perda de vários nutrientes, sendo os principais, nitrogênio (30–60 kg.ha<sup>-1</sup>) e enxofre (15–25 kg.ha<sup>-1</sup>). Considerando-se os 3,5 milhões de hectares onde a colheita da cana é realizada com queima da palha e uma produção média de 60 t.ha<sup>-1</sup>, são perdidos anualmente ao redor de 150 mil toneladas de nitrogênio a cada ano (Urquiaga et al., 2002).

De acordo com Meyer et al. (1970), a cobertura morta diminui o volume e a velocidade da enxurrada devido ao menor selamento da superfície e à

rugosidade do terreno, aumentando a infiltração e diminuindo as perdas de água. Neste sentido a persistência dos resíduos culturais sobre o solo é de fundamental importância para a redução da erosão hídrica (Alves et al., 1995).

Na colheita mecânica da cana, são deixados sobre o solo de 5 a 20 toneladas de palha por hectare (Oliveira et al., 1997). Asghar & Kanehiro (1980) e Velini & Negrisoni (2000), citam que essa quantidade pode superar  $20 \text{ t.ha}^{-1}$ . A quantidade de palha depende de diversas características e estão relacionadas principalmente à variedade, como por exemplo facilidade de despalha do colmo, hábito de crescimento de touceira, uniformidade de altura e tamanho dos ponteiros, produtividade e desenvolvimento das plantas (Manechini, 1997).

Conforme relatam Velini & Negrisoni (2000), a adoção deste sistema de colheita na cultura da cana-de-açúcar, resulta em importantes modificações nas técnicas de cultivo, como o aumento do espaçamento nas entrelinhas e deposição de palhada sobre o solo, influenciando diretamente na ocorrência e manejo de plantas daninhas.

Segundo Almeida (1992), a cobertura morta pode funcionar como um valioso elemento no controle de plantas daninhas, uma vez que o terreno coberto por resíduos vegetais apresenta infestação bastante inferior àquela que se desenvolveria com o solo descoberto. Pitelli (1995) complementa que o efeito físico da cobertura morta também 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.

Além da palhada, a arquitetura e o arranjo das plantas em uma área podem determinar o melhor aproveitamento da luz, que é um fator essencial para a fotossíntese, e se constituírem como importantes fatores de capacidade competitiva. O resíduo vegetal que permanece na superfície, por ser uma barreira física, reduz a incidência de luz. Neste caso, o banco de sementes é alterado e a dinâmica das plantas invasoras pode ser completamente diferente quando comparado ao sistema convencional (Gazziero, 1990).

A interferência da cobertura morta, proporcionada pela deposição da palha, nas condições específicas das comunidades infestantes é atribuída fundamentalmente aos efeitos físicos. Esses efeitos referem-se às alterações nas amplitudes térmica e hídrica do solo (Egley & Duke, 1985) e à filtragem da luz que atinge a palhada (Taylorson & Borthwich, 1969), afetando a dormência e, conseqüentemente a germinação das plantas daninhas.

Quanto à amplitude térmica, este processo interfere de modo decisivo na germinação de muitas espécies. A exigência de maior ou menor amplitude térmica constitui-se no modo mais eficiente de controlar a profundidade de germinação no solo. Através deste mecanismo, algumas espécies de plantas daninhas conseguem suprimir a germinação quando as reservas são insuficientes para alcançar a superfície (Taylorson & Borthwich, 1969; Egley & Duke, 1985).

Velini & Negrisoni (2000) relataram que a redução da amplitude térmica proporcionada pelo acúmulo de palha de cana, em quantidades referentes a 7,5 ou 15 t.ha<sup>-1</sup>, contribui satisfatoriamente para a redução da incidência de algumas espécies, como *Brachiaria* sp. e *Panicum* sp.

De acordo com as características desses efeitos, proporcionados pela cobertura morta, é possível considerar que a composição da flora infestante e a eficiência do seu controle pela palha são influenciadas pela composição, pela periodicidade de produção e pelo tempo de permanência da cobertura morta em uma determinada área (Gravena et al., 2004).

Avaliando o potencial de controle de plantas daninhas pela palhada, Lorenzi (1993) observou que uma camada de 12 t.ha<sup>-1</sup> foi suficiente para reduzir satisfatoriamente a germinação de *P. maximum*, *Amaranthus deflexus* e *Digitaria horizontalis*. No entanto, os níveis de controle foram insuficientes quando a quantidade de palhada na área foi de 6 t.ha<sup>-1</sup>.

Diversos trabalhos têm comprovado a eficiência da cobertura morta na supressão de algumas espécies de plantas daninhas. Silva et al. (2003), avaliaram a emergência de plantas de *Cyperus rotundus* sob diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e observaram que no tratamento testemunha sem a presença de palha, apresentou um maior número de plantas emersas, seguidas pelos tratamentos com

quantidade de palha de 2, 4 e 8 t.ha<sup>-1</sup>. A palha de cana nas quantidades de 16 e 20 t.ha<sup>-1</sup> proporcionou o menor número de plantas de tiririca emersas.

Estudo semelhante foi realizado por Novo et al. (2004a), em que avaliaram os efeitos da palha de cana-de-açúcar sobre o desenvolvimento da parte aérea de *C. rotundus*, e observaram que a aplicação de quantidades crescentes de palha sobre o solo resultou em menor número de plantas emersas. Em outro estudo, Novo et al. (2004b), desta vez, avaliando os efeitos de palhada sobre o desenvolvimento da parte subterrânea desta espécie, verificaram redução no número de tubérculos, rizomas e biomassa seca total, com acréscimos de palhada até 8 t.ha<sup>-1</sup>.

Estudos realizados por Martins et al. (1999) e Velini et al. (2000) demonstraram que algumas espécies de plantas daninhas, predominantes da cultura da cana-de-açúcar, apresentaram comportamento diferenciado em função da quantidade de palha depositada sobre o solo. Velini et al. (2000), citaram que plantas daninhas normalmente consideradas importantes nessa cultura, como *B. decumbens*, *Bidens pilosa*, *P. maximum* e *D. horizontalis*, podem ser eficientemente controladas pela presença de uma camada de palha na ordem de 15 t.ha<sup>-1</sup>. Entretanto, Martins et al. (1999), demonstraram que em algumas espécies, como *I. grandifolia* e *E. heterophylla*, o controle pela palha é considerado deficiente.

Em experimento conduzido por Negrisoni et al. (2002a), em condições de casa-de-vegetação, com sementes pré-germinadas de *B. decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum* cobertas com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, observaram que houve redução na emergência de *Brachiaria plantaginea* e *Panicum maximum* quando estavam submetidas a quantidades acima de 4 t.ha<sup>-1</sup> de palha, sendo que para *B. decumbens* e *D. horizontalis*, a diminuição de germinação ocorreu em todas as quantidades de palhas testadas. Dessa forma, concluíram que a partir de 8 t.ha<sup>-1</sup> de palhada tem-se alto nível supressor sobre essas espécies.

Quanto à avaliação dos efeitos da cobertura com palhada de cana sobre a germinação de plantas daninhas, Lorenzi (1993) avaliou os efeitos da remoção de 25, 50, 75 e 100% de uma camada de palha, com 12 t.ha<sup>-1</sup>, sobre a germinação de algumas espécies de plantas daninhas como *Portulaca oleracea*,

*Amaranthus deflexus*, *Panicum maximum* e *Digitaria horizontalis*, observando que o nível de controle aumentou proporcionalmente à quantidade de palha deixada sobre o solo. Mantendo-se ou eliminando-se toda a palha, foram verificadas 2 e 1237 plantas por parcela, respectivamente. Entretanto, os níveis de controle foram insuficientes quando mais de 50% da palhada foi removida.

Por outro lado, deve-se ressaltar que as espécies menos afetadas pela presença da palhada podem ser selecionadas com o tempo, tornando-se importantes problemas nos canaviais (Gravena et al., 2004). Portanto, estudos sobre seleção da flora infestante pela palha são importantes, pois permitem identificar espécies com potencial de seleção no sistema de colheita de cana crua e estabelecer programas de controle preventivo.

Em função da grande redução inicial na emergência das principais espécies de plantas daninhas à cultura, após a colheita, quando é máxima a quantidade de palha sobre o solo, pode levar a uma falsa impressão de que em áreas de cana-crua, o controle de plantas daninhas poderá ser suprimido (Velini & Negrisoli, 2000). Nessa situação, a ocorrência irregular de plantas daninhas cria vantagens econômicas para a aplicação de herbicidas de pós-emergência, sem efeito residual, geralmente utilizado em aplicações localizadas (denominadas de catações). Contudo, o maior espaçamento entre linhas da cultura é a principal limitação ao uso desses programas de controle de plantas daninhas.

Segundo Pitelli (1995), a redução do distúrbio do solo resultante da adoção de práticas com a manutenção de restos vegetais na área, proporciona uma redução temporária das populações de plantas daninhas nos agroecossistemas, sendo que um dos fatores que contribuem para este comportamento é a maior concentração de diásporos na superfície do solo, a qual facilitaria as medidas de controle, especialmente a atividade de herbicidas aplicados.

A palha é apenas uma das barreiras para o uso de herbicidas com ação preferencial ou exclusiva no solo. O acréscimo do teor de matéria orgânica no solo, menos evidente em cana-crua do que em plantio direto em função da movimentação mínima no momento da colheita mecanizada, associada ao preparo e



sulcamento quando da replantação da cultura, tende a exercer forte sorção dos herbicidas limitando a sua eficiência (Tofoli, 2004).

A interceptação do produto pré-emergente pela palha tem sido motivo de preocupação. A retenção submete o herbicida a condições de fotodegradação e volatilização até que seja levado ao solo pela chuva. A solubilidade e o tipo de formulação do herbicida e a quantidade de palha podem estar associados à chegada do produto ao solo (Rodrigues, 1993).

Voll et al. (1980) relatam que os resíduos culturais e a vegetação dessecada que permanecem sobre o solo reduzem a eficiência dos herbicidas por interceptá-los no momento da aplicação. Gazziero et al. (2001) complementam ainda que os efeitos benéficos obtidos com a integração de herbicidas com a palhada podem ser prejudicados quando da presença de espécies perenes, pelo fato de exigirem doses diferenciadas de produtos, comparativamente às espécies anuais. Desta forma, é importante conhecer a quantidade de cobertura morta presente no sistema, relacionando-a com o potencial das infestantes existentes na área. Estes cuidados ajudam a avaliar antecipadamente o grau de sucesso no controle das invasoras, através da escolha mais adequada do modo de aplicação e dos respectivos herbicidas a serem utilizados.

O mercado mundial de defensivos agrícolas movimenta atualmente US\$ 30 bilhões.ano<sup>-1</sup>. O Brasil é um importante consumidor de pesticidas e movimenta aproximadamente US\$ 2,5 bilhões. Os herbicidas representam a maior parcela tanto em âmbito mundial como nacional. Hoje no Brasil, os herbicidas são responsáveis por um custo médio de US\$ 2,8.ha<sup>-1</sup> e US\$ 3,2.ha<sup>-1</sup> para aplicações mecânicas e manuais, respectivamente, excluindo-se os valores dos produtos aplicados (AGRIANUAL, 2001).

O uso de herbicidas em pré ou pós-emergência, quando devidamente aplicados, é eficaz no controle das plantas daninhas. Os herbicidas, na sua maioria, utilizados para a cultura da cana-de-açúcar são seletivos, devido a aspectos de absorção foliar e à degradação do herbicida absorvido pela planta cultivada, controlando as plantas daninhas sem comprometer o desenvolvimento e produtividade da cultura (Azania, 2004).

Constantin (2001) define como herbicida seletivo, aquele que é mais tóxico para algumas plantas do que para outras, considerando uma faixa específica de doses, método de aplicação e condições ambientais antes e após a aplicação. Desta forma, a seletividade é a capacidade de um herbicida em eliminar plantas daninhas em uma determinada cultura, sem reduzir sua produtividade.

Embora esse tipo de herbicidas não prejudique a cultura, nos primeiros dias após a aplicação podem apresentar alguns sintomas de intoxicação, sendo que na maioria das vezes, são superados com o desenvolvimento das plantas cultivadas (Azania et al., 2002).

Para controlar as plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar e evitar os possíveis prejuízos à cultura, muitos herbicidas com diferentes ingredientes ativos e formulações estão registrados para uso no Brasil.

Dentre os herbicidas registrados para a cultura da cana-de-açúcar, encontram-se os herbicidas diuron “[N’-(3,4-diclorofenil)-N,N-dimetilureia]” e hexazinone “[3-ciclohexil-6-(dimetilamina)-1-metil-1,3,5-triazina,2,4- (1H,3H)-diona]”, comercializados como mistura formulada, registrado no Brasil (MAPA) como Velpar K GRDA, sob o nº 0419003, para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (Rodrigues & Almeida, 2005). Apresentado na formulação de grânulos dispersíveis em água, é composto por 468 g.kg<sup>-1</sup> de diuron e 132 g.kg<sup>-1</sup> de hexazinone, possui classe toxicológica III e intervalo de segurança de 150 dias.

O ingrediente ativo diuron apresenta solubilidade em água de 42 ppm a 25°C, sendo absorvido pelas plantas via sistema radicular e com menor intensidade, via foliar, possuindo movimentação através do xilema. Por ser fortemente adsorvido pelos colóides de argila, tem pouca lixiviação em profundidade no solo (Rodrigues & Almeida, 2005).

O hexazinone, um herbicida do grupo das triazinas, é utilizado no controle seletivo de algumas espécies anuais e bianuais de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Apresentando solubilidade em água de 33000ppm a 25°C, sua ação sistêmica age como inibidora da fotossíntese das plantas alvo, sendo necessárias chuvas ou irrigações posteriores para sua ativação (DuPont, 2005). De acordo com Senseman (1984), este herbicida é mais intensamente absorvido pelo sistema radicular das plantas

daninhas sendo translocado para a parte aérea e, apresenta pouca mobilidade quando a absorção se dá por via foliar.

A mistura formulada de diuron + hexazinone é indicada especificamente para uso na cultura da cana-de-açúcar, no controle de plantas daninhas de folhas largas anuais e gramíneas em aplicação de pré ou pós-emergência (Azania, 2004). Conforme relatam Rodrigues & Almeida (2005), essa mistura formulada é seletiva para a cultura da cana-de-açúcar.

Na utilização dos ingredientes ativos diuron + hexazinone, em áreas em que a cultura esteja bem desenvolvida, é recomendado que a aplicação do produto seja feita em jato dirigido sobre as plantas daninhas, que devem apresentar altura máxima de 15 cm. Segundo Azania (2004), a eficácia do produto torna-se menor quando as plantas daninhas apresentam-se com altura superior a essa.

Durante a aplicação, as plantas daninhas devem estar em pleno vigor vegetativo, evitando-se períodos de estiagem, excesso de chuvas e horas de calor. Corroborando com Rodrigues & Almeida (2005).

Existem 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 pré-emergentes, 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 (Tofoli, 2004).

Embora o solo esteja coberto por uma camada de palha, sabe-se que determinadas espécies de plantas daninhas, ao germinarem, superam essa barreira física e se estabelecem no canal, exercendo sua interferência. Isto ocorre em razão de alguns herbicidas serem mais fortemente retidos pela cobertura morta e outros menos (Rossi, 2004). Devido a esse fato, Fornarolli et al. (1998) afirmam que há a necessidade de aumentar as dosagens dos herbicidas para compensar as perdas, evitando-se com isso a redução da eficiência de controle.

O uso de herbicidas para o plantio direto com as mesmas recomendações que o plantio convencional podem causar um grande impacto ambiental. Alguns agricultores entendem que os herbicidas pré-emergentes 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 (Rossi, 2004).

A interação dos herbicidas pré-emergentes e os resíduos vegetais 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 produtos 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, escoamento, volatilização e controle das plantas daninhas (Marin et al., 1978).

Almeida (1992) avaliou a aplicação, em pré-emergência, das misturas oryzalin + metribuzin e cyanazine + metolachlor em diferentes sistemas de preparo de solo, constatando que as eficácias das mesmas não foram prejudicadas pela presença de cobertura morta. Em estudos semelhantes, Erbach & Lovely (1975), em experimentos de campo e casa-de-vegetação, utilizando os herbicidas alachlor e atrazine, aplicados nas doses recomendadas sobre 2 e 4 t.ha<sup>-1</sup> de resíduos culturais de milho, concluíram que a presença das referidas coberturas não interferiu no controle de plantas daninhas.

Ao comparar os herbicidas metolachlor e alachlor, Streck & Weber (1982), verificaram que o metolachlor foi menos interceptado pela cobertura morta de trigo, provavelmente devido a sua maior solubilidade.

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 quantidade e tipo de cobertura morta, intensidade e época da primeira chuva após a aplicação, bem como irrigações subseqüentes e as condições climáticas prevaletentes durante e após a aplicação, como o período sem chuva, também influenciam no comportamento desses herbicidas no solo (Rodrigues, 1993).

Mills et al. (1989), estudando a dinâmica do herbicida clomazone sobre a cobertura morta de trigo, observaram que mais de 40% do produto não atingiu a superfície do solo, sendo interceptado pela palhada e/ou volatilizado.

Observaram também que a dissipação de clomazone foi mais rápida em sistema de plantio direto do que em plantio convencional.

Negrisoni et al. (2002b), avaliando a dinâmica de diuron em palhada de cana-de-açúcar, observaram uma redução significativa da transposição do herbicida com quantidades de palha superiores a 2 t.ha<sup>-1</sup>. Além disso, a partir de quantidades de palha superiores a 15 t.ha<sup>-1</sup>, a transposição foi nula. Avaliando a deposição e lixiviação do diuron em palha de cana-de-açúcar, Negrisoni et al (2002a) verificaram que, com a ocorrência de uma chuva simulada de 50 mm após a aplicação, houve aumento significativo na lixiviação do herbicida na palha, alcançando 65% de transposição.

Velini et al. (2004) reportam que a mistura hexazinone + diuron apresenta uma elevada interceptação pela palha da cana-de-açúcar, atingindo valores acima de 95% para ambos os ingredientes ativos em quantidades de palha superiores a 7,5 t.ha<sup>-1</sup>. Valores semelhantes a esse também foi observado por Rossi et al. (2004a) que, pesquisando a deposição e lixiviação do herbicida metribuzin em palha de cana, reportaram uma interceptação próxima a 95% para essa mesma quantidade de palha.

Cavenaghi et al. (2002) estudaram a interceptação do sulfentrazone em palhada de cana-de-açúcar e de aveia, observaram que praticamente todo o produto aplicado foi retido por quantidades acima de 4 t.ha<sup>-1</sup>. Tofoli et al. (2002), avaliando a deposição e lixiviação de atrazine, também em palhada de cana e aveia, observaram interceptação de 85% do produto quando aplicado sobre quantidades de palha superiores a 6 t.ha<sup>-1</sup>, para ambas as palhadas. Costa (2001) estudando a deposição e lixiviação de ametryn, reportou que mais de 99% foi retida pela palha, quando em quantidades superiores a 4 t.ha<sup>-1</sup>.

A influência na retenção dos herbicidas na palha pela quantidade e época das chuvas que ocorrem após a aplicação foi contatada por Banks & Robinson (1982) para metribuzin, Banks & Robinson (1984) para oryzalin, Banks & Robinson, (1986) para alachlor, acetolachlor e metolachlor e Rodrigues et al. (1997) para o herbicida.trifluralin

Alguns herbicidas são facilmente lixiviados para o solo, com chuvas ocorrendo 24 horas após a aplicação, como é o caso do atrazine, conforme

observado por Fornarolli et al. (1998) e Sigua et al. (1993). Lowder & Weber (1979) verificaram que 87% do atrazine foi removido da cobertura vegetal morta, quando submetida a chuva de 100 mm logo após a aplicação, sendo que quando a chuva ocorreu sete dias após a aplicação, a remoção observada foi de 77%.

Apesar do herbicida atrazine ser facilmente lixiviado, Rodrigues et al. (2002) observaram que o herbicida foi fortemente retido pela folhagem verde, mesmo após precipitação de 20 mm, 24 horas após a aplicação do produto, ocorrendo o contrário do observado para metolachlor e alachlor.

Petersen et al. (1988), avaliando os herbicidas metolachlor, acetochlor e alachlor, relataram que maiores quantidades dos herbicidas foram extraídas de 6 t.ha<sup>-1</sup> de palha de trigo seca do que fresca, quando sobre elas houve precipitação de 10 mm de chuva simulada.

Marin et al. (1978), em estudo de laboratório, reportaram que os herbicidas propachlor, atrazine, alachlor e cyanazine, quando aplicados em palhadas de milho, não foram fortemente adsorvidos, sendo que mais de 50% da quantidade inicial aplicada foi lixiviada após precipitação de 20 mm.

Rossi et al. (2004b) avaliando a deposição e lixiviação do herbicida metribuzin sobre diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, verificaram que na quantidade de 20 t.ha<sup>-1</sup>, 99% do herbicida foi lixiviado, quando simulada uma chuva correspondente a 30 mm. Lamoreaux et al. (1993) avaliaram a eficiência de dimethenamid, metolachlor e alachlor, tendo como cobertura restos culturais de soja, milho e aveia em quantidades situadas em 1,12 a 8,96 t.ha<sup>-1</sup>, e relataram que esses herbicidas foram lixiviados após irrigação de 1,6 a 12,8 mm.

Cavenaghi et al. (2002), avaliando o efeito de diferentes quantidades de chuva, um dia após a aplicação de sulfentrazone, sobre quantidades de 6 t.ha<sup>-1</sup> de palha de aveia e 10 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar, relataram que a lixiviação do sulfentrazone da palhada de aveia atingiu 94%, enquanto que para cana-de-açúcar foi de apenas 67%, para a quantidade de chuva simulada de 65 mm.

Medeiros & Christoffoleti (2002), avaliando a eficiência da mistura formulada de diuron e hexazinone, no controle de *I. grandifolia*, *I. hederifolia*, *E. heterophylla* e *D. horizontalis* e do herbicida sulfentrazone no controle de *Cyperus*

*rotundus*, em vasos com cobertura de palha de cana-de-açúcar em quantidade de 0, 5, 10 e 15 t.ha<sup>-1</sup>, com chuvas 24 horas após a aplicação, observaram que a lixiviação dos herbicidas estudados é aumentada com a ocorrência de precipitação a partir de 10 mm.

No entanto, Rodrigues et al. (1997), utilizando 6 e 12 t.ha<sup>-1</sup> 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, simulada 24 horas após a aplicação. Neste caso, vale ressaltar que este herbicida possui uma solubilidade muito baixa, na faixa de 0,1 ppm em água.

Em se tratando de controle de plantas daninhas pela associação da cobertura morta e herbicidas, Rossi et al. (2004a) avaliando a eficácia do metribuzin aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar no controle de quatro espécies de plantas daninhas (*B. plantaginea*, *I. grandifolia*, *E. heterophylla* e *S. rhombifolia*), verificaram que mesmo sem a ocorrência de chuva após a aplicação, o metribuzin apresentou um excelente nível de controle destas espécies. Buzetti & Santos (1999), avaliando o comportamento dos herbicidas diclosulan e flumetsulan, quando aplicados sobre 0,3 e 0,6 t.ha<sup>-1</sup> de palha de aveia preta, obtiveram controle superior a 90% para as espécies *Amaranthus* sp., *Sida* sp. e *Bidens pilosa*.

Gravena et al. (2002), avaliando os efeitos de diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e da mistura formulada de trifloxysulfuron sodium e ametryn, na emergência e acúmulo inicial de biomassa seca e controle de plantas daninhas, observaram elevada ação supressiva sobre as populações de *B. plantaginea*, *D. horizontalis*, *P. maximum*, *Sida glaziovii* e *Amaranthus hybridus*.

Medeiros et al. (2004), estudando a eficácia do herbicida imazapic quando aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar e com a ocorrência de chuvas após a aplicação, concluíram que o imazapic aplicado sobre a palha promoveu ótimo controle de tiririca, mesmo com chuvas (equivalentes a 10 e 20 mm) ocorrendo somente após 60 dias da aplicação do produto.

Costa et al. (2004) estudaram a absorção dos herbicidas imazapic, metribuzin e trifloxysulfuron sodium + ametryn diretamente na palha de cana-de-açúcar, sem a ocorrência de chuvas após a aplicação, no controle de algumas espécies de plantas daninhas, e verificaram que metribuzin e trifloxysulfuron + ametryn

apresentaram excelente controle das espécies testadas. Os resultados permitiram concluir que tais herbicidas foram absorvidos diretamente da palha pelas plantas daninhas, sem a necessidade de ocorrência de chuvas após a aplicação.

Conforme relataram Velini & Negrisoni (2000), a palha pode atuar retendo os herbicidas aplicados, liberando-os lentamente ao solo, sendo este efeito bastante interessante, porém ainda não devidamente avaliado para quaisquer dos herbicidas disponíveis comercialmente para uso em cana-de-açúcar.

Pelos trabalhos expostos, a deposição e lixiviação de herbicidas residuais aplicados em sistema de plantio com algum tipo de cobertura ainda é um assunto que merece grande atenção, devido as mudanças que vem sendo observadas nesses sistemas de produção. Isso evidencia a necessidade da continuação e realização de novos estudos, gerando informações que possam elucidar as interações entre as coberturas, plantas daninhas e o comportamento dos principais herbicidas utilizados em sistemas de plantio com cobertura morta.

Mesmo sendo um produto utilizado há vários anos na cultura da cana-de-açúcar, são praticamente inexistentes os trabalhos que estudaram a dinâmica, eficiência e comportamento da mistura comercial diuron + hexazinone, quando aplicados sobre a palhada formada pela colheita mecanizada da cana-de-açúcar, o que justifica a execução dessa pesquisa.



## **5 MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo teve por objetivo avaliar o comportamento do herbicida Velpar K GRDA (diuron + hexazinone) em palhada de cana-de-açúcar e foi dividido em várias etapas com ensaios em laboratório, casa-de-vegetação e com a validação dos resultados iniciais em estudos de campo.

O primeiro ensaio objetivou a avaliação da dinâmica do herbicida na palha de cana-de-açúcar, e foi conduzido no Laboratório de Matologia, pertencente ao Departamento de Produção Vegetal / Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônomicas - Unesp, campus de Botucatu. Outros dois ensaios, com a finalidade de se avaliar a eficácia do herbicida no controle de plantas daninhas em áreas cobertas de palha de cana-de-açúcar, foram conduzidos em condições de casa-de-vegetação e campo.

O ensaio sob condições controladas em casa-de-vegetação, foi realizado no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NuPAM), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal / Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas – Unesp, Campus de Botucatu. O estudo de eficácia de controle do herbicida no controle de plantas daninhas, em condições de campo, foi dividido em três etapas, instalados em três áreas de produção do grupo COSAN.

### 5.1 Desenvolvimento do método analítico para determinação de Velpar-K (diuron + hexazinone) em água por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

Os padrões analíticos de diuron e hexazinone foram fornecidos pela empresa DuPont, com grau de pureza certificada de 99,9%, nos quais apresentam os nomes adotados pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, 1978) de N'-(3,4-diclorofenil) N,N-dimetilureia e 3-ciclohexil-6-(dimetilamina)-1-metil-1,3,5-triazina-2,4 (1H,3H)-diona, para diuron e hexazinone, respectivamente.

As características cromatográficas do método desenvolvido e as principais informações obtidas em sua validação são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características do método cromatográfico empregado na determinação por CLAE dos herbicidas diuron e hexazinone.

Características cromatográficas do método de quantificação de diuron e hexazinone	
Fase estacionária	Sílica-octadecil (C <sub>18</sub> )
Ø partícula (µm)	5,00
Comprimento da coluna (mm)	150,00
Ø interno da coluna (mm)	4,60
Fase móvel (v.v <sup>-1</sup> )	CH <sub>3</sub> OH : H <sub>2</sub> O (50 : 50)
Vazão (mL.min <sup>-1</sup> )	1,00
Volume de injeção (µL)	100,00
Tempo de retenção do herbicida diuron (min)	13,0
Tempo de retenção do herbicida hexazinone (min)	5,0
λ diuron (nm)	245
λ hexazinone (nm)	245

Para a realização do estudo dos parâmetros analíticos do método cromatográfico, levando-se em conta sua validação, foi realizada uma calibração da resposta do detector para os herbicidas diuron e hexazinone. Foram preparadas soluções padrão com o solvente metanol e água na proporção de 50:50 (v/v), em concentrações de 0,0312, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5 e 1 µg.mL<sup>-1</sup> para hexazinone e, 0,094, 0,1875, 0,375, 0,75,

1,5 e 3  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  para diuron, a partir de uma solução estoque de 100  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  do padrão analítico preparado em solvente metanol, levando-se em conta sua solubilidade. Foram realizadas triplicatas de cada uma das soluções nas diversas concentrações, sendo analisadas e quantificadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE (Figura 1).



Figura 1. Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (CLAE) utilizado no desenvolvimento do método analítico de determinação de diuron e hexazinone

### 5.1.1 Calibração cromatográfica de diuron + hexazinone por CLAE

O solvente metanol foi escolhido por apresentar características mais apropriadas para a constituição de fase para ajuste de volume dos herbicidas diuron e hexazinone em água, devido as suas solubilidades neste referido solvente.

Para os testes de recuperação e exclusão de possíveis interferentes na quantificação destes herbicidas, foram preparadas soluções do herbicida em água coletada na lavagem de palha de cana-de-açúcar, a partir do padrão analítico diuron e hexazinone (100  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ), obtendo-se as concentrações 0,0312, 0,0625, 0,125, 0,25, 0,5 e 1  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  para hexazinone e, 0,094, 0,1875, 0,375, 0,75, 1,5 e 3  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ . Novamente

foram realizadas replicatas das concentrações para avaliação. Em seguida, um volume de 5mL de cada uma das soluções obtidas nas suas respectivas concentrações foram elevadas a volume de 10mL, com metanol.

As soluções de diferentes concentrações preparadas foram filtradas em seringas plásticas de 3mL, equipadas com filtro Milipore, modelo HV Millex em polietileno com membrana durapore 0,45 $\mu$ m de poro e 13 mm de diâmetro, sendo transferidas para vials de 2mL. Estes foram lacrados e armazenados, para posterior análise por CLAE. A quantificação do herbicida recuperado foi obtida através de curva de calibração por CLAE, sendo esta constituição de fase utilizada para as quantificações dos herbicidas diuron + hexazinone nos estudos de dinâmica do produto em palha de cana-de-açúcar.

A partir das respostas do detector, representadas pelas áreas dos picos, e concentrações das soluções padrão dos herbicidas testados, foram estabelecidos conforme procedimentos descritos por Meier & Zund (1993) os quais têm por base, estimar a confiabilidade do método analítico com uso dos dados obtidos na aplicação do modelo linear de regressão, para a calibração com os padrões analíticos, a saber: equação linear de regressão, coeficiente de correlação, coeficiente de determinação, linearidade, limite de detecção e limite de quantificação do método.

## **5.2 Dinâmica de diuron + hexazinone em palha de cana-de-açúcar**

Neste estudo, foram conduzidos experimentos no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NuPAM), para avaliar a dinâmica do herbicidas diuron e hexazinone em palha de cana-de-açúcar, seguidas de avaliações realizadas no laboratório de matologia do Departamento de Produção Vegetal, Agricultura.

O equipamento de pulverização e simulador de chuva encontra-se situado em uma sala fechada no NuPAM, e constitui em uma estrutura metálica, com dimensões de 3m de altura e 2m de largura, permitindo o acoplamento de uma estrutura móvel que se desloca por uma área total de 12m<sup>2</sup>, no sentido do comprimento do equipamento. A essa estrutura estão instaladas, a barra de pulverização, responsável pelo sistema de aplicação de defensivos agrícolas e a barra responsável pelo sistema de simulação de chuva (Figura 2). Vale ressaltar que os sistemas de pulverização e simulação

de chuva apresentam funcionamento independente, apesar de compartilharem o mesmo equipamento e funções de controle.

O tracionamento do sistema móvel do equipamento é realizado com o auxílio de um motor elétrico, pela movimentação de correntes e engrenagens, proporcionando controle de velocidades constantes e previamente determinadas, de acordo com ajuste de um modulador de frequência.

A barra de pulverização é constituída por quatro bicos contendo quatro pontas de pulverização XR 110.02 VS, com espaçamento de 0,5m entre pontas e posicionadas a 0,5m de altura em relação ao alvo (superfície das unidades experimentais). Para as pulverizações do herbicida, o sistema foi operado com deslocamento de  $1,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $3,6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), correspondendo a 45,0 Hertz no modulador de frequência, com aplicação de ar comprimido a uma pressão constante, mantendo-se o consumo de calda correspondente a  $200\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

O produto comercial, em grânulos dispersíveis, contendo  $468 + 132\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ , para diuron e hexazinone, respectivamente, foi aplicado na dose de  $2,5\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  p.c., com volume de calda gasto correspondente a  $200\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Neste caso, foi preparada uma solução de 25g do produto comercial em 2,0L de água, em garrafa PET com capacidade aproximada de 2,0L. Durante as aplicações nos diversos ensaios realizados, as condições locais, dentro da sala de aplicação, foram monitoradas.

A simulação de 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 1000L, 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, espaçados 0,5m entre si e a 1,45m de altura em relação à superfície das unidades experimentais, posicionados para manter uma melhor uniformidade da precipitação simulada na área aplicada.

A velocidade de deslocamento do sistema foi de  $3,156\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$  (equivalente a 2,5 Hertz no modulador de frequência) e pressão de trabalho de  $0,81\text{kgf}\cdot\text{s}^{-2}$ . Tais especificações proporcionam a formação de gotas artificiais de chuva de diâmetro mediano volumétrico (DMV) de  $1140\mu\text{m}$ , conforme informações fornecidas pelo fabricante das pontas de pulverização. A cada passada do sistema móvel, ocorria a formação de uma lâmina aplicada correspondente a aproximadamente 2,5mm de chuva.



Figura 2. Equipamento de pulverização e simulação de precipitação, instalado no NuPAM.

### 5.2.1 Transposição do diuron + hexazinone no momento da aplicação

Neste estudo foram determinadas as porcentagens de transposição na palha, pelos ativos dos herbicidas, no momento da aplicação. As quantidades equivalentes de palha de cana-de-açúcar estudadas foram 0; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t.ha<sup>-1</sup> de palha. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições.

As palhas com as quantidades correspondentes foram acondicionadas dentro de um suporte de plástico, com área da base retangular de 160,14cm<sup>2</sup>, para serem submetidas à aplicação (Figura 3).



Figura 3. Suportes de plástico com as palhas usadas para estudo de transposição dos produtos no momento da aplicação.

A pulverização do herbicida foi realizada na dose de  $2,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de produto comercial, correspondendo a  $1170$  e  $330 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$ , dos ingredientes ativos diuron e hexazinone, respectivamente. O volume de calda gasto foi de  $200\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  sendo este confirmado pela análise da solução da calda por CLAE. Neste caso específico, foi utilizado o triplo da dose recomendada (representado por 3 vezes a aplicação feita pelo equipamento de pulverização) para que o ajuste do método pudesse ser otimizado.

Para a coleta do herbicida transposto, os alvos de plástico foram posicionados abaixo das camadas de palha. Após a aplicação, as palhas foram descartadas e os alvos lavados com  $50\text{mL}$  de água destilada e as referidas soluções foram armazenadas em geladeira ( $8 \pm 3^\circ\text{C}$ ), para posterior análise.

### **5.2.2 Avaliação do caminhamento do diuron + hexazinone na palha de cana-de-açúcar**

As unidades experimentais utilizadas neste estudo foram constituídas por um conjunto de suporte móvel de PVC, usado para acomodar a palha de

cana-de-açúcar, tela, funil plástico e coletor de plástico, representado na Figura 4. Estas unidades experimentais foram previamente determinadas e organizadas ao longo do percurso das barras do equipamento de simulação com o objetivo de padronizar a metodologia e minimizar o erro de distribuição das lâminas de chuva, nas condições estudadas.

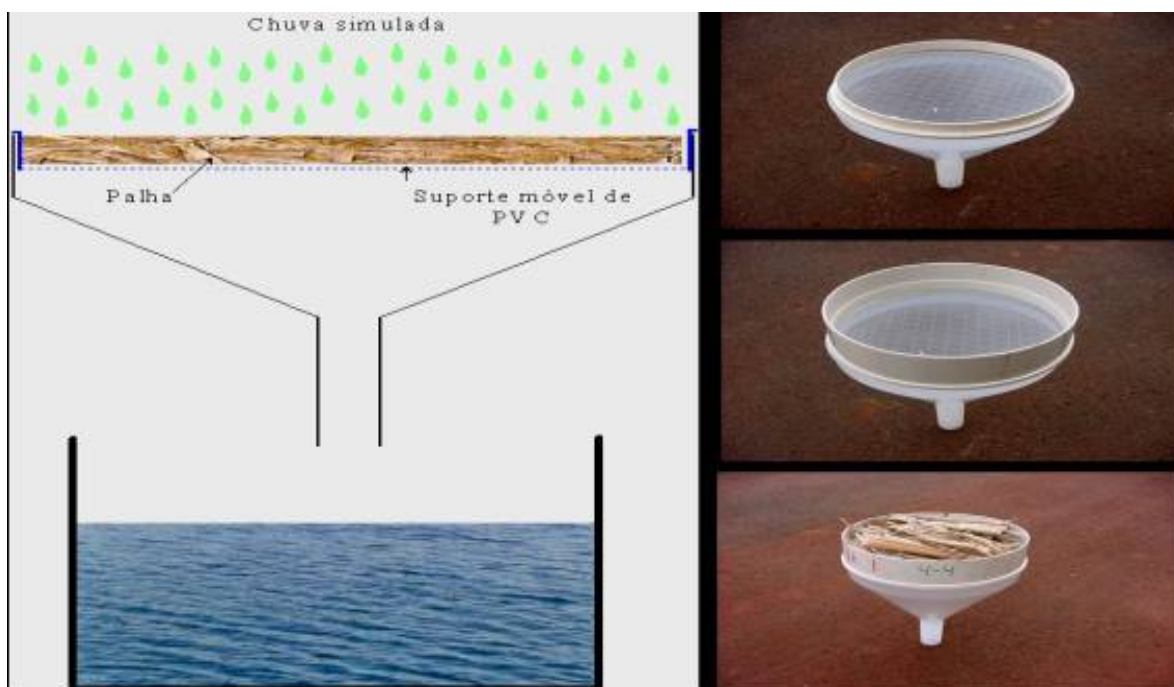


Figura 4. Unidades experimentais utilizadas para a lavagem da palha.

Nos suportes de PVC foram acondicionadas as quantidades correspondentes a ausência; 1,0; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t.ha<sup>-1</sup> de palha, representativas daquelas encontradas a campo logo após a colheita da cultura, permitindo simular a transposição da calda de aplicação no momento da pulverização.

Em todo o estudo de dinâmica da mistura formulada de diuron + hexazinone, assim como de eficácia da mistura no controle de plantas daninhas em condições de casa-de-vegetação e campo, utilizou-se a dosagem de 2,5 kg de produto comercial (VelparK GRDA) e volume calda consumido de 200 L.ha<sup>-1</sup>.

Para o ensaio da deposição do diuron e hexazinone na palha de cana-de-açúcar foi realizada, imediatamente após a aplicação, uma extração da palha de



cada parcela em um recipiente com 5L de água. Uma alíquota de 50mL da água de extração foi retirada para posterior quantificação do herbicida.

Na mesma unidade experimental, avaliou-se também, ao momento da aplicação, a quantidade do produto que atingiu o funil, atravessando a camada da palha de cana-de-açúcar apenas com a pulverização. A quantidade de produto que atingiu o funil foi recuperada através de lavagem do mesmo, com volume de 1L de água destilada. Uma alíquota de 50mL da suspensão foi retirada para posterior quantificação do herbicida.

A soma das quantidades de diuron e hexazinone, obtidas nas extrações da palha e lavagem do funil foi considerada como sendo a quantidade total de produto que chegou na unidade experimental. As suspensões, produtos de lavagens dos funis e extração da palha, foram armazenadas em geladeira ( $8 \pm 3^\circ\text{C}$ ) para posterior análise e quantificação das concentrações do diuron e hexazinone.

### **5.2.3 Dinâmica do diuron e hexazinone após a permanência por diferentes períodos iniciais sem chuva sobre a palha.**

Foi utilizada, nos suportes móveis das unidades experimentais, uma quantidade correspondente a  $10\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de palha de cana-de-açúcar, em função dos resultados dos ensaios previamente testados. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e quatro repetições.

As parcelas com as palhas foram submetidas a chuvas artificiais imediatamente após a aplicação e em intervalos de 1, 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA), considerados como períodos de permanência do herbicida na palha. Durante estes períodos, as parcelas experimentais foram mantidas em casa-de-vegetação. As amostras de palha foram submetidas às chuvas artificiais de 2,5; 5; 10; 20; 35; 50 e 100mm, nos períodos determinados, conforme procedimentos descritos anteriormente.

A água que transpôs cada parcela foi coletada, medida e armazenada em geladeira para posterior análise e quantificação das concentrações do diuron e hexazinone. As quantidades do herbicida foram acumuladas para determinação das curvas de saída do produto em função das lâminas acumuladas de água.

Após a lavagem, as palhas foram mantidas em casa-de-vegetação e submetidas a novas precipitações de 20 mm após 7, 14 dias após as primeiras chuvas. As

palhas foram pesadas antes e após o final de todas as simulações das chuvas, para se determinar a quantidade de água que a palha reteve ao final das chuvas.

#### 5.2.4 Procedimento de análise das amostras e dos dados

Alíquotas de 5 mL de água de lavagem dos alvos, palhas e funil e nas lâminas de chuvas simuladas e armazenadas em geladeira ( $8 \pm 3^\circ\text{C}$ ), foram elevados a um volume de 10 mL através da adição de 5mL de metanol:água em proporção 50:50 (v.v<sup>-1</sup>). Estas soluções foram então, filtradas e analisadas.

Os sinais analíticos dos picos de hexazinone e diuron, transformados em áreas, foram comparados com a curva de calibração (padronização externa) das soluções padrão de hexazinone e diuron, de acordo com o descrito no item 5.1.1.

Os dados originais de volumes, obtidos nas lâminas de água retidas na palha de cana-de-açúcar foram convertidos para milímetros de chuva (mm). A concentração do herbicida retido nos alvos plásticos, no funil, na palha e na água de lavagem, foi transformada para g.ha<sup>-1</sup> de hexazinone e diuron, em função da quantidade de água de lavagem e da lâmina de chuva simulada sobre as quantidades de palha (t.ha<sup>-1</sup>). Em seguida os dados obtidos foram ajustados segundo modelo de Mitscherlich e submetidos à análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SAS.

No estudo inicial de transposição da calda de aplicação, ajustou-se o modelo de Mitscherlich a partir dos dados obtidos. Utilizou-se o modelo de modo simplificado pela fixação dos valores de duas 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, representando ausência de transposição do herbicida quando na ausência de simulação de chuvas, atribuindo-se o valor zero. Isto equivale a dizer que, na ausência de palha, foi máxima a transposição do herbicida. O valor de “c” do modelo de Mitscherlich foi estimado pela equação de regressão e representa a taxa, em g.ha<sup>-1</sup>, do herbicida que transpôs a palha a cada incremento de chuva simulada, em mm.

O Modelo utilizado para representar a quantidade de hexazinone e diuron que transpôs a palha, em g.ha<sup>-1</sup>, é representada pela equação:

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

c = constante que indica a taxa de extração do herbicida pelo incremento de chuva simulada (mm);

c = constante indicativa 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 (g.ha<sup>-1</sup>).

Nos demais estudos (quantidade de chuva retida, ou que transpôs a palha, e recuperação de herbicida na água de chuva), utilizou-se o modelo de Mitscherlich com todas as suas constantes sendo estimadas e que será designado como o modelo completo e é representado a seguir:

$$Y = a * (1-10^{-c * (b + x)}), \text{ onde:}$$

a, b e c = constantes da equação;

a = assíntota máxima da curva; Para os dados simulados que representam as quantidades máximas de hexazinone e diuron, em g.ha<sup>-1</sup>, 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. Um valor nulo de “b” representa a ausência de transposição quando da ausência de simulação de chuva;

c = constante indicativa da taxa de extração do herbicida pelo incremento de chuva simulada (mm) e que determina a concavidade da curva;

x = lâmina de chuva aplicada (mm);

Y = lâmina de chuva transpôs a palha (%);

Y = quantidade de herbicida recuperado na água de chuva (g.ha<sup>-1</sup>).

### 5.3 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de casa-de-vegetação

Foram instalados dois ensaios, sob condições de casa-de-vegetação, nas dependências do NuPAM, com a finalidade de se avaliar a eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação à palha de cana-de-açúcar no controle de algumas espécies de plantas daninhas consideradas prejudiciais ao desenvolvimento e produtividade da cultura.

As unidades experimentais constaram de vasos de dimensões de 15 x 15 cm (0,0225m<sup>2</sup>), com capacidade para 2 litros de solo, sendo utilizado como substrato, um Latossolo Vermelho Escuro (LVed), coletado em área da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, Botucatu. O processo de preparo do solo coletado foi de secagem à sombra e peneiramento para sua homogeneização. Foi retirada uma alíquota desse solo e encaminhado ao laboratório do Departamento de Solos da FCA/UNESP, Botucatu, para análise granulométrica e química, cujos resultados podem ser visualizados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Análise granulométrica do solo utilizado como substrato no experimento de casa-de-vegetação.

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

Tabela 3. Análise química da amostra de solo utilizada como substrato no experimento de casa-de-vegetação.

Solo	PH	M.O.	P res	Mmol.dm <sup>-3</sup>						V (%)
	CaCl <sub>2</sub>	g.dm <sup>-3</sup>	mg.d <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC	
LVed	4,3	19	1	0,6	10	4	58	14,6	72,6	21

Realizou-se uma adubação de correção do solo para que as condições de fertilidade fossem melhoradas e proporcionasse uma melhor manutenção e desenvolvimento das plantas daninhas.

No primeiro experimento, foram semeadas cinco espécies de plantas daninhas consideradas prejudiciais à cultura da cana-de-açúcar: *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Sida rhombifolia*. Estas foram semeadas em conjunto de duas e três espécies por vaso, onde *B. plantaginea* e *I. grandifolia* estavam contidas em um vaso e, *B. decumbens*, *E. heterophylla* e *S. rhombifolia* em outro conjunto.

No segundo experimento, foram avaliadas quatro espécies, e os conjuntos eram compostos por *Brachiaria decumbens* e *Ipomoea grandifolia* em um vaso e *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla* formando outro conjunto de plantas nos vasos.

Nos dois casos, foram adicionadas quantidades de sementes para que se obtivessem 25 plantas de cada espécie por vaso. Estas foram colocadas na superfície do solo e cobertas por uma fina camada de terra.

Foram utilizadas quantidades equivalentes a 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar por vaso. Essa quantidade foi escolhida por corresponder a uma condição bastante crítica quando encontrada a campo, pois a palha praticamente não atua no controle de plantas daninhas, mas está presente em quantidade suficiente para interceptar praticamente todo o herbicida no momento da aplicação.

Os equipamentos de pulverização e simulação de chuva foram os mesmos utilizados e descritos no ensaio de dinâmica de diuron + hexazinone na palha de cana-de-açúcar, operando-se da mesma maneira.

O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi inteiramente casualizados com quatro repetições. No primeiro, foram testados sete tratamentos, sendo duas testemunhas (com e sem palha) em que não houve a aplicação dos herbicidas. No segundo experimento, foram avaliados quatorze tratamentos, sendo duas testemunhas (com e sem a presença de palha).

Os tratamentos conduzidos no primeiro experimento constaram de diferentes posicionamentos do herbicida e condições de umidade antes e após a aplicação, e estão descritos detalhadamente na Tabela 4.

Tabela 4. Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio de avaliação da eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone, em associação à palhada de cana-de-açúcar, em condições de casa-de-vegetação.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
1	Semeadura em solo seco, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pré-emergência e chuva após 24 horas
2	Semeadura em solo seco, chuva, cobertura de palha e aplicação do herbicida em pré-emergência
3	Semeadura em solo seco, chuva, cobertura de palha e aplicação do herbicida em pós-emergência (2 – 3 folhas)
4	Semeadura em solo seco, chuva, aplicação do herbicida em pré-emergência e cobertura com palha
5	Semeadura em solo seco, cobertura de palha e chuva
6	Semeadura em solo seco, chuva e aplicação do herbicida em pré-emergência
7	Semeadura em solo seco e chuva

No segundo experimento, os tratamentos avaliaram a eficácia da mistura formulada de diuron + hexazine aplicada em pré ou pós-emergência e simulação de diferentes períodos de chuva posteriores, conforme descritos na Tabela 5.

Durante as irrigações diárias dos vasos, tomou-se o cuidado de não promover a movimentação do herbicida na palha de cana, sendo estes pesados diariamente e adicionada sub-superficialmente a quantidade de água necessária para manter a mesma umidade durante todo o ensaio, equivalente a 65 a 70% da capacidade de campo.

As avaliações de controle das plantas daninhas, realizadas nos tratamentos, foram feitas visualmente aos 14, 21 e 28 DAA, no primeiro experimento e, 14, 21, 28 e 35 DAA no segundo experimento.

Os resultados foram submetidos à análise estatística com auxílio do programa SAS, pelo teste t com 10% de probabilidade.

Tabela 5. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento de avaliação da eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone aplicada em pré e pós-emergência e diferentes períodos de simulação de chuva, em condições de casa-de-vegetação.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
1	Semeadura, irrigação
2	Semeadura, irrigação, cobertura de palha
3	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pré-emergência
4	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pré-emergência, chuva (30mm) 1 dia após
5	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pré-emergência, chuva (30mm) 3 dias após
6	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pré-emergência, chuva (30mm) 7 dias após
7	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pré-emergência, chuva (30mm) 14 dias após
8	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pós-emergência (2-3 folhas)
9	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pós-emergência (2-3 folhas), chuva (30mm) 1 dia após
10	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pós-emergência (2-3 folhas), chuva (30mm) 3 dias após
11	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pós-emergência (2-3 folhas), chuva (30mm) 7 dias após
12	Semeadura, irrigação, cobertura de palha, aplicação do herbicida em pós-emergência (2-3 folhas), chuva (30mm) 14 dias após
13	Semeadura, irrigação, aplicação do herbicida em pós-emergência (2-3 folhas) com a superfície do solo protegida por papel alumínio, retirada da proteção
14	Semeadura, irrigação, aplicação do herbicida em pós-emergência (2-3 folhas) juntamente com água de irrigação (seringa)

#### 5.4 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de campo

A etapa de avaliação da eficácia do produto no controle de plantas daninhas sob condições de campo, foi conduzida em áreas de produção da empresa do grupo COSAN. Estes ensaios foram divididos em três épocas distintas de aplicação: em época seca (época 1), em época de início do período de ocorrência de chuvas (época 2) e, outra época (época 3), em período após a ocorrência de chuvas, representando um período com alta umidade do solo.

Os ensaios foram conduzidos com delineamento experimental em blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições, cujas características podem ser visualizadas na Tabela 6. Cada unidade experimental correspondeu a quatro linhas da cultura, espaçadas na entrelinha em 1,0m e 8,0m de comprimento, totalizando uma área útil de 32m<sup>2</sup>.

Tabela 6. Representação dos tratamentos utilizados na avaliação de eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, em condições de campo.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
1	Aplicação do herbicida em pré-emergência sobre o solo seguido de cobertura de palha
2	Aplicação do herbicida em pré-emergência sobre a palha
3	Aplicação do herbicida em pré-emergência sobre o solo sem a presença de palha
4	Aplicação do herbicida em pós-emergência sobre a palha
5	Aplicação do herbicida em pós-emergência sobre o solo sem a presença de palha
6	Testemunha com presença de palha
7	Testemunha sem presença de palha

Os tratamentos foram selecionados para avaliar a eficiência combinada da palha de cana-de-açúcar, na quantidade de 10t.ha<sup>-1</sup>, da mistura formulada de



diuron + hexazinone, em aplicações de pré e pós-emergência, no controle de algumas espécies de plantas daninhas consideradas prejudiciais para a cultura.

#### 5.4.1 Aplicação realizada na estação seca

O primeiro experimento, representando a aplicação do produto em uma época de ausência de chuvas (época 1), foi instalado e iniciado em 23 de agosto de 2004. A área utilizada é pertencente à Usina Santo Antonio, do grupo Cosan, no município de Dois Córregos. A variedade utilizada neste experimento foi SP81-3250, em seu 3º corte.

Nas Tabelas 7 e 8 estão descritos os resultados das análises granulométrica e química do solo da referida área experimental.

Tabela 7. Resultados de análise granulométrica do solo no experimento de campo, 1ª época de aplicação.

Profundidade (cm)	Granulometria (%)					
	Argila	Limo	Areia			Classe textural
			Fina	Grossa	Total	
0-20	11,5	2,6	52,7	33,2	85,9	Arenosa
20-40	14,8	4,2	46,7	34,3	81,0	Arenosa

Tabela 8. Análise química da amostra de solo no ensaio de campo, 1ª época de aplicação.

Prof. (cm)	PH	M.O. g.dm <sup>-3</sup>	P res mg.d <sup>-3</sup>	Mmol.dm <sup>-3</sup>					V (%)	
				K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB		CTC
0-20	5,2	12	7	1,3	16	5	19	22,3	41,3	54
20-40	4,3	8	4	1,1	7	3	26	11,1	37,1	28

Primeiramente, a área foi estaqueada em blocos e parcelas (Figura 5). A palhada presente na área foi totalmente removida e acondicionada em sacos plástico (Figura 6). Com auxílio de um enxadão, a região central de cada parcela foi sulcada em quatro mini-parcelas de 0,5m<sup>2</sup>, para que fossem semeadas as plantas daninhas em grupos

segundo as espécies: *Brachiaria decumbens* + *Euphorbia heterophylla*, *Brachiaria plantaginea* + *Ipomoea grandifolia*, *Digitaria horizontalis* + *Ipomoea nil* e *Panicum maximum* + *Merremia cissoides*. Estas foram semeadas e incorporadas ao solo a uma profundidade de 0-10 cm, com taxa de semeadura definida por teste de germinação prévio, a fim de se manter uma quantidade de 100 sementes viáveis por espécie (Figura 7).



Figura 5. Vista geral da área estaqueada e preparada para instalação do ensaio.



Figura 6. Retirada da palha da área e ensacamento para posterior pesagem.



Figura 7. Semeadura e incorporação das espécies de plantas daninhas na área experimental.

Após esse processo, nesse mesmo dia foi aplicado o herbicida em pré-emergência no tratamento 1, em que representava a aplicação no solo sob a palhada, numa simulação à aplicação realizada por uma colhedora no momento da colheita, e no tratamento 3, onde havia a ausência de palha nas parcelas. Finalizada a aplicação, as parcelas correspondentes foram cobertas por uma camada de palhada anteriormente retirada da área, reservada e previamente pesada, representando a quantidade de  $10\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nas parcelas do tratamento 2, aplicação do herbicida em pré-emergência sobre a palhada, o processo foi o inverso. Primeiramente foi acondicionada a quantidade de palha sobre as parcelas e em seguida, aplicado o herbicida (Figura 8). No tratamento 4, aplicação do herbicida em pós-emergência com a presença de palhada, apenas o acondicionamento da palha nas parcelas foi realizado.



Figura 8. Aplicação dos herbicidas em pré-emergência nos tratamentos com cobertura de palha.

A aplicação em pós-emergência da mistura formulada de diuron + hexazone nos tratamentos respectivos foi somente realizada no dia 11 de outubro de 2004, devido a baixa incidência de germinação das plantas daninhas nestes tratamentos em função da ausência de chuvas neste período.

Para a aplicação do herbicida nos tratamentos em pré e pós-emergência, foi utilizado um pulverizador costal, com pressurizador de CO<sub>2</sub>, a uma pressão constante de 2,0 kgf.cm<sup>-2</sup>, e reservatório com capacidade para 2L de calda, conectado a uma barra equipada com 4 bicos de pulverização, de fabricação Spray Systems, modelo XR11002, espaçados 0,5m entre si, e velocidade de deslocamento de 1m.s<sup>-1</sup> (Figura 9).



Figura 9. Equipamento utilizado para a aplicação do produto no ensaio.

As avaliações de controle foram iniciadas aos sete e finalizadas aos 120 dias após a aplicação dos herbicidas (no caso, em pré-emergência) ou germinação das plantas daninhas (para os tratamentos em pós-emergência).

Neste ensaio, as condições atmosféricas foram as seguintes: 23°C, Umidade relativa do ar de 45%, e ventos com velocidade de 3,5 a 9,0 km.h<sup>-1</sup>, para a aplicação em pré-emergência e, temperatura de 21°C, Umidade relativa do ar de 52%, e ventos com velocidade de 2,0 a 9,0 km.h<sup>-1</sup>, para a aplicação nos tratamentos de pós-emergência.

#### **5.4.2 Aplicação realizada no final da estação seca.**

O segundo ensaio, representando a aplicação do produto em uma época com presença de chuvas (época 2), foi instalado e iniciado em 28 de setembro de 2004, em área próxima à utilizada no ensaio anterior (época 1). A área também é pertencente à Usina Santo Antonio, no município de Dois Córregos. A variedade utilizada neste experimento foi SP81-3250 em seu 3º corte.

As condições de solo do local eram as mesmas da 1ª época, e sua granulometria e características químicas estão descritas nas tabelas 7 e 8, respectivamente.

Os procedimentos de preparo da área, estaqueamento das parcelas, semeadura e incorporação das sementes das plantas daninhas e aplicação do herbicida foram exatamente como realizados na 1ª época de estudo.

A aplicação em pós-emergência do herbicida nos tratamentos respectivos foi realizada no dia 20 de outubro de 2004, dando-se início às avaliações de controle.

Como na etapa anterior, as avaliações de controle foram iniciadas aos sete e finalizadas aos 120 dias após a aplicação dos herbicidas (no caso, em pré-emergência) ou germinação das plantas daninhas (para os tratamentos em pós-emergência).

Neste experimento, as condições atmosféricas no momento da aplicação dos herbicidas foram as seguintes: temperatura de 28°C, umidade relativa do ar de 63%, e ventos com velocidade de 5,0 a 10 km.h<sup>-1</sup>, para a aplicação em pré-emergência e, 25°C, Umidade relativa do ar de 55%, e ventos com velocidade de 7,0 a 12,0 km.h<sup>-1</sup>, para a aplicação nos tratamentos de pós-emergência.

Neste caso, em particular, no qual havia a ocorrência de ventos de maior intensidade, foram utilizadas barreiras plásticas com a finalidade de se minimizar o efeito de deriva no momento da aplicação.

#### **5.4.3 Aplicação realizada na estação úmida**

O terceiro experimento em condições de campo, representando a aplicação do produto em uma época com incidência de alta umidade no solo, ocasionado pela ocorrência de chuvas em período anterior à aplicação dos herbicidas (época 3), foi instalado e iniciado em 11 de dezembro de 2004, em uma área de produção do Grupo Cosan. A área é pertencente à Fazenda Adornada, da Usina da Barra, no município de Santa Maria da Serra, e a variedade utilizada neste estudo foi RB85-5113 em seu 4º corte.

Nas Tabelas 9 e 10 podem ser observados os resultados das análises granulométrica e química do solo da referida área experimental.

Tabela 9. Análise granulométrica da amostra de solo no ensaio de campo, 3ª época de aplicação.

Profundidade (cm)	Granulometria (%)					Classe textural
	Argila	Limo	Areia			
			Fina	Grossa	Total	
0-20	19,5	2,6	53,9	24,0	77,9	Média
20-40	21,8	2,5	55,5	20,2	75,7	Média

Tabela 10. Análise química da amostra de solo no ensaio de campo, 3ª época de aplicação.

Prof. (cm)	PH	M.O. g.dm <sup>-3</sup>	P res mg.d <sup>-3</sup>	Mmol.dm <sup>-3</sup>					V (%)	
				K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB		CTC
0-20	5,3	16	8	3,7	29	10	24	42,7	66,7	64
20-40	4,8	14	10	2,9	30	6	31	38,9	69,9	48

Os procedimentos de preparo da área, estaqueamento, semeadura e incorporação das plantas daninhas e aplicação da mistura formulada de diuron + hexazinone foram os mesmos utilizados nas duas épocas de estudo anteriores.

A aplicação do herbicida em pós-emergência nos respectivos tratamentos foi realizada no dia 19 de dezembro de 2004, utilizando-se os mesmos equipamentos e dosagem das etapas anteriores, dando-se início às avaliações de controle.

Neste terceiro ensaio de campo, as condições atmosféricas no momento da aplicação dos herbicidas foram as seguintes: 31°C, umidade relativa do ar de 46%, e ventos com velocidade de 2,3 a 5,4 km.h<sup>-1</sup>, para a aplicação em pré-emergência e, temperatura de 30°C, umidade relativa do ar de 53%, e ventos com velocidade de 4,0 a 10,0 km.h<sup>-1</sup>, para a aplicação nos tratamentos de pós-emergência.

Como realizado nas etapas anteriores, as avaliações de controle foram iniciadas aos sete e finalizadas aos 120 dias após a aplicação dos herbicidas (no caso, em pré-emergência) ou germinação das plantas daninhas (para os tratamentos em pós-emergência).

Em todas as distintas épocas de aplicação da mistura formulada de diuron + hexazinone em situação de campo, os resultados foram submetidos a análise estatística pelo teste t, com nível de significância de 10%, com o auxílio do programa estatístico SAS.



## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Desenvolvimento do método analítico para determinação de Velpar-K GRDA (diuron + hexazinone) em água por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência**

Os cromatogramas obtidos para uma injeção de 100 µg do padrão analítico de hexazinone e diuron contendo 0,5 + 1,5 µg.mL<sup>-1</sup> e amostra de água de lavagem da palha, na faixa de concentração de validação do método e sob condições cromatográficas detalhadas, são apresentados nas Figuras 10 e 11, nas quais podem ser verificadas as respostas dos picos de hexazinone e diuron. Observam-se boas respostas do detector utilizado para estes herbicidas, com integração de base e um tempo de retenção de 5,0 e 13,0 minutos para hexazinone e diuron, respectivamente. Desta forma, pode ser caracterizada uma boa vantagem do método avaliado devido ao menor consumo de solventes, pelo curto espaço de tempo para análise e pela oportunidade de análise dos dois ingredientes ativos ao mesmo tempo numa mesma injeção da amostra.

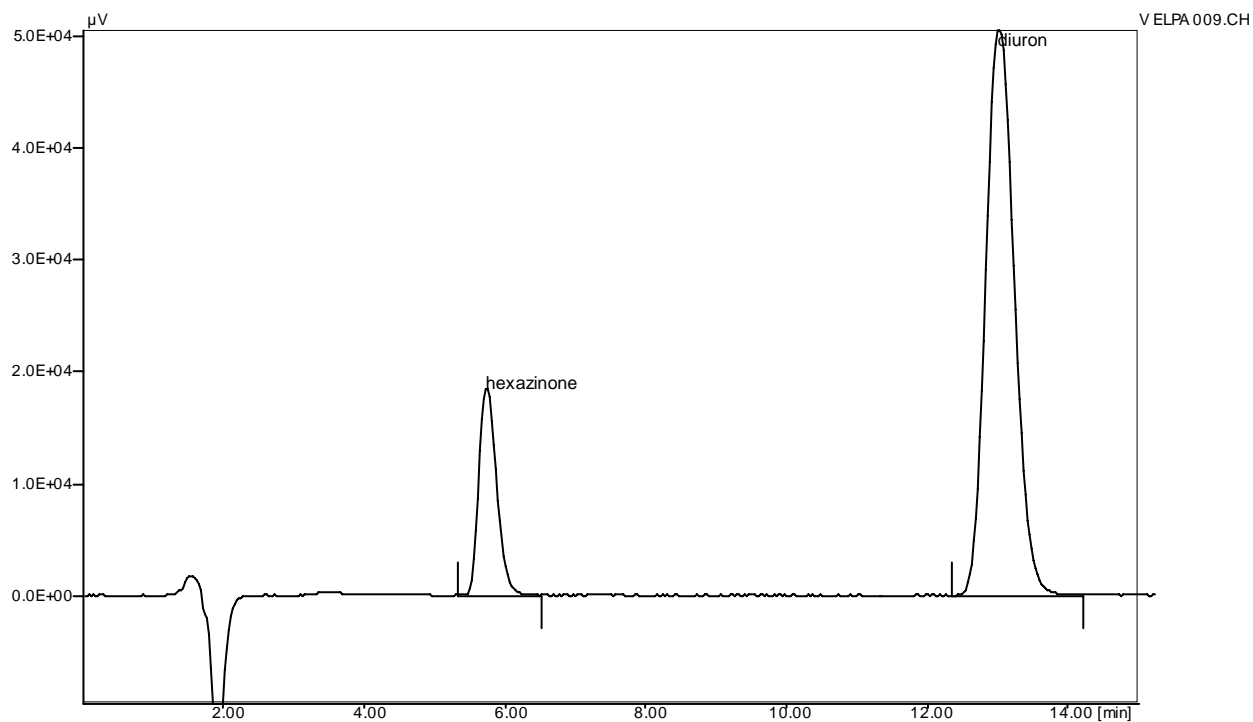


Figura 10. Cromatograma de hexazinone e diuron obtidos por CLAE nas concentrações de  $0,5 \mu\text{g.mL}^{-1}$  e  $1,5 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , respectivamente.

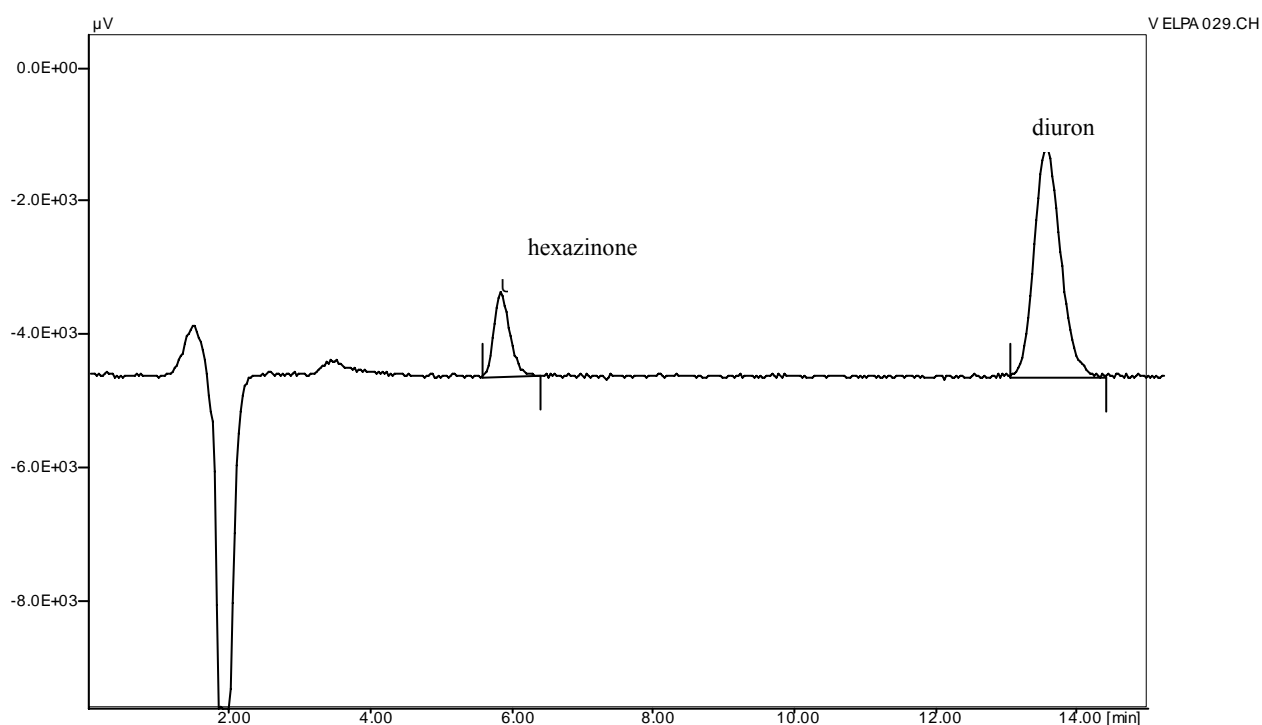


Figura 11. Cromatograma de picos de hexazinone e diuron por CLAE em amostra de água de palha, contendo o equivalente a  $0,0625$  e  $0,1875$  ppm de hexazinone e diuron, respectivamente.

### 6.1.1 Curva de calibração para diuron + hexazinone por CLAE

As respostas cromatográficas, expressas em áreas, referentes aos sinais de pico de hexazinone e diuron podem ser observados nas Tabela 11 e 12, respectivamente.

Tabela 11. Áreas dos picos com as respectivas concentrações, para obtenção da curva de calibração para o herbicida hexazinone.

Concentração ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ )	Área
0,0312	10433,5
0,0625	20790,0
0,125	38467,5
0,25	79794,25
0,5	158648,0
1	290684,5

Tabela 12. Áreas dos picos com as respectivas concentrações, para obtenção da curva de calibração para o herbicida diuron.

Concentração ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ )	Área
0,094	46084,5
0,1875	92319,0
0,375	171210,0
0,75	356862,3
1,5	705944,75
3	1356919,3

As constantes do modelo de regressão proposto por Meier & Zünd (1993), obtidos na curva de calibração estão expostos na Tabela 13.

Tabela 13. Modelo de regressão linear aplicado, considerando as concentrações dos padrões injetados e áreas obtidas pelo sinal analítico.

<b>Parâmetros da regressão</b>	<b>Estimativa (coeficientes)</b>	<b>Desvio padrão</b>
<b>Hexazinone</b>		
Interseção (a)	4330,91	3160,38
Inclinação (b)	290969,82	6705,00
<b>Diuron</b>		
Interseção (a)	9647,49	6856,06
Inclinação (b)	452290,68	4848,55

Os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) obtidos foram de 99,79% e 99,95%, para hexazinone e diuron, respectivamente, demonstrando alta correlação entre as variáveis. Os valores estimados da reta de calibração para o padrão analítico de hexazinone e diuron podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14. Constantes da curva de regressão obtidas a partir da aplicação do modelo linear de regressão.

<b>Constantes</b>	<b>Método de calibração</b>	<b>Método de calibração</b>
	<b>(hexazinone)</b>	<b>(diuron)</b>
a (ordenada)	4330,91	9647,49
$S_a$	3160,38	6856,06
b (inclinação)	290969,62	452290,68
$S_b$	6705,00	4848,55
Faixa de linearidade ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ )	0,2 – 2,0	0,2 – 2,0

Os valores de  $r^2$  corroboram que a relação entre as áreas e as concentrações é linear, mais de 99% da variabilidade do sinal analítico no ajuste do modelo para os herbicidas estudados e o baixo valor do desvio padrão da inclinação ( $S_b$ ) para o método demonstra que o ajuste ao modelo linear está correto. As curvas de

calibração do hexazinone e diuron pela regressão linear utilizada são demonstrados nas Figuras 12 e 13, respectivamente.

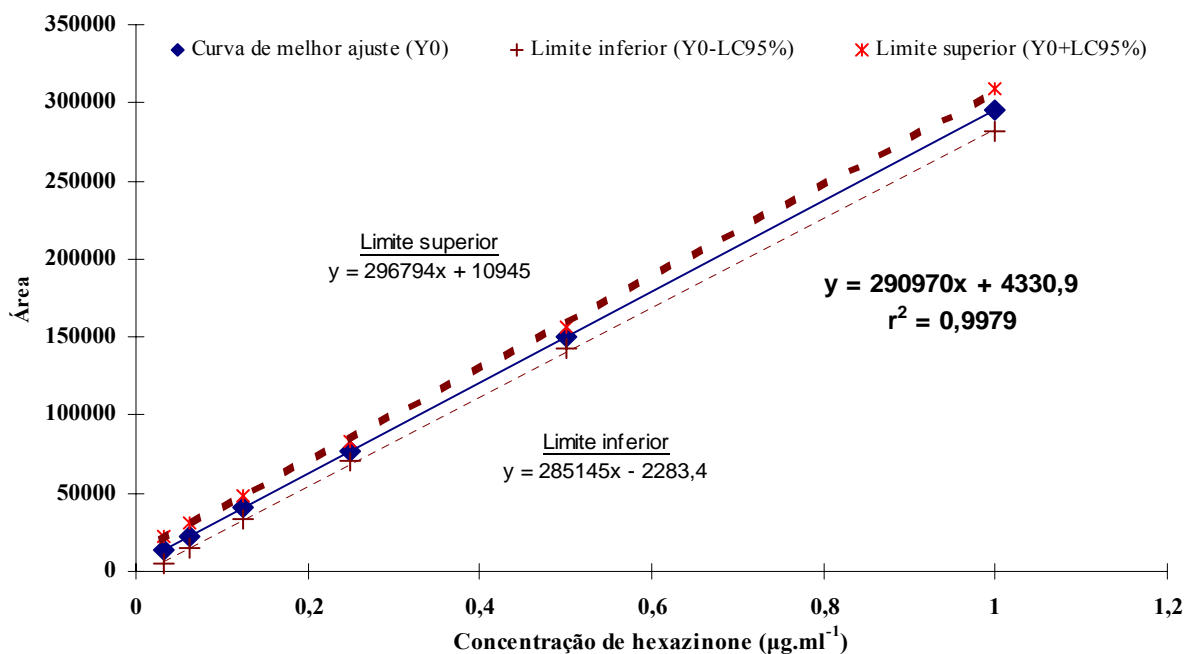


Figura 12. Curva de calibração para hexazinone com os dados obtidos pelo modelo de regressão linear proposto por Meier e Zünd.

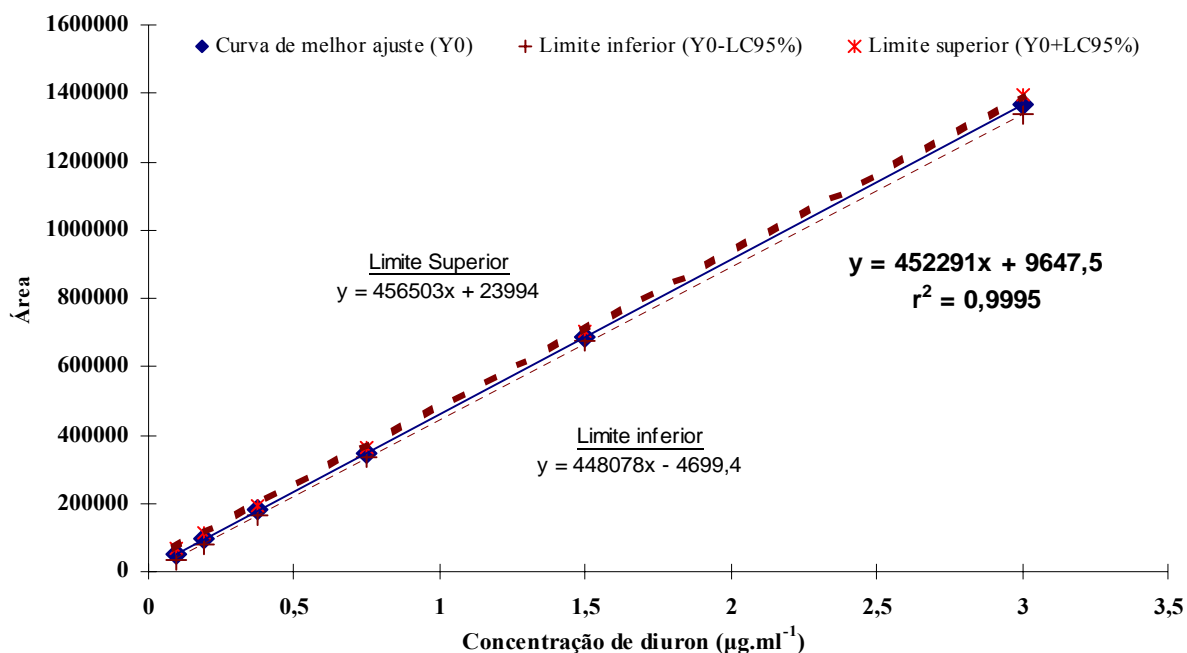


Figura 13. Curva de calibração para diuron com os dados obtidos pelo modelo de regressão linear proposto por Meier e Zünd.

## 6.2 Dinâmica de hexazinone e diuron em palha de cana-de-açúcar

### 6.2.1 Transposição de hexazinone e diuron no momento da aplicação

Os resultados obtidos e transformados em  $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$  e porcentagem podem ser visualizados na Tabela 15 e Figura 14.

Verifica-se que os herbicidas diuron e hexazinone apresentaram similaridade em sua retenção. Nota-se porém, que a partir de  $1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de palha, a porcentagem de retenção é superior a 50%. Com  $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , essa porcentagem aumenta significativamente, observando-se valores acima de 90% para os dois ingredientes ativos estudados, com incrementos de 27,40% e 27,86 para hexazinone e diuron, respectivamente. Em quantidades de palha de cana-de-açúcar superiores a essas, a porcentagem de retenção encontra-se acima de 95%.

Tabela 15. Quantidades médias de hexazinone e diuron, retidas e transpostas pela palha de cana-de-açúcar no momento da aplicação.

Tratamentos	Quantidade				Quantidade			
	retida ( $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		transposta ( $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		retida (%)		transposta (%)	
	hexazinone	Diuron	hexazinone	diuron	hexazinone	diuron	hexazinone	diuron
<b>0 t.ha<sup>-1</sup></b>	0,00	0,00	605,57	2535,25	0,00	0,00	100,00	100,00
<b>1 t.ha<sup>-1</sup></b>	380,71	1482,90	224,86	1052,36	62,87	58,49	37,13	41,51
<b>2,5 t.ha<sup>-1</sup></b>	422,71	1619,85	182,86	915,41	69,80	63,89	30,20	36,11
<b>5 t.ha<sup>-1</sup></b>	546,66	2189,11	58,91	346,15	90,27	86,35	9,73	13,65
<b>7,5 t.ha<sup>-1</sup></b>	583,67	2420,21	21,90	115,04	96,38	95,46	3,62	4,54
<b>10 t.ha<sup>-1</sup></b>	586,14	2433,03	19,43	102,22	96,79	95,97	3,21	4,03
<b>15 t.ha<sup>-1</sup></b>	601,81	2514,92	3,76	20,34	99,38	99,20	0,62	0,80
<b>20 t.ha<sup>-1</sup></b>	602,44	2517,37	3,13	17,89	99,48	99,29	0,52	0,71

Quando se analisa a transposição dos produtos na palhada de cana-de-açúcar no momento da aplicação, esta pode ser calculada como sendo a quantidade total do produto, excluída a quantidade que ficou retida. Desta forma, porcentagens superiores a

30% de transposição somente foram observadas em quantidades de palha abaixo de  $2,5 \text{ t.ha}^{-1}$ , consideradas relativamente baixas.

Esses resultados são semelhantes aos observados por Negrisoli et al. (2002a) e Rossi (2004) que, ao avaliar a dinâmica do diuron e do metribuzin, respectivamente, em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, também observaram a retenção praticamente total dos produtos em quantidades de palha acima de  $5 \text{ t.ha}^{-1}$ .

Neste estudo de avaliação de transposição dos ingredientes ativos do herbicida, utilizou-se o modelo de Mitscherlich simplificado para ajustes dos dados. Nesse caso, o parâmetro “a” é considerado 100 e o “b” é zero. Analisando-se a equação de regressão para transposição de hexazinone e diuron aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar, obtêm-se  $r^2$  de 95,3 e 94,5, respectivamente, mostrando que o ajuste foi preciso ao modelo utilizado, conforme ilustrado na Figura 14.

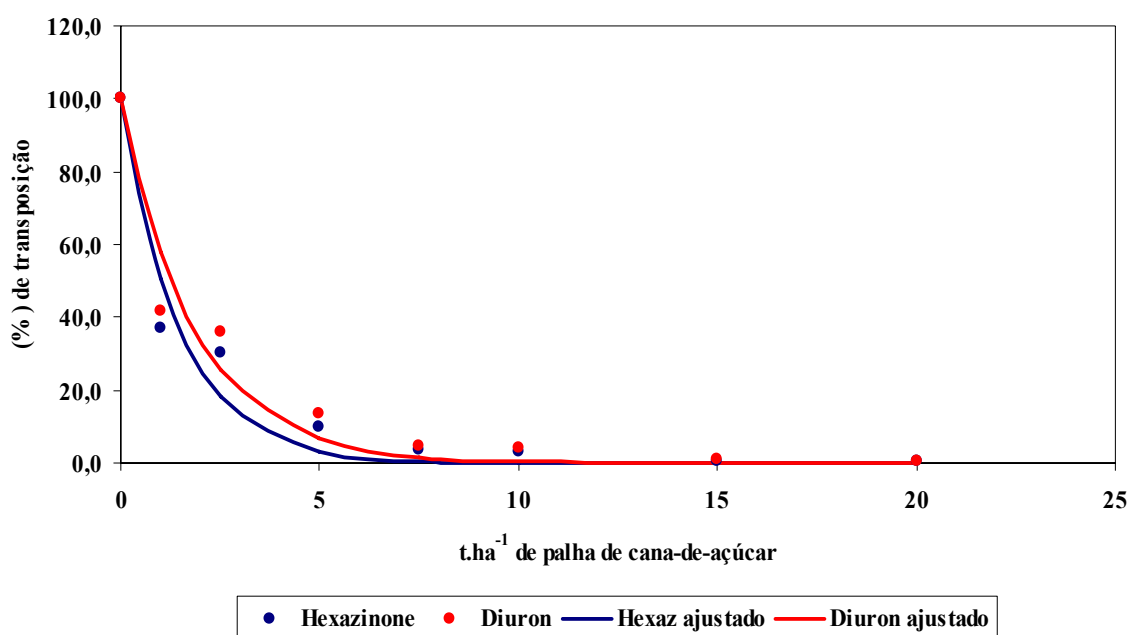


Figura 14. Dados de transposição do hexazinone e diuron no momento da aplicação em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar.

Tabela 16. Descrição da estimativa das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo simplificado de Mitscherlich do hexazinone e diuron transpostos pela palhada no momento da aplicação.

	Constantes do Modelo		Valor de F
	c	r <sup>2</sup>	
<b>hexazinone</b>	0,297355	0,9526	218,29**
<b>diuron</b>	0,236578	0,9445	197,13**

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

### 6.2.2 Lixiviação de hexazinone e diuron da palha de cana-de-açúcar

A quantidade de palha de cana-de-açúcar equivalente a 10 t.ha<sup>-1</sup> foi estabelecida em função de resultados obtidos em estudos realizados por Velini & Negrisoni (2000), Costa (2001) e Rossi (2004). Esta quantidade é semelhante às encontradas em condições de campo logo após a colheita mecanizada da cultura, além disso permite uma minimização da transposição da calda de aplicação no momento da pulverização.

Utilizado-se do método cromatográfico desenvolvido, foi realizada a quantificação de hexazinone e diuron lixiviados durante o ensaio de deposição dos herbicidas no momento da aplicação, utilizando-se diferentes lâminas de chuva simulada.

Na Figura 15, podem ser observados os resultados obtidos e transformados para g.ha<sup>-1</sup>, e os parâmetros do modelo completo de Mitscherlich utilizado no ajuste dos dados originais estão dispostos na Tabela 17.



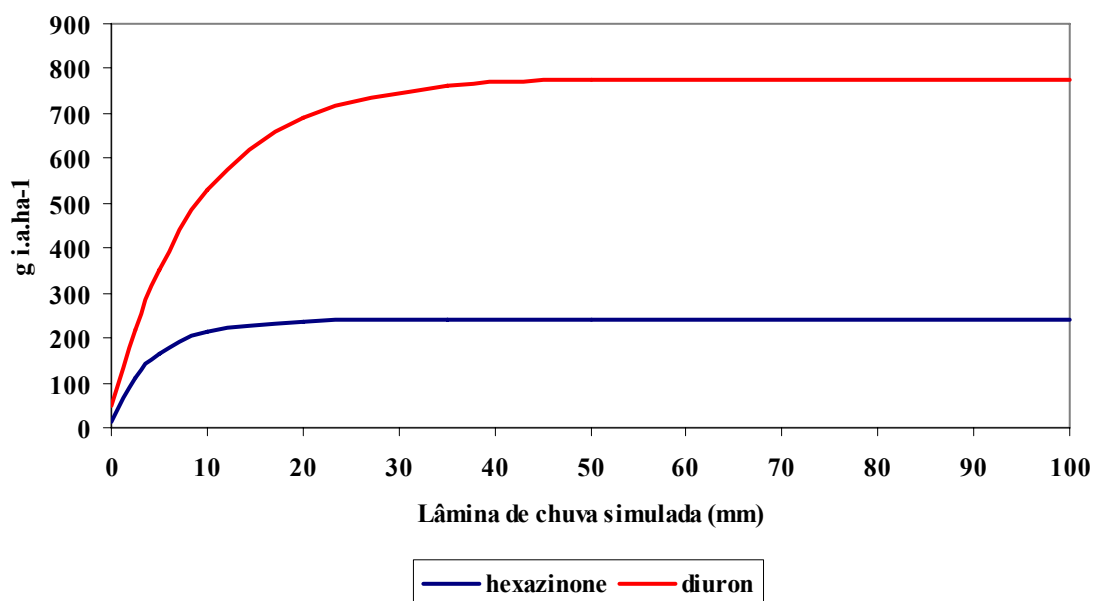


Figura 15. Dados ajustados pelo modelo de Mitschelich para hexazinone e diuron lixiviados da palhada de cana-de-açúcar.

Tabela 17. Constantes estimadas das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich do hexazinone e diuron lixiviados da palhada de cana-de-açúcar no momento da aplicação.

	Constantes do Modelo				Valor de F
	A	b	c	r <sup>2</sup>	
<b>hexazinone</b>	240,02822	0,26819	0,09523	0,9832	636,57**
<b>Diuron</b>	777,36635	0,59425	0,04669	0,9886	700,15**

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

Analisando a Figura 15, verifica-se que a transposição de hexazinone e diuron em camada de palha de 10 t.ha<sup>-1</sup>, ocorreu aos 20 mm iniciais de chuva simulada, sendo observada a transposição de 91% de hexazinone. Para diuron, porcentagem acima de 95% foi obtida com chuva simulada a partir de 35 mm. Os resultados indicam que o hexazinone com solubilidade de 33.000 ppm, foi removido com maior facilidade da palha do que o diuron, cuja solubilidade é de 42 ppm.

Resultados similares foram encontrados por Rossi (2004), verificando que o herbicida metribuzin, com chuva simulada de 22 mm, 99% do produto foi transposto da palhada de cana-de-açúcar. Em estudo realizado por Tofoli et al. (2002), utilizando o ingrediente ativo atrazine sobre camada de palha de cana-de-açúcar de  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  e simulação de precipitação entre 2,5 e 65 mm, observaram que 92% de atrazine transpôs a palha com chuva simulada de 65 mm.

Ao estudar a dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar, Tofoli (2004) verificou que com 20 mm de chuva simulada, valores médios de saída do produto foram semelhantes e seguiram um mesmo padrão, para quantidades de palha variando de 5 a  $15 \text{ t.ha}^{-1}$ . Resultados observados pelo autor demonstraram que para futuros experimentos envolvendo lixiviação de herbicidas em palha de cana-de-açúcar, a simulação de 20 mm de chuva, seria suficiente para comparar as principais diferenças dos herbicidas em diferentes quantidades de palha.

As quantidades de hexazinone e diuron, representadas em porcentagem, extraídas a partir de precipitações acumuladas de 100 mm, além de chuvas simuladas subseqüentes de 20 mm, aos sete e 14 dias após as primeiras chuvas, sobre a camada de  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  podem ser visualizadas na Figura 16, e os dados estatísticos estão representados na Tabela 18.

Observa-se que para esta quantidade de palhada ( $10 \text{ t.ha}^{-1}$ ), precipitações iniciais acumuladas de 100 mm foram suficientes para retirar mais de 75% do hexazinone e diuron aplicados. Rossi (2004) observou que, em situação semelhante de precipitação acumulada e quantidade de palha de cana-de-açúcar, 66% do metribuzin foi extraído. No entanto, resultados menos eficientes foram obtidos por Tofoli (2004), que ao avaliar a extração de tebuthiuron em camada de  $7 \text{ t.ha}^{-1}$  de palha de cana-de-açúcar, observou valor médio de retirada do produto em torno de 48%, com precipitação simulada inicial de 65 mm.

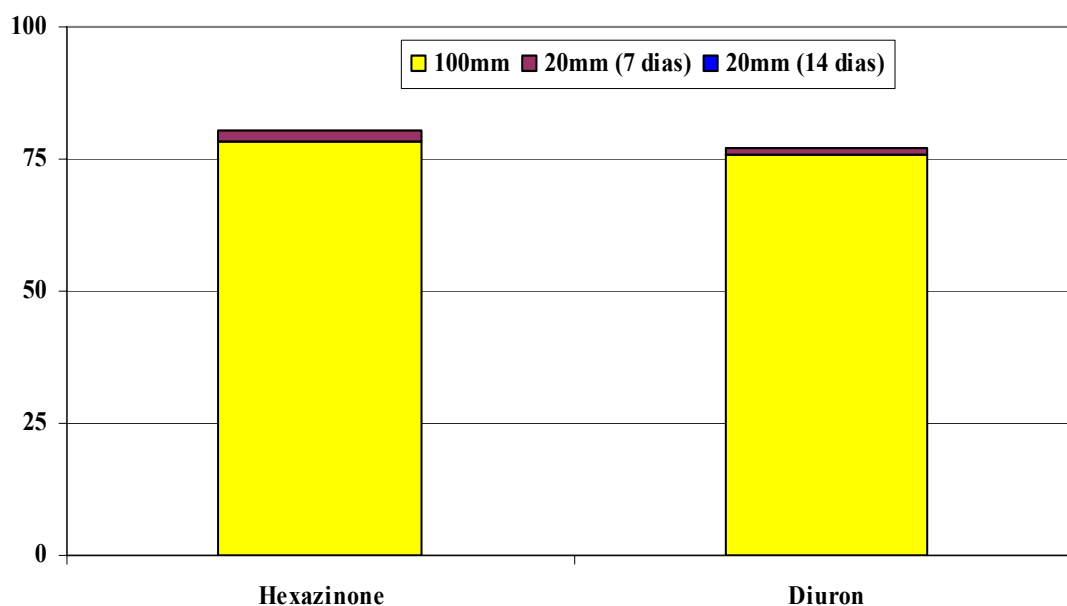


Figura 16. Quantidades de hexazinone e diuron, extraídas com chuvas simuladas de 100 mm e precipitações subseqüentes de 20 mm, aos sete e 14 dias após as primeiras chuvas.

Tabela 18. Intervalos de confiança dos dados de extração dos ingredientes ativos hexazinone e diuron, a partir da palhada no momento da aplicação e sete e quatorze dias após as primeiras chuvas. Intervalos de confiança com auxílio do teste t, o nível de 10% de probabilidade.

	Intervalo de confiança		
	100 mm	20 mm (7 dias)	20 mm (14 dias)
<b>hexazinone</b>	62,71 ± 16,23	2,07 ± 1,22	0,23 ± 0,42
<b>diuron</b>	53,75 ± 19,16	1,14 ± 0,78	0,16 ± 0,04

Entretanto, neste estudo, chuva subseqüente e simulada de 20 mm aos 7 dias após as primeiras chuvas, retirou da camada de palha de cana-de-açúcar, 2,07% de hexazinone e 1,14% de diuron. Resultado inferior (0,31%) foi observado por Rossi (2004) em estudo de dinâmica de metribuzin nestas mesmas condições de precipitação e quantidade de palha. Tofoli (2004) observou extração de 0,62 e 1,46% do tebuthiuron aplicado, em período equivalente, porém em quantidades diferentes de palha, 7 e 14 t.ha<sup>-1</sup>.

Ao avaliar a quantidade dos ingredientes ativos extraídos da palhada de cana-de-açúcar, aos 14 dias após as primeiras chuvas, nota-se que esses valores

tiveram uma redução significativa, com extração em torno de 0,22 e 0,16%, para hexazinone e diuron, respectivamente. Esses resultados foram semelhantes ao observado por Rossi (2004) para metribuzin e inferiores ao encontrado por Totoli (2004) para tebuthiuron.

Velini et al. (2002), aplicando tebuthiuron em diferentes quantidades de cobertura de palha de cana-de-açúcar (5 a 20 t.ha<sup>-1</sup>) e diferentes quantidades de chuva simulada (2,5 a 65mm), observaram que a quantidade de palha teve pouca influência no comportamento do herbicida. Em estudo realizado por Tofoli et al. (2002), com aplicação de atrazine sobre 10 t.ha<sup>-1</sup> de cana-de-açúcar e simulação de chuva entre 2,5 a 65mm, observaram que 92% do produto transpuseram a palhada com 65mm de chuva acumulada.

### 6.2.3 Dinâmica de hexazinone e diuron em períodos de permanência na palha

Conforme pode ser observado na Tabela 19, de um modo geral, as quantidades totais de hexazinone e diuron extraídas com simulações de precipitações acumuladas de 100 mm, foram dependentes do período de permanência dos ingredientes ativos na palha, sem chuva. A partir de um dia de permanência dos produtos na palha de cana-de-açúcar, ocorreu menor extração do produto do que no período anterior. Exceto aos 14 dias de permanência na palha, quando houve incremento nas quantidades extraídas, tanto de hexazinone como de diuron.

Tabela 19. Quantidades totais de hexazinone e diuron recuperadas nos tratamentos aplicados.

	hexazinone		diuron	
	(g.ha <sup>-1</sup> )	(%)	(g.ha <sup>-1</sup> )	(%)
<b>0 DAA</b>	262,97	79,69	867,92	74,18
<b>1 DAA</b>	225,01	68,18	672,69	57,49
<b>7 DAA</b>	201,10	60,94	708,08	60,52
<b>14 DAA</b>	225,80	68,42	879,96	75,21
<b>28 DAA</b>	148,76	45,08	619,56	52,95

Neste estudo de transposição do hexazinone e diuron durante os diferentes períodos de permanência na camada de palha de cana-de-açúcar, na quantidade de 10 t.ha<sup>-1</sup>, sem a ocorrência de chuvas, os dados obtidos foram ajustados segundo o modelo completo de Mitscherlich. As descrições dos parâmetros das equações de regressão obtidas para a transposição, nos diferentes tratamentos estão descritos na Tabela 20.

Tabela 20. Descrição estimativa das constantes das equações de regressão, obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich do hexazinone e diuron transpostos na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência na palha de cana-de-açúcar.

Períodos	Constantes do Modelo de Mitscherlich				Valor de F
	a	b	c	r <sup>2</sup>	
<b>hexazinone</b>					
<b>0 DAA</b>	247,9664	0,2560	0,0936	0,9883	908,63**
<b>1 DAA</b>	208,4598	0,4390	0,0745	0,9806	515,67**
<b>7 DAA</b>	184,6577	0,6159	0,0620	0,9798	471,83**
<b>14 DAA</b>	206,5866	0,5070	0,0706	0,9790	471,22**
<b>28 DAA</b>	139,6730	0,7205	0,0625	0,9855	682,39**
<b>diuron</b>					
<b>0 DAA</b>	820,9739	0,6140	0,0492	0,9876	665,68**
<b>1 DAA</b>	643,8232	1,0000	0,0410	0,9895	776,37**
<b>7 DAA</b>	690,1785	1,1560	0,0345	0,9937	1200,34**
<b>14 DAA</b>	825,1796	0,9821	0,0403	0,9855	549,79**
<b>28 DAA</b>	588,3136	1,3054	0,0363	0,9889	723,67**

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. DAA = Dias após a aplicação.

Observa-se que há significativa redução na quantidade de hexazinone e diuron transpostos, a partir de 7 DAA, em relação aos tratamentos antecessores. No período de 0 DAA de permanência dos produtos ocorreu uma maior transposição do hexazinone em relação aos demais períodos. Aos 14 DAA, ocorreu um incremento da quantidade transposta de ambos herbicidas, sendo que, para o herbicida diuron, se observou valor médio superior ao encontrado aos 0 DAA.

Ao se analisar os coeficientes de determinação obtidos pelas equações de regressão, pode ser verificado um preciso ajuste dos dados pelo modelo utilizado, tendo em vista que para todos os tratamentos, o valor obtido foi próximo ou superior a 99%.

Nas Figuras 17 e 18, estão ilustrados os dados ajustados, respectivamente, para transposição de hexazinone e diuron sobre uma camada de  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  de palha de cana-de-açúcar, quando submetidos à simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência após a aplicação.

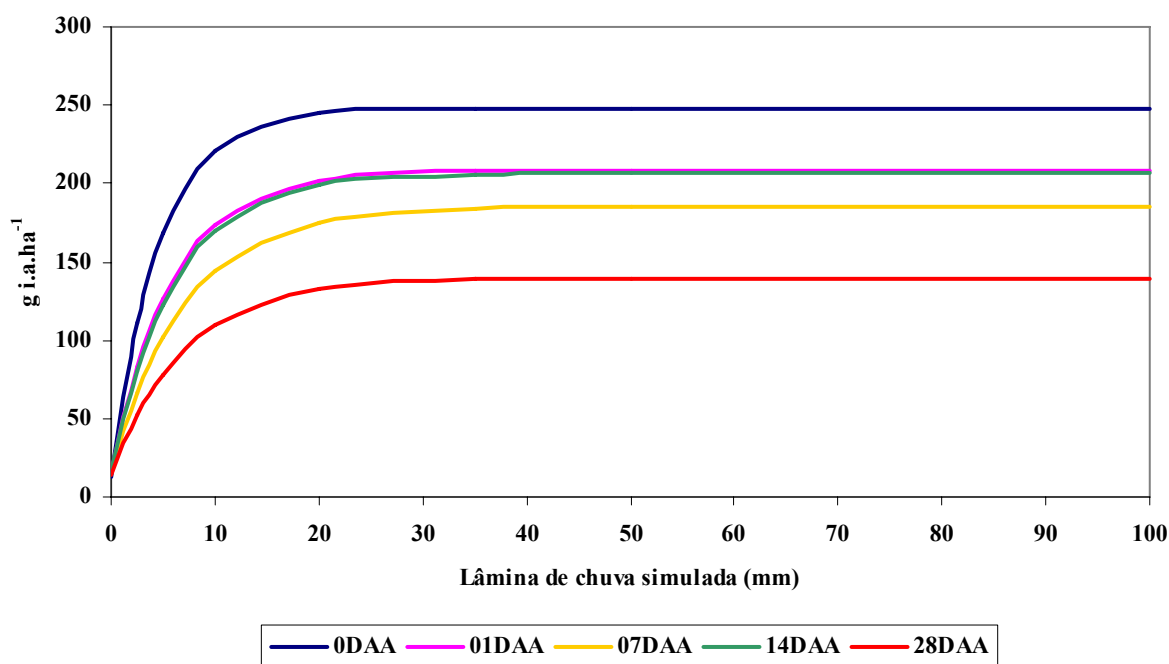


Figura 17. Dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich para transposição de hexazinone.

Analisando-se a Figura 17, verifica-se que houve uma maior transposição do hexazinone aos 0 DAA de permanência do produto na palhada, sem a ocorrência de chuvas, quando comparada aos demais tratamentos. Uma menor transposição foi observada no tratamento de 28 DAA e mais acentuada aos 14 DAA, em quantidades de  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  de palha de cana-de-açúcar.

Velini et al. (2002) verificaram, em um estudo com a aplicação de tebuthiuron sobre a mesma quantidade palha aqui estudada, que com 0 a 28 DAA de permanência e simulação de chuva de 2,5 a 65 mm, a redução da liberação do produto da palhada nos diferentes períodos de permanência também foi acentuada.

Observa-se que, para diuron (Figura 18), a maior transposição ocorreu aos 0 DAA de permanência do produto na palha de cana-de-açúcar. Entretanto, há a ocorrência de incremento na transposição do referido ingrediente ativo com permanência na palha de cana-de-açúcar aos 14 DAA, com similaridade ao final da simulação de chuva de 100 mm. Ao contrário, nos demais tratamentos, pode ser observada menor transposição do produto em relação ao período de permanência na palhada.

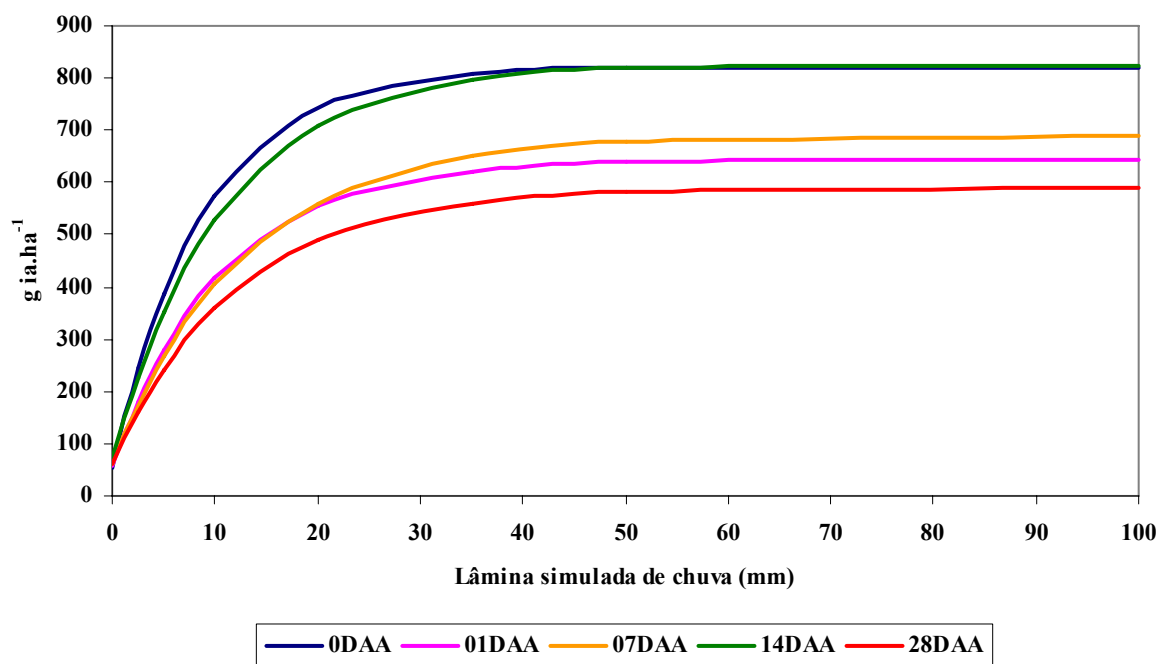


Figura 18. Dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich para transposição de diuron.

Rossi (2004) e Tofoli (2004) ao analisarem, respectivamente, o comportamento de metribuzin e tebuthiuron, em relação aos diferentes períodos de permanência na palha, também encontraram valores de transposição superior aos 0 DAA, com eventual decréscimo no decorrer do ensaio, em situações semelhantes de valores de precipitação simulada e quantidade de cobertura de palha de cana-de-açúcar. Valores de incremento na transposição, aos 14 DAA, somente foram observados neste caso de avaliação do diuron e hexazinone.

### 6.3 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de casa-de-vegetação

Aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação do Velpar K (diuron + hexazinone) sobre os tratamentos em vasos, avaliou-se a eficácia do produto no controle da

emergência das diferentes espécies de plantas daninhas. Os resultados podem ser visualizados nas Tabelas 21 a 23, as quais mostram a eficácia em alguns tratamentos em associação à palha de cana-de-açúcar.

Tabela 21. Porcentagem de controle de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) e *Sida rhombifolia* (SIDRH) aos 14 DAA, no ensaio de eficiência da mistura de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar.

Tratamentos	Porcentagem de controle das plantas				
	BRAPL	IAQGR	BRADC	EPHHL	SIDRH
1. Sem. + Palha + Herb. Pré + Chuva 24h	99,3 a <sup>1</sup>	95,5 ab	92,0 bc	95,3 a	67,5 b
2. Sem. + Chuva + Palha + Herb. Pré	0,0 d	45,0 c	23,8 d	50,0 b	51,3 c
3. Sem. + Chuva + Palha + Herb. Pós (2-3 F)	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 c	0,0 d
4. Sem. + Chuva + Herb. Pré + Palha	97,0 ab	97,0 a	98,0 a	98,0 a	93,3 a
5. Testemunha com palha	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 c	0,0 d
6. Sem. + Chuva + Herb. Pré	96,0 b	96,0 ab	95,5 ab	95,0 a	65,0 b
7. Testemunha sem palha	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 c	0,0 d
DMS	2,43	5,90	3,97	9,09	3,93
CV (%)	4,29	9,21	6,60	13,98	7,09
F Tratamentos	2507,8**	371,1**	837,9**	156,9**	612,6**

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Sem.: Semeadura; Herb. Pré: herbicida aplicado em pré-emergência; Herb. Pós: herbicida aplicado em pós-emergência em plantas apresentando 2 a 3 folhas; Chuva: 30mm.

Conforme pode ser observado na Tabela 21, o Tratamento 1, onde o herbicida foi aplicado sobre a palha, seguida de chuva de 30 mm 24 horas após, mostrou-se eficiente no controle da maioria das espécies analisadas, com valores percentuais de controle acima de 90%, exceto para *Sida rhombifolia* com controle de 67%. Esta espécie foi a mais problemática neste período inicial de avaliação (aos 14 dias após aplicação), mostrando-se mais tolerante aos tratamentos aplicados.

Efeitos semelhantes foram obtidos no tratamento 6, no qual o herbicida foi aplicado sobre o solo úmido e sem a cobertura de palhada. No tratamento 4,



com aplicação de herbicida no solo úmido e sob a palhada, em simulação a uma aplicação feita por colhedora no momento da colheita mecanizada, os resultados foram melhores no controle das espécies daninhas estudadas, os quais apresentaram notas excelentes de controle acima de 90%.

Analisando-se individualmente as espécies, *B. plantaginea* foi eficientemente controlada em todos os tratamentos com aplicação do herbicida em pré-emergência, com notas de controle acima de 80%, exceto no caso do tratamento em que o produto foi aplicado sobre a palhada sem a ocorrência de chuva posterior (Tratamento 2). Provavelmente a não ocorrência de chuvas após a aplicação, provocou a retenção do herbicida pela palhada impossibilitando sua liberação para o solo, impedindo assim o seu efeito supressor na germinação dessa espécie daninha. No entanto, tal tratamento não apresentou efeito somente sobre a espécie em questão. Apesar da baixa eficiência de controle, houve redução de germinação das demais infestantes submetidas ao tratamento.

Tabela 22. Porcentagem de controle de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) e *Sida rhombifolia* (SIDRH) aos 21 DAA, no ensaio de eficiência da mistura de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar.

Tratamentos	Porcentagem de controle das plantas				
	BRAPL	IAQGR	BRADC	EPHHL	SIDRH
1. Sem. + Palha + Herb. Pré + Chuva 24h	99,8 a <sup>1</sup>	99,0 a	99,5 a	100,0 a	99,3 a
2. Sem. + Chuva + Palha + Herb. Pré	0,0 c	46,8 b	31,3 d	56,3 b	90,0 c
3. Sem. + Chuva + Palha + Herb. Pós (2-3 F)	76,3 b	96,0 a	71,3 c	99,5 a	95,0 b
4. Sem. + Chuva + Herb. Pré + Palha	99,5 a	99,5 a	99,5 a	100,0 a	99,8 a
5. Testemunha com palha	0,0 c	0,0 c	0,0 e	0,0 c	0,0 d
6. Sem. + Chuva + Herb. Pré	98,8 a	99,3 a	99,3 a	99,5 a	99,0 a
7. Testemunha sem palha	0,0 c	0,0 c	0,0 e	0,0 c	0,0 d
DMS	2,92	14,73	4,67	17,06	1,77
CV (%)	4,26	18,10	6,34	20,50	2,01
F	1564,1**	55,1**	517,5**	40,6**	3792,2**

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Sem.: Semeadura; Herb. Pré: herbicida aplicado em pré-emergência; Herb. Pós: herbicida aplicado em pós-emergência em plantas apresentando 2 a 3 folhas; Chuva: 30mm.

Analisando os resultados da Tabela 22, observa-se que para a maioria dos tratamentos em que o Velpar K foi aplicado, as notas de controle foram satisfatórias para as espécies estudadas, com porcentagem de controle de 76,3 a 97,8%, 96,0 a 99,5%, 71,3 a 99,5%, 95,0 a 100,0% e 90,0 a 100,0%, para *B. plantaginea*, *I. grandifolia*, *B. decumbens*, *E. heterophylla* e *S. rhombifolia*, respectivamente.

Exceto no tratamento em que a aplicação do produto foi realizada sobre a palhada e sem posterior ocorrência de simulação de chuva (Tratamento 2), os efeitos de controle foram insatisfatórios, com notas de controle das espécies de 0,0; 46,8; 31,3; 56,8% para *B. plantaginea*, *I. grandifolia*, *B. decumbens* e *E. heterophylla*, respectivamente. Neste caso, somente para a espécie *S. rhombifolia*, o controle foi considerado satisfatório com porcentagem média de controle de 90,0%.

Os tratamentos 1, 4 e 6, nos quais o produto aplicado estava em contato com o solo com certa umidade, apresentaram melhores resultados no controle de *B. plantaginea* e *B. decumbens*, sendo estatisticamente superiores e mais eficientes no controle destas espécies em relação aos demais tratamentos testados.

A espécie *I. grandifolia* foi eficientemente controlada pelos tratamentos testados, exceto no caso do tratamento 2, no qual não houve posterior simulação de chuva, sendo este estatisticamente inferior aos demais tratamentos aqui estudados, durante o período de 21 dias após a aplicação do produto nos vasos. Como já citado anteriormente, a deficiência de controle pode estar relacionada à retenção do produto pela palha, não ocorrendo liberação à solução do solo para que seu efeito seja maximizado.

Elevados níveis de controle da espécie *E. heterophylla* foram encontrados nos tratamentos 1 e 4, nos quais o produto estava associado à umidade do solo e cobertura de palha, apresentando controle total desta espécie. Embora superiores, não diferiram estatisticamente do tratamento 6. No entanto, foram superiores estatisticamente ao tratamento 2, em que o herbicida foi aplicado somente sobre a cobertura de palha.

*S. rhombifolia* foi totalmente controlada quando submetida ao tratamento 3, que além da aplicação do produto associado à palhada, simulou-se a presença de orvalho. Neste caso, o molhamento da cobertura morta contendo o produto, pelo orvalho, liberou parte do herbicida retido, suficiente para impor total controle da germinação dessa espécie. Para esta espécie, o tratamento com aplicação do Velpar K em

pós-emergência, quando a planta se encontrava com 2 a 3 folhas (Tratamento 3), foi estatisticamente inferior aos comparativos em pré-emergência.

Tabela 23. Porcentagem de controle de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) e *Sida rhombifolia* (SIDRH) aos 28 DAA, no ensaio de eficiência da mistura de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar.

Tratamentos	Porcentagem de controle das plantas				
	BRAPL	IAQGR	BRADC	EPHHL	SIDRH
1. Sem. + Palha + Herb. Pré + Chuva 24h	99,8 a <sup>1</sup>	99,8 a	99,8 a	100,0 a	100,0 a
2. Sem. + Chuva + Palha + Herb. Pré	0,0 c	48,3 b	35,0 d	61,3 b	91,3 c
3. Sem. + Chuva + Palha + Herb. Pós (2-3 F)	81,3 b	96,3 a	75,0 c	99,5 a	95,3 b
4. Sem. + Chuva + Herb. Pré + Palha	100,0 a	99,8 a	99,8 a	100,0 a	100,0 a
5. Testemunha com palha	0,0 c	0,00 c	0,0 e	0,0 c	0,0 d
6. Sem. + Chuva + Herb. Pré	99,5 a	99,3 a	99,5 a	100,0 a	99,0 a
7. Testemunha sem palha	0,0 c	0,0 c	0,0 e	0,0 c	0,0 d
DMS	2,33	14,17	4,02	16,91	1,09
CV (%)	3,34	17,29	5,34	20,08	1,23
F	2520,3**	59,8**	702,4**	41,3**	10091,5**

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Sem.: Semeadura; Herb. Pré: herbicida aplicado em pré-emergência; Herb. Pós: herbicida aplicado em pós-emergência em plantas apresentando 2 a 3 folhas; Chuva: 30mm.

Avaliando-se a eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em diferentes condições de aplicação e palhada, aos 28 dias após a aplicação (Tabela 23), nota-se um excelente controle para a maioria dos tratamentos testados com porcentagens de controle acima de 81%. Exceto no tratamento 2, com aplicação do produto sobre a camada de palha e sem a ocorrência de chuvas para deslocamento do produto até o solo, em que as notas de controle foram consideradas insatisfatórias para *B. plantaginea*, *I. grandifolia*, *B. decumbens* e *E. heterophylla*. Somente a espécie *S. rhombifolia* foi eficientemente controlada pela aplicação do produto desta maneira.

Associando umidade do solo e palhada, os tratamentos 1, 4 e 6 controlaram satisfatoriamente *B. plantaginea*, com médias significativamente superiores às

dos tratamentos 2 e 3, nos quais a aplicação do produto foi aplicado sobre a camada de palha sem chuva posterior, em pré e pós-emergência, respectivamente.

No caso de *I. grandifolia*, os tratamentos 1, 3, 4 e 6 não diferiram entre si, neste período de avaliação de 28 dias após a aplicação do produto. No entanto, foram significativamente superiores ao tratamento 2, no qual a aplicação do herbicida era realizada sobre a palha e sem chuva subsequente.

O controle da espécie *B. decumbens* foi satisfatório nos tratamentos em que houve precipitação antes ou após a aplicação da mistura formulada de diuron + hexazinone em pré-emergência. Quando comparados os tratamentos em relação à época de aplicação do herbicida, os tratamentos em pré-emergência apresentaram melhores resultados, sendo significativamente superiores ao tratamento 3, em que a aplicação do produto foi realizada em pós-emergência.

As espécies *E. heterophylla* e *S. rhombifolia* foram controladas eficientemente, com médias percentuais de controle acima de 95%, para quase todos os tratamentos. Exceto no caso em que o produto foi aplicado sobre a palha e sem a ocorrência de chuva subsequente (Tratamento 2), apresentando porcentagens médias de controle destas espécies de 61,3 e 91,3%, respectivamente.

Considerando este primeiro estudo em casa-de-vegetação, os melhores resultados foram obtidos quando o herbicida foi aplicado, sobre a palha ou sobre o solo, porém subsequente simulação de chuva. Essa simulação de precipitação retira o produto da palhada, disponibilizando-o para a solução do solo, propiciando controle efetivo das principais espécies daninhas que interferem negativamente na produtividade da cana-de-açúcar.

As notas percentuais de controle das diferentes espécies de plantas daninhas aos 14, 21, 28 e 35 dias após aplicação da mistura formulada de diuron + hexazinone em aplicações em pré e pós-emergência em situações de diferentes períodos sem a ocorrência de chuvas após as aplicações, representando o 2º experimento de casa-de-vegetação, podem ser visualizadas e analisadas nas Tabelas 24 a 27.

Nas Tabelas 24 e 25 estão dispostas as porcentagens médias de controle das espécies daninhas estudadas, em avaliações realizadas aos 14 e 21 dias, respectivamente.

Tabela 24. Porcentagem de controle de *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) e *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) aos 14 DAA, no ensaio de eficiência da mistura de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação.

Tratamentos	Porcentagens de controle das plantas			
	IAQGR	BRADC	EPHHL	BRAPL
1. Sem. + Irrigação	0,0 c	0,0 e	0,0 c	0,0 f
2. Sem. + Irrigação + Palha	0,0 c	0,0 e	0,0 c	0,0 f
3. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pré	0,0 c	0,0 e	0,0 c	0,0 f
4. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 1 dia	99,0 a	99,5 a	100,0 a	98,8 a
5. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 3 dias	100,0 a	97,8 a	99,5 a	99,3 a
6. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 7 dias	99,5 a	90,3 b	100,0 c	99,0 a
7. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 14 dias	0,0 c	0,0 e	0,0 c	0,0 f
8. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pós	96,8 a	78,8 c	97,8 a	88,8 b
9. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 1 dia	99,5 a	100,0 a	98,8 a	100,0 a
10. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 3 dias	97,8 a	96,3 a	100,0 a	97,3 a
11. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 7 dias	98,5 a	78,8 c	100,0 a	78,8 c
12. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 14 dias	98,5 a	94,8 b	100,0 a	98,5 a
13. Sem. + Irrig. + Herb. Pós + Proteção superf. Solo	98,0 a	73,8 c	99,8 a	62,5 d
14. Sem + Irrig. + Herb. Pós microseringa	46,3 b	63,8 d	46,3 b	23,8 e
DMS	4,36	5,71	11,74	8,33
CV (%)	5,50	7,69	14,67	11,58
F Trat	627,2**	310,7**	881,5**	162,8**

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Sem.: Semeadura; Irrig.: Irrigação; Herb. Pré: herbicida aplicado em pré-emergência; Herb. Pós: herbicida aplicado em pós-emergência em plantas apresentando 2 a 3 folhas; Chuva: 30mm.

Tabela 25. Porcentagem de controle de *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) e *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) aos 21 DAA, no ensaio de eficiência da mistura de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação.

Tratamentos	Porcentagens de controle das plantas			
	IAQGR	BRADC	EPHHL	BRAPL
1. Sem. + Irrigação	0,0 c	0,0 d	0,0 d	0,0 e
2. Sem. + Irrigação + Palha	0,0 c	0,0 d	0,0 d	0,0 e
3. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pré	0,0 c	0,0 d	0,0 d	0,0 e
4. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 1 dia	99,8 a	100,0 a	99,8 a	100,0 a
5. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 3 dias	99,5 a	99,8 a	100,0 a	99,8 a
6. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 7 dias	99,8 a	97,3 a	100,0 c	100,0 a
7. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 14 dias	75,0 b	83,8 b	83,8 b	85,0 b
8. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pós	97,5 a	81,3 b	97,8 a	83,5 b
9. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 1 dia	99,5 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
10. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 3 dias	100,0 a	100,0 a	99,5 a	99,8 a
11. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 7 dias	100,0 a	96,0 a	99,5 a	93,5 a
12. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 14 dias	99,8 a	96,5 a	99,8 a	98,8 a
13. Sem. + Irrig. + Herb. Pós + Proteção superf. Solo	96,0 a	63,8 c	99,5 a	43,8 d
14. Sem + Irrig. + Herb. Pós microseringa	98,5 a	97,8 a	42,5 c	76,5 c
DMS	4,83	4,73	12,53	7,19
CV (%)	5,33	5,49	14,44	8,63
F Trat	422,8**	416,3**	64,7**	182,8**

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade. \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Sem.: Semeadura; Irrig.: Irrigação; Herb. Pré: herbicida aplicado em pré-emergência; Herb. Pós: herbicida aplicado em pós-emergência em plantas apresentando 2 a 3 folhas; Chuva: 30mm.

Analisando-se os resultados de controle da mistura formulada de diuron + hexazinone aos 14 dias (Tabela 14), observa-se que para todas as espécies, o tratamento 3, cuja aplicação do herbicida foi realizada em pré-emergência e sem simulação de chuva posterior, a porcentagem de controle foi “zero”. Este fato foi devido à retenção do herbicida pela palhada, e a não ocorrência de precipitação posterior impossibilitou o carregamento do herbicida à superfície do solo e absorção pelo sistema radicular das plantas.

A mesma deficiência de controle foi observada para o tratamento com aplicação em pré-emergência e simulação de chuva após 14 dias (Tratamento 7). No entanto, neste caso, a quantidade retirada do produto da palha foi insuficiente para realização do controle das espécies.

Analisando-se as espécies individualmente, *I. grandifolia* foi satisfatoriamente controlada pelo herbicida em aplicações tanto em pré como em pós-emergência. Nos tratamentos em que a mistura formulada foi aplicada em pós-emergência, independente do período sem chuva posterior à aplicação, os resultados de controle foram excelentes, com médias acima de 96%, não diferindo estatisticamente entre si, exceto quando a aplicação foi realizada em pós-emergência diretamente nas folhas das plantas daninhas, com o auxílio de uma microseringa (Tratamento 14).

A espécie *B. decumbens* foi satisfatoriamente controlada pela mistura formulada de diuron + hexazinone em aplicações em pré-emergência. Os tratamentos 4 e 5, em que as simulações de chuva ocorreram 1 e 3 dias após a aplicação do produto, foram estatisticamente superiores quando comparados ao tratamento com simulação de chuva 7 dias após a aplicação (Tratamento 6).

Quando comparados aos tratamentos com aplicação em pós-emergência em períodos de chuvas simuladas posteriores semelhantes (Tratamentos 9 e 10), estes não foram estatisticamente diferentes. Controle total dessa espécie foi observada em tratamento em aplicação em pós-emergência e ocorrência de chuva simulada após 1 dia da aplicação.

Como observado para a espécie *I. grandifolia*, menor percentual de controle de *B. decumbens* foi obtido no tratamento com aplicação em pós-emergência nas folhas das plantas daninhas com microseringa, 63,8% (Tratamento 14).

O controle de *E. heterophylla* foi considerado excelente neste período de avaliação de 14 dias (Tabela 24), com médias percentuais acima de 97% para os

tratamentos com aplicação convencional do herbicida, em pré ou pós-emergência. No caso de aplicação em pós-emergência diretamente nas folhas, o tratamento correspondente foi significativamente inferior.

Em aplicações de pré-emergência, resultados de controle iniciaram-se somente após a presença de chuva simulada, fazendo com que o produto fosse lavado, retirado da palha e carregado à superfície do solo para subsequente absorção pelo sistema radicular das espécies daninhas. Com a presença de chuvas, os tratamentos não diferiram entre si, independentemente do período em que estas ocorreram.

O mesmo efeito de controle foi também observado para os tratamentos com aplicação do herbicida em pós-emergência, com controle total desta espécie com chuva simulada ocorrendo a partir de 7 dias.

Para a espécie *B. plantaginea*, melhores resultados foram observados nos tratamentos com aplicação da mistura formulada de diuron + hexazinone em pré-emergência, com percentual médio de controle acima de 98%, não diferindo significativamente entre si.

Entretanto, maiores variações das porcentagens médias de controle dessa espécie foram observadas nos tratamentos com aplicações em pós-emergência. Melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com chuva simulada ocorrendo 1, 3 e 14 dias após a aplicação do herbicida, sendo significativamente superiores quando da ausência de chuva posterior e 7 dias após (Tabela 24). Resultados considerados insatisfatórios foram obtidos quando a aplicação se deu diretamente sobre as folhas das plantas daninhas (Tratamento 14).

Analisando a Tabela 25, que contém as notas percentuais médias de controle, aos 21 dias, das espécies de plantas daninhas pela mistura formulada de diuron + hexazinone em pré e pós-emergência em diferentes períodos sem chuva após sua aplicação.

A espécie *I. grandifolia* foi eficiente controlada pelo herbicida, independentemente da época de aplicação e período sem a ocorrência de chuvas posteriores. Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, com médias de controle superiores a 96%. Exceto para o tratamento 7, cuja simulação da chuva ocorreu 14 dias após a aplicação do herbicida, o controle foi considerado insatisfatório, com média de 75%, sendo significativamente inferior aos demais tratamentos.



*B. decumbens* foi eficientemente controlada pelo herbicida na maioria dos tratamentos testados (Tabela 25). Os tratamentos com aplicação da mistura formulada em pré-emergência somente iniciaram efeitos de controle a partir da ocorrência de simulação de chuvas posteriores, independentemente do período em que o produto ficou na palhada sem a ocorrência de chuvas. Este fato comprova a necessidade de ocorrência de precipitação posterior para que haja a liberação do produto da palha para a solução do solo.

No entanto, os tratamentos cuja aplicação do herbicida se deu em pós-emergência, o controle desta espécie foi estatisticamente inferior quando não houve simulação de chuva posterior à aplicação (Tratamento 8).

Apesar de haver, por parte das plantas daninhas, absorção foliar deste herbicida, há a necessidade de posterior molhamento da palha para retirada e carregamento de parte do produto para a solução do solo para completar sua eficácia de controle. Conforme pode ser observado no tratamento 13, em que praticamente toda a absorção do produto foi foliar, a média de controle foi de 63%, e significativamente inferior aos demais tratamentos testados.

Avaliando a eficácia da mistura formulada no controle de *E. heterophylla* (Tabela 25), os tratamentos em pré-emergência com posterior simulação de chuva apresentaram excelentes resultados, não diferindo estatisticamente entre si, exceto quando a simulação de chuva ocorreu 14 dias após a aplicação do herbicida (Tratamento 7), sendo significativamente inferior em comparação aos demais tratamentos correspondentes.

Em pós-emergência, resultados superiores foram observados nos tratamentos em que também ocorreu precipitação simulada, a 1, 3, 7 ou 14 dias após a aplicação. No entanto, estes não diferiram estatisticamente do tratamento 8, em que não houve posterior simulação de precipitação.

Para esta espécie, a aplicação da mistura formulada em pós-emergência diretamente na folha, com auxílio de uma microseringa (Tratamento 14), não apresentou controle eficiente, com porcentagem média significativamente inferior, em torno de 42%.

As mesmas respostas de controle obtidas para *B. decumbens*, puderam ser observadas também para a espécie *B. plantaginea* (Tabela 25). Eficácia de controle satisfatória, quando o produto foi aplicado em pré-emergência, somente foi observada após a ocorrência de simulação de chuva. Porém, a eficiência no controle tendeu

a diminuir quando a simulação de chuva ocorreu após 14 dias da aplicação do herbicida e neste caso, a porcentagem média de controle foi significativamente inferior aos demais tratamentos com aplicação do herbicida em pré-emergência.

Em aplicações em pós-emergência, porcentagens médias significativamente superiores no controle dessa espécie foram observadas quando ocorreu simulação de chuva posterior. Os tratamentos 8, 12 e 13, nos quais a absorção do produto é exclusivamente foliar, os resultados foram significativamente inferiores para esta espécie.

Tabela 26. Porcentagem de controle de *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) e *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) aos 28 DAA, no ensaio de eficiência da mistura de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação.

Tratamentos	Porcentagens de controle das plantas			
	IAQGR	BRADC	EPHHL	BRAPL
1. Sem. + Irrigação	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e
2. Sem. + Irrigação + Palha	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e
3. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pré	0,0 e	0,0 d	0,0 d	0,0 e
4. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 1 dia	100,0 a	100,0 a	100,0 a	99,8 a
5. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 3 dias	100,0 a	99,8 a	100,0 a	100,0 a
6. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 7 dias	99,3 a	100,0 a	99,8 a	100,0 a
7. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 14 dias	98,5 ab	98,8 a	99,3 a	100,0 a
8. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pós	77,5 c	58,8 b	93,5 a	96,5 a
9. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 1 dia	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
10. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 3 dias	100,0 a	100,0 a	99,8 a	100,0 a
11. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 7 dias	100,0 a	100,0 a	99,8 a	100,0 a
12. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 14 dias	93,8 ab	97,5 a	99,0 a	100,0 a
13. Sem. + Irrig. + Herb. Pós + Proteção superf. Solo	38,8 d	15,0 c	95,0 a	43,8 b
14. Sem + Irrig. + Herb. Pós microseringa	99,3 a	92,5 a	99,8 a	30,0 c
DMS	4,97	10,20	2,43	13,47
CV (%)	5,81	12,48	2,63	16,35
F Trat	410,2**	105,9**	1702,0**	59,7**

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Sem.: Semeadura; Irrig.: Irrigação; Herb. Pré: herbicida aplicado em pré-emergência; Herb. Pós: herbicida aplicado em pós-emergência em plantas apresentando 2 a 3 folhas; Chuva: 30mm.

Tabela 27. Porcentagem de controle de *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) e *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) aos 35 DAA, no ensaio de eficiência da mistura de diuron + hexazinone em palha de cana de açúcar, sob diferentes períodos sem chuva após a aplicação.

Tratamentos	Porcentagens de controle das plantas			
	IAQGR	BRADC	EPHHL	BRAPL
1. Sem. + Irrigação	0,0 d	0,0 d	0,0 c	0,0 e
2. Sem. + Irrigação + Palha	0,0 d	0,0 d	0,0 c	0,0 e
3. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pré	0,0 d	0,0 d	0,0 c	0,0 e
4. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 1 dia	100,0 a	100,0 a	99,8 a	99,8 a
5. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 3 dias	99,5 a	100,0 a	99,8 a	99,8 a
6. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 7 dias	100,0 a	99,8 a	100,0 a	100,0 a
7. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pré + Chuva após 14 dias	100,0 a	98,5 a	100,0 a	100,0 a
8. Sem. + Irrigação + Palha + Herb. Pós	98,5 c	75,0 b	99,0 a	53,8 b
9. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 1 dia	100,0 a	100,0 a	100,0 a	99,8 a
10. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 3 dias	99,5 b	100,0 a	100,0 a	99,8 a
11. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 7 dias	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
12. Sem + Irrig. + Palha + Herb. Pós + Chuva após 14 dias	99,8 ab	94,8 a	100,0 a	93,8 a
13. Sem. + Irrig. + Herb. Pós + Proteção superf. Solo	100,0 a	18,5 c	100,0 a	43,8 c
14. Sem + Irrig. + Herb. Pós microseringa	99,5 b	100,0 a	96,0 b	95,0 a
DMS	0,40	6,79	1,50	10,23
CV (%)	0,43	8,10	1,62	12,74
F Trat	63756,9**	236,5**	4470,6**	111,0**

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Sem.: Semeadura; Irrig.: Irrigação; Herb. Pré: herbicida aplicado em pré-emergência; Herb. Pós: herbicida aplicado em pós-emergência em plantas apresentando 2 a 3 folhas; Chuva: 30mm.

Na Tabela 26 estão contidas as notas percentuais de controle das espécies de plantas daninhas pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em avaliações ocorridas aos 28 dias.

Aplicações do herbicida em pré-emergência controlaram com eficiência a espécie *I. grandifolia*. Exceto quando não houve simulação de chuva posterior à aplicação, cuja eficácia foi “zero”, o molhamento da palha fez com que a liberação do produto para a solução do solo aumentasse o controle desta infestante, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos testados.

No caso dos tratamentos com aplicações do herbicida em pós-emergência, resultados significativamente inferiores foram também encontrados quando não houve posterior simulação de precipitação (Tratamentos 8 e 12), em que o produto foi absorvido pela planta daninha por via foliar.

Aplicações do herbicida em pré-emergência apresentaram controle excelente da espécie *B. decumbens*. No entanto, ficou comprovada a necessidade de ocorrência de chuvas posteriores à aplicação nessa modalidade. Independentemente dos períodos sem posterior molhamento da palha, testados neste experimento, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, com controle médio em torno de 99%. No caso em que a aplicação foi somente realizada sobre a palha, a ausência de precipitação subsequente para o carregamento do produto retido impossibilitou o controle desta espécie infestante.

Avaliando-se o controle dessa espécie de planta daninha por parte dos tratamentos com aplicação do herbicida em pós-emergência, pode ser observada a mesma tendência. Melhores resultados médios de controle foram obtidos naqueles em que houve simulação de precipitação posterior. Nos tratamentos em que este fato inexistiu (Tratamentos 8 e 12) as porcentagens médias de controle foram significativamente inferiores, com resultados de 59 e 15% de eficácia, respectivamente.

Resultados de controle satisfatórios foram encontrados nesta avaliação de 28 dias (Tabela 26), para as espécies *E. heterophylla* e *B. plantaginea*. Controles médios acima de 99% foram observados nos tratamentos em pré ou pós-emergência do herbicida com posteriores simulações de chuva, independente do período em que o produto ficou retido na palhada. Como já observado nas avaliações anteriores, no caso de aplicação da mistura formulada em pré-emergência, sem que houvesse simulação

de precipitação para o molhamento da palhada (Tratamento 3), os resultados foram insatisfatórios e “nulos”.

Em aplicações de pós-emergência, resultados significativamente inferiores, para *B. plantaginea*, foram obtidos nos tratamentos em que o produto foi absorvido via foliar exclusivamente (Tratamentos 13 e 14), com resultados médios de controle abaixo de 45%, aos 28 dias de avaliação.

Nas avaliações realizadas aos 35 dias (Tabela 27), o comportamento da mistura formulada de diuron + hexazinone no controle da espécie *I. grandifolia* foi considerado excelente em aplicações em pré ou pós-emergência, com médias percentuais de eficácia acima de 98%. Entretanto, vale ressaltar que esse comportamento apresentou exceção somente para o tratamento 3, em que o produto aplicado em pré-emergência sobre a palhada e sem que houvesse posterior simulação de chuva para molhamento da palha.

Comportamento semelhante pôde ser observado para as espécies gramíneas, *B. decumbens* e *B. plantaginea*. Melhores índices percentuais de controle foram obtidos nos tratamentos em que o molhamento posterior da palha ocorreu. Esse fato foi importante para o aumento da eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone. Os tratamentos em que a absorção do herbicida ocorreu principalmente e/ou exclusivamente por via foliar (Tratamentos 8 e 13, respectivamente), sua eficácia foi diminuída, apresentando médias de controle significativamente inferiores em comparação aos demais tratamentos estudados.

A espécie *E. heterophylla* foi eficazmente controlada pela mistura formulada de diuron + hexazinone, tanto em pré quanto em pós-emergência (Tabela 27). Exceto para aplicações em pré-emergência sobre a palhada sem que houvesse o molhamento posterior da palhada (Tratamento 3), os resultados de eficácia de controle foram satisfatórios e não diferiram estatisticamente entre si. Embora apresentasse um controle eficiente desta espécie, o tratamento 14, em que a aplicação do herbicida ocorreu em pós-emergência diretamente sobre as folhas da planta daninha, foi observada diferença significativa em relação aos demais tratamentos.

Com os resultados obtidos, pode-se inferir que nos tratamentos em que a mistura formulada de diuron + hexazinone aplicada sobre a palhada e sem a ocorrência de posterior simulação de chuva, o produto ficou retido na camada de palha de cana-de-açúcar, não sendo disponibilizado para a solução do solo e absorção pelo sistema

radicular das plantas daninhas, reduzindo sua eficácia de controle. Em aplicações de pós-emergência, este fator também deve ser considerado, pois o herbicida terá eficiência aumentada caso ocorram chuvas posteriores à aplicação.

Segundo Rodrigues & Almeida (2005), o diuron apresenta absorção radicular mais intensa quando comparada à foliar, sendo necessário estar disponível na solução do solo para que seja absorvido pelo sistema radicular das plantas daninhas e realize o controle das diferentes espécies infestantes.

De maneira geral, nestes estudos de avaliação da eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone (Velpar K GRDA), aplicado em pré e pós-emergência e sob diferentes períodos de chuvas simuladas posteriores, no controle de espécies de plantas daninhas em cana-crua, verifica-se a necessidade da ocorrência de chuvas subseqüentes à aplicação do herbicida.

A precipitação possibilita que o produto retido na palhada da cana-de-açúcar seja lixiviado até a solução do solo e absorvido pelo sistema radicular das plantas daninhas, maximizando desta forma, seu potencial de controle.

## **6.4 Eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone associada à palha de cana-de-açúcar em condições de campo**

### **6.4.1 Aplicação realizada na estação seca**

As médias de controle das espécies de plantas daninhas pela mistura formulada de diuron + hexazinone (Velpar K GRDA), durante o ensaio em que as aplicações ocorreram em época seca podem ser visualizadas nas Tabelas 28 e 29, para os tratamentos em pré e pós-emergência, respectivamente.

O controle da espécie *B. decumbens*, nos tratamentos com aplicação do herbicida em pré-emergência (Tabela 28), apresentou a mesma tendência durante o decorrer do experimento. Aos 30 dias após a aplicação (DAA), os tratamentos com a presença de cobertura de palha mostraram melhor eficácia no controle desta espécie. Quando se avaliou a eficiência de controle no tratamento em solo descoberto, a porcentagem média ficou na ordem de 35%, sendo estatisticamente inferior aos demais tratamentos testados.

Aos 45DAA, o tratamento sem a presença de cobertura de palha atingiu seu máximo potencial de controle. Este fato se deu pela ocorrência de chuvas durante o período, fazendo com que o herbicida aplicado fosse disponibilizado no solo e absorvido. No entanto, a partir desta data, observa-se um decréscimo na eficiência, atingindo média de 78% aos 150DAA.

Os tratamentos com cobertura de palha, mantiveram-se com ótima porcentagem de controle do início ao fim das avaliações, não diferindo estatisticamente entre si.

Para a espécie *E. heterophylla*, foram observados maiores eficácias de controle aos 30DAA, para os tratamentos com presença de cobertura de palha nas parcelas, sendo estatisticamente superiores ao tratamento sem palha (Tabela 30).

No decorrer do experimento, estes se mantiveram com alta eficácia de controle desta espécie, com níveis médios variando entre 83 e 100%. No entanto, para o tratamento sem a presença de cobertura de palha, as médias foram inferiores, apresentando níveis insatisfatórios de controle aos 60DAA (11,25%), seguida de significativa melhora, com índice médio de 83,75% aos 150DAA.

O comportamento da mistura formulada de diuron + hexazinone para a espécie *M. cissoides* foi bastante distinto entre os tratamentos em pré-emergência (Tabela 28). Melhores médias foram observadas para o tratamento em que a aplicação do



herbicida ocorreu sobre a camada de palha. No tratamento em que a aplicação ocorreu sob a palhada, resultados inferiores foram notados, principalmente aos 45DAA (11,25%) e ao final das avaliações (60,0%). Comportamento semelhante ocorreu no tratamento sem cobertura de palha, com menores porcentagens médias de controle, sendo estatisticamente inferior aos demais em todos os períodos de avaliação.

Quando se avaliou outras espécies convolvulaceae, *I. nil* e *I. grandifolia*, o comportamento foi bastante semelhante e apresentou mesma tendência (Tabela 28). Melhores valores médios de eficiência de controle foram observados nos tratamentos com presença de cobertura de palhada nas parcelas, principalmente quando a aplicação do herbicida se deu sobre a palha, alcançando 100% de controle na maioria dos períodos de avaliação.

No tratamento sem cobertura de palhada, tais índices foram inferiores, sendo estatisticamente menores quando comparados com os demais tratamentos. Ao final das avaliações, aos 150DAA, os índices de controle foram de 77 e 71% para *I. nil* e *I. grandifolia*, respectivamente. A falta de chuvas durante o período inicial pode ter contribuído para essa diminuição na eficácia do produto, especialmente quando aplicados sobre o solo sem cobertura de palha.

Tais índices podem ser insatisfatórios e considerados baixos para essas espécies, a partir deste período até o momento da colheita, haja vista seu alto vigor desenvolvimento e os grandes problemas acarretados pela sua presença durante a colheita da cana sem queima da palha.

A presença das espécies *B. plantaginea*, *D. horizontalis* e *P. maximum*, só foi observada a partir dos 120DAA e somente no tratamento sem a presença de cobertura de palha (Tabela 28). A ausência destas espécies nestes tratamentos pode ser devido à dificuldade de germinação e transposição da barreira física imposta pela cobertura morta, visto que nem mesmo nas parcelas testemunha, a germinação não ocorreu.

Neste caso, as médias de controles observados aos 150DAA foram de 90, 93 e 51%, para as espécies *B. plantaginea*, *D. horizontalis* e *P. maximum*, respectivamente.

Quando se avaliou a eficácia de controle nos tratamentos em que a aplicação ocorreu em pós-emergência (Tabela 29), o comportamento foi semelhante para a maioria das espécies avaliadas. Pôde ser observada a ocorrência de médias de controle

acima de 85% durante todo o período de avaliações. Tal comportamento foi notado para as espécies *B. decumbens*, *E. heterophylla*, *M. cissoides*, *I. nil* e *I. grandifolia*.

As menores médias de controle, expressos em porcentagem, ocorreram para *I. nil*, no tratamento em que a aplicação ocorreu sobre a cobertura de palha, conforme observado na Tabela 29. Neste caso, médias de 60% foram encontradas dos 7DAA aos 120DAA, com decréscimo e média de 53% aos 150DAA. Novamente deve ser dada atenção a esse baixo índice de eficácia de controle pelos problemas que poderão ocorrer durante o processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar. Para esta espécie, o tratamento sem que a aplicação ocorresse sobre a palha, altos índices de controle (acima de 99%) foram encontrados desde o início do ensaio até 150DAA.

As espécies *B. plantaginea*, *D. horizontalis* e *P. maximum*, só foram encontradas no tratamento com aplicação sobre o solo, sem a presença de cobertura de palhada, a partir de 30DAA. A partir desta data, a eficiência de controle foi de 100% para as três espécies. No caso das parcelas com a presença de cobertura de palha (testemunha), não houve germinação destas espécies.

Nota-se neste período que a germinação de algumas espécies somente ocorreu em tratamentos sem a presença de palha a partir de 120 dias. Velini & Negrisoni (2000) citam que alguns aspectos podem explicar essa ocorrência, como alteração da amplitude térmica e a não penetração de luz na superfície do solo, imposta pela camada de palha. Tais efeitos, segundo Egley & Duke (1985) certamente contribuem de modo decisivo para a redução da germinação de plantas daninhas em áreas de cana-crua.

Os resultado obtidos corroboram com Velini & Martins (1998), que também observaram redução da germinação de algumas espécies de plantas daninhas, especialmente *D. horizontalis* e *P. maximum* em áreas com cobertura de palhada na ordem de 10 a 15 t.ha<sup>-1</sup>. No entanto, Martins et al. (1999) notaram que para algumas espécies dicotiledôneas (*E. heterophylla* e *B. pilosa*), esse efeito de cobertura a quantidades consideráveis, em torno de 15 t.ha<sup>-1</sup>, a germinação não foi afetada.

Apesar da emergência destas espécies neste período, Kuva et al. (2003) citam que para cana-de-açúcar, o período de controle para garantir a produtividade da cultura deverá ocorrer até 127 dias. A partir disso, a própria cultura, pela sua arquitetura e capacidade de fechamento das entrelinhas, consegue controlar a germinação e desenvolvimento de algumas espécies de plantas daninhas.

Efeitos mais positivos no controle destas espécies foram observados em tratamentos com cobertura de palha. Neste caso específico, o herbicida quando aplicado sobre a palha, provavelmente ficou retido nesta, necessitando de chuvas para o seu carregamento até a superfície do solo. Segundo Maciel & Velini (2005), as precipitações iniciais entre 10 e 20mm são de fundamental importância para o molhamento da camada de palha e carregamento do herbicida até o solo.

Desta forma, esse efeito foi fundamental para o carregamento e ativação do herbicida, proporcionando assim, um bom controle destas espécies nos tratamentos com camada de palha e aplicações do herbicida em pré-emergência

Tabela 28. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pré-emergência, durante a estação seca (1ª época de aplicação).

<i>Brachiaria decumbens</i>						
Tratamentos	30DAA	45DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	100,0 a <sup>1</sup>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre a palha	100,0 a	96,3 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	35,0 b	100,0 a	96,3 a	79,5 b	76,3 b	78,8 b
CV (%)	29,63	6,95	4,38	10,91	6,95	4,66
DMS	30,09	5,34	5,61	13,17	8,29	5,61
F Trat	10,45**	5,43*	1,00 <sup>ns</sup>	5,43*	18,36**	32,11**
<i>Euphorbia heterophylla</i>						
Tratamentos	30DAA	45DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	93,8 a	93,75 a	100,0 a	85,5 a	83,2 a	83,2 a
Aplicação sobre a palha	88,0 a	93,0 a	100,0 a	97,5 a	94,5 a	94,5 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	82,0 b	88,0 a	11,2 b	73,2 a	73,7 a	83,7 a
CV (%)	7,14	6,01	3,92	24,63	28,56	20,80
DMS	5,15	7,14	3,58	27,27	31,03	23,50
F Trat	787,79**	1,29 <sup>ns</sup>	1374,82**	1,33 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>
<i>Merremia cissoides</i>						
Tratamentos	30DAA	45DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	65,0 b	11,2 b	43,7 b	53,8 ab	60,0 ab	60,0 ab
Aplicação sobre a palha	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	98,8 a	98,8 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	2,5 c	11,2 b	6,2 b	33,0 b	31,8 b	41,3 b
CV (%)	12,31	7,64	40,48	59,09	57,74	52,39

DMS	8,91	4,04	26,24	47,68	47,52	45,27
F Trat	206,65**	1080,21**	21,74**	3,48*	3,37*	2,82 <sup>ns</sup>

Tabela 28. Continuação...

<i>Brachiaria plantaginea</i>						
Tratamentos	30DAA	45DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre a palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	-	-	-	75,8	90,3
CV (%)	-	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-	-

<i>Ipomoea nil</i>						
Tratamentos	30DAA	45DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	93,0 a	83,0 b	85,0 ab	99,3 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre a palha	100,0 a	100,0 a	100,0 a	99,0 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	43,8 b	85,5 b	57,5 b	73,0 a	76,3 a	77,5 a
CV (%)	8,31	7,73	29,95	25,37	29,78	26,05
DMS	8,50	8,97	31,38	29,74	35,55	31,23
F Trat	87,48**	7,04**	3,17*	1,73 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>

<i>Digitaria horizontalis</i>						
Tratamentos	30DAA	45DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre a palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	-	-	-	88,8	93,4
CV (%)	-	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-	-

<b>F Trat</b>	-	-	-	-	-	-
Tabela 28. Continuação...						
<i>Ipomoea gradifolia</i>						
<b>Tratamentos</b>	<b>30DAA</b>	<b>45DAA</b>	<b>60DAA</b>	<b>90DAA</b>	<b>120DAA</b>	<b>150DAA</b>
<b>Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha</b>	100,0 a	91,0 b	88,3 ab	94,3 a	99,0 a	99,5 a
<b>Aplicação sobre a palha</b>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	99,5 a	99,8 a
<b>Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha</b>	43,8 b	88,8 b	72,5 b	72,0 a	67,5 a	71,3 a
<b>CV (%)</b>	13,72	3,62	17,40	25,31	29,44	28,33
<b>DMS</b>	14,45	4,38	19,60	29,11	33,83	33,11
<b>F Trat</b>	33,94**	12,42**	3,33*	1,73 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>
<i>Panicum maximum</i>						
<b>Tratamentos</b>	<b>30DAA</b>	<b>45DAA</b>	<b>60DAA</b>	<b>90DAA</b>	<b>120DAA</b>	<b>150DAA</b>
<b>Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Aplicação sobre a palha</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha</b>	-	-	-	-	71,3	51,3
<b>CV (%)</b>	-	-	-	-	-	-
<b>DMS</b>	-	-	-	-	-	-
<b>F Trat</b>	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 29. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pós-emergência, durante a estação seca (1ª época de aplicação).

<b>Avaliações após a aplicação</b>						
<i>Brachiaria decumbens</i>						
<b>Tratamentos</b>	<b>7DAA</b>	<b>30DAA</b>	<b>60DAA</b>	<b>90DAA</b>	<b>120DAA</b>	<b>150DAA</b>
<b>Aplicação sobre a cobertura de palha</b>	100,0	100,0 a	100,0	99,8 b	100,0	98,5 a
<b>Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha</b>	100,0	98,8 b	100,0	100,0 a	100,0	100,0 a
<b>CV (%)</b>	-	0,62	-	0,35	-	2,14
<b>DMS</b>	-	0,93	-	0,49	-	2,92
<b>F Trat</b>	-	6,82*	-	1,00 <sup>ns</sup>	-	1,00 <sup>ns</sup>
<i>Euphorbia heterophylla</i>						
<b>Tratamentos</b>	<b>7DAA</b>	<b>30DAA</b>	<b>60DAA</b>	<b>90DAA</b>	<b>120DAA</b>	<b>150DAA</b>
<b>Aplicação sobre a cobertura de palha</b>	85,0 a	100,0 a	100,0	98,5 b	99,0 a	94,0 b
<b>Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha</b>	87,5 a	99,5 a	100,0	100,0 a	100,0 a	100,0 a
<b>CV (%)</b>	5,14	0,71	-	0,92	1,42	2,66
<b>DMS</b>	6,06	0,97	-	1,25	1,94	3,55
<b>F Trat</b>	0,31 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	-	5,40*	1,00 <sup>ns</sup>	10,80**
<i>Merremia cissoides</i>						
<b>Tratamentos</b>	<b>7DAA</b>	<b>30DAA</b>	<b>60DAA</b>	<b>90DAA</b>	<b>120DAA</b>	<b>150DAA</b>
<b>Aplicação sobre a cobertura de palha</b>	23,8 b	99,5 a	100,0 a	99,5 a	99,5 a	94,3 a
<b>Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha</b>	98,5 a	100,0 a	97,5 b	93,0 a	93,5 a	93,3 a
<b>CV (%)</b>	5,66	0,71	1,37	6,42	6,07	8,12
<b>DMS</b>	4,75	0,97	1,86	8,49	8,76	10,46
<b>F Trat</b>	934,51**	1,00 <sup>ns</sup>	6,82**	2,21 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>

Tabela 29. Continuação...

Avaliações após a aplicação						
<i>Brachiaria plantaginea</i>						
Tratamentos	7DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea nil</i>						
Tratamentos	7DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	61,3 b	62,5 a	62,5 a	63,75 a	67,5 a	53,8 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	99,5 a	100,0 a	100,0 a	99,25 a	99,8 a	100,0 a
CV (%)	19,81	40,27	40,34	37,33	33,38	49,16
DMS	21,88	44,96	44,97	41,87	38,36	51,93
F Trat	11,54**	2,63 <sup>ns</sup>	2,59 <sup>ns</sup>	2,75 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>
<i>Digitaria horizontalis</i>						
Tratamentos	7DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-	-



Tabela 29. Continuação...

Avaliações após a aplicação						
<i>Ipomoea grandifolia</i>						
Tratamentos	7DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	92,0 b	94,5 b	100,0 a	90,0 a	88,8 a	92,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	99,5 a	98,8 a	95,0 b	73,8 a	76,8 a	80,0 a
CV (%)	2,22	2,06	2,96	38,20	34,41	35,04
DMS	2,91	2,73	3,97	42,97	39,13	41,40
F Trat	25,00**	9,13*	6,00*	0,54 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
<i>Panicum maximum</i>						
Tratamentos	7DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5
CV (%)	-	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

#### 6.4.2 Aplicação realizada no final da estação seca

Quando se avaliou a eficácia do produto aplicado em pré-emergência, nestas condições de umidade do solo e ambientais (Tabela 30), foram notados alguns padrões de germinação distintos.

*B. decumbens* e *P. maximum* apresentaram germinação irregular entre os tratamentos. Naqueles que apresentavam cobertura de palha, somente ocorreu a partir de 120DAA. Neste caso, altos índices de controle foram observados, apesar da germinação tardia, com eficiência de controle total quando a aplicação ocorreu sob o solo seguida de cobertura com palhada. Entretanto, a queda de eficiência do herbicida sobre estas espécies a partir desta data foi observada quando se aplicou o produto no solo sem que houvesse cobertura com camada de palha.

Nesta época de instalação do ensaio e aplicação do herbicida, o controle da espécie *E. heterophylla* foi considerado satisfatório para os tratamentos com presença de cobertura de palha, alcançando níveis acima de 75% aos 150DAA. Quando a aplicação ocorreu sobre a cobertura de palha, a eficiência de controle desta espécie, foi de 100% até 90DAA, seguido de decréscimo a partir daí. No tratamento sem a presença de palha, a eficácia do produto do total desde o início das avaliações.

De acordo com o observado na Tabela 30, embora as espécies *M. cissoides* e *B. plantaginea* tenham apresentado germinação somente a partir dos 30DAA e 60DAA, para os tratamentos sem e com palhada, respectivamente, o controle destas, representadas em porcentagem foi total até os 150DAA.

*I. nil* e *I. grandifolia* apresentaram boa germinação em todos os tratamentos, com ou sem cobertura de palhada. Entretanto, as notas de controle foram consideradas satisfatórias para essa condição ambiental de aplicação do herbicida. A espécie *I. nil* foi satisfatoriamente controlada pelo herbicida nos tratamentos com aplicação sobre o solo e sobre a palhada, com índices percentuais acima de 98% desde o início das avaliações. Para esta espécie, o controle foi total até 90DAA, quando a aplicação se deu sobre o solo seguida de cobertura por palha. A partir desta data observa-se um decréscimo, atingindo média de 90% aos 150DAA.

Para a espécie *I. grandifolia*, controle total ocorreu até 60DAA, para os três tratamentos aqui testados em pré-emergência, seguido de pequenos decréscimos percentuais de eficácia do herbicida. Ao final das avaliações (150DAA),

menor média foi observada no tratamento com aplicação do herbicida sobre a palha, não diferindo estatisticamente, entretanto, dos demais tratamentos.

A espécie *D. horizontalis* não germinou em parcelas com a presença de palha devido ao tamanho de suas sementes e dificuldade de transposição da camada de palha. No tratamento sem cobertura de palha, seu controle foi satisfatório, com níveis acima de 95% desde 30DAA até o final do período de avaliações.

Na Tabela 31 podem ser analisadas as notas de controle das espécies de plantas daninhas, imposta pela mistura formulada de diuron + hexazinone quando aplicada em pós-emergência, nestas condições de umidade do solo.

Nota-se um excelente controle das espécies *B. decumbens* e *E. heterophylla*, com notas percentuais de eficácia acima de 90% em praticamente todo o período de avaliações. Aos 150DAA, observou-se diferença significativa para os tratamentos testados com e sem cobertura de palha.

O controle realizado pelo herbicida para as espécies *M. cissoides* e *B. plantaginea* foi idêntico, com eficácia total desde os 30DAA até o final das avaliações, aos 150DAA.

A espécie *I. nil*, conforme pode ser observada na Tabela 31, apresentou diferença significativa aos 15DAA entre os tratamentos testados em pós-emergência, com índices de controle de 91,8%, quando o herbicida foi aplicado sobre a palhada e, 81,8% quando aplicado sobre o solo. A partir desta data, índices médios superiores a 95% foram observados em ambos tratamentos até 150DAA.

Em se tratando de eficácia total de controle, este foi observado para a espécie *I. grandifolia* até 60DAA, no tratamento em que o produto foi aplicado sobre a camada de palha. Em avaliações seguintes, observou-se decréscimo até 85% aos 150DAA, neste referido tratamento.

Nesta espécie, índices satisfatórios também foram observados quando o herbicida foi aplicado sobre o solo. Valores percentuais acima de 95% foram encontrados a partir de 30DAA.

*D. horizontalis* somente pôde ser avaliada em condições de ausência de camada de palhada nas parcelas. No entanto, índices de controle excelentes, a partir de 15DAA foram observados nestas condições. Barros & Leonel (2001), avaliando a seletividade e eficácia de alguns herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, obtiveram níveis de controle considerado satisfatórios, em torno de 94%,

para esta espécie quando utilizou diuron + hexazinone (Velpar K) na mesma dose aqui estudada.

Desempenho semelhante foi observado para *P. maximum*. Porém a partir de 90DAA, encontrou-se esta espécie em parcelas com cobertura de palha. Neste caso, o herbicida foi 100% eficiente. No entanto, resultados de controle inferiores foram obtidos por Pedrinho Junior & Durigan (2001) quando testaram imazapic e imazapyr no controle de *P. maximum*. Ao testaram a mistura com pendimetalin no controle desta espécie, proporcionou excelente desempenho

Melhores resultados foram obtidos por Martini & Durigan (2004), utilizando flazasulfuron e outro herbicidas, dentre eles diuron + hexazinone na dose de  $1500\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ , no controle de *P. maximum*, *B. plantaginea* e *D. horizontalis*, onde o solo se encontrava com bons teores de umidade. No entanto, quando os teores de umidade encontravam-se baixos, o controle foram considerados insatisfatórios, principalmente para *B. plantaginea* e *P. maximum*.

Tabela 30. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pré-emergência, no final da estação seca (2ª época de aplicação).

<i>Brachiaria decumbens</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	-	-	100,0 a <sup>1</sup>	100,0 a
Aplicação sobre a palha	-	-	-	-	80,0 a	76,3 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	100,0	100,0	100,0	100,0	85,0 a	80,0 a
CV (%)	-	-	-	-	32,68	40,59
DMS	-	-	-	-	37,42	44,94
F Trat	-	-	-	-	0,52 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>
<i>Euphorbia heterophylla</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	80,0 b	100,0 a	84,3 b	84,3 b	90,5 b	76,0 a
Aplicação sobre a palha	99,3 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	98,8 a	75,3 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	100,0 a	99,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
CV (%)	5,69	1,16	10,53	10,53	5,49	28,35
DMS	6,87	1,50	12,94	12,94	6,85	30,77
F Trat	18,31 <sup>**</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	3,32 <sup>*</sup>	3,32 <sup>*</sup>	3,81 <sup>*</sup>	1,41 <sup>ns</sup>
<i>Merremia cissoides</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	100,0 a	100,0 a	100,0	100,0
Aplicação sobre a palha	-	-	100,0 a	100,0 a	100,0	100,0
Aplicação sob o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	99,5 a	99,5 a	100,0	100,0
CV (%)	-	-	0,58	0,58	-	-
DMS	-	-	0,75	0,75	-	-
F Trat	-	-	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	-	-

Tabela 30. Continuação...

<i>Brachiaria plantaginea</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	100,0 a	100,0	100,0	100,0
Aplicação sobre a palha	-	-	100,0 a	100,0	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	99,5 a	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	0,58	-	-	-
DMS	-	-	0,75	-	-	-
F Trat	-	-	1,00 <sup>ns</sup>	-	-	-
<i>Ipomoea nil</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	100,0	100,0 a	100,0 a	100,0 a	97,5 a	90,8 a
Aplicação sobre a palha	100,0	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	100,0	99,5 a	98,3 a	98,3 a	98,5 a	98,0 a
CV (%)	-	0,58	2,03	2,03	3,24	11,15
DMS	-	0,75	2,62	2,62	4,14	13,91
F Trat	-	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
<i>Digitaria horizontalis</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre a palha	-	-	-	-	-	-
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	99,0	97,5	97,5	97,5	97,0
CV (%)	-	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-	-

Tabela 30. Continuação...

<i>Ipomoea gradifolia</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	100,0	100,0 a	100,0 a	100,0 a	99,0 a	95,0 a
Aplicação sobre a palha	100,0	100,0 a	100,0 a	95,0 a	97,3 a	83,5 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	100,0	99,8 a	94,5 b	94,5 a	98,5 a	93,8 a
CV (%)	-	0,29	2,61	6,54	3,10	17,78
DMS	-	0,37	3,32	8,19	3,95	20,92
F Trat	-	1,00 <sup>ns</sup>	6,15*	0,93 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>
<i>Panicum maximum</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	-	-	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre a palha	-	-	-	-	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	99,3	99,3	81,3 a	75,0 a
CV (%)	-	-	-	-	23,09	31,49
DMS	-	-	-	-	28,06	27,42
F Trat	-	-	-	-	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 31. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pós-emergência, durante o final da estação seca (2ª época de aplicação).

<i>Brachiaria decumbens</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	100,0 a <sup>1</sup>	100,0 a	100,0 <sup>a</sup>	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	87,5 b	98,8 a	98,8 a	100,0	100,0
CV (%)	1,57	1,07	1,07	-	-
DMS	2,02	1,46	1,46	-	-
F Trat	144,23 <sup>**</sup>	2,78 <sup>ns</sup>	2,78 <sup>ns</sup>	-	-
<i>Euphorbia heterophylla</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	97,8 a	100,0	100,0	99,5 a	97,8 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	83,0 b	100,0	100,0	99,0 a	95,0 a
CV (%)	2,95	-	-	1,59	8,04
DMS	3,67	-	-	2,17	10,65
F Trat	61,07 <sup>**</sup>	-	-	0,20 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
<i>Merremia cissoides</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-



Tabela 31. Continuação...

<i>Brachiaria plantaginea</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	97,5	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea nil</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	91,8 a	99,5 a	99,5 a	99,0 a	96,5 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	81,8 b	98,3 a	98,3 a	99,0 a	99,0 a
CV (%)	7,19	2,60	2,60	1,75	5,27
DMS	8,57	3,54	3,54	2,38	7,07
F Trat	5,14*	0,47 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,00	0,47 <sup>ns</sup>
<i>Digitaria horizontalis</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	-	-
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-

Tabela 31. Continuação...

<i>Ipomoea grandifolia</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	93,0 a	100,0 a	100,0 a	97,3 a	85,8 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	89,0 b	96,0 a	96,0 a	98,0 a	95,5 a
CV (%)	2,98	3,60	3,60	2,39	13,26
DMS	3,72	4,12	4,12	3,21	16,51
F Trat	4,36*	3,56 <sup>ns</sup>	3,56 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>
<i>Panicum maximum</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	100,0 a	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	100,0	100,0	100,0	99,8 a	100,0
CV (%)				0,35	
DMS				0,49	
F Trat				1,00 <sup>ns</sup>	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

### 6.4.3 Aplicação na estação úmida

As avaliações de controle das espécies de plantas daninhas pela mistura formulada de diuron + hexazinone (Velpar K GRDA), aplicada em pré-emergência, sob condições de alta umidade do solo, podem ser visualizados na Tabela 32.

A espécie *B. decumbens* foi eficientemente controlada nos tratamentos com presença de palha nas parcelas, com índices percentuais de controle máximo desde o início até o final do período das avaliações. No entanto, esse ótimo desempenho não pôde ser observado nas parcelas sem palha, sendo estatisticamente inferior aos demais tratamentos testados, em todas as épocas avaliadas.

Índices insatisfatórios de controle também foram observados para a espécie *E. heterophylla* aos 15DAA, em todos os tratamentos, com índices médios abaixo de 20%, com significativa melhora nos índices de controle a partir de 30DAA, quando atingiram 79%, para o tratamento sem palhada e acima de 91% para os demais tratamentos com palha, não diferindo estatisticamente entre si.

*M. cissoides* e *B. plantaginea* mostraram-se suscetíveis aos tratamentos testados com palha até 120DAA, sendo porém, eficientemente controladas pelo herbicida a partir desta data. No tratamento sem palha, a germinação desta espécie se deu a partir de 30DAA, sendo também controladas pelo herbicida desde então.

A espécie *I. grandifolia* apresentou baixo controle inicial pelo herbicida, até 15DAA. A partir desta avaliação, a eficácia do produto aumentou e chegou a quase 100% aos 150DAA. Neste período, apesar da pequena diferença entre o tratamento sem palha (97%) e os demais com cobertura de palha (99%), este primeiro foi significativamente inferior nas médias de controle desta espécie.

O herbicida também apresentou baixa eficácia inicial no controle da espécie *I. nil*, até 30DAA, para os tratamentos em que se utilizou a palhada como cobertura, com índices médios abaixo de 42%. A partir de 60DAA, todos os tratamentos testados em pré-emergência tiveram incrementos, chegando a 100% de controle desta espécie ao 150DAA.

*D. horizontalis* apresentou boa germinação em todos os tratamentos, nesta condição ambiental. A germinação ocorreu a partir de 30DAA, sendo esta espécie altamente controlada pelo herbicida, em todas as condições de tratamento testadas.

Alta eficiência de controle também foi observada para a espécie *P. maximum*. Quando o herbicida foi aplicado no solo e coberto com camada de palha, a eficácia do produto foi total, do início ao fim das avaliações. No entanto, quando o herbicida foi aplicado sobre a palha, a eficácia tendeu a diminuir a partir de 120DAA.

Nota-se na Tabela 33, onde podem ser visualizadas as notas de controle para os tratamentos em que o herbicida foi aplicado em pós-emergência, que a espécie *B. decumbens* foi altamente controlada, a partir de 15DAA até 120DAA, em ambos os tratamentos, alcançando níveis de 100% de controle desta espécie a partir de 60DAA.

O mesmo pôde ser observado para a espécie *E. heterophylla*. Porém, níveis máximos de controle de 99,5% puderam ser notados. Ao final das avaliações 120DAA, índices de 92 e 98% de controle foram encontrados para os tratamentos com e sem cobertura de palhada, respectivamente. No entanto, não foi observada diferença significativa entre estes, neste caso.

A germinação das espécies *M. cissoides*, *B. plantaginea* e *D. horizontalis*, em condição de presença de palhada, somente ocorreu a partir de 120DAA, de acordo com o demonstrado na Tabela 33. No tratamento sem a cobertura com palhada, o processo germinativo destas espécies ocorreu a partir de 30DAA. Em ambas as situações, o produto foi altamente eficiente no controle destas espécies.

Aspecto semelhante pôde ser visualizado para a espécie *I. nil*, onde a germinação sob condição de presença de palhada somente ocorreu aos 60DAA. Nesta situação, o produto também controlou eficientemente a espécie.

As espécies *I. grandifolia* e *P. maximum* foram controladas com eficiência pelo herbicida em ambos os tratamentos, nesta situação de pós-emergência. Essa eficiência ocorreu desde os 15DAA até o fim das avaliações (120DAA).

Conforme resultados observados neste 3º período, com presença de chuvas e bons níveis de umidade do solo, se comprova o que foi afirmado por Barros & Leonel (2001) e Martini & Durigan (2003), onde há a necessidade de mínima umidade no solo para que o herbicida seja ativado, aumentando sua eficácia no controle de plantas daninhas.

Tais resultados também corroboram com aqueles obtidos por Velini & Negrisoni (2000) e Maciel & Velini (2005) de que, apesar da retenção do herbicida pela palha no momento da aplicação em pré-emergência, as primeiras chuvas são capazes de realizarem a retirada do produto da palha e o carregamento deste até a

superfície do solo, proporcionando o controle de plantas daninhas em períodos considerados críticos para ao desenvolvimento da cultura sem afetar a sua produtividade.

Tabela 32. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pré-emergência, durante a estação chuvosa (3ª época de aplicação).

<i>Brachiaria decumbens</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	100,0 a <sup>1</sup>	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre a palha	-	100,0 a	100,0 a	100,0 a	80,0 a	100,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	16,3	60,0 b	68,0 b	37,5 b	43,8 b	23,8 b
CV (%)		10,88	5,51	9,18	31,18	16,76
DMS		12,22	6,38	9,42	30,15	16,21
F Trat		24,00**	56,37**	98,68**	6,01*	49,60**
<i>Euphorbia heterophylla</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	10,0 a	96,8 a	67,8 b	93,8 a	90,5 b	91,3 a
Aplicação sobre a palha	18,8 a	99,8 a	96,8 a	99,8 a	98,8 a	92,3 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	13,8 a	82,5 a	68,0 b	83,3 a	100,0 a	79,3 a
CV (%)	119,69	22,10	23,14	22,38	5,49	28,95
DMS	21,98	26,40	23,24	26,76	6,86	32,93
F Trat	0,27 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	3,46*	0,65 <sup>ns</sup>	3,81*	0,34 <sup>ns</sup>
<i>Merremia cissoides</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	-	-	100,0	100,0
Aplicação sobre a palha	-	-	-	-	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-	-

Tabela 32. Continuação...

<i>Brachiaria plantaginea</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	-	-	-	97,5 a	100,0
Aplicação sobre a palha	-	-	-	-	100,0 a	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	72,5	100,0	100,0	98,5 a	100,0
CV (%)	-	-	-	-	3,24	-
DMS	-	-	-	-	4,14	-
F Trat	-	-	-	-	0,62 <sup>ns</sup>	-
<i>Ipomoea nil</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	11,3 a	30,0 c	86,3 b	95,0 a	97,5 a	100,0
Aplicação sobre a palha	22,5 b	42,5 b	92,5 ab	95,0 a	100,0 a	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	33,8 c	100,0 a	100,0 a	100,0 a	98,5 a	100,0
CV (%)	35,14	13,28	6,65	5,45	3,24	-
DMS	10,25	9,90	8,01	6,83	3,14	-
F Trat	8,10 <sup>**</sup>	95,57 <sup>**</sup>	4,96 <sup>*</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	-
<i>Digitaria horizontalis</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	99,8 a	97,5 a	100,0	100,0	100,0
Aplicação sobre a palha	-	100,0 a	94,8 a	100,0	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0 a	99,3 a	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	0,29	4,53	-	-	-
DMS	-	0,37	5,71	-	-	-
F Trat	-	1,00 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	-	-	-

Tabela 32. Continuação...

<i>Ipomoea gradifolia</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	11,3 b	100,0 a	100,0 a	100,0 a	99,0 a	99,5 a
Aplicação sobre a palha	60,0 a	91,3 a	100,0 a	95,0 a	97,3 a	99,3 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	21,3 b	99,0 a	90,0 a	98,8 a	98,5 a	97,5 b
CV (%)	91,65	10,47	11,95	6,08	3,11	0,99
DMS	36,63	13,12	14,97	7,71	3,95	1,28
F Trat	3,32*	0,89 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	4,89*
<i>Panicum maximum</i>						
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA	150DAA
Aplicação sobre o solo e posterior cobertura de palha	-	100,0 a	100,0 a	100,0	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre a palha	-	98,8 a	99,3 a	100,0	81,3 a	79,3 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	99,8 a	97,3 b	100,0	100,0 a	96,0 a
CV (%)	-	1,48	1,62	-	23,10	26,28
DMS	-	1,91	2,11	-	28,06	31,25
F Trat	-	0,81 <sup>ns</sup>	3,25*	-	1,00 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F



Tabela 33. Notas de porcentagem de controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar pela mistura formulada de diuron + hexazinone, em aplicações de pós-emergência, durante a estação chuvosa (3ª época de aplicação).

<i>Brachiaria decumbens</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	100,0 a <sup>1</sup>	100,0 a	100,0	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	98,8 a	98,0 a	100,0	100,0	100,0
CV (%)	1,78	2,86	-	-	-
DMS	2,43	3,89	-	-	-
F Trat	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	-	-	-
<i>Euphorbia heterophylla</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	97,8 a	98,8 a	99,5 a	95,3 a	92,8 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	96,3 a	98,2 a	99,0 a	98,5 a	98,8 a
CV (%)	2,71	2,86	1,59	6,82	9,04
DMS	3,61	3,87	2,17	9,07	11,89
F Trat	0,65 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>
<i>Merremia cissoides</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-

Tabela 33. Continuação...

<i>Brachiaria plantaginea</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea nil</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	99,0 a	99,5 a	98,8 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	99,0 a	100,0 a	100,0 a
CV (%)	-	-	1,75	0,71	1,78
DMS	-	-	2,38	0,97	2,43
F Trat	-	-	0,00	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>
<i>Digitaria horizontalis</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	-	-	-	100,0	100,0
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	-	100,0	100,0	100,0	100,0
CV (%)	-	-	-	-	-
DMS	-	-	-	-	-
F Trat	-	-	-	-	-

Tabela 33. Continuação...

<i>Ipomoea grandifolia</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	100,0	100,0 a	97,3 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	100,0	91,8 a	98,0 a	99,8 a	99,5 a
CV (%)	-	12,17	2,39	0,35	0,71
DMS	-	16,03	3,21	0,49	0,97
F Trat	-	1,00 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>
<i>Panicum maximum</i>					
Tratamentos	15DAA	30DAA	60DAA	90DAA	120DAA
Aplicação sobre a cobertura de palha	100,0 a	100,0	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Aplicação sobre o solo e sem cobertura de palha	99,3 a	100,0	99,8 a	83,8 a	86,3 a
CV (%)	1,06		0,35	25,01	20,88
DMS	1,46		0,49	31,58	26,72
F Trat	1,00 <sup>ns</sup>		1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

## 7 CONCLUSÕES

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

A quantidade equivalente a 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar foi suficiente para reter mais de 90% da mistura formulada de diuron + hexazinone aplicada;

Com a ocorrência de chuvas, as quantidades de diuron e hexazinone que transpõem a palha de cana-de-açúcar decrescem com o aumento da quantidade deste resíduo na superfície no solo.

A simulação de chuvas equivalentes a 20mm iniciais é suficiente para promover a transposição superior a 90% de diuron e hexazinone para quantidades de palha utilizadas neste estudo (5, 10, 15 e 20t.ha<sup>-1</sup>).

A mistura formulada de diuron + hexazinone (Velpar K GRDA), aplicada em pré ou pós-emergência sobre a palha de cana-de-açúcar, teve como principal determinante de sua eficácia, a ocorrência de chuvas após a aplicação.

Elevados níveis de eficácia da mistura formulada de diuron + hexazinone foram observados no tratamento com aplicação do herbicida sobre o solo, seguida da cobertura com palha de cana-de-açúcar simulando a aplicação do herbicida conjuntamente com a colheita da cultura.

Em condições de campo, em aplicações realizadas em época seca, melhores resultados de controle foram observados em pré-emergência, em parcelas com a presença de palha, apresentando maior efeito residual, havendo, no entanto, necessidade chuvas para melhor eficácia e funcionamento do produto;

Independentemente do período de aplicação, a aplicação da mistura formulada de diuron + hexazinone em pós-emergência apresentou controle de plantas daninhas satisfatório, verificando duração do efeito residual superior a 120 dias;

Em aplicações realizadas em período chuvoso, aplicações em pré-emergência sobre a palhada apresentaram melhores resultados, com efeito residual acima de 120 dias, confirmando a necessidade de chuvas para maximização da eficiência do produto;

Em aplicações de pós-emergência, parcelas com a presença de palha apresentaram maior período residual (acima de 120 dias) e controle de plantas daninhas satisfatório.

Nestas condições (em aplicações no início do período chuvoso), os resultados foram satisfatórios, com período residual do produto (aplicado em pré ou pós, com ou sem palha) se estendendo até meados de março e abril, respectivamente, comprovando a necessidade de precipitações para melhorar a eficácia da mistura de diuron+hexazinone.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p.248-265, 2001.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.127-132, 1995.

AREVALO, R.A. **Plantas daninhas da cana-de-açúcar**. Araras: IAA/PLANALSUCAR – CONESUL, 1979. 46p.

ASGHAR, M.; KANEHIRO, Y. Effects of sugar-cane trash and pineapple residue on soil pH, redox potential, extractable Al, Fe and Mn. **Tropical Agriculture**, v.57, n.3, p.245-258, 1980.

AZANIA, A.A.P.M. et al. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família convolvulaceae. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.2, p.207-212, 2002.

AZANIA, C.A.M. **Comparação de métodos para determinar a seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**. 2004, 116f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção

Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. The influence of straw mulch on the soil reception on persistence of metribuzin. **Weed Science**, v.30, p.164-168, 1982.

BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. The fate of oryzalin applied to straw-mulched and nonmulched soils. **Weed Science**, v.32, p.374-388, 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.607-611, 1986.

BARROS, A.C.; LEONEL, D.M. Eficácia e seletividade da mistura trifloxysulfuron-sodium/ametryne para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.3, p.93-106, 2001.

BAYER. Weed control in Brazilian sugar cane cultivation: Sencor – an attractive alternative. **Courier Agrochemistry**, n.1, p.10-11, 2000.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAUJO, J.B.M. Período crítico de competição de uma comunidade natural de mato em soja. **Biológico**, v. 44, p. 299-305, 1978.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; PUPO, E.I.H. **Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação**. São Paulo: Instituto Biológico, v. 48, 1982, p. 9-20.

BUZETTI, W.J.S.; SANTOS, A.C. Diclosulan (DE-564) aplicado em pré-emergência no solo com diferentes quantidade 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.

CANA-DE-AÇÚCAR. **Agriannual**: Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo, p.213-220, 2005.

CAVENAGHI, A.L. et al. Dinâmica de sulfentrazone em palha de aveia e cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCPD, 2002. p.162.

CHRISTOFFOLETI, J.C.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P. Capim-colchão na cana: os danos causados pela infestação do capim-colchão (*Digitaria* spp.) nos canaviais e as recomendações para controlá-lo. **IDEA News**, ano 5, n.55, p.30-32, 2005.

CONSTANTIN, J. Cana-de-açúcar: Seletividade de herbicidas. **Correio Agrícola**, n.2, p.18-19, 2001.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.11-17, 2004.

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

COSTA, E.A.D. et al. Dinâmica de herbicidas em palhada de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL - STAB, 8, 2002, Recife. **Anais...** Recife: STAB, v.1, 2002. p.170-174.

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: SBCPD, 2004, p.150-151.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: Manejo**. Campinas, Edição do autor, 1997. 285p.

DIAS, N.M.P. et al. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.2, p.293-300, 2003.



DuPONT AGRICULTURAL PRODUCTS. **Pesticide Information Profiles:** Extension Toxicology Network. Disponível em: <<http://www.extoxnet.orst.edu/pips/hexazin.html>> Acesso em 15 jul. 2005.

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

ERBACH, D.C.; LOVELY, W.G. Effect of plant residue on herbicide performance in no-tillage corn. **Weed Science**, v.23, p.512-515, 1975.

FAY, P.K. & DUKE, W.B. An assesement of allelopathic potencial in Avena germoplasm. **Weed Science**, v.25, p.224-228, 1977.

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

GAZZIERO, D.L.P. Controle de plantas daninhas: aspectos ecológicos e tecnológicos. In: PRIMERAS JORNADAS BIACIONALES DE CERO LABRANZA, 1990, Chequén. **Anais...** Concepción: Sociedad de Conservación de Suelos de Chile, 1990. p.132-150.

GAZZIERO, D.L.P. et al. **As plantas daninhas e a semeadura direta.** Londrina: Embrapa Soja, 2001. 59p.

GRAVENA, R. et al. Eficiência da palha de cana-de-açúcar e de trifloxysulfuron sodium + ametrina no controle de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCPD, 2002, p.506.

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**, Viçosa, v.22, n.3, p.419-427, 2004.

HERNANDEZ, D.D.; ALVES, P.L.C.A.; MARTINS, J.V.F. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência dos herbicidas imazapic e imazapic+pendimethalin. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.419-426, 2001.

- IUPAC – INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY.  
Nomenclature, symbols, units and their usage in spectrochemical analysis II. **Spectrochim Acta**, v.33B, p.242, 1978.
- KUVA, M.A. **Efeito de período de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) no estado de São Paulo**. 1999, 74p.  
Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- KUVA, M.A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p.323-330, 2001.
- KUVA, M.A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p.37-44, 2003.
- LAMOREAUX, R.J.; JAIN, R.; HESS, C.A. Efficacy of dimethenamid, metolachlor and encapsulated alachlor in soil covered with crop residue. **Brighton Crop Protection Conference Weeds**, v.1, p.1015-1020, 1993.
- LORENZI, H. Efeito da palha da cana no controle de plantas daninhas. In. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 19, Londrina, 1993. **Resumos...** Londrina:SBCPD, p.28-29, 1993.
- LOWDER, S.W.; WEBER, J.B. Atrazine retention by crop residues in reduced-tillage systems. **Proceedings South Weed Science Society**, v.32, p.303-307, 1979.
- MACHADO, F.B.P. **Brasil, a doce terra**. Disponível em <http://www.canaweb.com.br/conteudo/historiadosector.htm>. Acesso em 15 nov. 2004.
- MACIEL, C.D.G. **Simulação do caminhamento de herbicidas em diferentes tipos e quantidades de palhadas utilizadas no sistema de plantio direto**. 2001, 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

MACIEL, C.D.G; VELINI, E.D. Simulação do caminhamento da água da chuva e herbicidas em palhadas utilizadas me sistemas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.3, p.471-481, 2005.

MAGALHÃES, S.G.; BRAUNBECK, O.A. **Colheita de cana-de-açúcar verde: energia renovável para a agricultura sustentável**. Disponível em <<http://www.agrobrasil.za.org/agroartigos/artigo9/index.html>> Acesso em 15 nov. 2004.

MANECHINI, C. Manejo da cana-crua. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: COPERSUCAR, 1997. p.309-327.

MARIN, C.D. et al. Wash off of herbicides applied corn residue. **Transactions of the ASAE**, v.21, p.1164-1168, 1978.

MARTINI, G.; DURIGAN, J.C. Influência do teor de água na superfície do solo sobre a eficácia e seletividade do flazasulfuron, na cultura de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.259-267, 2004.

MARTINS, D. et al. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Botucatu, v.17, n.1, p.151-161, 1999.

MEDEIROS, D.; CHRISTOFOLLETI, P.J. Efeito da intensidade de chuva e da quantidade de palha de cana-de-açúcar sobre a eficácia de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCPD, 2002, p.510.

MEDEIROS, D. et al. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBCPD, 2004, p.158.

MEIER, P.C.; ZÜND, R.E. **Statistical methods in analytical chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 424 p.

MEYER, L.D.; WISCHMEIER, W.H.; FOSTER, G.R. Mulches rate requires for erosion control on steeps slopes. **Proceedings Soil Science Society of America**, v.34, p.928-931, 1970.

MILLS, J.A.; WITT, W.W.; BARRET, M. Effects of tillage on the efficacy and persistence of clomazone in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, v.37, p.217-222, 1989.

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: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 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...** Gramado: SBCPD, 2002a, p.157.

NEGRISOLI, E. **Associação do herbicida tebuthiuron com a cobertura de palha no controle de plantas daninhas no sistema de cana-crua**. 2005, 99f. Tese (doutorado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

NOVO, M.C.S.S. et al. 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, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBCPD, 2004b, p.19.

NOVO, M.C.S.S. et al. Efeito da quantidade de palha de cana-de-açúcar e do tamanho de tubérculos no desenvolvimento da parte aérea de *Cyperus rotundus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBCPD, 2004a, p.19.

OLIVEIRA, M.W. et al. Decomposição de palhada de cana-de-açúcar em campo. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DOS PÓS-GRADUANDOS DO CENA/USP, 3, 1997, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: CENA, 1997. p.27.

PEDRINHO JUNIOR, A.F.F.; DURIGAN, J.C. Controle de capim-colonião na cultura da cana-de-açúcar com herbicidas aplicados em pré-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.3, .125-131, 2001.

PEDRINHO JUNIOR, A.F.F.; MARTINI, G.; DURIGAN, J.C. Controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura da cana-de-açúcar, com o herbicida imazapic isolado ou em mistura com pendimethalin. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.1, p.23-29, 2001.

PETERSEN, B.B.; SHEA, P.J.; WICKS, G.A. Acetanilide activity and dissipation as influenced and formulation and wheat stubble. **Weed Science**, v.36, p.243-249, 1988.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.23, p.16-27, 1985.

PITELLI, R.A. Dinâmica das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20, 1995, Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis: SBCPD, 1995, p.5-12.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e convivência para plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, 1984. p.37.

PROCÓPIO, S.O. et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150p.

RIPOLI, T.C. et al. Efeito da queima na exsudação dos colmos: resultados preliminares. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 13, 1996, Maceió. **Anais do Congresso Nacional da Stab...** Maceió: STAB, 1996. p. 63-70.

ROCHECOUSTE, E. **Weed control in sugar cane**. Réduit: Mauritius Sugar Industry Research Institute, 1967. 117p.

RODRIGUES, B.N. Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone. **Planta Daninha**, v.11, n.1 e 2, p.21-28, 1993.

RODRIGUES, B.N. et al. Comportamento de herbicidas pré-emergentes aplicados sobre cobertura morta em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 2002, p.380.

- RODRIGUES, B.N.; LIMA, J.; FORNAROLLI, D.A. Aplicação de trifluralin em pré-emergência sobre diferentes quantidades de cobertura morta no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SBCPD, 1997, p.365.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S **Guia de herbicidas**. 5ª ed., Londrina, 2005. 592p.
- ROSSI, C.V.S. **Dinâmica e eficácia no controle de plantas daninhas pelo herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar**. 2004, 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.
- 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: SBCPD, 2004, p.50-51.
- 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: SBCPD, 2004, p.51.
- SENSEMAN, S. **Herbicide Handbook**. WSSA: Champaign, 7ª ed., 1984. p.8-16.
- SIGUA, G.C.; ISENSEE, A.R.; SADEGUI, A.M. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no till soil cores. **Soil Science**, v.145, p.225-232, 1993.
- SILVA, J.R.V.; COSTA, N.V.; MARTINS, D. Efeito da palhada de cana-de-açúcar na emergência de *Cyperus rotundus*. **Planta Daninha**, Botucatu, v.21, n.3, p.375-380, 2003.
- STRECK, H.J.; WEBER, J.B. Alachlor (LASSO) and metolachlor (DUAL) comparisons in conventional and reduced tillage systems. **Proceedings South Weed Science Society**, v.34, p.33-40, 1982.
- TAYLORSON, R.B.; BORTHWICH, H.A. Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. **Weed Science**, v.17, n.1, p.48-51, 1969.

TOFOLI, G.R. **Deposição e lixiviação do herbicida tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar.** 2004, 55p. Tese (Doutorado em Agronomia / Proteção de Plantas). Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

TOFOLI, G.R. et al. Dinâmica de atrazine em palha de aveia e cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCPD, 2002, p.158.

URQUIAGA, S. et al. **A importância de não queima a palha na cultura de cana-de-açúcar.** Comunicado Técnico Embrapa-Cnpbs, v.5, p.1-6, 1991.

URQUIAGA, S. et al. **Queima da cana.** Disponível em <[http://www.terravista.pt/ilhadomel/4484/queima%20da%20cana.html](http://www.terraviva.pt/ilhadomel/4484/queima%20da%20cana.html)>. Acesso em 27 mar. 2002.

VEIGA FILHO, A.A. Evolução da mecanização do corte da cana-de-açúcar em São Paulo: 1988/89 a 1999/00. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL - STAB, 8, 2002, Recife. **Anais...** Recife : STAB, v.1, 2002, p.515-521.

VELINI, E.D.; MARTINS, D. **Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas desta cultura.** Relatório Técnico, Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas / UNESP, 1998. 26p.

VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, Foz do Iguaçu, 2000. **Palestras...** Londrina: SBCPD, 2000, p.148-164.

VELINI, E.D. et al. Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas gramíneas desta cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, Foz do Iguaçu, 2000. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000, p.15.

VELINI, E.D. et al. Dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar. Efeito do orvalho, lâminas e intervalo sem chuva após a aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO

DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002. **Resumos...** Gramado: SBCPD, p.155, 2002.

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: SBCPD, 2004, p.55.

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, n.1, p.32-37, 2004.

VOLL, E.; DAVIS, G.G.; CERDEIRA, L.C. **Semeadura direta da soja: fatores de eficiência no controle de plantas daninhas e recomendações.** Circular Técnica – Embrapa/Centro Nacional de pesquisa de Soja, n.3, p.1-24, 1980.

ZABRIEWICH, J.A. Adjuvants and herbicidal efficacy – present status and future prospects. **Weed Res.**, v.40, n.1, p.139-149, 2000.



# APÊNDICE

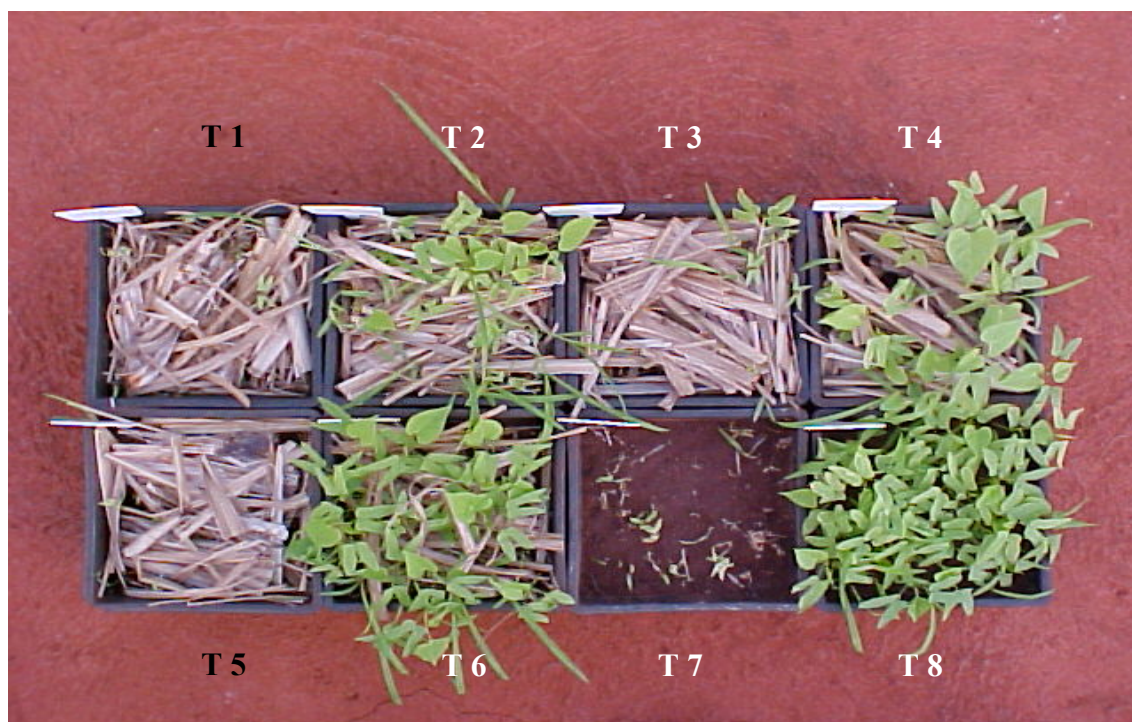


Figura 19. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *B. plantaginea* e *I. grandifolia*, aos 14 dias



Figura 20. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *B. decumbens*, *E. heterophylla* e *S. rhombifolia*, aos 14 dias



Figura 21. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *B. plantaginea* e *I. grandifolia*, aos 21 dias



Figura 22. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *B. decumbens*, *E. heterophylla* e *S. rhombifolia*, aos 21 dias

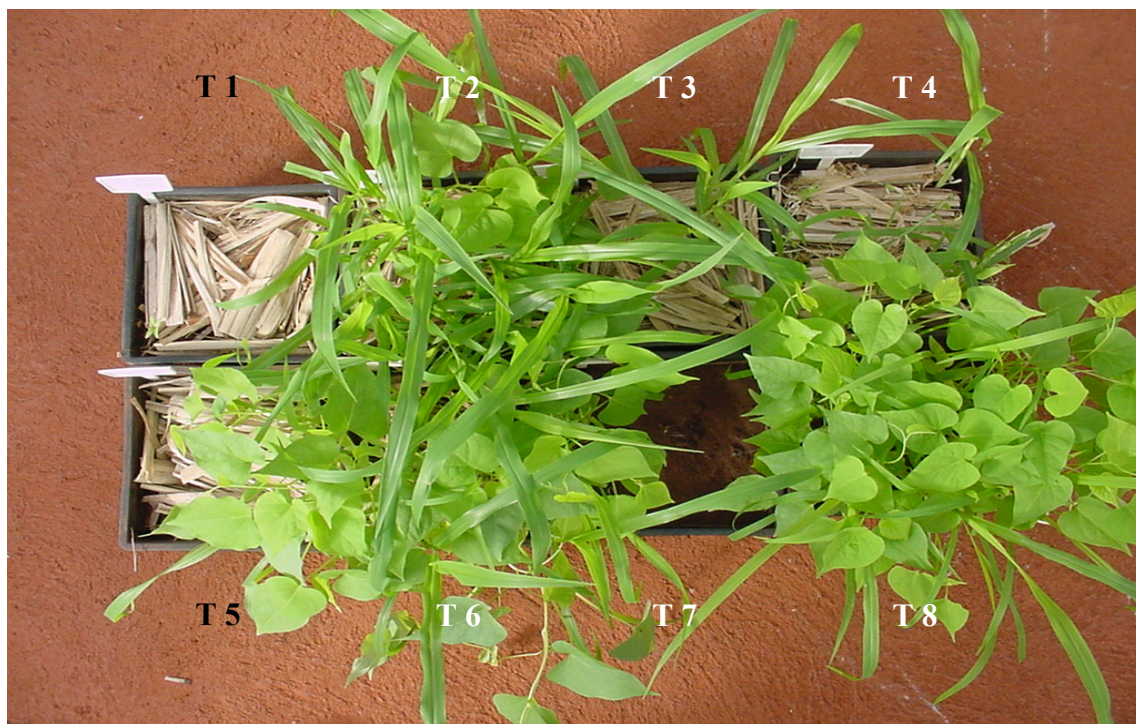


Figura 23. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *B. plantaginea* e *I. grandifolia*, aos 28 dias

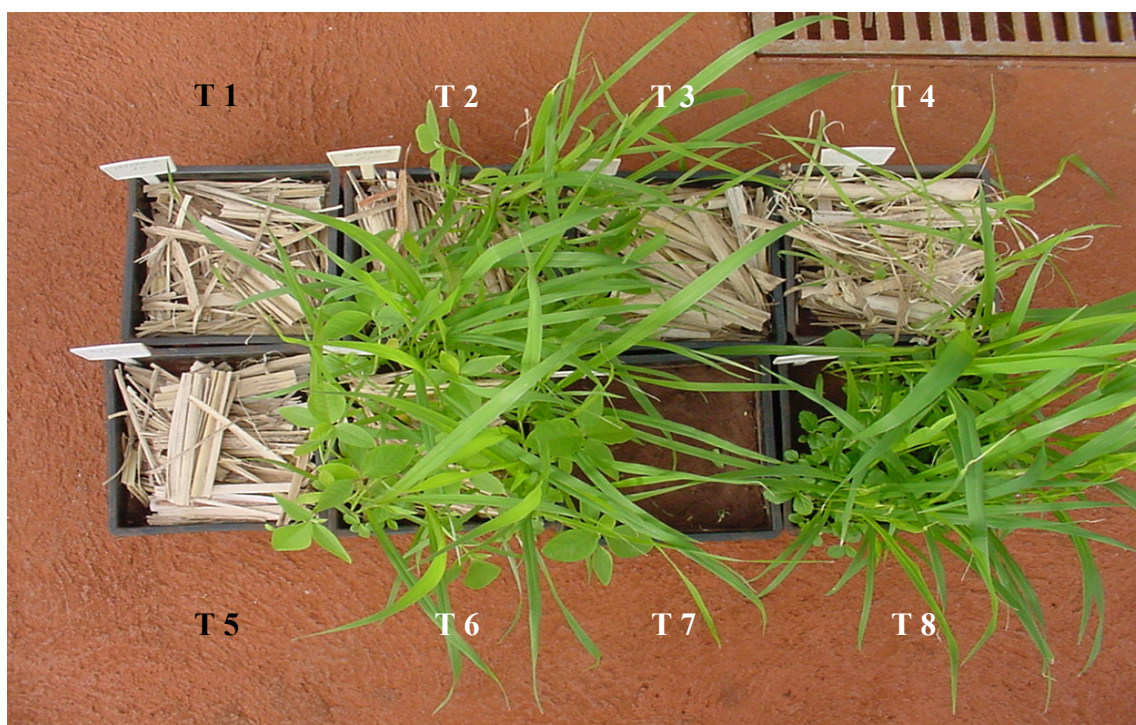


Figura 24. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *B. decumbens*, *E. heterophylla* e *S. rhombifolia*, aos 28 dias

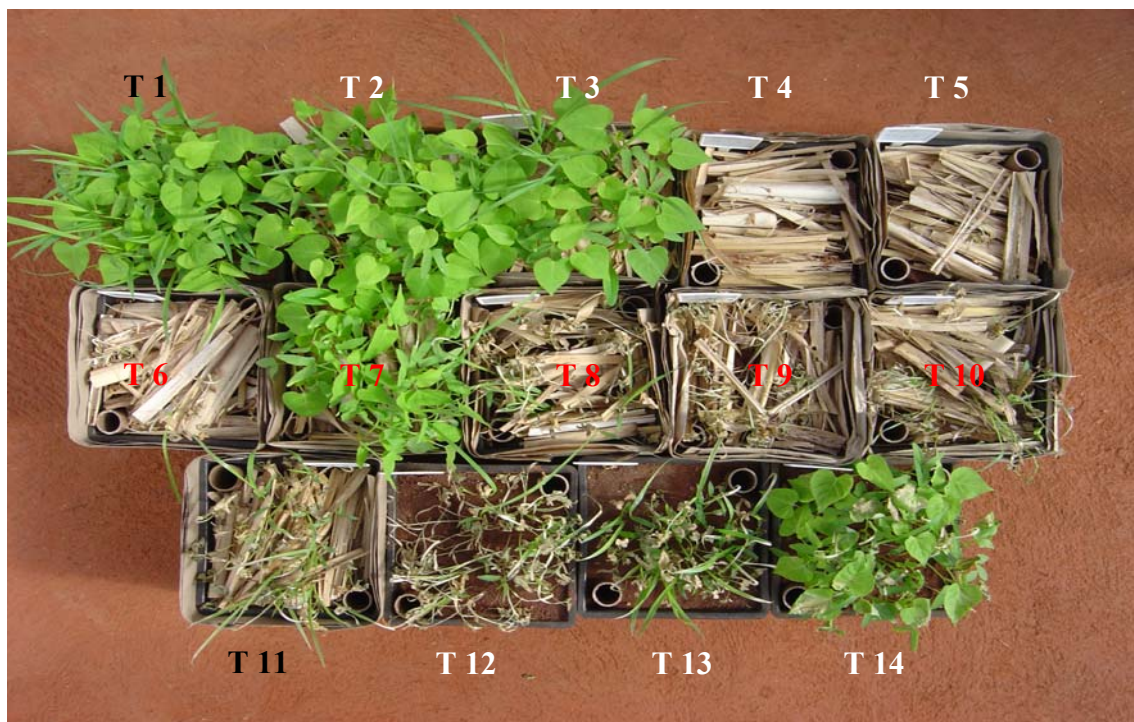


Figura 25. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, sobre diferentes períodos sem chuvas após a aplicação, nas plantas de *B.decumbens* e *I. grandifolia*, aos 14 dias.



Figura 26. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, sobre diferentes períodos sem chuvas após a aplicação, nas plantas de *B. plantaginea* e *E. heterophylla*, aos 14 dias.

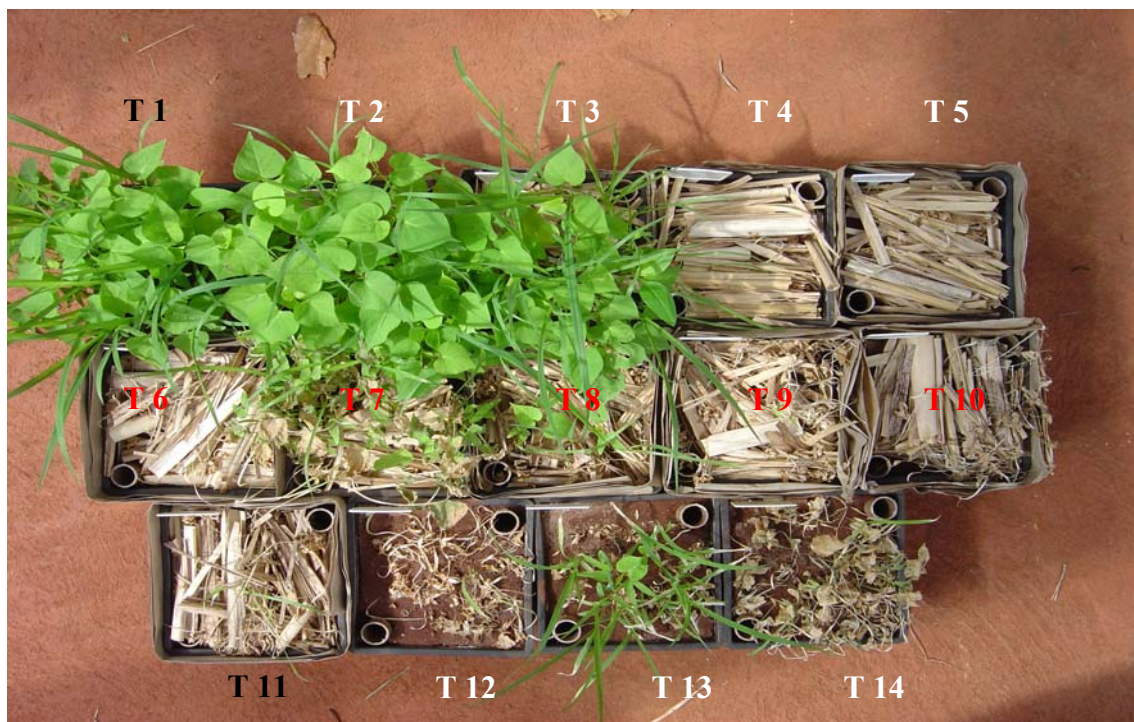


Figura 27. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, sobre diferentes períodos sem chuvas após a aplicação, nas plantas de *B. decumbens* e *I. grandifolia*, aos 21 dias.



Figura 28. Tratamentos dos ensaios de eficiência da mistura formulada de diuron + hexazinone em associação a palha de cana-de-açúcar, sobre diferentes períodos sem chuvas após a aplicação, nas plantas de *B. plantaginea* e *E. heterophylla*, aos 21 dias.

## EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO SECO



Figura 29. Vista geral da parcela do tratamento testemunha com palhada, 120 dias



Figura 30. Detalhe da sub-parcela do tratamento testemunha com palhada, 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO SECO**

Figura 31. Vista geral da parcela do tratamento testemunha sem palhada aos 120 dias



Figura 32. Detalhe da sub-parcela do tratamento testemunha sem palhada aos 120 dias



**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO SECO**

Figura 33. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência seguida de cobertura de palhada, 120 dias



Figura 34. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência seguida de cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO SECO**

Figura 35. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a cobertura de palhada, 120 dias



Figura 36. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO SECO**

Figura 37. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palhada, 120 dias



Figura 38. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO SECO**

Figura 39. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a cobertura de palhada, 120 dias



Figura 40. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO SECO**

Figura 41. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palhada, 120 dias



Figura 42. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA AO FINAL DO PERÍODO SECO**



Figura 43. Vista geral da parcela do tratamento testemunha com palhada, 120 dias



Figura 44. Detalhe da sub-parcela do tratamento testemunha com palhada, 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA AO FINAL DO PERÍODO SECO**



Figura 45. Vista geral da parcela do tratamento testemunha sem palhada aos 120 dias



Figura 46. Detalhe da sub-parcela do tratamento testemunha sem palhada aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA AO FINAL DO PERÍODO SECO**



Figura 47. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência seguida de cobertura de palhada, 120 dias



Figura 48. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência seguida de cobertura de palha aos 120 dias



## EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA AO FINAL DO PERÍODO SECO



Figura 49. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a cobertura de palhada, 120 dias



Figura 50. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA AO FINAL DO PERÍODO SECO**



Figura 51. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palhada, 120 dias



Figura 52. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA AO FINAL DO PERÍODO SECO**



Figura 53. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a cobertura de palhada, 120 dias



Figura 54. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA AO FINAL DO PERÍODO SECO**



Figura 55. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palhada, 120 dias



Figura 56. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palha aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO CHUVOSO**



Figura 58. Vista geral da parcela do tratamento testemunha com palhada, 120 dias



Figura 59. Detalhe da sub-parcela do tratamento testemunha com palhada, 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO  
CHUVOSO**



Figura 59. Vista geral da parcela do tratamento testemunha sem palhada aos 120 dias



Figura 60. Detalhe da sub-parcela do tratamento testemunha sem palhada aos 120 dias

**EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO CHUVOSO**



Figura 61. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência seguida de cobertura de palhada, 120 dias



Figura 62. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência seguida de cobertura de palha aos 120 dias

## EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO CHUVOSO



Figura 63. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a cobertura de palhada, 120 dias



Figura 64. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a cobertura de palha aos 120 dias



## EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO CHUVOSO



Figura 65. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palhada, 120 dias



Figura 66. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pré-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palha aos 120 dias

## EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO CHUVOSO



Figura 67. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a cobertura de palhada, 120 dias



Figura 68. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a cobertura de palha aos 120 dias

## EXPERIMENTO DE CAMPO – APLICAÇÃO REALIZADA EM PERÍODO CHUVOSO



Figura 69. Vista geral da parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palhada, 120 dias



Figura 70. Detalhe da sub-parcela do tratamento com aplicação em pós-emergência sobre a superfície do solo e sem cobertura de palha aos 120 dias



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)