

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

**ASSOCIAÇÃO DO HERBICIDA TEBUTHIURON COM A COBERTURA  
DE PALHA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA  
DE CANA-CRUA**

**EDUARDO NEGRISOLI**

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

BOTUCATU – SP  
Setembro – 2005

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

**ASSOCIAÇÃO DO HERBICIDA TEBUTHIURON COM A COBERTURA DE PALHA  
NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO SISTEMA DE CANA-CRUA**

**EDUARDO NEGRISOLI**

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini  
Co-orientador: Prof. Dr. Anderson Luis Cavenaghi

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

BOTUCATU – SP  
Setembro – 2005

*Uma geração passa,*

*outra vem.*

*Mas a compreensão, a dedicação e o amor, sempre serão reconhecidos.*

**Por isso Dedico**

**Aos meus Pais,**

**Zélia e Rineu.**

**E aos meus irmãos,**

**Edson e Fernando.**

## **Agradecimentos**

- A DEUS, pela oportunidade de viver.
- Ao Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini e a Dra. Lúcia Trindade, pela orientação, amizade e principalmente pela simplicidade demonstrada, em todos os momentos.
- Ao Prof. Dr. Dagoberto Martins, pela amizade, apoio, aprendizado e confiança em mim depositada.
- À Usina Santa Cândida/Bocaina-SP, em nome do Eng. Agr. Edson José Negrisoni, e funcionários, pelo auxílio e dedicação na condução do experimento.
- A Antônio Beijamim Negrisoni, pelo apoio e incentivo.
- A minha noiva Maria Letícia Santarosa e família, pelo incentivo, paciência e compreensão em todos os momentos.
- A todos os meus amigos, os quais dispensam ser nomeados, pois amigo não tem nome e sim presença de espírito e principalmente companheirismo, sendo assim agradeço a todos pelas indispensáveis e valiosas colaborações nas várias etapas da minha vida e durante a realização deste trabalho.
- Aos Alunos e amigos do curso de Pós-graduação, em Agricultura.
- As secretárias Vera L. Rossi e Ilanir R. R. Bocetto do Departamento de Produção Vegetal – setor de Agricultura, pela amizade e auxílio.
- Aos amigos da Unesp: Guilherme, Luis Marcelo, Beto, Milton, Armando, Dorival, Valéria e Rubens, pela amizade e auxílio no desenvolvimento deste trabalho.
- A CAPES pela bolsa concedida.
- A empresa DOW AgroSciences pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.
- À Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP – “Campus” de Botucatu, pela oportunidade de especialização na área de Agronomia.
- A todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho.

***A todos muito obrigado***

## SUMÁRIO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| 1. RESUMO.....   | 01            |
| 2. SUMMARY.....  | 03            |
| 3. INTRODUÇÃO.....   | 05            |
| 4. REVISÃO DE LITERATURA .....   | 08            |
| 4.1. Histórico da cultura no país .....  | 08            |
| 4.2. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar .....                                   | 09            |
| 4.3. Efeito da cobertura morta sobre as plantas daninhas.....                      | 12            |
| 4.4. Dinâmica de herbicidas residuais sobre a cobertura morta.....                 | 15            |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS .....  | 25            |
| 5.1. Local .....   | 25            |
| 5.2. Semeadura .....   | 26            |
| 5.3. Delineamento experimental e tratamentos.....                                  | 30            |
| 5.4. Aplicação dos produtos .....  | 32            |
| 5.5. Características avaliadas.....  | 34            |
| 5.6. Dados climáticos.....   | 37            |
| 5.7. Desenvolvimento do método analítico .....                                     | 38            |
| 5.7.1. Calibração cromatográfica .....   | 38            |
| 5.7.2. Curva de calibração para o tebuthiuron por CLAE .....                       | 41            |
| 5.7.3. Determinação e validação do método de extração do tebuthiuron .....         | 44            |
| 5.7.3.1. Análise de tebuthiuron em palha .....                                     | 44            |
| 5.7.3.2. Análise de tebuthiuron em solo .....                                      | 45            |
| 5.8. Eficácia do herbicida tebuthiuron em condições de casa de vegetação.....      | 48            |
| 5.8.1. Sistema de pulverização, simulação de chuvas e unidades experimentais ..... | 50            |
| 5.8.2. Tratamentos utilizados.....   | 53            |

## SUMÁRIO

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 55            |
| 6.1. Quantidade de palha remanescente na área experimental.....               | 55            |
| 6.2. Distribuição do produto no momento da aplicação .....                    | 56            |
| 6.3. Comportamento do produto no perfil do solo .....                         | 57            |
| 6.4. Comportamento das diferentes espécies de plantas daninhas.....           | 60            |
| 6.5. Comportamento das características biométricas.....                       | 72            |
| 6.6. Eficácia do herbicida tebuthiuron em condições de casa de vegetação..... | 74            |
| 7. CONCLUSÕES .....   | 86            |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 88            |

## LISTA DE FIGURAS

| <b>FIGURA</b> |  | <b>Página</b> |
|---------------|--|---------------|
| 1             | Preparo da área para a semeadura das espécies de plantas daninhas.....   | 27            |
| 2             | Área semeada com as espécies de plantas daninhas.....  | 27            |
| 3             | Processo de pesagem da palha de cana-de-açúcar.....  | 28            |
| 4             | Distribuição da palha de cana nas parcelas, sobre a área semeada com diferentes espécies de plantas daninhas.....      | 28            |
| 5             | Vista geral da área experimental antes da distribuição da palha .....  | 29            |
| 6             | Vista geral da área experimental após a distribuição da palha.....   | 29            |
| 7             | Aplicação do herbicida sobre o solo em parcelas que receberam, ou não, a cobertura posterior com palha.....            | 33            |
| 8             | Aplicação em área com palha e detalhe do alvo para avaliar a deposição...  | 33            |
| 9             | Estagio da cultura nos períodos de avaliação aos 60DAA.....  | 34            |
| 10            | Estagio da cultura nos períodos de avaliação aos 90 DAA.....   | 35            |
| 11            | Avaliações de altura de colmos.....  | 35            |
| 12            | Amostragens de solo em profundidade aos 100 DAA (em todas as profundidades propostas).....                             | 36            |
| 13            | Amostragens da quantidade de palha remanescente aos 120 DAA.....   | 37            |
| 14            | Cromatograma da resolução de tebuthiuron por CLAE na concentração de 0,625 $\mu\text{g mL}^{-1}$ .....                 | 40            |
| 15            | Cromatograma da resolução de tebuthiuron por CLAE na concentração de 2,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ .....                   | 40            |
| 16            | Reta de calibração para tebuthiuron com os dados ajustados pelo modelo de regressão linear de Meier & Zünd (1993)..... | 43            |
| 17            | Processo de extração do produto dos amostradores com palha.....  | 45            |
| 18            | Recolhimento dos amostradores com solo, após a aplicação do produto....  | 48            |

## LISTA DE FIGURAS

| <b>FIGURA</b> |  | <b>Página</b> |
|---------------|--|---------------|
| 19            | Aparelho de aplicação de herbicidas e simulador de chuva, NUPAM, FCA/UNESP-Botucatu.....   | 51            |
| 20            | Preparo dos vasos e identificação dos tratamentos.....   | 52            |
| 21            | Semeadura das espécies de plantas daninhas nos vasos.....  | 52            |
| 22            | Aplicação de 30 mm de chuva após o preparo inicial dos vasos.....  | 53            |
| 23            | Percentagem média da dose aplicada que atingiu as unidades experimentais com palha e solo.....   | 57            |
| 24            | Comportamento do produto no perfil do solo, após 100 DAA.....  | 58            |
| 25            | Comportamento do produto no perfil do solo, após 100 DAA, nas profundidades de 0-10 e 10-40 cm.....  | 59            |
| 26            | Densidade populacional da espécie <i>Sida rhombifolia</i> L. (guanxuma), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação). Bocaina, SP.2003.....                            | 61            |
| 27            | Densidade populacional da espécie <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (amendoim-bravo), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação). Bocaina, SP.2003.....                | 62            |
| 28            | Densidade populacional da espécie <i>Bidens pilosa</i> L. (picão-preto), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação), Bocaina, SP.2003.....                            | 63            |
| 29            | Densidade populacional da espécie <i>Ipomoea grandifolia</i> (Dammer) O' Donell. (corda-de-viola), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação), Bocaina, SP. 2003..... | 65            |
| 30            | Densidade populacional da espécie <i>Brachiaria decumbens</i> Satpf. (capim-braquiária), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação, Bocaina, SP. 2003.....            | 66            |
| 31            | Densidade populacional da espécie <i>Chenchrus echinatus</i> L. (capim-carrapicho), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação), Bocaina, SP. 2003.....                | 67            |



## LISTA DE FIGURAS

| FIGURA |  | Página |
|--------|--|--------|
| 32     | Densidade populacional da espécie <i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc. (capim-braquiária), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação), Bocaina, SP. 2003..... | 68     |
| 33     | Densidade populacional da espécie <i>Digitaria horizontalis</i> Willd. (capim-colchão), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação), Bocaina, SP. 2003.....            | 69     |
| 34     | Densidade populacional da espécie <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação), Bocaina, SP. 2003.....       | 70     |
| 35     | Densidade populacional da espécie <i>Panicum maximum</i> Jacq. (capim-colonião), aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação), Bocaina, SP. 2003.....                   | 71     |
| 36     | Porcentagem de controle de <i>Ipomoea grandifolia</i> .....  | 75     |
| 37     | Porcentagem de controle de <i>Brachiaria plantaginea</i> .....   | 75     |
| 38     | Porcentagem de controle de <i>Brachiaria decumbens</i> .....   | 76     |
| 39     | Tratamentos 1 a 10 ( <i>Ipomoea grandifolia e Brachiaria plantaginea</i> aos 14 DAA).....  | 84     |
| 40     | Tratamentos 1 a 10 ( <i>Brachiaria decumbens</i> aos 14 DAA).....  | 84     |
| 41     | Tratamentos 1 a 10 ( <i>Ipomoea grandifolia e Brachiaria plantaginea</i> aos 56 DAA).....  | 85     |
| 42     | Tratamentos 1 a 10 ( <i>Brachiaria decumbens</i> aos 56 DAA).....  | 85     |

## LISTA DE TABELAS

| <b>TABELA</b> |  | <b>Página</b> |
|---------------|--|---------------|
| 1             | Análise granulométrica do solo da área experimental. ....  | 25            |
| 2             | Resultados da análise química da amostra do solo da área experimental.   | 26            |
| 3             | Descrição dos tratamentos utilizados.....  | 31            |
| 4             | Dados da precipitação mensal total (mm) do período de outubro de 2002 a janeiro de 2003.....   | 38            |
| 5             | Características do método cromatográfico empregado na determinação por CLAE do herbicida tebuthiuron.....  | 39            |
| 6             | Áreas dos picos com as respectivas concentrações utilizadas, para obtenção da curva de calibração.....   | 41            |
| 7             | Modelo de regressão linear aplicado, considerando-se como variável independente às concentrações dos padrões injetados e como variável dependente às áreas obtidas pelo sinal analítico..... | 41            |
| 8             | Parâmetros da reta de regressão obtidos a partir da aplicação do modelo linear de regressão, aos dados de calibração.....  | 42            |
| 9             | Porcentagem de recuperação de tebuthiuron em função das concentrações utilizadas.....  | 47            |
| 10            | Resultados da análise química da amostra de solo utilizado nos vasos. Botucatu, 2.003.....   | 49            |
| 11            | Resultados da análise granulométrica do solo utilizado nos vasos. Botucatu, 2.003.....   | 49            |
| 12            | Escala da ALAM para avaliação da porcentagem de controle de plantas daninhas .....   | 53            |
| 13            | Descrição dos tratamentos de vasos. ....   | 54            |

## LISTA DE TABELAS

| <b>TABELA</b> |   | <b>Página</b> |
|---------------|---|---------------|
| 14            | Quantidade de palha de cana-de-açúcar inicial, final sobre a superfície do solo e a taxa de intemperização. Médias dos tratamentos utilizados. Bocaina,SP.2003..... | 56            |
| 15            | Avaliação de números de colmos por metro (duas linhas centrais) e comprimento médio de colmos (20 plantas/ parcela), aos 196 DAA. Bocaina-SP.2003.....              | 73            |
| 16            | Porcentagem média e notas segundo a Escala da ALAM (1974) de controle de <i>Ipomoea grandifolia</i> pelo herbicida tebuthiuron aos 7 até 56 DAA.....                | 80            |
| 17            | Porcentagem média e notas segundo a Escala da ALAM (1974) de controle de <i>Brachiaria plantaginea</i> pelo herbicida tebuthiuron aos 7 até 56 DAA.....             | 80            |
| 18            | Porcentagem média e notas segundo a Escala da ALAM (1974) de controle de <i>Brachiaria decumbens</i> pelo herbicida tebuthiuron aos 7 até 56 DAA.....               | 81            |
| 19            | Peso seco das plantas daninhas aos 56 DAA de tebuthiuron.....   | 82            |

## 1. RESUMO

Considerando que a palha pode alterar a dinâmica do herbicida tebuthiuron no sistema de cana-crua e, complementar a ação do herbicida este trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia da associação do tebuthiuron, com a cobertura de palha, no controle das plantas daninhas que ocorrem em cana-crua. Foram avaliadas diferentes doses e modos de aplicação, de maneira a complementar os diferentes níveis de disponibilidade do tebuthiuron no solo. Avaliou-se também em condições controladas, a eficiência do tebuthiuron associado à presença da palha sobre *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens* e *Ipomoea grandifolia*. No estudo de campo, as espécies utilizadas foram: *Ipomoea grandifolia*, *Cenchrus echinatus*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*; *Sida rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Brachiaria plantaginea*, *Eleusine indica* e *Panicum maximum*. Foram utilizadas quantidades de palha, correspondentes a 0, 5, 10 e 20 t ha<sup>-1</sup>, e aplicando-se em cada quantidade, tebuthiuron a 0, 250, 500, 750 e 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup> sob a palha e 2000 g i.a. ha<sup>-1</sup> sobre a palha (5; 10 e 20 t ha<sup>-1</sup>) além da mistura comercial hexazinone+diuron na dose de 264 + 936 g i.a. ha<sup>-1</sup> aplicado sobre a palha (20 t ha<sup>-1</sup>), totalizando 24 tratamentos. Para o estudo de eficiência do tebuthiuron associado à presença de palha sobre as plantas daninhas, foi conduzido um experimento em vasos, em casa de vegetação. Os tratamentos constaram de diferentes posicionamentos do herbicida e condições antes e após a aplicação. Avaliou-se a porcentagem de controle das plantas daninhas aos 7, 14,

21, 28, 35, 42, 49 e 56 DAA e a biomassa seca aos 56 DAA. Pelos resultados obtidos e nas condições em que foram realizados os experimentos pôde-se concluir; i) a porcentagem média da dose aplicada de tebuthiuron que atingiu a palha e o solo foi de 82,03 e 82,38 %, respectivamente; ii) a porcentagem de intemperização da palha de cana-de-açúcar aos 120 DAA, foi de aproximadamente 70 %; iii) a quantidade de tebuthiuron detectada aos 100 DAA, nas camadas de 0 a 10 cm, foram inferiores aquelas detectadas nas camadas mais profundas. No experimento de campo *S. rhombifolia*, *E. heterophylla* e *B. pilosa* mostraram-se sensíveis aos efeitos da palhada ocorrendo intensa redução das densidades populacionais em todas as quantidades utilizadas. Estas espécies foram também sensíveis ao tebuthiuron em todas as doses e modos de aplicação testados nesse experimento. *I. grandifolia* apresentou maior controle pelo tebuthiuron aplicado sobre 20 t ha<sup>-1</sup> de palha, porém aos 90 DAA, ocorreu um fluxo de germinação principalmente nas quantidades de 5 t ha<sup>-1</sup>, indicando um menor efeito residual sobre esta espécie. *B. decumbens* e *C. echinatus* apresentaram comportamento semelhante nos tratamentos de 0, 5 e 10 t ha<sup>-1</sup> de palha, sendo que a dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup>, não atingiu índices de controle satisfatório, ocorrendo em ambas as espécies um fluxo de germinação aos 90DAA. *B. plantaginea*, *D. horizontais*, *E. indica* e *P. maximum* apresentaram os melhores índices de controle com 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> de palha e tebuthiuron em doses superiores a 0,5 L ha<sup>-1</sup>. Para *P. maximum* este efeito foi intensificado com 20 t ha<sup>-1</sup> de palha. A mistura comercial hexazinone+diuron foi eficaz no controle das diferentes espécies estudadas, com desempenho semelhante ao efeito do tebuthiuron nas doses de 1,0; 1,5 e 2,0 L ha<sup>-1</sup> sobre 20 t ha<sup>-1</sup> de palha. Na testemunha de 20 t ha<sup>-1</sup> ocorreu redução de 20,66% no número de perfilhos e de 15,89% no comprimento dos colmos de cana-de-açúcar, quando comparado com a testemunha sem palha e com menor intensidade em 5 e 10 t ha<sup>-1</sup> de palha. Em casa de vegetação, os maiores índices de controle aos 56 DAA, independente da planta daninha estudada, foram alcançados quando se aplicou tebuthiuron sobre a palha seguida de simulação de chuva equivalente a 2,5 ou 30 mm e nos quais se aplicou o herbicida diretamente no solo, recebendo ou não palha após a aplicação. Para *I. grandifolia*, *B. plantaginea* e *B. decumbens* os índices de controle foram elevados quando o tebuthiuron atingiu o solo, independente de ser aplicado diretamente ou lixiviado da palha pela chuva simulada após a aplicação, sendo os resultados semelhantes, porém com maior intensidade de controle do que os obtidos a campo.

**Palavras chaves: tebuthiuron, planta daninha, cana-crua.**

## 2. SUMMARY

**TEBUTHIURON HERBICIDE ASSOCIATION WITH COVERING STRAW ON WEED CONTROL IN RAW SUGARCANE SYSTEM. Botucatu, 2005. 99p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.**

**Author: EDUARDO NEGRISOLI**

**Adviser: EDIVALDO DOMINGUES VELINI**

**Co-Adviser: ANDERSON LUIS CAVENAGHI**

The sugarcane straw can change the tebuthiuron dynamic in raw cane system and complement the herbicide action. This research aimed to evaluating the tebuthiuron and straw cover combination on weed control in raw sugarcane. Different rates and application timings were tested. The tebuthiuron effectiveness associated to straw presence, under controlled conditions, was evaluated on *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens* and *Ipomoea grandifolia*. In the field study, the species used were *Ipomoea grandifolia*, *Cenchrus echinatus*, *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*; *Sida rhombifolia*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Brachiaria plantaginea*, *Eleusine indica* and *Panicum maximum*. Different amounts of straw, previously weighed, were used

corresponding to 0, 5, 10 and 20 t ha<sup>-1</sup> and for each quantity was sprayed tebuthiuron at 0, 250, 500, 750 e 1000 g ai ha<sup>-1</sup> under the straw and 2000 g ai ha<sup>-1</sup> on the sugarcane (5; 10 and 20 t ha<sup>-1</sup>) and other treatment with commercial mixture hexazinona+diuron at rates 264 + 936 g ai ha<sup>-1</sup> were applied on the straw (20 t.ha<sup>-1</sup>), totalling 24 treatments. One trial in pots was carried out to evaluate the efficacy of tebuthiuron (associated or not to the straw) on weeds. The treatments were different herbicide positions and conditions before and after the application. The weed control percents at 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56DAA and dry biomass at 56DAA were evaluated. The percents of the applied rate that reached the straw and the soil were 82.03 and 82.38%, respectively. The decomposition percent of sugarcane straw was about 70%, at 120 DAA. At 100 DAA, the most of the tebuthiuron was found on the superficial soil layer (0 to 10 cm). *S. rhombifolia*, *E. heterophylla* and *B. Pilosa* were effectively controlled by the straw in amounts ranging from 5 to 20 t ha<sup>-1</sup>. These species were also sensitive to tebuthiuron in all rates tested and ways of application. *I. grandifolia* had the major control by tebuthiuron applied on 20 t ha<sup>-1</sup> of straw, however at 90 DAA, a germination flux occurred mainly in amounts of 5 t ha<sup>-1</sup>, indicating a minor straw effect on this specie. *B. decumbens* and *C. echinatus* had behavior similar to the treatments from 0 to 10 t ha<sup>-1</sup>, being the rate of 0.5 L.ha<sup>-1</sup> did not show enough control, occurring a germination flux at 90 DAA. *B. plantaginea*, *D. horizontais*, *E. indica* and *P. maximum* presented the best controls with 10 and 20 t ha<sup>-1</sup> of straw and tebuthiuron at 1.0, 1.5 e 2.0 L ha<sup>-1</sup> rate. For the *P. maximum* this effect was intensified with 20 t ha<sup>-1</sup> of straw. The commercial mixture hexaninona+diuron was effective for the control of different studied species, the efficacy levels were similar to tebuthiuron at 1.0, 1.5 and 2.0 L ha<sup>-1</sup> rates on 20 t ha<sup>-1</sup>. In treatments with 20 tha<sup>-1</sup> of straw, it was observed reductions in crop tillering and stalk length of 20.66 and 15.89%, respectively. The effects were less intense for amounts of 5 and 10 t ha<sup>-1</sup> of straw. The best weed controls under green house conditions were observed at 56 DAA, independent of the species, if tebuthiuron was applied on the straw followed by rain of 2.5 or 30mm, or directly applied on soil, receiving or not the straw after application.

**Key Words: tebuthiuron, weed, sugarcane.**

### 3. INTRODUÇÃO

A adoção de práticas agrícolas que levem a uma maior sustentabilidade do sistema produtivo induz a agroindústria sucroalcooleira a rever seus processos, incluindo a colheita da cana sem queima prévia, criando assim um conceito ecológico aliado à inovação tecnológica para o corte da cana-de-açúcar (Caldeira, 2002; Timm, 2002). Trivelin et al. (1997) salienta que, nos últimos anos, a área total de cana despalhada a fogo para colheita manual, diminuiu muito no Estado de São Paulo e em outras regiões produtoras, ocasionando um aumento das áreas colhidas mecanicamente sem prévia queima da cana. A queima dos canaviais, antecedendo à colheita, é prática adotada nas diversas regiões canavieiras do Brasil e do mundo com o objetivo de facilitar o corte e diminuir os acidentes de trabalho com os cortadores de cana (Wood, 1991).

Na cultura de cana-de-açúcar, ocorreram algumas mudanças principalmente no sistema de cultivo, sendo que atualmente extensas áreas são colhidas a queimada do canavial, deixando sobre o solo uma espessa camada de palha que pode superar 20 t ha<sup>-1</sup>. A palhada e as modificações técnicas necessárias para implementar a colheita mecânica da cultura criaram um novo sistema de produção denominado de cana-crua, que



estimulado pela vigência e cumprimento da legislação e pelo aumento na eficiência das colhedoras, em poucos anos predominará no Estado de São Paulo (Velini & Negrisoni, 2000; Timm, 2002; Veiga Filho, 2002).

Ainda que o recente sistema de cana-crua apresente aspectos favoráveis e desfavoráveis, tornou-se clara a contribuição da cobertura vegetal para o sistema produtivo. Assim, a cobertura do solo com restos vegetais constitui uma prática amplamente utilizada no sistema de plantio direto. Contudo, essa prática somente se transforma em um método eficiente de controle das plantas daninhas, quando na cobertura do solo densas camadas de restos vegetais são depositadas (Lorenzi, 2000).

Segundo Arévalo & Bertoni (1999), os resíduos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar controlam mais de 50% das plantas que infestam a cultura. Esse controle é dependente da quantidade de resíduos depositados e da sua distribuição no campo. Velini & Negrisoni (2000), observaram que a palha de cana-de-açúcar reduziu drasticamente a variação da temperatura do solo tanto como a 1, como a 5 cm de profundidade. De acordo com pesquisadores, esse efeito contribui de modo decisivo para a redução da germinação de gramíneas em área de cana-crua. O controle proporcionado pela palha é bastante eficiente, principalmente no caso de espécies com sementes pequenas. Contudo, mesmo para as espécies mais sensíveis há a necessidade de quantidades entre 6 e 10 t ha<sup>-1</sup>, para que a palha reduza significativamente as densidades populacionais. De modo similar aos herbicidas, a palha deve estar distribuída uniformemente no campo e em quantidades adequadas, para que o controle das infestantes seja efetivo.

O controle das plantas daninhas em áreas de cana-crua é considerado mais complexo pelos técnicos. A redução na contrapartida da cultura em termos de controle das plantas daninhas, associadas 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 (Velini & Negrisoni, 2000). A palha também altera a dinâmica e disponibilidade dos herbicidas no solo, mas contribui para o controle. No campo, o controle de plantas daninhas em áreas de cana-crua deve sempre ser visto como o resultado da ação combinada entre a cultura, a palha e o herbicida. Níveis de controle elevados e suficientemente duradouros somente podem ser alcançados quando os três componentes atuam adequadamente.

Entre os herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar, o tebuthiuron, um herbicida residual amplamente utilizado na cana-de-açúcar cultivada no sistema tradicional em aplicações de pré-emergência. Apresenta amplo espectro de controle, sendo eficiente no controle de diversas espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas. É absorvido via radicular, translocado pelo xilema e seletivo à cultura da cana-de-açúcar (Rodrigues & Almeida, 2005).

Segundo Tofoli (2004), apesar dos recentes avanços nas pesquisas relativas ao sistema de plantio direto, pouco se sabe sobre a dinâmica da água e dos herbicidas na palha de cana-de-açúcar. Estas informações são fundamentais para a compreensão do comportamento das principais espécies de plantas daninhas presentes e da eficácia de herbicidas, particularmente aqueles aplicados em pré-emergência com ação residual, quando utilizados em sistemas de produção que empregam a palha como cobertura morta. Dentre os principais resultados obtidos por Tofoli (2004), destacam-se o fato do tebuthiuron ser praticamente todo lixiviado da palha por chuva de 20 mm ocorridas imediatamente após a aplicação; a ineficácia do herbicida enquanto presente na palha; a redução da quantidade total lixiviado para o solo quando ocorrem longos períodos de estiagem ou quando as primeiras precipitações após a aplicação são de pequeno volume (2,5 mm).

Essa pesquisa teve por objetivo avaliar a eficácia da associação do tebuthiuron com a cobertura de palha no controle das plantas daninhas que ocorrem em cana-crua. Foram avaliados diferentes doses e modos de aplicação de maneira a contemplar os diferentes níveis de disponibilidade do tebuthiuron no solo.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. Histórico da cultura no país**

No Brasil a cultura da cana-de-açúcar é uma importante fonte de recursos e demanda de mão-de-obra em suas diferentes regiões. De acordo com Agriannual (1997), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma gramínea originária da Ásia, que foi introduzida no Brasil no século XVI, trazida da Ilha da Madeira, sendo seu cultivo iniciado quase simultaneamente em Pernambuco e São Paulo. Os primeiros engenhos foram construídos próximos de Santos, SP. Durante 150 anos, a cana-de-açúcar foi o principal produto agrícola brasileiro não extrativista, cujo ciclo foi interrompido com a descoberta do ouro e diamantes em Minas Gerais. A importância da cana-de-açúcar começou a diminuir durante o final do século XVIII, quando os holandeses passaram a cultivá-la e a construir engenhos em suas colônias no Caribe. Com o declínio da mineração do ouro no começo do século XIX, renasceu o interesse pela cultura no Brasil.

Segundo Moraes (2000), a cadeia agroindustrial sucroalcooleira foi, em tempos passados, uma das mais controladas administrativamente pelo Estado brasileiro. Já na década de 30, o governo estabelecia a produção, encarregava-se da comercialização dos

produtos, ditando os preços da tonelada de cana, do álcool e dos combustíveis e determinando compradores e vendedores para o álcool combustível, além de ser o responsável por toda a exportação de açúcar e álcool.

Com o advento do programa do álcool (Proalcool), ocorrido em 1975, a agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. O programa foi estrategicamente criado em função da crise mundial do petróleo, que elevou o preço do barril de petróleo de US\$ 3 para US\$ 12. Esse programa, por intermédios de incentivos que iam desde a instalação de destilarias até o crédito agrícola diferenciado para quem quisesse se tornar produtor de cana-de-açúcar, impulsionou o desenvolvimento de algumas regiões no Estado de São Paulo, notadamente as regiões de Ribeirão Preto, Araraquara, Piracicaba, Limeira, Barra Bonita e oeste Paulista (Lopes, 1996).

Segundo dados da Food and Agriculture Organization (F.A.O.) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) citadas pelo Agriannual (2004) o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção de 360.556 mil toneladas, de um total mundial de 1.288.403 mil toneladas. Em relação ao total da produção e área colhida no país, o Estado de São Paulo ocupa um lugar de destaque, com percentuais de 61,34 e 52,01 %, respectivamente.

#### **4.2. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar**

No passado, com a expansão da cultura, tornou-se imperativo queimar a palha da cana para facilitar o corte manual. De acordo com Szmrecsányi (1994), essa prática tornou-se habitual na grande maioria dos estabelecimentos agrícolas dedicados a seu cultivo, tendo por principal objetivo facilitar e baratear o corte mecanizado (dentro do chamado método australiano). Contudo, a queima provoca periodicamente a destruição e degradação de ecossistemas inteiros, tanto na área queimada como no entorno das lavouras canavieiras, além de poluir a atmosfera e prejudicar a saúde, afetando as áreas rurais e centros urbanos próximos.

A crescente preocupação da sociedade com a sobrevivência do homem no planeta tem solidificado conceitos como a da produção sustentável, na qual se procura adequar a atividade agrícola a uma ação que seja ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável. A produção de cana-de-açúcar tem sido apontada como nociva ao ambiente, por levar a diversos processos de degradação das terras, além da poluição do ar decorrente da queimada realizada antes colheita e da poluição de centros urbanos por cinzas, que também são vistas como restritas a essa atividade. Assim, a legislação tem sido cada vez menos tolerante com a queima; em algumas regiões ela se encontra totalmente proibida, enquanto em outras uma distância mínima dos centros urbanos deve ser respeitada (Sparovek et al. 1997).

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 que permitam a realização da colheita de forma mecanizada (igual ou inferior a 12 % de declividade), a queima da palha na pré-colheita da cana deverá ser reduzida gradativamente a partir de 2002 até que a operação de colheita chegue a 100 % de mecanização em 2021. Nas demais áreas as queimadas serão completamente eliminadas até 2031, (Gonçalves, 2002).

No sistema de colheita crua, as folhas secas, os ponteiros e as folhas verdes são cortados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura morta (palhada). Esse tipo de colheita cria um ambiente diferente do produzido com a queima, exigindo um novo sistema de produção, que se justifica pelos inúmeros benefícios detectados, como melhor qualidade industrial da cana, maior proteção do solo contra erosão, melhor conservação da umidade do solo, maior atividade microbiana no solo e seu enriquecimento em matéria orgânica, controle de ervas daninhas, suspensão da operação da queima e, principalmente, menor impacto ambiental (Furlani Neto, 1994).

No sistema de produção onde a colheita é realizada mecanicamente é denominado de cana crua e provoca menor impacto ambiental, com redução da emissão de CO<sub>2</sub>, fumaça e fuligem para a atmosfera, menor movimentação do solo por redução do uso de máquinas, aumento e manutenção da sua umidade e da quantidade de matéria orgânica, redução na população de nematóides nocivos e maior controle natural da comunidade das plantas infestantes pela palha (Magalhães & Braunbeck, 2000). Além disso, a queima da palha de cana-de-açúcar representa perda de vários nutrientes, citando-se entre os principais: o

nitrogênio (30 a 60 kg ha<sup>-1</sup>) e o enxofre (15 a 25 kg ha<sup>-1</sup>). Considerando-se os 3,5 milhões de hectares de cana-queimada e uma produção média de cana de 60 t ha<sup>-1</sup> ocorre uma perda anual ao redor de 150 mil toneladas de nitrogênio a cada ano (Urquiaga et al., 2002).

Abramo Filho & Matsuoka (1993), acrescentaram as seguintes vantagens da colheita de cana crua: diminuição da compactação do solo nas operações de colheita e tratos culturais e fornecimento, através da palha, de substâncias agregantes ao solo, tornando-o grumoso, com bioestrutura estável, aumentando a CTC e, também, o poder tampão, especialmente importante para terras quimicamente adubadas. Além disso, a palha que permanece sobre o solo contribui para reduzir sua temperatura e manter a umidade. Entretanto, os mesmos autores destacam que a presença de palha sobre o solo pode retardar a brotação das soqueiras de algumas variedades, o que tem sido apontado como o principal entrave biológico à expansão do sistema de colheita de cana crua nas regiões de clima frio.

Na colheita de cana crua são deixados sobre o solo de 5 a 20 toneladas de palha por hectare. Essa quantidade de palha depende de diversas características e estão relacionadas principalmente à variedade, tais como facilidade de despalha do colmo, hábito de crescimento de touceira, uniformidade de altura e tamanho dos ponteiros, produtividade e desenvolvimento da plantas (Manechini, 1997).

Segundo Arévalo (1998), os resíduos deixados no solo pelo sistema de colheita de cana-crua, pode ser colocado em entrelinhas alternadas, área total ou enfardado, este último quando os resíduos são destinados à utilização de sua energia, enfardados com máquinas apropriadas.

### **4.3. Efeito da cobertura morta sobre as plantas daninhas**

Segundo Almeida (1988), a cobertura morta pode funcionar como um valioso elemento no controle de plantas daninhas, uma vez que o terreno coberto uniformemente por resíduos vegetais, apresenta infestação bastante inferior àquela que se desenvolveria se o mesmo fosse descoberto.

Em relação ao controle de plantas daninhas, os resíduos de colheita formam uma barreira importante que evita a matoinfestação, pois não permite a entrada de luz e os resíduos liberam aleloquímicos que inibem a germinação dos disseminulos, porém esse

controle depende da quantidade de resíduos, da densidade e da uniformidade da distribuição. As quantidades de resíduos são variáveis em função, principalmente, do cultivar da cana, mas pode-se afirmar que com quantidades de resíduos superiores a 15 t ha<sup>-1</sup> a infestação é rara, sendo que a utilização de herbicidas, não é descartada, mas restringida a focos isolados (Arévalo, 1998).

Diversos trabalhos têm comprovado a eficiência da cobertura morta na supressão de algumas plantas daninhas. Martins et al. (1999) avaliaram o efeito de diferentes quantidades de palha sobre a emergência de diferentes plantas daninhas dicotiledôneas e concluíram que a emergência de *Sida rhombifolia* é bastante afetada principalmente por quantidades de palha acima de 6 t ha<sup>-1</sup>, no entanto as espécies, *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* sofreram pouca influência da cobertura morta.

Correia & Durigan (2004) estudaram os efeitos da cobertura do solo, com 0, 5, 10 e 15 t ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar da variedade SP 79 2233, sobre a emergência de seis espécies de plantas daninhas (*Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*, *Sida spinosa*, *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*), no qual constatou-se que a cobertura do solo com 5, 10 e 15 t ha<sup>-1</sup> de palha de cana inibiu a emergência de plântulas das espécies *B. decumbens* e *S. spinosa*, sendo o mesmo observado para *D. horizontalis* submetida a 10 e 15 t ha<sup>-1</sup> de palha. No entanto, para *I. grandifolia* e *I. hederifolia* o número de plantas emersas não diferiu entre as quantidades de palha. Por outro lado, a presença da cobertura morta com palha de cana incrementou a emergência de plântulas de *I. quamoclit*. Após a remoção da palha não foram verificados, fluxos expressivos na emergência de plântulas das espécies estudadas.

Silva et al. (2003) estudaram a emergência de plantas de tiririca (*Cyperus rotundus*) sob diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e observaram que a testemunha sem palha apresentou um número maior de plantas emersas, seguido pelas quantidades de palha de 2, 4, 8 t ha<sup>-1</sup> e nas quantidades de 16 e 20 t ha<sup>-1</sup>, a palha proporcionou o menor número de plantas de tiririca emersas. No entanto, apesar do efeito supressor na emergência das plantas, a palha proporcionou um maior desenvolvimento da parte aérea das plantas emersas e ainda promoveu um incremento na massa seca dos tubérculos.

Novo et al. (2004a, 2004b), também avaliaram os efeitos da palha de cana-de-açúcar sobre o desenvolvimento da parte aérea e da parte subterrânea de tiririca (*Cyperus rotundus*) e observaram que a aplicação de quantidades crescentes de palha sobre o solo resultou em um menor número de plantas emersas, além da redução da área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea. Para parte subterrânea das plantas de tiririca, Novo et al (2004b) verificaram uma redução no número de tubérculos e rizomas pela adição de palha até quantidades próximas a 8,5 t ha<sup>-1</sup>. A biomassa seca da parte subterrânea total também foi reduzida com o aumento da quantidade de palha.

Negrisoni et al. (2002b), avaliando os efeitos da palha de cana-de-açúcar sobre a emergência de *B. decumbens*, *B. plantaginea*, *D. horizontalis* e *P. maximum*, observaram que até 2 t ha<sup>-1</sup> de palha houve efeito crescente na emergência de *B. plantaginea* e *P. maximum*, mas a partir dessa quantidade, o efeito foi decrescente nessas espécies, sendo que para *D. horizontalis* e *B. decumbens* a emergência foi reduzida a partir de 2 t ha<sup>-1</sup>. A quantidade de palha passou a ser limitante em 8 t ha<sup>-1</sup>, com alto nível supressor sobre essas espécies.

Azania et al. (2002), estudaram a interferência da palha de cana-de-açúcar, na emergência de plantas daninhas da família Convulvulaceae e observaram que a presença 20 t ha<sup>-1</sup> reduziu em 82; 65; 62; 70; 60 e 88 % o número de plantas de *Ipomoea quamoclit*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea nil* e *Merremia cissoides*, respectivamente, quando comparadas à ausência de palha.

Embora algumas plantas tenham se tornado menos freqüente em áreas de cana-crua, onde ocorre à colheita mecanizada, estão sendo observadas altas infestações de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea spp* nestas áreas (Velini & Negrisoni, 2000).

A supressão das plantas daninhas pela cobertura morta também está relacionada a um fator físico onde as plântulas das espécies daninhas com pequena quantidade de reservas nos diásporos têm poucas chances de sobrevivência, uma vez que 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 (Pitelli, 1995).

Hernandez et al. (2001), verificando a influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência dos herbicidas imazapic e imazapic associado ao pendimethalin. Para tanto o pesquisador realizou dois ensaios simultâneos: um



com a retirada da palha dois dias após a aplicação dos herbicidas e o outro com a manutenção desta, ambos conduzidos em casa de vegetação. O imazapic isolado foi aplicado nas dosagens de 0; 122,5 e 147 g i.a ha<sup>-1</sup> e em mistura com pendimethalin na dosagem de 75 + 1500 g i.a ha<sup>-1</sup>, com simulação de chuvas nas intensidades equivalentes a 30, 60 e 90 mm. Constataram que a exceção de *I. grandifolia* e *B. decumbens*, a eficiência dos herbicidas foi proporcional à dose utilizada, independentemente da presença da palha, além de haver menor controle nos tratamentos submetidos à precipitação de 90 mm.

A redução da amplitude térmica da superfície do solo pode interferir de modo decisivo na germinação de muitas espécies. A exigência de maior ou menor amplitude térmica do solo constitui-se em um vigoroso estímulo para as plantas reconhecerem a germinação das sementes de algumas espécies (Velini & Negrisoli, 2000). Assim, a existência de uma camada de palha sobre o solo propicia uma cobertura isolante, reduzindo, dessa forma a amplitude térmica e conseqüentemente a germinação de algumas espécies de plantas daninhas.

Durigan et al. (2004), avaliando a eficácia e seletividade de trifloxysulfuron-sodium associado ao ametryn (1.312,5 + 1.500 g ha<sup>-1</sup>), em comparação ao halosulfuron (112,5 g ha<sup>-1</sup>), MSMA (2.400 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (1.675 g ha<sup>-1</sup>), sulfentrazone (700 g ha<sup>-1</sup>) e imazapic (105 g ha<sup>-1</sup>), no controle de tiririca (*C. rotundus*) em um canavial, na ausência e presença da palhada, observaram que a mesma reduziu a infestação, mas não evitou grandes densidades das plantas de tiririca. O número de tubérculos inviáveis foi superior a 50 % nas áreas onde se aplicou a mistura pronta (1.312,5 e 1.500 g ha<sup>-1</sup>), apesar do controle apenas regular (41,3 a 67,5 %) das manifestações epigeas. Os melhores resultados de controle foram proporcionados pelos herbicidas sulfentrazone (700 g ha<sup>-1</sup>) e imazapic (105 g ha<sup>-1</sup>), sem a cobertura de palha. O número de afilhos, a altura das plantas e a produção de colmos foram reduzidos apenas na testemunha infestada e onde se aplicaram os herbicidas 2,4-D (1.675 g ha<sup>-1</sup>) e MSMA (2.400 g ha<sup>-1</sup>), que proporcionaram os menores níveis de controle.

Em função da grande redução inicial na emergência das principais espécies de plantas daninhas na cultura da cana, após a colheita, onde a quantidade de palha sobre o solo é máxima, pode levar a uma falsa impressão que em áreas de cana-crua, o

controle de plantas daninhas poderá ser suprimido apenas pela palha (Velini & Negrisoni, 2000).

Por essa razão tem-se observado que em todos os sistemas de produção com algum tipo de cobertura de solo existe uma tendência de se utilizar exclusivamente herbicidas de pós-emergência. No entanto, em muitas situações o controle de plantas daninhas deve ser mantido por longos períodos, como por exemplo, em cana-de-açúcar e reflorestamentos, 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 (Velini & Negrisoni, 2000).

#### **4.4. Dinâmica de herbicidas residuais sobre a cobertura morta**

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 sistemas de cultivo sobre a palha pode-se reduzir ou até mesmo eliminar a aplicação de herbicidas de pré-emergência, pelo efeito físico e ou alelopático da cobertura, outros defendem a necessidade de aumento na dose, pelo fato de parte do produto ficar retida na palha, não atingindo o solo. Para exercerem sua atividade sobre as plantas infetantes, os herbicidas residuais precisam ser introduzidos diretamente no solo, o que se dá através do carreamento pela chuva, em função da solubilidade do produto. Se houver chuva logo após a pulverização, a eficiência do herbicida residual aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar será dependente da quantidade lixiviada nessa camada de palha formada (Costa, 2001).

A palha é apenas uma das barreiras para o uso de herbicidas com ação exclusiva ou preferencial no solo. O acréscimo do teor superficial 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 reimplantação da cultura, propicia a adsorção dos herbicidas limitando a sua eficiência (Tofoli, 2004).

Dentre os herbicidas comercializados para cana-de-açúcar no Brasil, o tebuthiuron é um herbicida seletivo e registrado com o nome comercial de Combine 500 SC. Deve ser aplicado em pré-emergência das plantas daninhas anuais e em pós-emergência da cana-de-açúcar, desde que esta não interfira na perfeita distribuição do herbicida no solo. O produto possui ainda um amplo espectro de controle, sendo eficiente no controle de diversas plantas daninhas de grande importância para a cultura da cana-de-açúcar. As doses variam de 1,6 a 2,4 L ha<sup>-1</sup> em função das características físicas do solo e a única aplicação pode manter a cultura no limpo até o fechamento (Andrei, 2005; Rodrigues & Almeida, 2005).

Embora o solo esteja coberto com uma camada de palha, sabe-se que determinadas espécies de plantas daninhas, ao germinarem, vão vencer essa barreira física e vão se estabelecer no canavial, o que pode ser resultado do fato de alguns herbicidas serem mais retidos pela cobertura morta (Rossi, 2004b), e consequentemente terem sua eficácia reduzida.

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 dessas associadas às mesmas não foram prejudicadas pela presença de cobertura morta, com desempenho semelhante àquele verificados no preparo convencional. Também Erbach & Lovely (1975) em experimentos de campo e de casa-de-vegetação com os herbicidas alachlor e atrazine, aplicados nas doses recomendadas sobre 2000 e 4000 kg ha<sup>-1</sup> de resíduos da cultura do milho, relataram que as coberturas não afetaram o controle de plantas daninhas presentes nos experimentos. Provavelmente, tal efeito tenha ocorrido devido ao baixo volume de palha que os autores trabalharam.

Marin et al. (1978) relataram que a interação dos herbicidas, aplicados em pré-emergência, sobre resíduos culturais é importante no plantio direto, uma vez que 60 % ou mais da superfície do solo pode estar coberta pela palhada. Neste sentido, alguns estudos têm sido conduzidos sobre a interação entre herbicidas e coberturas mortas, com o intuito de se compreender os processos de adsorção, desorção, escorrimento, volatilização e controle de plantas daninhas.

Vários autores têm citado que os resíduos culturais formam uma densa camada que recobre grande parte da superfície do solo, retendo os herbicidas aplicados (Banks

& Robinson, 1986; Banks & Robinson, 1984; Baumam & Ross, 1983 e Ghadiri et al., 1984). Da mesma forma Voll et al, (1980), relataram que os resíduos culturais e a vegetação dessecada, que permanecem sobre o solo, podem interceptar em grande parte os herbicidas residuais, reduzindo sua eficiência.

Os restos culturais muitas vezes apresentam maior capacidade de adsorção que o solo. Contudo, a adsorção no material residual decresce com o aumento da polaridade do herbicida (Dao, 1991; Reddy et al., 1995; Locke & Bryson, 1997). Além disso, o grau de decomposição da palhada em relação ao período de aplicação do herbicida pode influenciar na retenção do produto. Nas pesquisas de Dao (1991) e Reddy et al. (1995), que trabalharam respectivamente com metribuzin e chlorimuron-ethyl em plantio direto, verificaram que o aumento da adsorção desses herbicidas encontrava-se diretamente relacionado com a decomposição da cobertura morta.

Tofoli (2004) avaliando a interceptação do herbicida tebuthiuron (2,4 L ha<sup>-1</sup>) no momento da aplicação sobre volume crescente de palha (0; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 15 e 20 t ha<sup>-1</sup>), observou que a interceptação do produto foi diretamente proporcional ao aumento da quantidade de palha, demonstrando a ocorrência de prejuízos na quantidade do produto que a transpõe no momento da aplicação. No mesmo estudo foi avaliada a lixiviação do herbicida em 5, 10 e 15 t ha<sup>-1</sup> de palha, quando simulou-se o equivalente a 2,5; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 35,0; 50,0 e 65,0 mm de chuva, um dia após a aplicação do herbicida e verificou-se que mesmo com a chuva, quanto maior a quantidade de palha menor é a quantidade total extraída do herbicida.

Dao (1991), estudando a interação dos herbicidas metribuzin e s-ethyl metribuzin com resíduos frescos e com a palha de trigo, verificou a ocorrência de maior adsorção de s-ethyl metribuzin em relação ao metribuzin, embora o primeiro apresente uma solubilidade quatro vezes menor que o segundo. Além disso, o mesmo autor observou que ambos apresentavam maior adsorção na palha em relação a quatro tipos de solos estudados, atribuindo essa capacidade diferencial de adsorção do herbicida à mudança da composição química da palhada durante seu envelhecimento. Nesse estudo o pesquisador conclui que o aumento da adsorção na palha ao envelhecer encontrava-se associado com o declínio da concentração de celulose ou, inversamente, com o enriquecimento da palhada em lignina.

Sigua et al. (1993) observaram que nos resíduos frescos, a lixiviação de atrazine foi reduzida em 39 % quando comparado com resíduos secos de plantas submetidas à irrigação de 9,0 mm h<sup>-1</sup>. Embora os pesquisadores desconheçam o mecanismo responsável pela redução da lixiviação do herbicida nos resíduos frescos, os mesmos sugerem que o aumento da adsorção deve-se a maior hidrofobicidade dos resíduos frescos em relação a palhada.

Os resíduos culturais e as vegetações dessecadas, que permanecem sobre o solo podem interceptar grandes quantidades dos herbicidas residuais aplicados em pré-emergência, reduzindo assim a sua eficiência. Comparando os herbicidas metolachlor e alachlor, Streck & Weber (1982) verificaram que o primeiro foi menos interceptado pela cobertura morta de trigo, possivelmente pela solubilidade ser maior que o segundo.

Costa et al. (2004) estudaram a dinâmica de transposição de herbicida (através de um traçante) em palha de aveia preta utilizando diferentes pontas de pulverização e verificaram que todos os modelos de pontas de pulverização utilizados mostraram-se similar quanto a transposição da palha pelo traçador. As porcentagens médias de transposição observadas foram de 43,0; 18,8; 3,7; 0,8; 0,2; 0,0 e 0,0 % para as quantidades de 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 t ha<sup>-1</sup> de palha, respectivamente.

Também Velini & Negrisoni (2000) observaram através da aplicação de um corante utilizado como traçante e simulando o efeito do herbicida, que a interceptação da calda de pulverização é de 74,5 % para 1 t ha<sup>-1</sup> de palha sobre o solo, já com 10 e 15 t ha<sup>-1</sup> as porcentagens de interceptação da calda pela palha são de 99,4 e 99,5 %, respectivamente. Desta forma fica evidente que o herbicida aplicado nas condições em que normalmente são encontradas as áreas de cana-crua, é praticamente todo interceptado pela palhada.

Estudando a dinâmica do herbicida clomazone aplicado sobre cobertura de trigo, Mills et al. (1989) observaram que mais de 40 % do herbicida não atingiu a superfície do solo, sendo interceptado pela palhada e/ou volatilizado. Os mesmos autores observaram ainda que a dissipação de clomazone foi mais rápida em sistema de plantio direto do que em plantio convencional.

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

(2002) avaliando a dinâmica de atrazine ( $5 \text{ l ha}^{-1}$ ), também em palhada de cana-de-açúcar e aveia, observaram uma interceptação de 85 % do produto quando aplicado sobre quantidades de palha superiores a  $6 \text{ t ha}^{-1}$ .

Velini et al. (2004a), trabalhando com os herbicidas hexazinona + diuron, observaram uma grande interceptação pela palha de cana-de-açúcar no momento da aplicação, atingindo valores acima de 95 % para os dois ingredientes ativos para quantidades de palha superiores a  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ . Também Rossi et al. (2004a), encontraram valores de interceptação do herbicida metribuzin próximos a 95 % para a quantidade de  $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ .

Negrisoni et al. (2002a) avaliaram a dinâmica de diuron em palha de cana-de-açúcar e observaram uma grande redução na transposição do produto com quantidades de palha superiores a  $2 \text{ t ha}^{-1}$  e que a transposição foi nula a partir de quantidades de palha superiores a  $15 \text{ t ha}^{-1}$ .

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

Fornarolli et al. (1998), citam que alguns herbicidas apresentam grande facilidade em serem lixiviados para o solo, com chuvas que ocorrem 24 horas após a aplicação, como é o caso do atrazine. Lowder & Weber, (1979) observaram que aproximadamente 87 % do atrazine é removido da cobertura morta, quando submetido a uma chuva de 100 mm logo após aplicação do herbicida, e 77 % do produto é removido da palha quando a chuva ocorre sete dias após aplicação do herbicida.

Rodrigues et al. (2000a), observaram que o atrazine foi fortemente retido pela folhagem verde, mesmo após irrigação de 20 mm, realizada 24 horas após a aplicação, na condição dessecante + residual. Já os herbicidas metolachlor e alachlor apresentaram resultados contrários. Os autores observaram que antes da irrigação todos os herbicidas aplicados foram interceptados pela cobertura morta, mas após a irrigação, o atrazine e o sulfentrazone ultrapassaram a camada de palha com recuperação de 90 %. Observaram

ainda, que os herbicidas mais lixiviáveis ficaram mais retidos na palha quando em mistura com os menos lixiviáveis.

Sigua et al. (1993), relataram que a cobertura do solo com 2 e 8 t ha<sup>-1</sup> de resíduos da cultura do milho reduziram a lixiviação de atrazine em 12 e 18 %, respectivamente, quando comparado aos depósitos em solo sem a cobertura morta. Pastana, (1972) observou retenção parcial do herbicida atrazine sobre resíduos culturais de milho (2500 kg ha<sup>-1</sup>), quando foi realizada lavagem insuficiente da palha. Resultados semelhantes foram observados por outros autores como Shipitalo et al. (1990) e Edwards et al. (1989), que constataram redução na lixiviação de atrazine em solos cobertos com quantidades elevadas de resíduos culturais.

Fornarolli et al. (1998), em experimento de cobertura morta com aveia preta, verificaram que 24 horas após a aplicação de atrazine, uma irrigação por aspersão equivalente a 20 mm foi suficiente para promover a lixiviação do herbicida até a superfície do solo, não havendo diferenças significativas na quantidade de produto lixiviado entre zero, 4,5 e 9,0 t ha<sup>-1</sup>. Também Ghadiri et al. (1984) e Sigua et al. (1993) estudaram o herbicida atrazine sobre cobertura morta e encontraram resultados semelhantes.

Avaliando a dinâmica de atrazine (5 l ha<sup>-1</sup>) em palhada de aveia e cana-de-açúcar, Tofoli et al. (2002) observaram que apesar de uma grande interceptação do produto pela palha, o atrazine foi mais facilmente lixiviado da palha de cana-de-açúcar em relação à de aveia, quando submetido a uma chuva de 65 mm um dia após a aplicação do produto, atingindo valores acima de 90 %.

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

Estudando a dinâmica do herbicida metribuzin (1960 g i.a. ha<sup>-1</sup>) sobre diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar (5; 10; 15 e 20 t ha<sup>-1</sup>), Rossi et al. (2004a) verificaram que 99 % do produto foi extraído da palha na quantidade de 20 t ha<sup>-1</sup>, quando foi simulada uma chuva de 30 mm. Para as quantidades de palha de 5; 10 e 15 t ha<sup>-1</sup>, o mesmo valor de extração foi alcançado com 22,0; 21,5 e 24,0 mm de chuva, respectivamente. Rossi et al. (2004b), avaliando a eficácia do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar no

controle de quatro espécies de plantas daninhas (*B. plantaginea*, *I. grandifolia*, *E. heterophylla* e *S. rhombifolia*), observaram que o metribuzin promoveu um excelente controle das plantas daninhas mesmo sem a ocorrência de chuvas após a aplicação.

Avaliando a eficácia do herbicida imazapic ( $210 \text{ g ha}^{-1}$ ) no controle de tiririca, quando aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar e com ocorrência de períodos secos após a aplicação do herbicida, Medeiros et al. (2004) concluíram que o herbicida promoveu um excelente controle da planta daninha, mesmo com as chuvas (10 a 20 mm) ocorrendo somente após 60 dias da aplicação do produto.

Lamoreaux et al. (1993), avaliaram a eficiência de dimethenamid, metolachlor e alachlor tendo como cobertura restos culturais de soja, milho e aveia ( $1,12$  a  $8,96 \text{ t ha}^{-1}$ ), e relataram que estes herbicidas foram lixiviados das coberturas após irrigação de 1,6 a 12,8 mm. Estes mesmos autores observaram ainda altos níveis de controle das infestantes para dimethenamid, quando comparado com os herbicidas metolachlor e alachlor e concluíram que a eficiência dos herbicidas foi maior na presença de resíduos de soja e menor com resíduos de aveia. Desta forma estas observações sugerem que as características morfológicas e capacidade de adsorção da palhada influenciam na retenção e eficácia dos herbicidas.

Rodrigues et al. (2000b), estudando a influência da cobertura morta na retenção do imazaquin, em plantio direto, aplicou doses de 75, 150 e  $300 \text{ g ha}^{-1}$  sobre 7000 e  $14000 \text{ kg ha}^{-1}$  de resíduos de aveia preta e em solo sem cobertura. Amostras de palha e solo foram coletadas imediatamente e 24 horas após a aplicação de imazaquin, depois o experimento foi irrigado e novas amostras foram coletadas para bioensaios (solo) e análises cromatográficas (palha) e observaram então que, apesar da grande interceptação do produto pela cobertura morta em ambas as quantidades, após a irrigação praticamente todo o herbicida foi lixiviado da palha para o solo. Ainda, Rodrigues et al. (2000b) avaliando em plantio direto, o comportamento das misturas de imazaquin com pendimethalin e sulfentrazone + metribuzin, quando submetidas a uma lâmina de irrigação de 48,3 mm, 24 horas após aplicação, observaram que praticamente todo o imazaquin e o sulfentrazone foram lixiviados da palha para o solo, enquanto que o pendimethalin ficou praticamente todo retido na palhada. Isto pode ser explicado pela solubilidade dos herbicidas.

Cavenaghi et al. (2002) avaliando o efeito de diferentes quantidades de chuva, um dia após a aplicação de sulfentrazone, sobre as quantidades de 6 e  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de palha



de aveia e cana-de-açúcar, respectivamente, relataram que a lixiviação do sulfentrazone da palhada de aveia atingiu 94 % enquanto que para a cana-de-açúcar foi de apenas 67 %, para a quantidade máxima de chuva (65 mm) em ambos os casos.

Segundo Negrisoni et al. (2004) a aplicação de sulfentrazone sobre a palha de cana promoveu um excelente controle (100 % aos 28 dias após a aplicação) das espécies, *C. rotundus* e *I. grandifolia*, quando ocorreu uma chuva de 20 mm um dia após a aplicação. A ocorrência de uma chuva de 20 mm aos 55 dias também promoveu um bom controle a partir dos 63 dias após a aplicação, o que demonstra a permanência do produto na palha.

Buzetti & Santos (1999) estudando o comportamento dos herbicidas diclosulan (25, 35 e 45 g ha<sup>-1</sup>) e flumetsulam (120 g ha<sup>-1</sup>), aplicados sobre as quantidades de 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 *B. pilosa*, na ausência e presença da palha na superfície do solo.

Gravena et al. (2004), estudando os efeitos da palha de cana-de-açúcar resultante da colheita sem queima e da mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina, na emergência e no acúmulo de biomassa seca de nove espécies de plantas daninhas, constatou que a presença de palha sobre o solo suprimiu as densidades das populações de *B. plantaginea*, *D. horizontalis*, *P. maximum*, *S. glaziovii* e *A. hybridus* a níveis de infestação considerados satisfatórios de controle. A palhada também reduziu as populações de *S. obtusifolia*, *I. hederifolia*, *I. grandifolia* e *I. nil*, porém em níveis insatisfatórios de controle. A mistura de herbicidas nas doses estudadas controlou todas as espécies de plantas daninhas avaliadas. Na presença da palha, o controle das plantas de *S. obtusifolia*, *I. nil*, *I. hederifolia* e *I. grandifolia* somente foi satisfatório quando foi aplicada a mistura de herbicidas. Para o controle de *P. maximum*, houve vantagem na integração dos dois métodos de controle, em relação à aplicação isolada da menor quantidade de palha estudada ou à aplicação da mistura de herbicidas.

Anderson (1988) relatou que a interceptação e retenção do diclofop pela palha de trigo não afetaram adversamente sua bioatividade em sistema de plantio direto. No entanto, o movimento do diclofop pode ser reduzido caso a precipitação ultrapasse quatro dias após a aplicação, deixando evidente a necessidade de ocorrência de chuvas em um curto período após a aplicação. Além disso, a interceptação e retenção do herbicida na palha sobre o

solo reduziram a atividade do diclofop de 20 a 30 %, embora, esta retenção tenha sido reduzida por irrigações simulando chuva.

Rodrigues et al. (1997), utilizando 6,0 e 12,0 t ha<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. Também Banks & Robinson (1982), relataram que o aumento dos resíduos culturais de trigo na superfície do solo proporcionou grande redução na lixiviação de metribuzin da palhada, quando submetido à água de irrigação. Menos de 45 % do metribuzin aplicado atingiu o solo coberto com 2250 kg ha<sup>-1</sup> de palha de trigo e submetido à lâmina de 3,0 mm de irrigação.

Almeida (1992) verificou que a eficácia das misturas de oryzalin com metribuzin e cyanazine com metolachlor aplicados em pré-emergência no sistema de plantio direto, não foi prejudicada pela presença de 2700 e 3200 kg ha<sup>-1</sup> de cobertura morta, sendo os resultados semelhantes aos obtidos no sistema de plantio convencional.

Costa et al. (2004) estudou a absorção dos herbicidas, imazapic, metribuzin e trifloxissulfuron sodium + ametrine diretamente da palha de cana-de-açúcar, sem a ocorrência de chuvas após a aplicação, no controle de quatro espécies de plantas daninhas (*B. plantaginea*, *B. decumbens*, *I. grandifolia* e *E. heterophylla*). Observaram que os herbicidas metribuzin e trifloxissulfuron + ametrina foram absorvidos diretamente da palha pelas plantas daninhas, sem a necessidade de ocorrência de chuvas após a aplicação e promovendo um excelente controle das espécies testadas.

Avaliando a eficiência da mistura dos herbicidas diuron + hexazinona (0,936 + 0,264 e 1,404 + 0,396 kg ha<sup>-1</sup>) no controle de *I. grandifolia*, *I. hederifolia*, *E. heterophylla* e *D. horizontalis* e do herbicida sulfentrazone (0,6; 0,7 e 0,8 kg ha<sup>-1</sup>) no controle de *C. rotundus* em vasos com cobertura de palha de cana-de-açúcar, nas quantidades de 0; 5; 10 e 15 t ha<sup>-1</sup>, com chuvas 24 h após a aplicação e retirada da palha da superfície do solo 24 h após as chuvas, Medeiros & Christoffoleti (2002) relataram que a transposição dos herbicidas estudados, através da palha de cana-de-açúcar, é aumentada com a ocorrência de chuvas a partir de 10 mm, em um período de 24 h após a aplicação dos herbicidas.

Velini et al. (2004a), estudaram a dinâmica dos herbicidas hexazinona + diuron em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar, verificaram que os 20 mm iniciais de chuva são os mais importantes em termos de carregamento dos herbicidas a partir

da palhada. As precipitações totais de 100 mm, realizadas aos 0, 7, 14 e 28 dias após aplicação, demonstrou um potencial de carregar 81 a 41 % da hexazinona e 78 a 49 % do diuron aplicado sobre a palha. Velini et al. (2004b) com o objetivo de avaliar os efeitos da palha de cana sobre a eficácia dos herbicidas hexazinona + diuron aplicado em diferentes condições no controle de *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Sida rhombifolia*, verificaram que o produto não foi absorvido diretamente da palha pela passagem das plantas daninhas, no entanto a ocorrência de chuva aos 14 dias após a aplicação proporcionou um excelente controle (acima de 90 %) das plantas daninhas testadas.

Avaliando a dinâmica do herbicida diuron em palha de cana-de-açúcar com a ocorrência de uma chuva após a aplicação, causaram aumentos significativos na transposição da palha pelo produto, podendo atingir 65 % de transposição para uma chuva de 50 mm. (Negrisoli et al. 2002a).

Observa-se pelos trabalhos expostos acima que a dinâmica de herbicidas residuais aplicados sobre cobertura morta é um assunto de grande importância, em função das mudanças que vem sendo observadas nos sistemas de produção, onde a presença de cobertura morta sobre o solo tem predominado em muitas culturas e regiões e que implica na necessidade de novos estudos, com objetivo de gerar informações que possam melhor elucidar as interações entre as coberturas, as plantas daninhas e o comportamento dos principais herbicidas utilizados em sistemas de plantio com algum tipo palha (Tofoli, 2004).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Local

O experimento foi instalado no dia 10 de outubro de 2002 em uma área pertencente à Usina Santa Cândida, localizada no município de Bocaina, Estado de São Paulo. As coordenadas referentes à área são 22°11' 06,9''S (Latitude) e 48° 29' 58,0'' W (Longitude), com altitude de 580 m. Foi utilizado a cultivar SP 81-3250 em seu segundo ano de cultivo, conduzida em um espaçamento de 1,40 m entre linhas.

As análises granulométricas e químicas do solo da área experimental foram realizadas no Departamento de Solos da FCA/UNESP - Botucatu (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Análise granulométrica do solo da área experimental.

| Amostras           | AG  | AF  | Areia/T |     | Silte | Textura do solo |
|--------------------|-----|-----|---------|-----|-------|-----------------|
|                    |     |     | Argila  |     |       |                 |
| g kg <sup>-1</sup> |     |     |         |     |       |                 |
| 0-20               | 347 | 411 | 758     | 213 | 29    | Média           |
| 20-40              | 323 | 400 | 723     | 252 | 25    | Média           |

Tabela 2. Resultados da análise química da amostra do solo da área experimental.

| amostragem<br>Prof. (cm) | pH<br>CaCl <sub>2</sub> | M.O.<br>g dm <sup>-3</sup> | P res.<br>mgdm <sup>-3</sup> | mmolc dm <sup>-3</sup> |                  |                  |                                  |    |     | V<br>(%) | Al<br>mmolc dm <sup>-3</sup> |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|----|-----|----------|------------------------------|
|                          |                         |                            |                              | K <sup>+</sup>         | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup> | SB | CTC |          |                              |
| 0-20                     | 4,5                     | 13                         | 5                            | 0,3                    | 9                | 2                | 23                               | 11 | 34  | 32       | 2                            |
| 20-40                    | 4,3                     | 11                         | 3                            | 0,2                    | 8                | 2                | 27                               | 10 | 37  | 27       | 4                            |

## 5.2. Semeadura

Foi realizada a semeadura de dez espécies de plantas daninhas na área útil de cada parcela. As plantas daninhas foram semeadas de 0-10 cm de profundidade no dia 10 de outubro de 2002, utilizando-se molduras metálicas de 0,5m x 1m colocadas na da região central das parcelas (Figuras 1 e 2).

Foi realizado um teste de germinação das sementes de plantas daninhas utilizadas, para assegurar um padrão de 100 sementes viáveis por espécie semeada, Em cada parcela foram colocados dois quadros, semeando-se 5 espécies por quadro (três monocotiledôneas e duas dicotiledôneas). A separação das espécies nos quadros foi definida através de sorteio prévio. As espécies utilizadas foram: Quadro 1: *Ipomoea grandifolia*; *Cenchrus echinatus*; *Brachiaria decumbens*; *Digitaria horizontalis* e *Sida rhombifolia*. Quadro 2: *Euphorbia heterophylla*; *Bidens pilosa*; *Brachiaria plantaginea*; *Eleusine indica* e *Panicum maximum*.



**Figura 1.** Preparo da área para a semeadura das espécies de plantas daninhas.



**Figura 2.** Área semeada com as espécies de plantas daninhas.

Após a semeadura, as parcelas foram uniformemente cobertas com quantidades de palha de cana-de-açúcar referente a cada tratamento (Figuras 3 e 4).



**Figura 3.** Processo de pesagem da palha de cana-de-açúcar.



**Figura 4.** Distribuição da palha de cana nas parcelas, sobre a área semeada com diferentes espécies de plantas daninhas.

Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas imagens da área antes e após a distribuição da palha nas parcelas.



**Figura 5.** Vista geral da área experimental antes da distribuição da palha.



**Figura 6.** Vista geral da área experimental após a distribuição da palha.



### **5.3. Delineamento experimental e tratamentos**

O ensaio foi conduzido com delineamento em blocos casualizados com 4 repetições. Cada unidade experimental correspondeu a 4 linhas da cultura espaçadas em 1,4 m e com 9 m de comprimento. Os tratamentos utilizados estão descritos na Tabela 3. Os tratamentos foram selecionados para avaliar a eficiência combinada da palha de cana-de-açúcar e do tebuthiuron, disponível no solo em diferentes quantidades, no controle de plantas daninhas. Foi utilizado um tratamento adicional com hexazinone + diuron em função do seu amplo uso na cultura.

Tabela 3. Descrição dos tratamentos utilizados.

| Tratamento | Produto           | Aplicação do produto            | Dose (ml ou g / ha) | t de palha ha <sup>-1</sup> |
|------------|-------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 1          | <i>testemunha</i> | Sem aplicação                   | 0                   | 0                           |
| 2          | tebuthiuron       | Sobre o solo                    | 500                 | 0                           |
| 3          | tebuthiuron       | Sobre o solo                    | 1000                | 0                           |
| 4          | tebuthiuron       | Sobre o solo                    | 1500                | 0                           |
| 5          | tebuthiuron       | Sobre o solo                    | 2000                | 0                           |
| 6          | <i>testemunha</i> | Sem Aplicação                   | 0                   | 5                           |
| 7          | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 500                 | 5                           |
| 8          | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 1000                | 5                           |
| 9          | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 1500                | 5                           |
| 10         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 2000                | 5                           |
| 11         | tebuthiuron       | Sobre a palha                   | 2000                | 5                           |
| 12         | <i>testemunha</i> | Sem Aplicação                   | 0                   | 10                          |
| 13         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 500                 | 10                          |
| 14         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 1000                | 10                          |
| 15         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 1500                | 10                          |
| 16         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 2000                | 10                          |
| 17         | tebuthiuron       | Sobre a palha                   | 2000                | 10                          |
| 18         | <i>testemunha</i> | Sem Aplicação                   | 0                   | 20                          |
| 19         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 500                 | 20                          |
| 20         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 1000                | 20                          |
| 21         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 1500                | 20                          |
| 22         | tebuthiuron       | Sobre o solo e coberto c/ palha | 2000                | 20                          |
| 23         | tebuthiuron       | Sobre a palha                   | 2000                | 20                          |
| 24         | hexazinone+diuron | Sobre a palha                   | 2000                | 20                          |

#### 5.4. Aplicação dos produtos

Os herbicidas foram aplicados no dia 10 de outubro de 2002 utilizando-se dois pulverizadores costais a pressão constante de 20 kgf cm<sup>2</sup>, com tanque de 6 litros e barra equipada com quatro pontas de fabricação da Spray Systems Co, modelo XR 11002, espaçados em 0,5m. A velocidade de deslocamento foi de 1m s<sup>-1</sup>, o que proporcionou um consumo de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, sendo as calibrações efetuadas no local. As aplicações foram sob seguintes condições climáticas: umidade relativa do ar variou de 53 %, temperatura ambiente de 31°C e velocidade do vento de 4 a 5 km h<sup>-1</sup>.

A palha da cultura foi depositada sobre as parcelas, antes e após a aplicação dos tratamentos, na ausência ou presença do herbicida (Figura 7). A aplicação dos herbicidas nos tratamentos 11, 17, 23 e 24 foi realizada no mesmo dia e com o uso das mesmas técnicas e equipamentos (Figura 8).

Para monitorar a intensidade de deriva nas aplicações, foram utilizados alvos simulando a superfície do solo e da palha, conforme metodologia descrita nos itens 5.7.3.1 e 5.7.3.2.



**Figura 7.** Aplicação do herbicida sobre o solo em parcelas que receberam, ou não, a cobertura posterior com palha.



**Figura 8.** Aplicação em área com palha e detalhe do alvo para avaliar a deposição.

### 5.5. Características avaliadas

O controle de plantas daninhas foi avaliado aos 60 e 90 dias após a aplicação dos tratamentos (Figuras 9 e 10). A avaliação dos 30 DAA não pode ser realizada em função da ausência de chuvas até os 25 DAA, não ocorrendo, por esse motivo, a germinação de plantas daninhas. O fechamento da cultura ocorreu aos 90 DAA, quando então ocorreu o encontro das folhas de cana das linhas adjacentes interrompendo-se, por essa razão, as avaliações de controle.

Aos 196 DAA foram avaliados os números de perfilhos da cultura nos 9 metros centrais das duas linhas internas de cada parcela (Figura 11). Determinando-se nessa mesma época e no mesmo local, a altura de colmos de 20 plantas em cada parcela.



**Figura 9.** Estágio da cultura nos períodos de avaliação aos 60DAA.



**Figura 10.** Estágio da cultura nos períodos de avaliação aos 90 DAA.



**Figura 11.** Avaliações de altura de colmos aos 196 DAA.

Aos 100 DAA, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm (Figura 12), com o objetivo de determinar as concentrações remanescentes do herbicida no perfil do solo. Foram amostrados os tratamentos que receberam  $2 \text{ L ha}^{-1}$  de tebuthiuron, sobre o solo e sem cobertura de palha (tratamento 5), sobre o solo coberto em seguida com 5, 10 e 20  $\text{t ha}^{-1}$  de palha (tratamentos 10, 16 e 22 respectivamente), e sobre 5, 10 e 20  $\text{t ha}^{-1}$  de palha (tratamentos 11, 17 e 23, respectivamente).



**Figura 12.** Amostragens de solo em profundidade aos 100 DAA.

A quantidade de palha remanescente sobre o solo foi avaliada em todas as parcelas. As avaliações foram feitas aos 120 DAA, utilizando-se dois quadros de 0,5 x 1,0 m por parcela (Figura 13), e uma balança semi analítica, com precisão de três casas decimais.



**Figura 13.** Amostragens da quantidade de palha remanescente aos 120 DAA.

### **5.6. Dados climatológicos**

Os valores médios de temperatura durante o período experimental para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2002 e janeiro de 2003, foram 27,12; 24,64; 25,57 e 25,07 °C, respectivamente. Os dados pluviométricos durante o período experimento estão na Tabela 4.



**Tabela 4.** Dados da precipitação mensal total (mm) do período de outubro de 2002 a janeiro de 2003 (\*).

| Outubro de 2002 |           | Novembro de 2002 |              | Dezembro de 2002 |            | Janeiro de 2003 |              |
|-----------------|-----------|------------------|--------------|------------------|------------|-----------------|--------------|
| <i>Dias</i>     | <i>Mm</i> | <i>Dias</i>      | <i>mm</i>    | <i>Dias</i>      | <i>mm</i>  | <i>Dias</i>     | <i>mm</i>    |
| 01 a 25         | 0         | 4                | 2            | 4                | 25         | 3               | 2            |
| 26 a 28         | 5         | 10               | 17           | 12               | 22         | 4               | 36           |
| 29              | 25        | 11               | 13           | 15               | 35         | 5               | 18           |
|                 |           | 12               | 50           | 16               | 120        | 11              | 25           |
|                 |           | 14               | 16,5         | 17               | 18         | 12              | 30           |
|                 |           | 16               | 5            | 21               | 12         | 13              | 5            |
|                 |           | 23               | 25           | 23               | 4          | 14              | 3            |
|                 |           | 26               | 13           |                  |            | 17              | 37           |
|                 |           |                  |              |                  |            | 20              | 2,5          |
|                 |           |                  |              |                  |            | 21              | 43           |
| <b>Total</b>    | <b>30</b> |                  | <b>141,5</b> |                  | <b>236</b> |                 | <b>201,5</b> |

(\*) Dados fornecidos pela Usina Santa Cândida, Bocaina-SP.

## 5.7. Desenvolvimento do método analítico

No desenvolvimento do método analítico para determinação do tebuthiuron em água por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi utilizado o padrão analítico com grau de pureza certificada de 99,8 %, cedido pela Dow AgroSciences.

### 5.7.1. Calibração cromatográfica

Para o estudo dos parâmetros analíticos do método cromatográfico tendo em vista sua validação, foi realizada uma calibração da resposta do detector para o padrão do herbicida tebuthiuron. Foram preparadas soluções padrões em fase metanol e água (50:50 v.v<sup>-1</sup>) nas concentrações de 0,078; 0,156; 0,312; 0,625; 1,25 e 2,5 µg mL<sup>-1</sup> a partir de uma solução estoque de 100 µg mL<sup>-1</sup> do padrão analítico preparado com o solvente metanol. Triplicatas de cada uma das soluções nas diferentes concentrações foram injetadas e quantificadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). O cromatógrafo utilizado foi o da marca Shimadzu modelo LC-10 AC, com detector espectrofotométrico UV-visível, marca Shimadzu, modelo LC-10 AD, marca Shimadzu modelo Shim-pack CLC-ODS (M),

acoplado em microcomputador com programa Borwin (versão Windows), para aquisição e tratamento dos dados e interligado a um injetor automático marca Gilson modelo Aspec.

As características cromatográficas do método são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Características do método cromatográfico empregado na determinação por CLAE do herbicida tebuthiuron.

|   |  |
|---|--|
| 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)                            | 200,00                                       |
| Tempo de retenção do herbicida tebuthiuron (min.) | 4,75   |
| λ (nm)  | 254  |

Os cromatogramas obtidos para uma injeção de 200 µL do padrão analítico de tebuthiuron contendo 0,625 e 2,5 µg mL<sup>-1</sup>, na faixa de concentração de validação do método e sob condições cromatográficas acima detalhadas, são apresentados nas Figuras 14 e 15, onde podem ser verificadas as respostas cromatográficas dos picos de tebuthiuron. Observa-se que os cromatogramas apresentaram uma boa resposta do detector utilizado para o tebuthiuron com integração da base e um tempo de retenção de 4,75 minutos podendo ser caracterizado como vantagem do método proposto, pelo menor consumo de solventes e pelo simplificado sistema de extração do analito e curto período de tempo para análise.

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

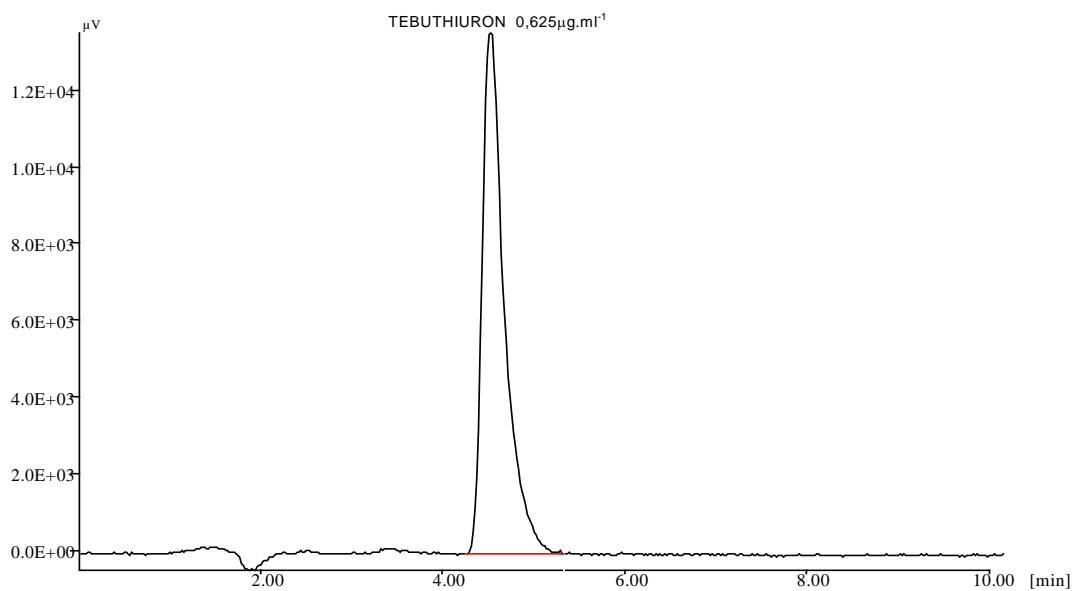


Figura 14. Cromatograma da resolução de tebuthiuron obtido por CLAE na concentração de  $0,625\mu\text{g.mL}^{-1}$ .

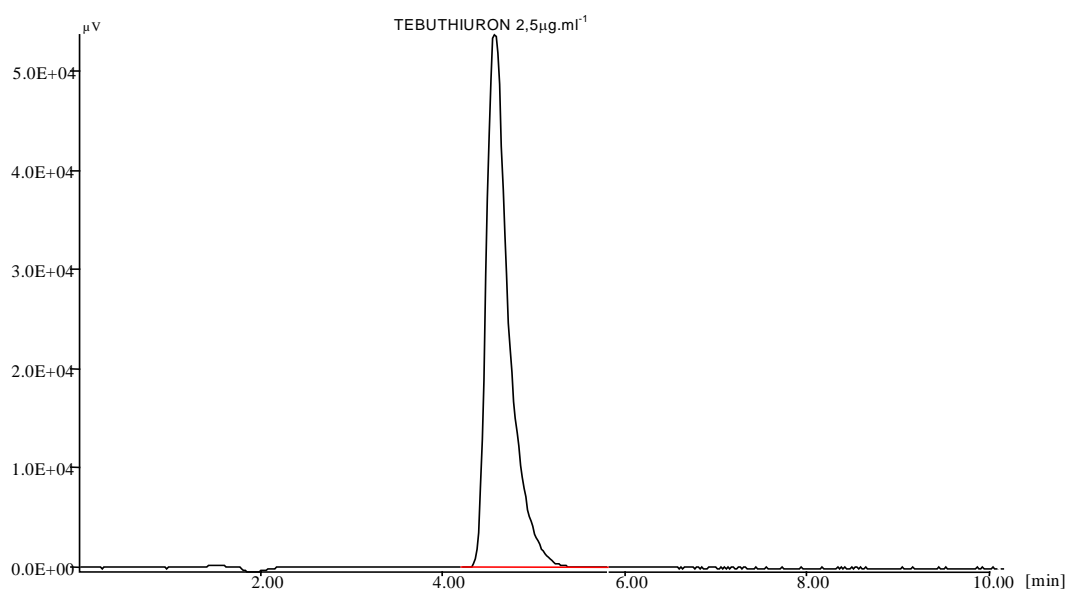


Figura 15. Cromatograma da resolução de tebuthiuron obtido por CLAE na concentração de  $2,5\mu\text{g.mL}^{-1}$ .

### 5.7.2. Curva de calibração para o tebuthiuron obtido por CLAE

Na Tabela 6, são apresentadas as respostas cromatográficas expressas em áreas dos picos dos sinais analíticos das soluções padrões de tebuthiuron. Para obtenção da curva de calibração, foi aplicado o modelo de regressão linear aplicado por Meier & Zünd (1993), cujos parâmetros são apresentados na Tabela 7.

Tabela 6. Áreas dos picos com as respectivas concentrações utilizadas, para obtenção da curva de calibração.

| Concentração ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) | Área     |
|--|----------|
| 0,078                                  | 27993,3  |
| 0,156                                  | 54062,5  |
| 0,312                                  | 106925,0 |
| 0,625                                  | 214609,5 |
| 1,25                                   | 432049,0 |
| 2,5                                    | 859608,5 |

Tabela 7. Modelo de regressão linear aplicado, considerando-se como variável independente às concentrações dos padrões injetados e como variável dependente às áreas obtidas pelo sinal analítico.

| Parâmetros da regressão | Estimativa (coeficientes) | Desvio padrão |
|-------------------------|---------------------------|---------------|
| Interseção (a)          | 522,82                    | 642,31        |
| Inclinação (b)          | 343855,07                 | 545,10        |

O coeficiente de determinação obtido ( $r^2$ ) foi de 0,9999, o que indica que o modelo linear explica a variabilidade dos dados de concentração em 99,99 % demonstrando que há forte correlação entre as variáveis. Os valores estimados da reta de calibração para o padrão analítico tebuthiuron são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Parâmetros da reta de regressão obtidos a partir da aplicação do modelo linear de regressão, aos dados de calibração.

| <b>Parâmetros</b>                              | <b>Método de calibração</b> |
|--|-----------------------------|
| a (ordenada)                                   | 522,82                      |
| $S_a$  | 642,31                      |
| b (inclinação)                                 | 343855,07                   |
| $S_b$  | 545,10                      |
| Faixa de linearidade ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) | 0,078 – 2,5                 |

Uma vez que o valor de  $r^2$  corrobora que a relação entre as áreas e as concentrações é linear, mais de 99,99 % da variabilidade do sinal analítico no ajuste do modelo e o baixo valor do desvio padrão da inclinação ( $S_b$ ) para o método, demonstra que o ajuste ao modelo linear é correto. A curva de calibração do tebuthiuron pela regressão linear utilizada é demonstrada na Figura 16.

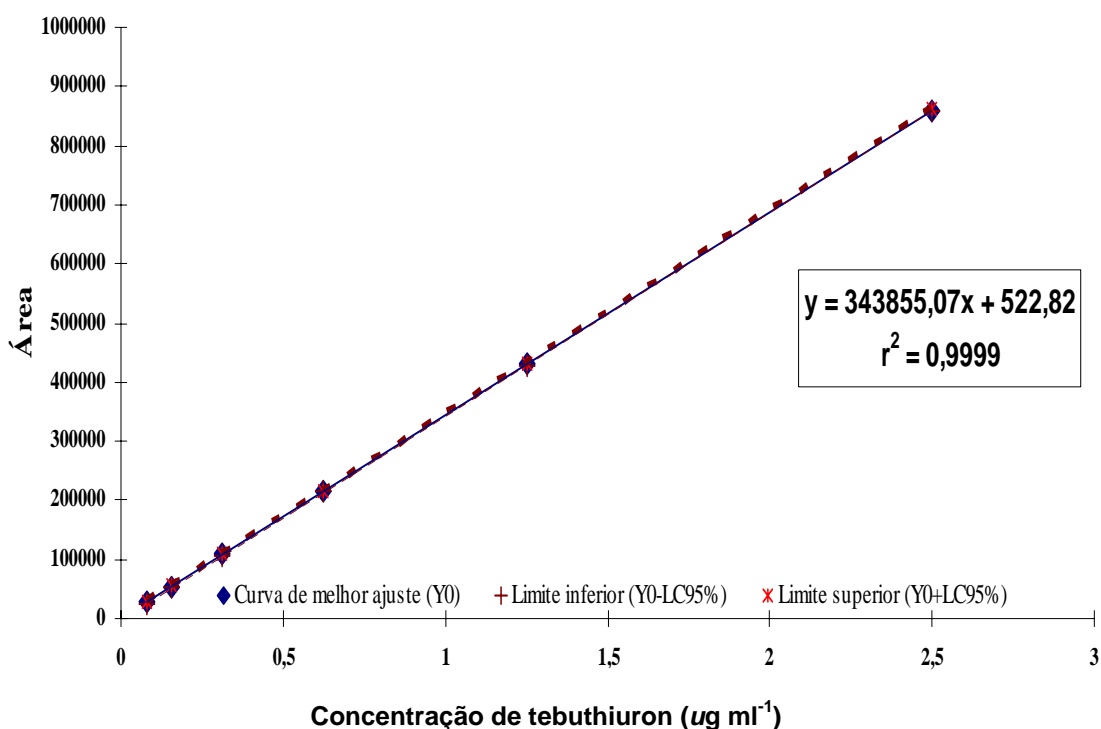


Figura 16. Curva de calibração para tebuthiuron com os dados ajustados pelo modelo de regressão linear de Meier & Zünd (1993).

Os parâmetros de confiabilidade do método analítico desenvolvido foram estimados de acordo com o modelo proposto por Meier & Zünd (1993) que tem por base o uso dos dados obtidos na aplicação do modelo linear de regressão por mínimos quadrados, para a calibração realizada com o padrão analítico de tebuthiuron.

Os limites de detecção (LD) e de quantificação (LQ) obtidos foram  $5,1 \cdot 10^{-3}$  e  $1,0 \cdot 10^{-2} \mu\text{g mL}^{-1}$ , respectivamente, indicando que o método analítico proposto é bastante sensível para o herbicida tebuthiuron.

Esses parâmetros representam a qualidade da calibração de um método analítico e podem ser utilizados como critério de comparação entre técnicas. Contudo, os valores estimados para esses parâmetros não são constantes sendo dependente do número de níveis de concentração utilizados, da distribuição e extensão na faixa de concentração trabalhada, do nível de confiança estatístico e do intervalo de confiança em função da reta de

calibração, devendo por essas razões, serem utilizados criteriosamente, tendo, entretanto, atendido aos objetivos propostos neste trabalho para desenvolver metodologia para quantificação do herbicida tebuthiuron por CLAE.

### **5.7.3. Determinação e validação do método de extração do tebuthiuron**

#### **5.7.3.1. Análise do tebuthiuron em palha**

Para o teste de determinação de possíveis interferentes na quantificação do tebuthiuron, foram preparadas soluções do herbicida em água de lavagem de palha de cana-de-açúcar, cv SP 81-3250, a partir do padrão analítico tebuthiuron de  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  em metanol. Para cada solução foram preparadas quatro repetições. Esta curva foi comparada a uma curva padrão confeccionada com água purificada, podendo-se demonstrar que não houve interferência nas áreas obtidas pelo cromatógrafo com a curva de água de lavagem da palha de cana-de-açúcar quando comparada à curva com água purificada.

As soluções de diferentes concentrações preparadas em metanol: água de lavagem, 50:50 (v.v<sup>-1</sup>), foram filtradas em seringas plásticas de 3 mL equipadas com filtro marca Millipore, modelo HV Millex em polietileno com membrana durapore 0,45  $\mu\text{m}$  de poro e 13 mm de diâmetro e transferidas para “vials” de 2 mL. A quantificação do analito (herbicida) recuperado foi obtida através da curva de calibração (padronização externa) por CLAE. Este procedimento foi adotado para a análise da quantidade de tebuthiuron extraído da palha dos alvos colocadas no momento da aplicação.

No campo, após a aplicação do tebuthiuron sobre os alvos, contendo quantidades de palha correspondentes aos valores característicos de cada tratamento, a mesma foi lavada imediatamente após a aplicação em 5 litros de água para a extração do tebuthiuron, sendo que a solução de lavagem foi homogeneizada e uma alíquota de 500 ml foi coletada para análise seguindo o procedimento descrito, Figura 17.



Figura 17. Processo de extração do produto dos amostradores com palha.

### 5.7.3.2. Análise do tebuthiuron em solo

Para avaliar a extração do tebuthiuron do solo na área experimental, utilizando-se alvos durante a aplicação (Figura 18), foram empregadas sete concentrações conhecidas do padrão analítico tebuthiuron, além de um branco, para contaminação do solo com a finalidade de se obter as seguintes concentrações após a extração: 2,5; 1,25; 0,625; 0,312; 0,156 e 0,078  $\mu\text{g mL}^{-1}$ .

Para o teste de extração foram utilizados 10 g de solo da área experimental que foram contaminados com soluções de diferentes concentrações conhecidas de tebuthiuron. Para a extração foram utilizados 50 ml do solvente metanol por amostra. Após agitação, uma alíquota de 5 ml foi utilizada para a constituição de fase e posterior análise no cromatógrafo. Foram utilizadas quatro repetições para cada concentração.

O sinal analítico do pico de tebuthiuron foi transformado em áreas, comparando-se com a área dos padrões analíticos de 2,5; 1,25; 0,625; 0,312; 0,156 e 0,078  $\mu\text{g mL}^{-1}$  obtido a partir de uma solução estoque de 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$  do padrão analítico tebuthiuron para a obtenção da porcentagem de recuperação do solo.



Observa-se na Tabela 9, que o método utilizado apresentou uma recuperação média de 87,43 % para as concentrações utilizadas. Esse percentual de recuperação é considerado aceitável pelo Laboratório Vegetal do Ministério de Agricultura, Brasil (1997), cujos valores devem se encontrar entre 70 e 110 % e ainda foi preparado com padrão analítico puro como recomenda Lima & Galvão (2000). Por outro lado, Dean *et al.* (1996) reportam que a qualidade dos dados analíticos é dependente principalmente da variabilidade introduzida pelo método de preparação para extração da amostra do que qualquer outra variável envolvida.

Em contraste com a alta tecnologia e precisão dos instrumentos analíticos, as técnicas de preparação e extração de amostras empregam, freqüentemente, tecnologias que são lentas e laboriosas. Dessa forma, quando se considera que o fator de recuperação do tebuthiuron em solo foi obtido através de extração com solvente sem a necessidade de pré-concentração e derivatização das amostras, o emprego deste método é justificado (Costa, 2001).

Tabela 9. Porcentagem de recuperação de tebuthiuron em função das concentrações utilizadas.

| Concentrações<br>tebuthiuron<br>( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) | Área dos<br>cromatogramas | Concentração de<br>tebuthiuron<br>( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) obtida | % do tebuthiuron |       |
|---|---------------------------|--|------------------|-------|
|   |                           |  | Recuperação      | Média |
| <b>10</b>   | 37116,00                  | 0,106428   | 85,14            | 80,46 |
|   | 33819,50                  | 0,096841   | 77,47            |       |
|   | 35616,75                  | 0,102067   | 81,65            |       |
|   | 33865,00                  | 0,096973   | 77,58            |       |
| <b>25</b>   | 76709,50                  | 0,221572   | 88,63            | 86,67 |
|   | 77833,25                  | 0,224840   | 89,94            |       |
|   | 70535,00                  | 0,203616   | 81,45            |       |
| <b>50</b>   | 147880,00                 | 0,428548   | 85,71            | 85,69 |
|   | 150092,00                 | 0,434981   | 87,00            |       |
|   | 146755,50                 | 0,425278   | 85,06            |       |
|   | 146690,00                 | 0,425088   | 85,02            |       |
| <b>100</b>  | 309541,00                 | 0,898686   | 89,87            | 90,36 |
|   | 304322,50                 | 0,883510   | 88,35            |       |
|   | 293495,50                 | 0,852023   | 85,20            |       |
|   | 337580,25                 | 0,980229   | 98,02            |       |
| <b>200</b>  | 617025,00                 | 1,792903   | 89,65            | 89,64 |
|   | 616615,50                 | 1,791712   | 89,59            |       |
|   | 617847,50                 | 1,795295   | 89,76            |       |
|   | 616578,75                 | 1,791605   | 89,58            |       |
| <b>300</b>  | 951866,00                 | 2,766679   | 92,22            | 91,78 |
|   | 937420,75                 | 2,724669   | 90,82            |       |
|   | 952776,00                 | 2,769325   | 92,31            |       |
| Média geral   |                           |  | <b>87,43</b>     |       |

No campo foram utilizados 100 g de solo da área experimental colocados em bandeja de 18x25 cm. Após a aplicação todo o solo foi coletado e levado para o laboratório, onde foram homogeneizados, retirando-se uma amostra de 10g, para quantificação do tebuthiuron.



**Figura 18.** Recolhimento dos amostradores com solo, após a aplicação do produto.

#### **5.8.1. Eficácia do herbicida tebuthiuron em condições de casa de vegetação.**

Este experimento foi conduzido em vasos com diferentes posicionamentos do herbicida tebuthiuron: diretamente sobre o solo e coberto com 5 t ha<sup>-1</sup> de palha, sobre o solo sem cobertura de palha e ainda, com ou sem simulação de chuva após a aplicação, com o objetivo de verificar a possibilidade de controle de plantas daninhas em diferentes situações, incluindo a absorção do herbicida diretamente da palha de cana-de-açúcar. O estudo foi realizado no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM),

pertencente ao Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, “Campus” de Botucatu/SP.

O solo utilizado foi seco a sombra por um período de 48 h, após esse período o mesmo foi peneirado e submetido às análises química e granulométrica, Tabela 10 e 11.

**Tabela 10.** Resultados da análise química da amostra de solo utilizado nos vasos. Botucatu, 2.003.

| Solo       | pH                | M.O.               | P res.              | Mmolc dm <sup>-3</sup> |                  |                  |                                  |      |     | V   |
|------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|------|-----|-----|
|            | CaCl <sub>2</sub> | g dm <sup>-3</sup> | mg dm <sup>-3</sup> | K <sup>+</sup>         | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup> | SB   | CTC | (%) |
| <b>LVd</b> | 4,3               | 19                 | 1                   | 0,6                    | 10               | 4                | 58                               | 14,6 | 73  | 21  |

Realizada pelo Departamento de Solos - FCA/UNESP – Botucatu.

**Tabela 11.** Resultados da análise granulométrica do solo utilizado nos vasos. Botucatu, 2.003.

| Granulometria<br>(%) | Classe de Solo |      |       |       |        |       |                 |
|----------------------|----------------|------|-------|-------|--------|-------|-----------------|
|                      | Argila         | Limo | Areia |       |        | Total | Classe textural |
|                      |                |      | Fina  | Média | Grossa |       |                 |
| <b>LVd</b>           | 20             | 4    | 22,9  | 35,7  | 17,4   | 76    | Média           |

Realizada pelo Departamento de Solos - FCA/UNESP – Botucatu.

Foi realizada uma adubação com cinco gramas de 4-14-8 (N-P-K) por vaso, para melhorar as condições do solo utilizado e propiciar melhor germinação das plantas daninhas.

A quantidade de palha foi selecionada a partir de informações disponíveis na literatura (Veiga, 2002; Medeiros & Christoffoleti 2002) e de estudos anteriores (Velini & Negrisoni, 2000), indicando que esta é uma das condições mais críticas em termos de manejo de plantas daninhas em cana crua. As 5 t ha<sup>-1</sup> de palha, são insuficientes para

controlar adequadamente as plantas daninhas, mas suficientes para reter praticamente 100 % da calda aplicada (Velini & Negrisoni, 2000).

### **5.8.1. Sistema de pulverização, simulação de chuvas e unidades experimentais.**

A pulverização do herbicida e a simulação de chuva foram realizadas através de um equipamento instalado no laboratório do NuPAM, constituído de uma estrutura metálica, com 3 m de altura por 2 m de largura, que permite acoplamento de um “carrinho” suspenso a 2,5 m de altura. A esse carrinho encontram-se acopladas duas barras de pulverização, uma responsável pelo sistema de simulação de chuva e a outra pelo sistema de pulverização de defensivos agrícolas, as quais deslocam-se por uma área útil de 6 m<sup>2</sup> no sentido do comprimento do equipamento. O tracionamento de ambas as barras é feito com o auxílio de um motor elétrico, através de correntes e engrenagens, proporcionando controle de velocidades constantes e previamente determinadas, conforme ajuste por um modulador de frequência. O sistema de pulverização tem funcionamento independente do sistema de simulação de chuva, apesar de ambos compartilharem o mesmo equipamento e funções de controle.

A simulação da chuva foi realizada utilizando-se uma bomba hidráulica de pressão constante e acionamento automático, a qual bombeia água armazenada de um reservatório, com capacidade para 1.000 L, até a barra e bicos responsáveis pela formação de gotas de chuva (Figura 19). A barra de simulação de chuva é constituída por três bicos de pulverização TK-SS-20 de alta vazão, espaçado de 0,5m entre eles e posicionados para proporcionar uma melhor uniformidade da precipitação simulada na área aplicada e encontra-se a 1,45 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. Este sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 0,187 km h<sup>-1</sup> (2,5 Hertz no modulador de frequência) e pressão de trabalho de 0,81 kgf s<sup>-2</sup>. Estas especificações proporcionaram a produção de gotas artificiais de chuva com diâmetro mediano volumétrico (DMV) de 1.140 micras, conforme informações do fabricante da ponta de pulverização (*Spraying Systems Co.*) e cada passada, ou seja, cada lâmina aplicada correspondeu a aproximadamente 2,5 mm de chuva.

A barra de pulverização é constituída por quatro pontas de pulverização XR 11002 VS, espaçadas de 0,5 m entre elas e posicionadas a 0,5 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. Para as pulverizações do herbicida, o sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 3,6 km h<sup>-1</sup>, o que correspondeu a 45,0 Hertz no modulador de frequência, com gasto de calda correspondente a 200 L ha<sup>-1</sup>. O equipamento foi operado sobre pressão constante de 1,5 bar pressurizado por ar comprimido. Por ocasião da aplicação, a temperatura do ar foi de 23 °C e a umidade relativa de 88 %.



**Figura 19.** Aparelho de aplicação de herbicidas e simulador de chuva, NUPAM, FCA/UNESP-Botucatu.

O herbicida tebuthiuron (Combine 500 SC) foi aplicado na dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup>, com consumo de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>. As plantas daninhas utilizadas neste experimento foram *Brachiaria plantaginea*, *Brachiaria decumbens* e *Ipomoea grandifolia*. As Figuras 20, 21 e 22 exemplificam o preparo dos vasos, semeadura das espécies e simulação de chuva, respectivamente.



**Figura 20.** Preparo dos vasos e identificação dos tratamentos.



**Figura 21.** Semeadura das espécies de plantas daninhas nos vasos.



**Figura 22.** Aplicação de 30 mm de chuva após o preparo inicial dos vasos.

As porcentagens de controle foram correlacionadas conforme a Escala de notas ALAM (1974), que atribui grau de controle para cada porcentagem adquirida nas avaliações (Tabela 12).

**Tabela 12.** Escala da ALAM para avaliação da porcentagem de controle de plantas daninhas.

| <b>Porcentagem (%)</b> | <b>Grau de controle</b> |
|------------------------|-------------------------|
| 0 - 40                 | Nenhum a pobre (1)      |
| 41 - 60                | Regular (2)             |
| 61 - 70                | Suficiente (3)          |
| 71 - 80                | Bom (4)                 |
| 81 - 90                | Muito Bom (5)           |
| 91 - 100               | Excelente (6)           |

### 5.8.2. Tratamentos utilizados

Na Tabela 13 estão representados os tratamentos utilizados no experimento conduzido em vasos com diferentes posicionamentos do tebuthiuron.



**Tabela 13.** Tratamentos utilizados no experimento em vasos, Botucatu-2003.

|                            |                               | Tratamentos (*)               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                            |                               | 1                             | 2                             | 3                             | 4                             | 5                             | 6                             | 7                             | 8                             | 9                             | 10                            |
|                            | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     | Semeadura                     |
|                            | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             |
| Palha 5 t ha <sup>-1</sup> | Chuva de 30mm                 | Chuva de 30mm                 | Chuva de 30mm                 | Chuva de 30mm                 | Chuva de 30mm                 | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Chuva de 30mm                 | Chuva de 30mm                 | Chuva de 30mm                 |
| ▼                          | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             |
| Aplicação                  | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Aplicação                     | Chuva (30mm)                  | Chuva (30mm)                  | Aplicação                     | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Aplicação                     | Aplicação                     |
| ▼                          | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             |
| Chuva de 30mm (IDAA)       | Aplicação                     | Aplicação                     | Aplicação                     | Aplicação                     | Aplicação                     | Palha 5 t ha <sup>-1</sup>    | Aplicação                     | Chuva de 2,5mm (logo após)    | Chuva de 2,5mm (logo após)    | Chuva de 2,5mm (logo após)    | Chuva de 2,5mm (logo após)    |
| ▼                          | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             |
|                            | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) | Orvalho (0,3 mm de chuva/dia) |
| ▼                          | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             | ▼                             |

(\*) Tratamentos dispostos em ordem sequencial de condução.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Quantidade de palha remanescente na área experimental**

As quantidades de palha de cana-de-açúcar inicial, final, decomposta sobre a superfície do solo e a taxa de intemperização, estão apresentadas na Tabela 14. Os valores encontrados para a porcentagem de decomposição aos 120 DAA foram de aproximadamente 70 %, independente da quantidade de palha inicial. Dao (1991), conclui que ocorre um declínio na concentração de celulose e um aumento na concentração de lignina, podendo explicar assim a alta taxa de decomposição encontrada.

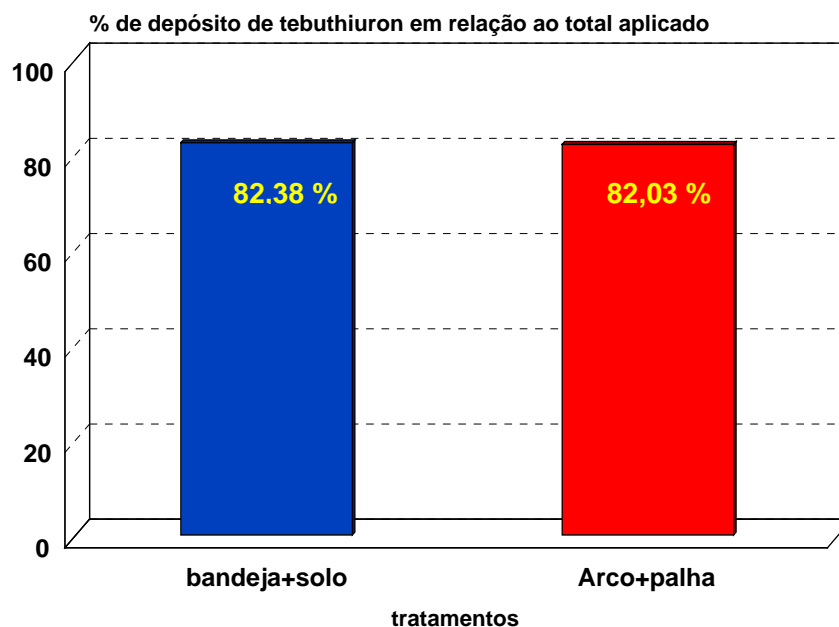
**Tabela 14.** Quantidade de palha de cana-de-açúcar inicial, final sobre a superfície do solo e taxa de intemperização. Médias dos tratamentos utilizados. Bocaina/SP 2003.

| Quantidade de palha (t ha <sup>-1</sup> ) |       |           | Intemperização     |
|---|-------|-----------|--------------------|
| Inicial                                   | Final | Diferença | (%)                |
| 5   | 1,311 | 3,689     | 73,78              |
| 10  | 3,086 | 6,914     | 69,14              |
| 20  | 5,276 | 14,724    | 73,76              |
| <b>F. tratamento</b>                      | -     | -         | 1,95 <sup>ns</sup> |
| <b>C. V. (%)</b>                          | -     | -         | 6,48               |
| <b>D.M.S. (t ha<sup>-1</sup>)</b>         | -     | -         | 5,76               |

(<sup>ns</sup>) Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

## 6.2. Distribuição do produto no momento da aplicação

Utilizando-se o método cromatográfico desenvolvido, foi realizada a quantificação do tebuthiuron, sobre alvos contendo palha (arcos) e solo (bandejas), no momento da aplicação. A percentagem média da dose aplicada que atingiu a palha no momento da aplicação, colocada em arcos, foi de 82,03 %. Para o solo colocado em bandejas foi observado que 82,38 % da quantidade aplicada que atingiu o solo nas bandejas (Figura 23). Estas análises foram realizadas nos tratamentos onde o herbicida foi aplicado na dose de 2 L ha<sup>-1</sup>, sobre as diferentes quantidades de palha (5, 10 e 20 t ha<sup>-1</sup>) que simplificou o método desenvolvido em razão de não haver necessidade de prévia concentração das amostras.

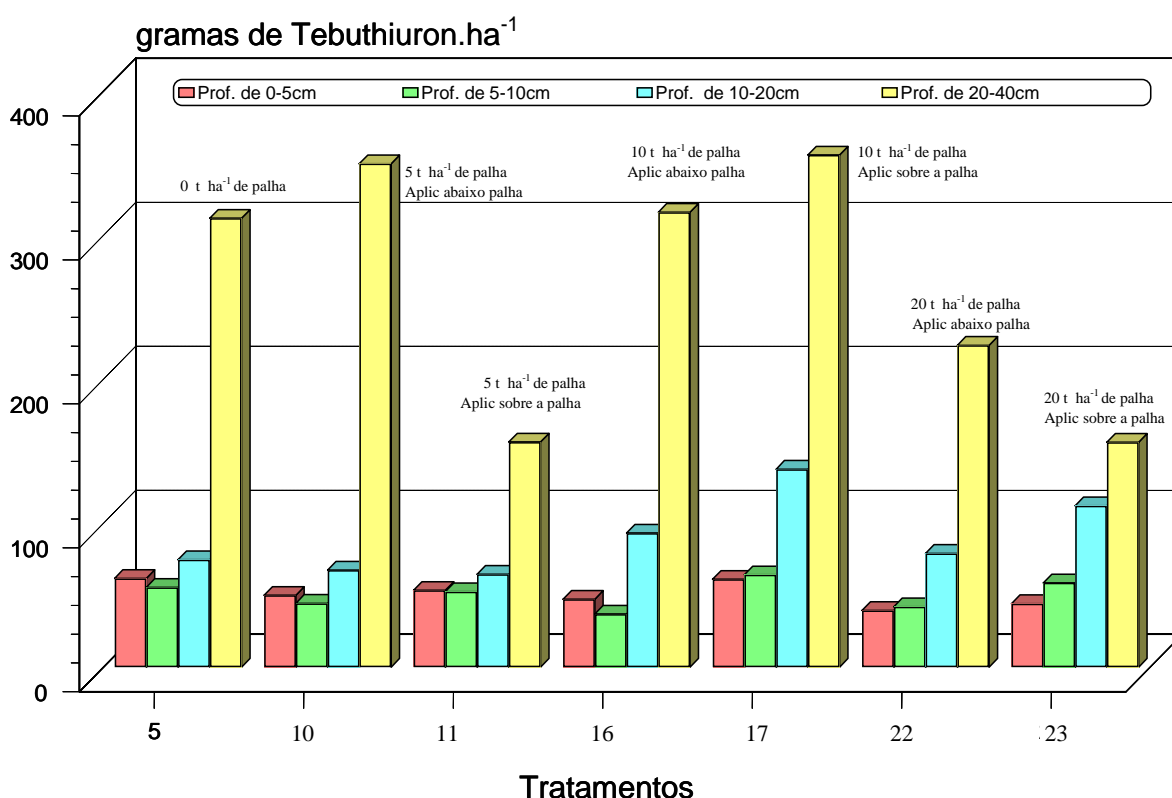


**Figura 23.** Percentagem média da dose aplicada que atingiu as unidades experimentais com palha e solo.

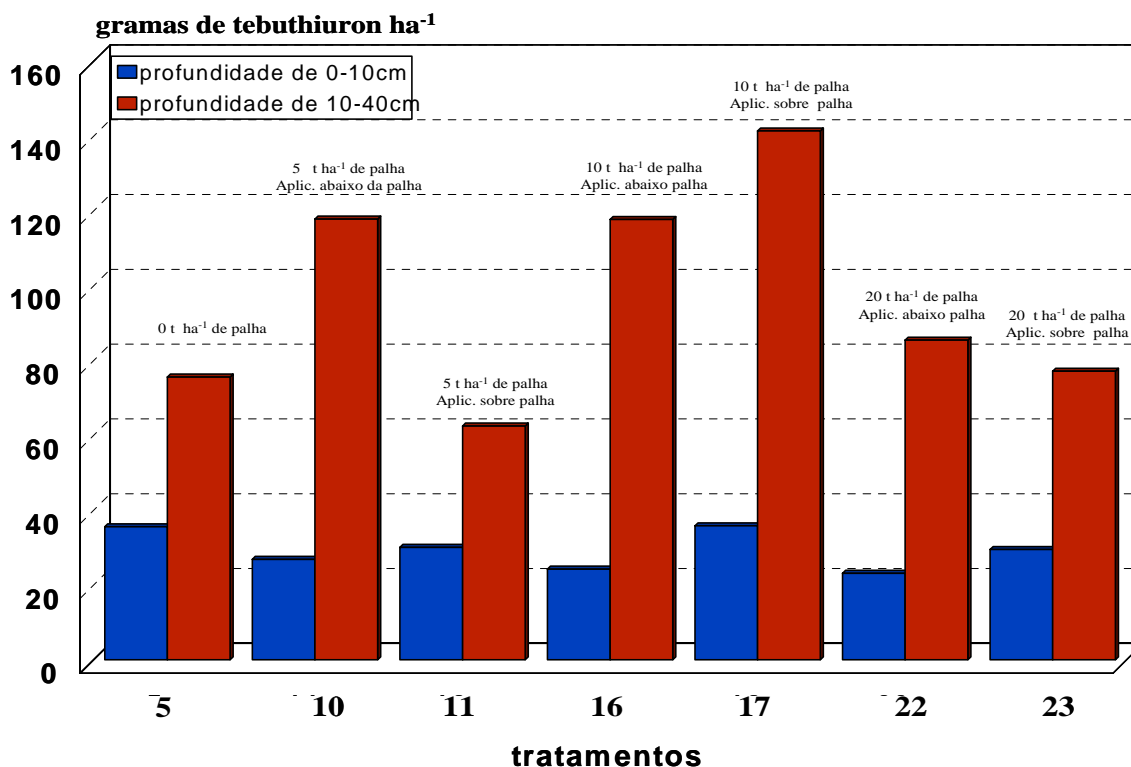
Portanto a quantidade do herbicida que atingiu as unidades experimentais foi, em média, 82,20 % do total presente na calda de aplicação, preparada como descrito no material e métodos. Essa porcentagem encontra-se próxima a encontrada por Negrisoni et al. (2005), os quais estudando a deposição do herbicida tebuthiuron encontraram uma porcentagem de deposição do produto de 77%. Uma possível explicação para este fato pode estar na não deposição de todas as gotas produzidas pelos bicos imediatamente após a aplicação, ficando uma porcentagem delas ainda em suspensão no ar.

### 6.3. Comportamento do produto no perfil do solo

A distribuição do herbicida no perfil do solo da área experimental, nas diferentes amostras aos 100 DAA, é apresentada na Figura 24. Após a observação destes resultados, os valores obtidos para as profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm foram somadas e comparadas à soma das quantidades obtidas para as profundidades de 10 a 20 e 20 a 40 cm podendo assim, avaliar a quantidade de produto nas camadas de 0 a 10 e 10 a 40 cm de profundidade. Estabelecida esta comparação, verifica-se que de tebuthiuron presente na camada superficial (0-10 cm), onde normalmente ocorre a germinação de sementes de plantas daninhas, é inferior aquelas encontrada na camada mais profunda (10-40 cm), sendo os valores obtidos apresentados na Figura 25.



**Figura 24.** Comportamento do produto no perfil do solo, após 100 DAA.



**Figura 25.** Comportamento do produto no perfil do solo, após 100 DAA, nas profundidades de 0-10 e 10-40 cm.

Nas condições em que foi realizado este trabalho pode-se notar que quando o tebuthiuron foi aplicado sobre o solo sem cobertura de palha (tratamento 5), as profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm não apresentaram uma variação muito significativa na quantidade de produto encontrado; porém, quando se analisou a profundidade de 20 a 40 cm, observa-se que a quantidade de produto encontrada foi muito superior as demais, em torno de 31 %, em relação ao total encontrado no perfil do solo. Já nos demais tratamentos onde a palha foi adicionada logo após a aplicação ou quando a mesma foi realizada diretamente sobre a palha, normalmente foram observadas quantidades crescentes de produto, conforme se aumentava a profundidade amostrada, sendo que as maiores quantidades de produto sempre estiveram na profundidade de 20 a 40 cm. No intervalo entre a aplicação e a coleta da amostras no perfil do solo, a precipitação acumulada foi de 563,5 mm, o que

explica a lixiviação do herbicida para camadas mais profundas e a minimização dos possíveis efeitos das diferentes quantidades de palha sobre o solo, já que muitos trabalhos mostram que o tebuthiuron apresenta baixa capacidade de adsorção em solos pobres em M.O. e alto grau de persistência Matallo et al (2005).

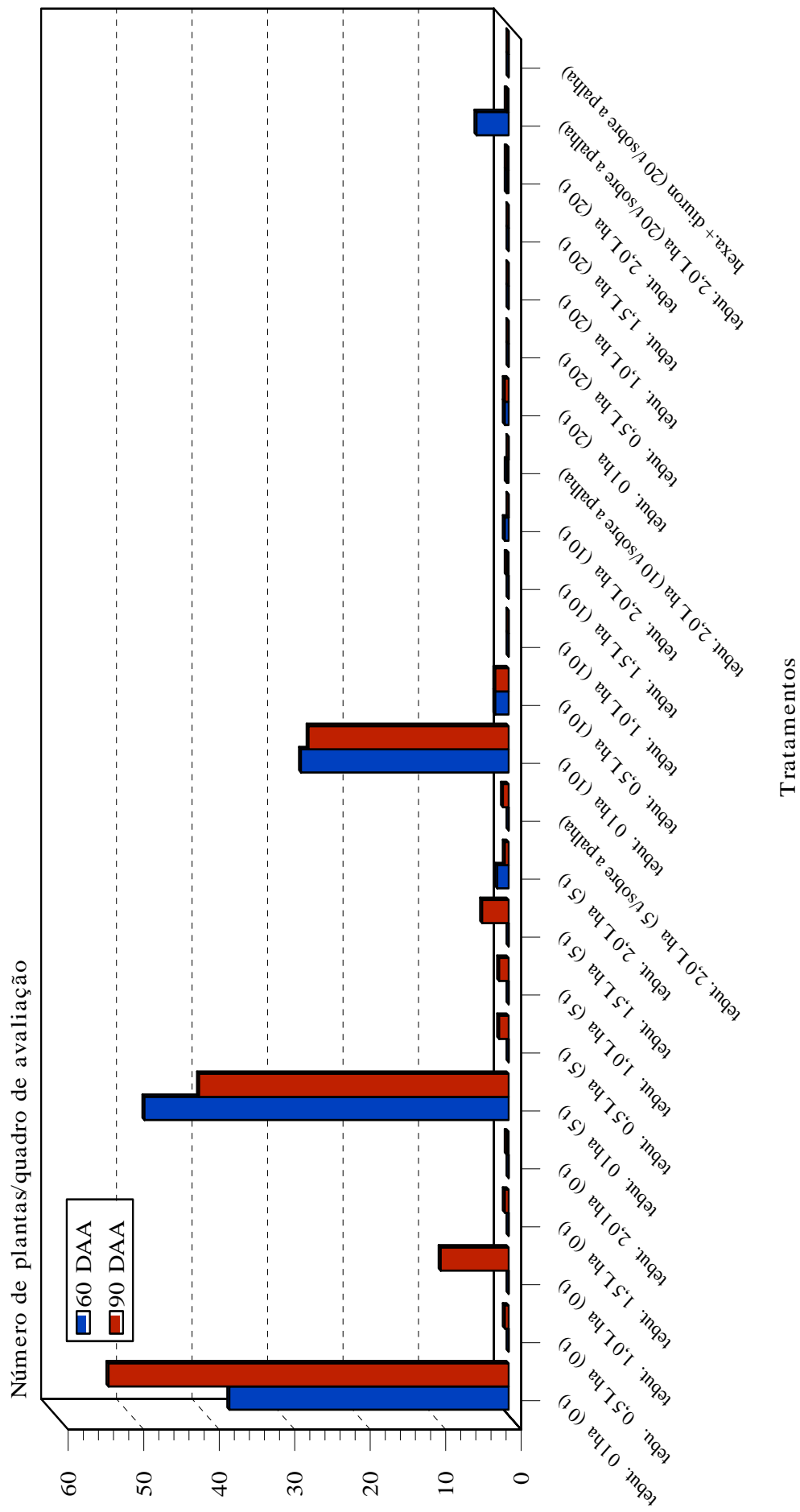
A adsorção dos herbicidas às partículas do solo é um processo chave na dinâmica desses compostos, pois está diretamente relacionado com: translocação, persistência, mobilidade e bioatividade dos compostos nos solos e plantas ali presentes. Sendo que a sua ocorrência pode variar em função das diferentes propriedades físicas e químicas dos solos, tais como conteúdo de carbono orgânico, pH, quantidade e tipos de argilas. O solo da área apresenta textura média e com teor de M.O. de 1,3 e 1,1 %, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente. É fundamental dar continuidade ao trabalho de avaliação de dinâmica do herbicida no solo para referenciar análises de sua eficácia no sistema de cana-crua.

#### **6.4. Comportamento das diferentes espécies de plantas daninhas.**

Quanto à emergência de plântulas, os diferentes tratamentos utilizados 0; 5; 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> de palha, com 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 L ha<sup>-1</sup>, resultaram em distintos padrões de emergência das espécies de plantas daninhas utilizadas.

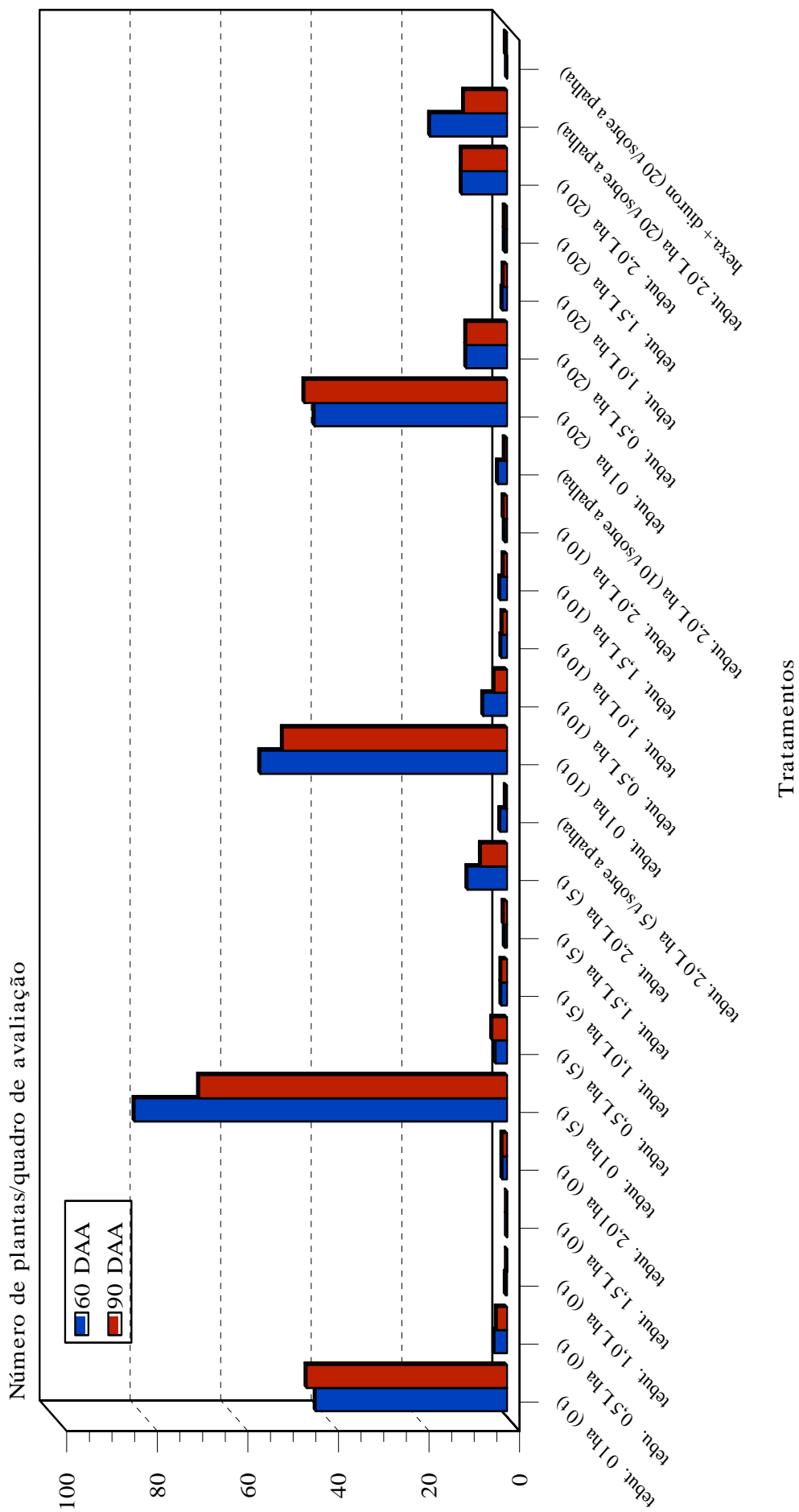
As espécies *S. rhombifolia*, *E. heterophylla* e *B. pilosa* apresentaram respostas semelhantes, quanto à emergência de plantas (Figura 26, 27 e 28), observa-se que não houve restrição na emergência em função das quantidades de palha utilizadas, fato este, observado principalmente para a segunda espécie, até 20 t ha<sup>-1</sup> de palha.

A aplicação do tebuthiuron em solo sem cobertura controlou as plantas independentes da dose utilizada. Nos tratamentos com 5; 10 e 20 t ocorreu uma interceptação do produto pela palha, aumentando o número de plantas germinadas, mesmo assim, o tebuthiuron mostrou-se fundamental para atingir um nível de controle adequado.

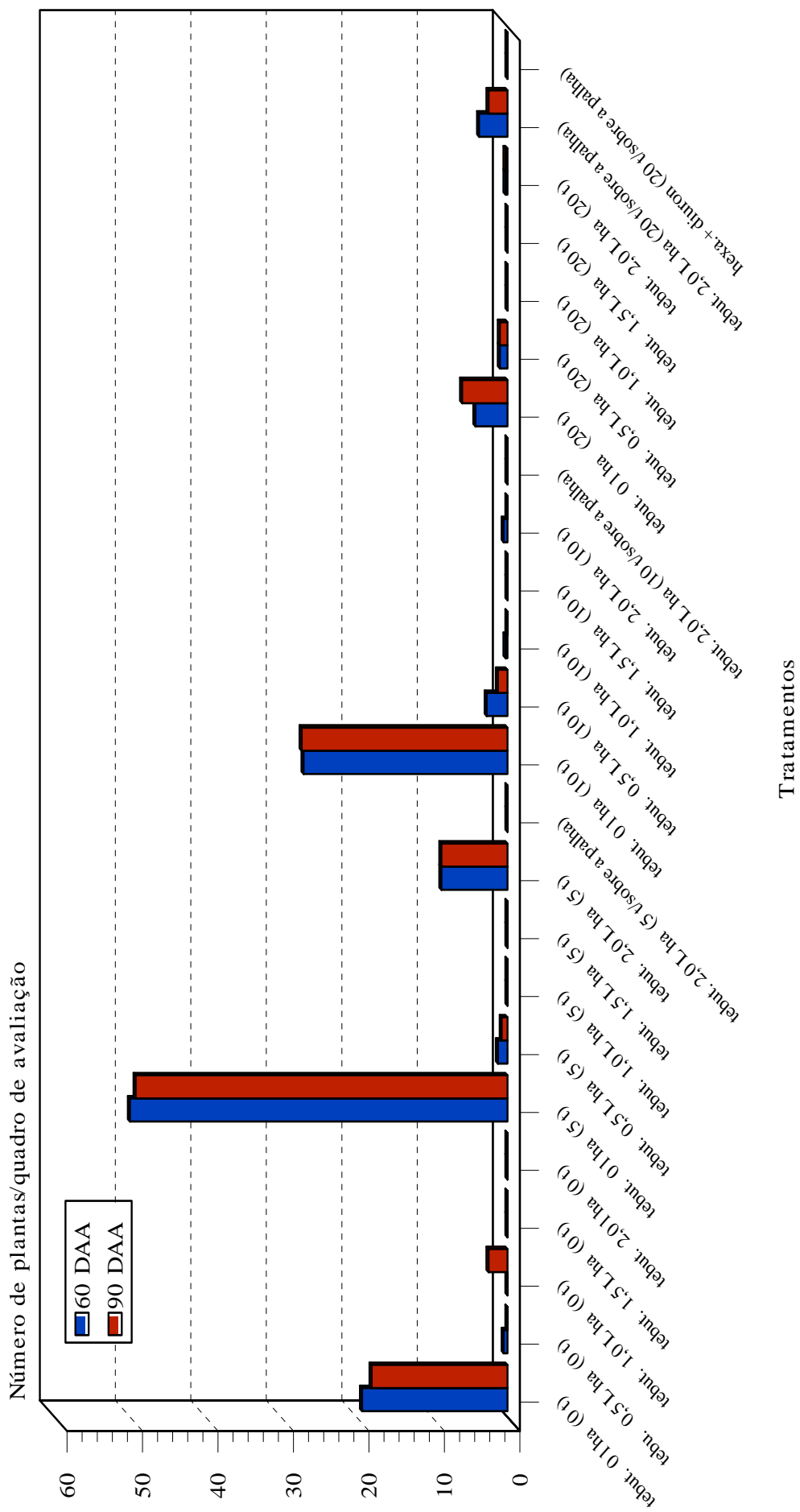


**Figura 26.** Densidade populacional da espécie *Sida rhombifolia* L. (guaxuma) aos 60 e 90 DAA (dias após aplicação). Bocaina, SP. 2003.





**Figura 27.** Densidade populacional da espécie *Euphorbia heterophylla* L. (amendoim-bravo), aos 60 e 90 DAA, Bocaina-SP, 2003.

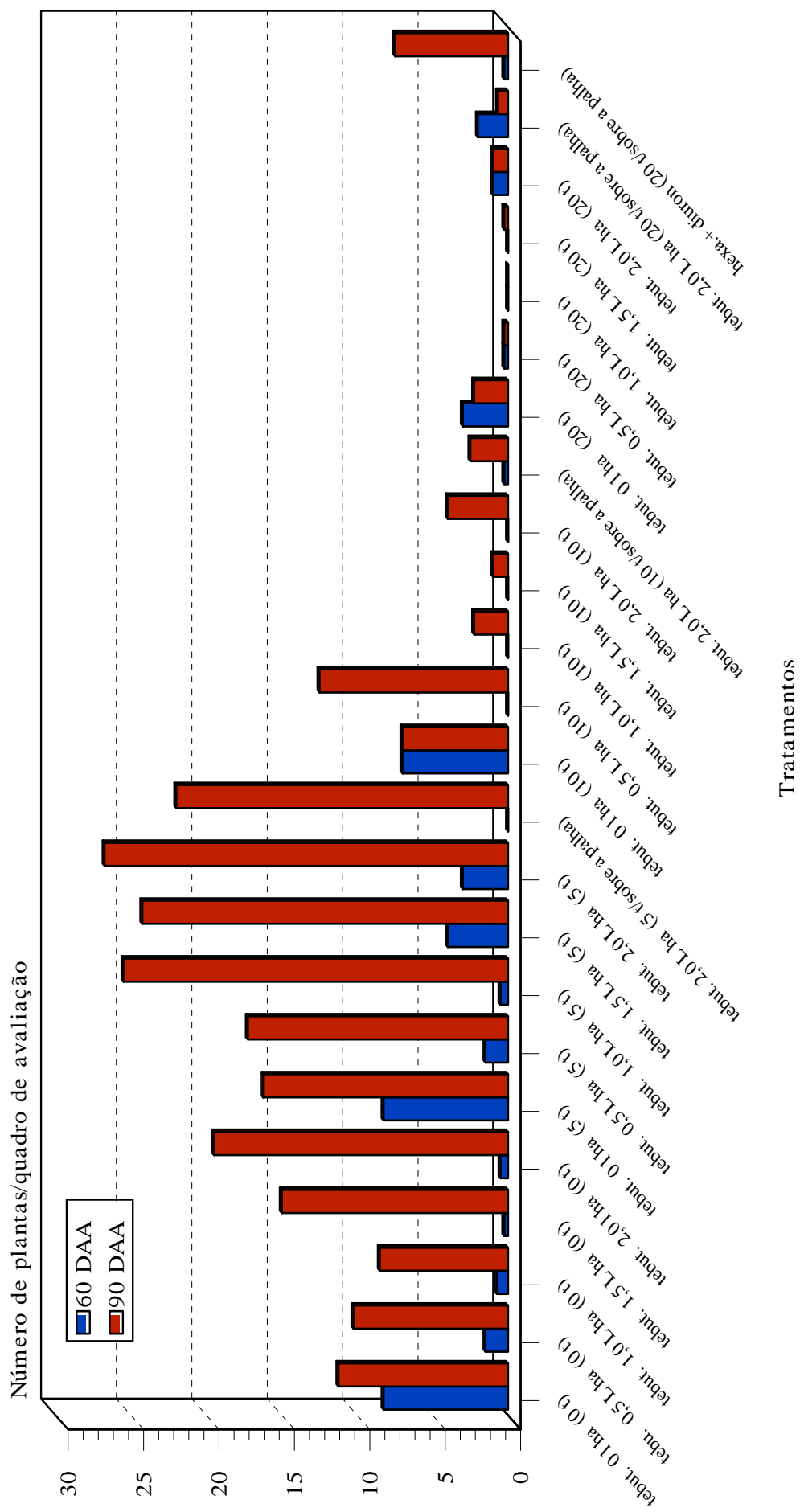


**Figura 28.** Densidade populacional da espécie *Bidens pilosa* L. (pição-preto), aos 60 e 90 DAA. Bocaina, SP, 2003.

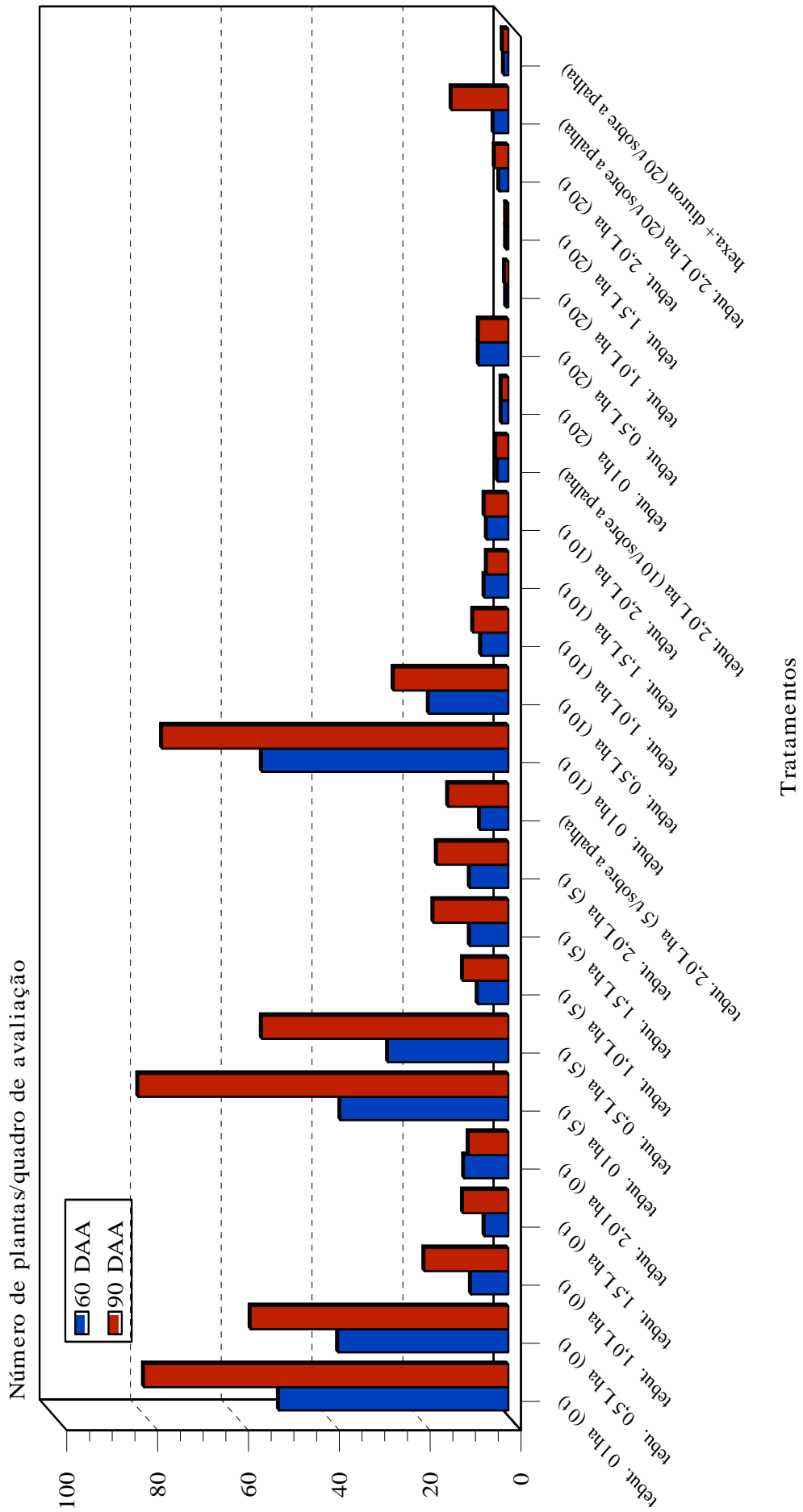
Para a espécie de *I. grandifolia*, os melhores índices de controle foram verificados quando o tebuthiuron foi aplicado sobre 20 t ha<sup>-1</sup> de palha. Esse comportamento pode ser atribuído a um possível efeito combinado da palha e do produto aplicado (Figura 29). Na avaliação de 90 DAA, foi observado um maior “fluxo de germinação”, indicando um menor efeito residual do produto para esta espécie. Este fato foi observado principalmente para 0 e 5 t ha<sup>-1</sup> de palha.

As plantas daninhas *B. decumbens* e *C. echinatus*, apresentaram comportamento semelhante na ausência de palha e com 5 e 10 t ha<sup>-1</sup> de palha, no qual somente a dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> não apresentou controle satisfatório destas espécies (Figura 30 e 31). As demais doses utilizadas apresentaram controle adequado em todas as quantidades de palha utilizadas, principalmente 20 t ha<sup>-1</sup> de palha, portanto, quando ocorreu um acréscimo nas doses, o número de plantas daninhas diminuiu independente da quantidade de palha testada.

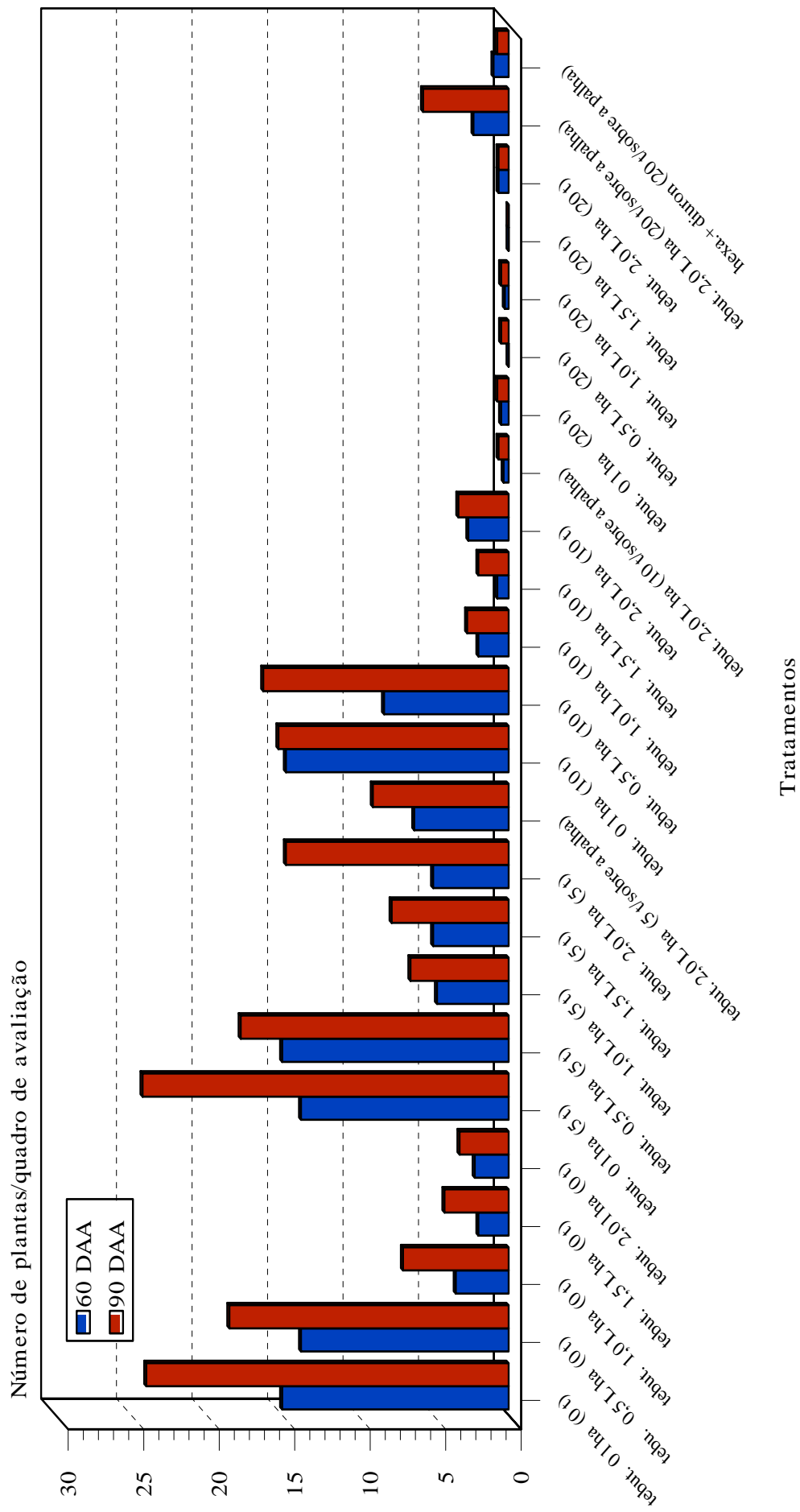
Considerando-se as espécies de *B. plantaginea*, *D. horizontalis*, *E. indica* e *P. maximum* (Figura 32, 33, 34 e 35), quanto à emergência, observou-se que nos tratamentos com palha e sem herbicida, o número de plantas foi reduzido com o aumento da quantidade de palha, sendo este comportamento menos intenso para *B. plantaginea*. A aplicação do tebuthiuron em qualquer dose levou a uma redução maior no número de plantas quando comparado aos tratamentos sem produto. Os melhores índices de controle foram obtidos quando se acrescentou às parcelas com 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> de palha, o tebuthiuron nas doses de 1; 1,5 e 2 L ha<sup>-1</sup>. A exceção de *P. maximum*, onde esse efeito foi somente intensificado nas parcelas com 20 t ha<sup>-1</sup> de palha.



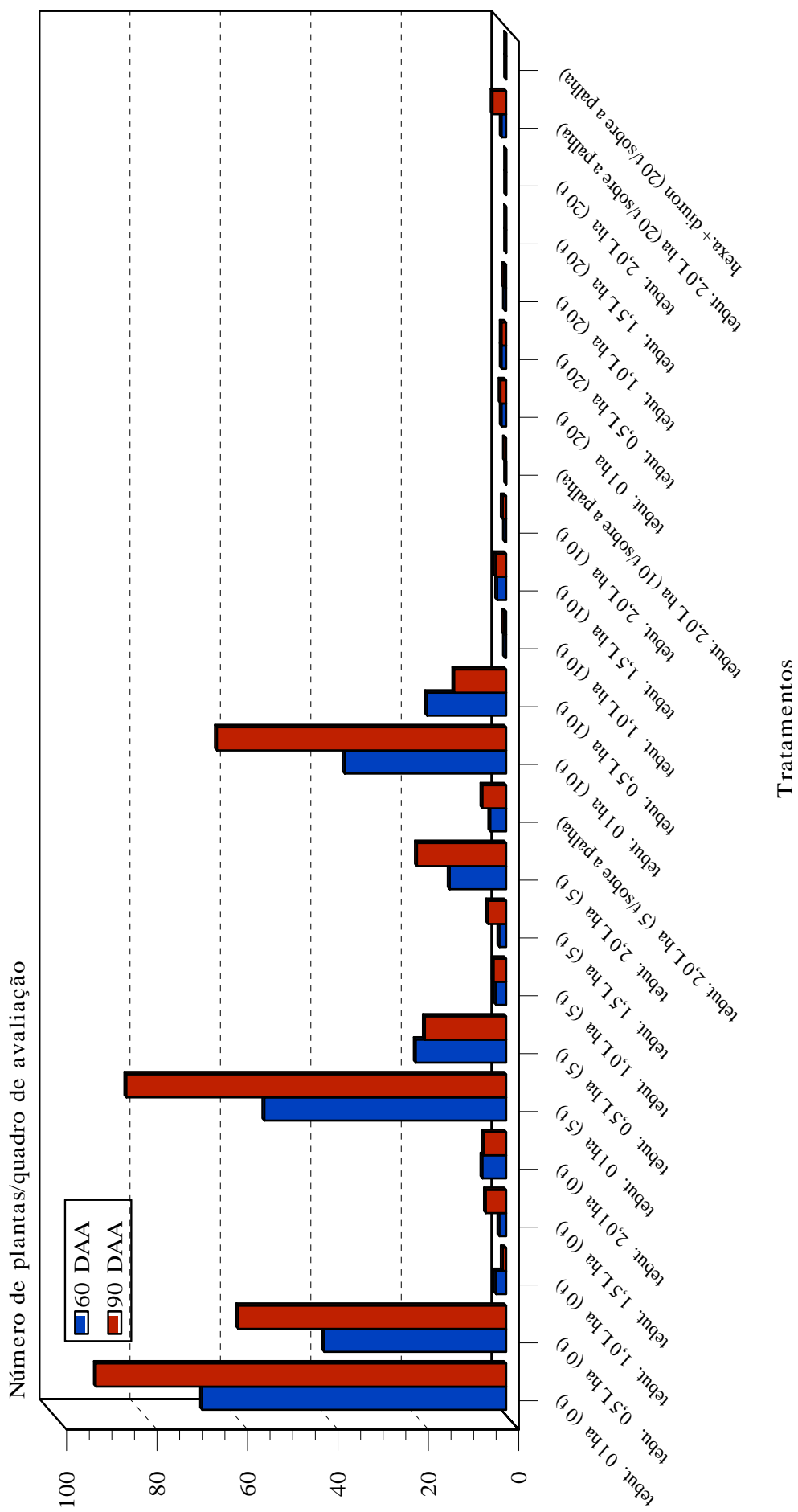
**Figura 29.** Densidade populacional da espécie *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O' Donell. (corda-de-violola), aos 60 e 90 DAA. Bocaina, SP. 2003.



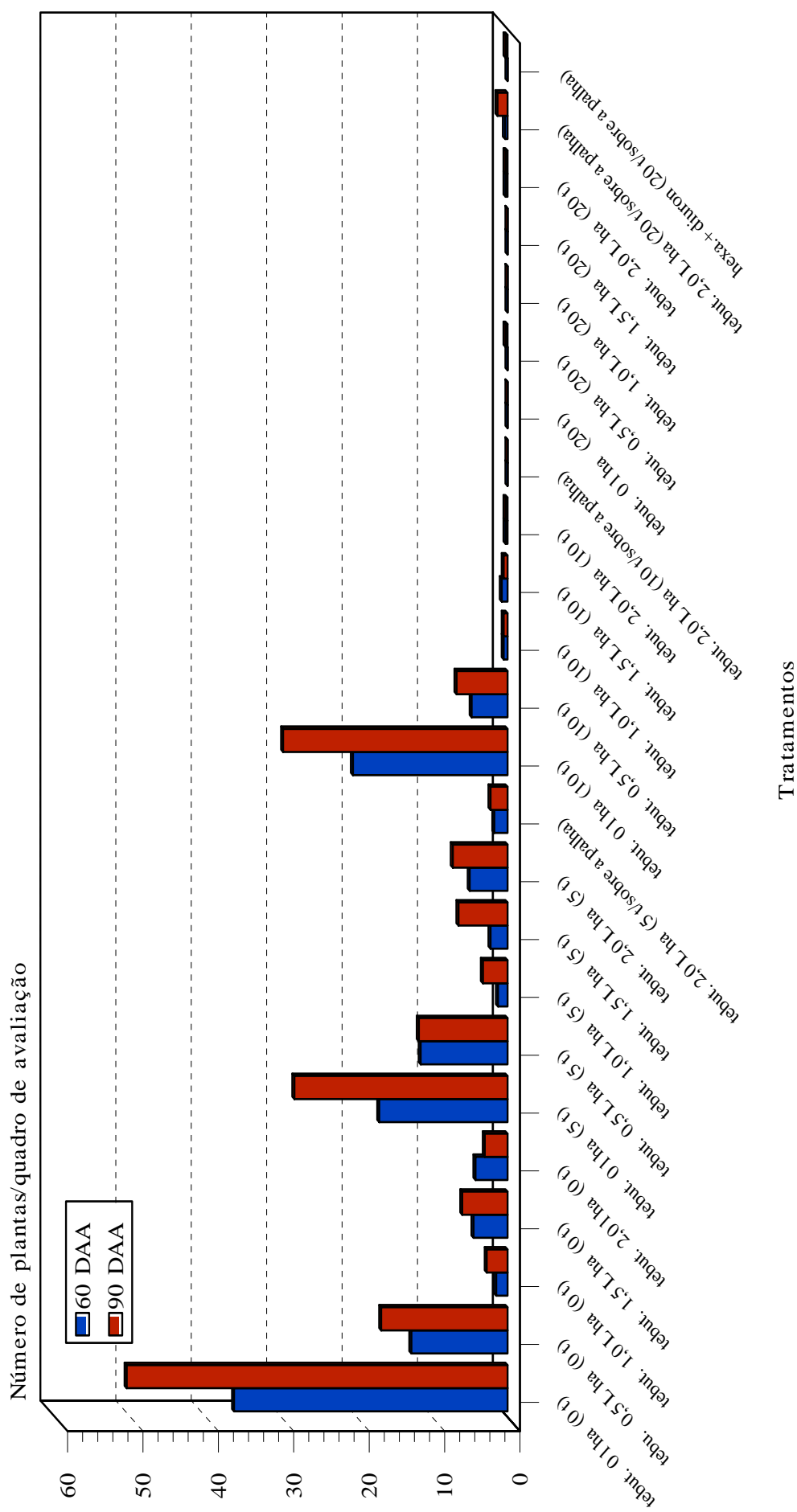
**Figura 30.** Densidade populacional da espécie *Brachiaria decumbens* Satpf. (capim-braquiária), aos 60 e 90 DAA. Bocaina, SP. 2003.



**Figura 31.** Densidade populacional da espécie *Chenchrus echinatus* L. (capim-carrapicho), aos 60 e 90 DAA. Bocaina, SP, 2003.

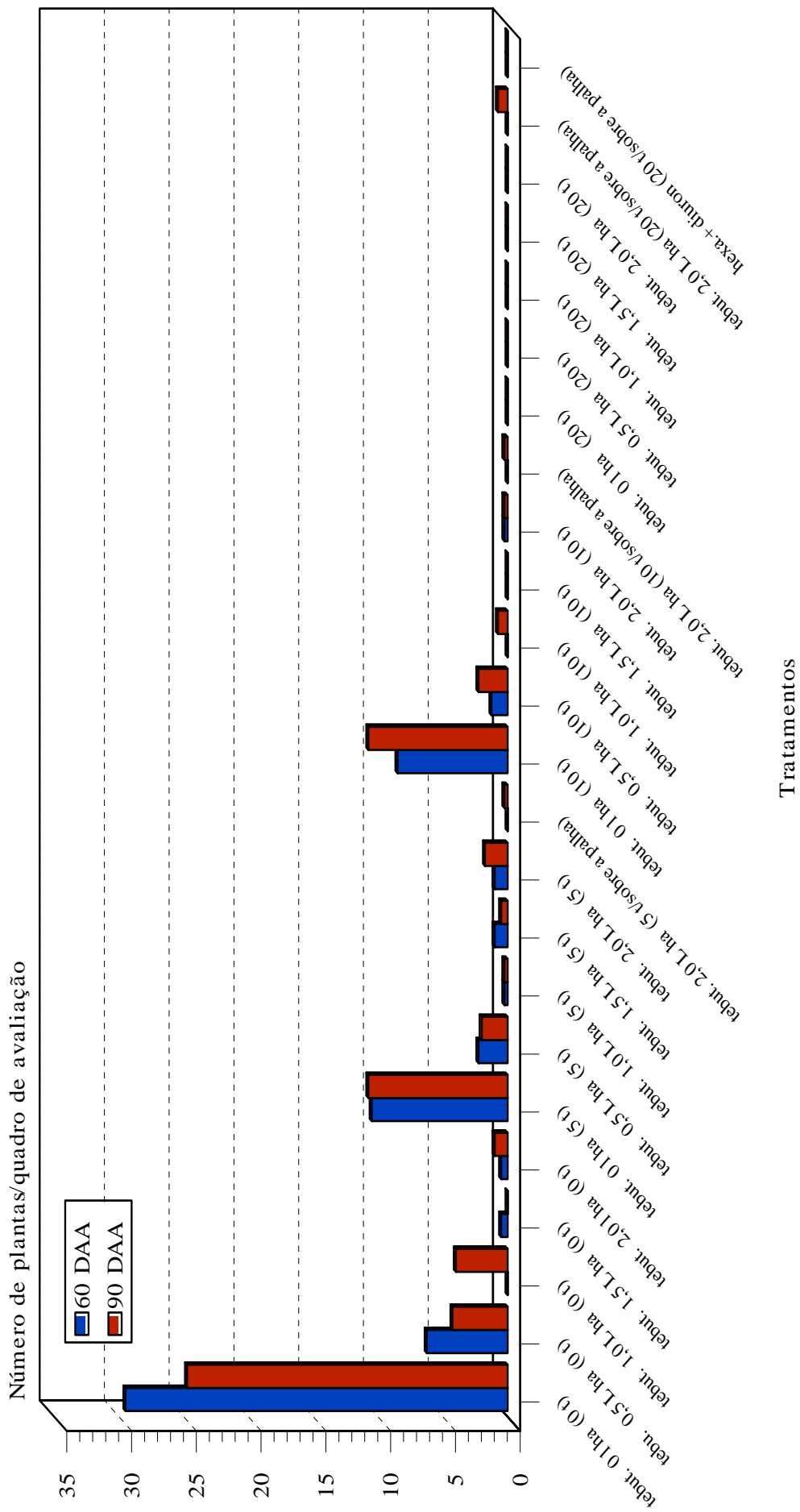


**Figura 32.** Densidade populacional da espécie *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (capim-braquiária), aos 60 e 90 DAA. Bocaina, SP. 2003.

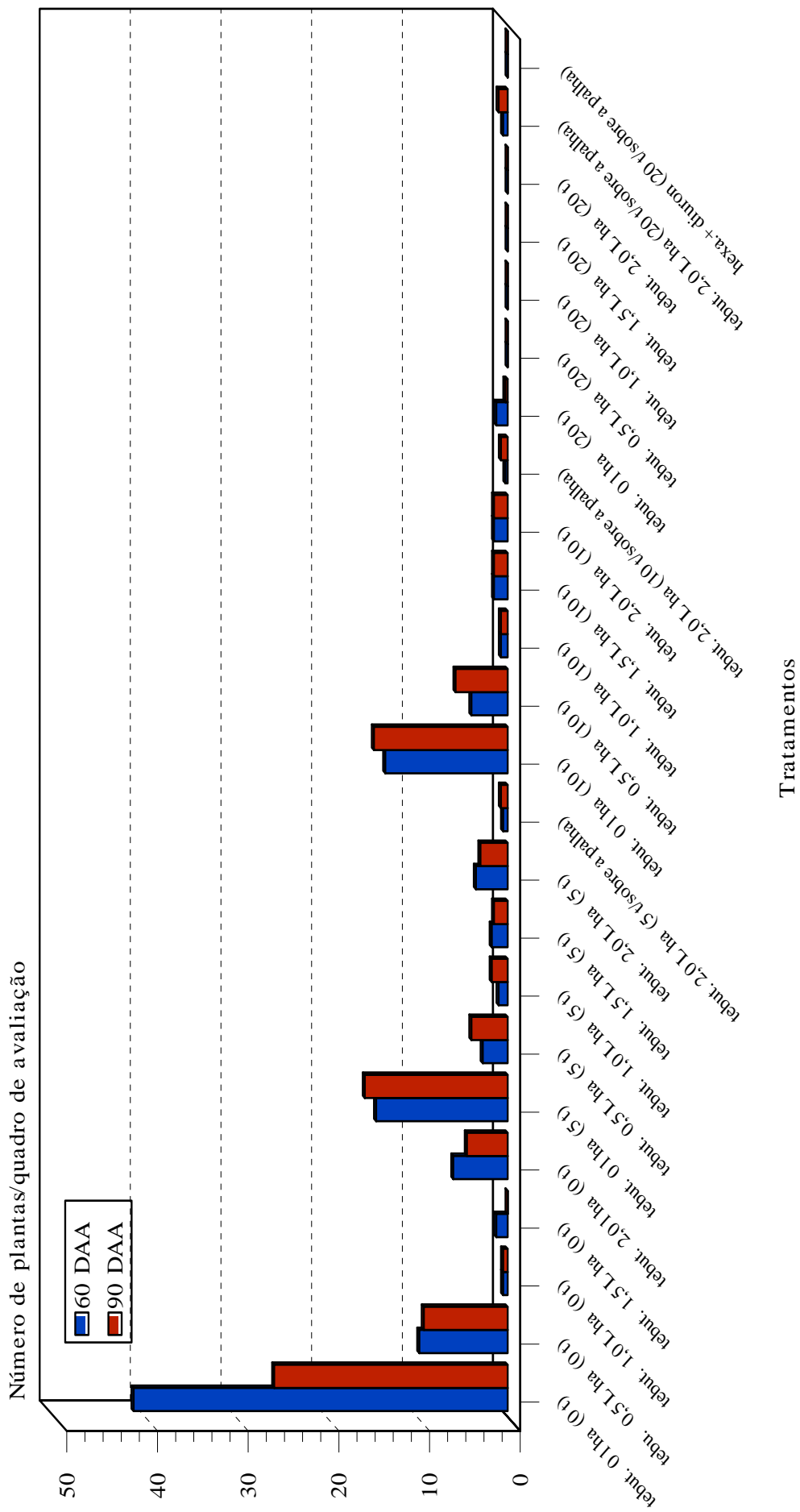


**Figura 33.** Densidade populacional da espécie *Digitaria horizontalis* Willd. (capim-colchão), aos 60 e 90. Bocaina, SP. 2003.





**Figura 34.** Densidade populacional da espécie *Eleusine indica* (L.) Garetn. (capim-pé-de-galinha), aos 60 e 90 DAA. Bocaina, SP. 2003.



**Figura 35.** Densidade populacional da espécie *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião), aos 60 e 90 DAA. Bocaina-SP.2003.

Outro tratamento realizado foi aplicação da mistura comercial de hexazinona+diuron na dose de 2,0 Kg ha<sup>-1</sup>. Este herbicida apresentou um eficiente controle das espécies de plantas daninhas estudadas. Este efeito pode ser comparado ao efeito combinado observado para tebuthiuron nas doses de 1, 1,5 e 2 L ha<sup>-1</sup> sobre 20 t ha<sup>-1</sup> de palha.

Deve ser ressaltado que, para uma melhor lixiviação do produto aplicado sobre a palha é de suma importância a primeira precipitação, considerando-se o intervalo de tempo entre precipitação e a aplicação e o volume da precipitação. Neste experimento, a primeira chuva ocorreu 16 DAA, com 5 mm distribuídos em 3 dias. Aos 19 DAA ocorreu uma chuva de 25 mm. As condições de precipitação podem ser consideradas críticas em termos de eficácia do tebuthiuron. Pesquisas anteriores realizado por Tofoli, (2004), indicam que a duração do intervalo inicial sem chuva intensifica a ligação do produto à palha. Adicionalmente, a precipitação inicial de apenas 5mm também tem grande potencial de indisponibilização do herbicida, embora este valor de precipitação inicial não tenha sido testado anteriormente. Mesmo em condições críticas, as concentrações de tebuthiuron na camada superficial de solo foram similares nos tratamentos com e sem palha, além de terem sido altos os níveis de controle da maioria das espécies de plantas daninhas no tratamento com aplicação da dose integral de tebuthiuron sobre a palha.

Para os meses de novembro e dezembro de 2002 e janeiro de 2003 o regime pluviométrico observado apresentou maiores volumes de precipitações e melhores distribuições ao longo dos meses quando comparado ao mês de outubro de 2002.

## **6.5. Comportamento das características biométricas**

Os valores obtidos para as características biométricas, número de perfilhos por metro e comprimento médio de colmos são apresentados na Tabela 15.

**Tabela 15.** Avaliação de números de colmos por metro (duas linhas centrais) e comprimento médio de colmos (20 plantas/ parcela), aos 196 DAA. Bocaina-SP-2003.

| Tratamentos   | Número de colmos por metro | Comprimento médio de colmos |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| <b>Testemunha (sem aplicação - 0 t ha<sup>-1</sup> de palha)</b>      | <b>9,2 a</b>               | <b>1,492 a</b>              |
| tebuthiuron 0,5 L ha <sup>-1</sup> (0 t)                              | 8,8 a                      | 1,480 a                     |
| tebuthiuron 1,0 L ha <sup>-1</sup> (0 t)                              | 8,4 a                      | 1,537 a                     |
| tebuthiuron 1,5 L ha <sup>-1</sup> (0 t)                              | 9,3 a                      | 1,517 a                     |
| tebuthiuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (0 t)                              | 9,3 a                      | <b>1,557 a</b>              |
| <b>Testemunha (sem aplicação - 5 t ha<sup>-1</sup> de palha)</b>      | <b>8,3 b</b>               | <b>1,347 b</b>              |
| tebuthiuron 0,5 L ha <sup>-1</sup> (5 t)                              | 8,8 a                      | 1,417 ab                    |
| tebuthiuron 1,0 L ha <sup>-1</sup> (5 t)                              | 8,9 a                      | 1,462 a                     |
| tebuthiuron 1,5 L ha <sup>-1</sup> (5 t)                              | 9,3 a                      | <b>1,425 ab</b>             |
| tebuthiuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (5 t)                              | 8,5 a                      | 1,357 b                     |
| tebuthiuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (5 t - aplic/sobre a palha)        | 8,5 a                      | 1,327 b                     |
| <b>Testemunha (sem aplicação - 10 t ha<sup>-1</sup> de palha)</b>     | <b>8,9 a</b>               | <b>1,437 a</b>              |
| tebuthiuron 0,5 L ha <sup>-1</sup> (10 t)                             | 8,2 a                      | 1,415 ab                    |
| tebuthiuron 1,0 L ha <sup>-1</sup> (10 t)                             | 8,8 a                      | 1,332 b                     |
| tebuthiuron 1,5 L ha <sup>-1</sup> (10 t)                             | 8,3 a                      | 1,357 ab                    |
| tebuthiuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (10 t)                             | 8,2 a                      | 1,372 ab                    |
| tebuthiuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (10 t - aplic/sobre a palha)       | 9,0 a                      | 1,35 ab                     |
| <b>Testemunha (sem aplicação - 20 t ha<sup>-1</sup> de palha)</b>     | <b>7,3 b</b>               | <b>1,255 ab</b>             |
| tebuthiuron 0,5 L ha <sup>-1</sup> (20 t)                             | 8,7 a                      | 1,26 ab                     |
| tebuthiuron 1,0 L ha <sup>-1</sup> (20 t)                             | 8,2 ab                     | 1,215 b                     |
| tebuthiuron 1,5 L ha <sup>-1</sup> (20 t)                             | 7,3 b                      | 1,215 b                     |
| tebuthiuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (20 t)                             | 7,9 ab                     | 1,262 ab                    |
| tebuthiuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (20 t - aplic/sobre a palha)       | 7,5 ab                     | 1,307 ab                    |
| hexazinona+diuron 2,0 L ha <sup>-1</sup> (20 t - aplic/sobre a palha) | 8,5 a                      | 1,352 a                     |
| <b>F tratamento</b>   | <b>1,75 *</b>              | <b>7,20 **</b>              |
| <b>F bloco</b>  | <b>13,48 **</b>            | <b>25,18 **</b>             |
| <b>C. V. (%)</b>  | <b>10,33</b>               | <b>5,35</b>                 |
| <b>D.M.S. (ton ha<sup>-1</sup>)</b>                                   | <b>1,238</b>               | <b>0,103</b>                |

(\*\*) significância ao nível de 1% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra para cada diferentes quantidades de palha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste t a 5% de probabilidade.

A análise dos resultados indica que não houve efeito prejudicial dos herbicidas e doses avaliadas sobre o número e comprimento médio dos colmos de cana-de-açúcar aos 196 DAA. Contudo deve ser destacada a intensa redução dos valores destas características na maior quantidade de palha. Valores inferiores aos observados na testemunha sem palha, também foram verificadas nas parcelas com 5 ou 10 t ha<sup>-1</sup> de palha.

O fato da maior quantidade de palha ter reduzido tanto o perfilhamento quanto o comprimento de colmos, indica uma possível participação de compostos alelopáticos na limitação de crescimento da cultura, uma vez que reduções iniciais de perfilhamento, resultantes de processos físicos (redução da quantidade de luz e temperatura), deveriam estar associados a maiores comprimentos médios de colmos. Essas hipóteses devem ser melhor avaliadas em futuros trabalhos.

#### **6.6. Eficácia do herbicida tebuthiuron em condições de casa de vegetação.**

Nas Figuras 36, 37 e 38 são apresentadas as porcentagens de controle de *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *B. decumbens* pelo herbicida tebuthiuron.

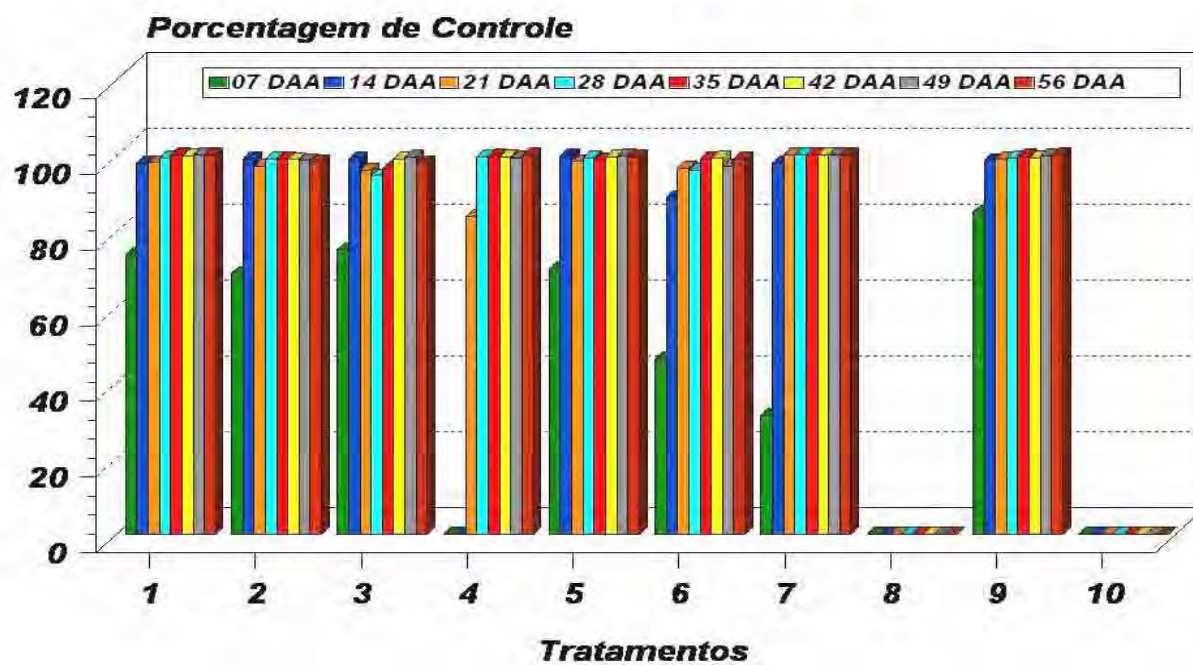


Figura 36. Porcentagem de controle de *Ipomoea grandifolia*.

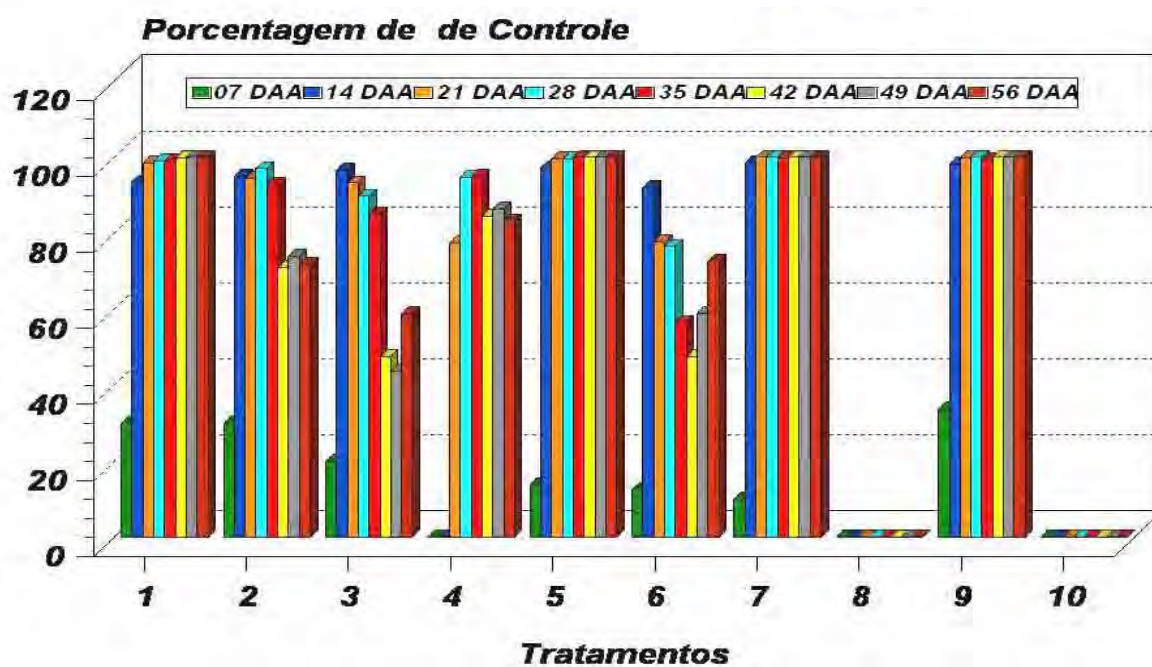
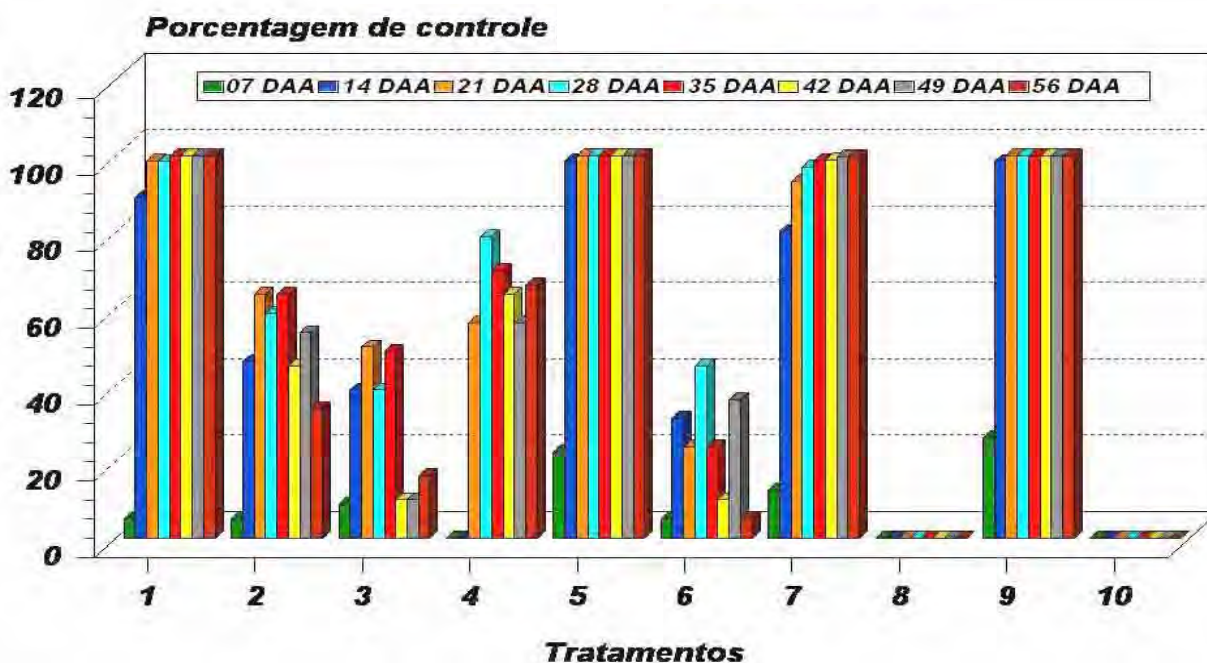


Figura 37. Porcentagem de controle de *Brachiaria plantaginea*.



**Figura 38.** Porcentagem de controle de *Brachiaria decumbens*.

As porcentagens de controle foram correlacionadas com a Escala de notas ALAM (1974), apresentadas no material e métodos, que atribui grau de controle para cada porcentagem adquirida nas avaliações. Nas Tabelas 16, 17 e 18, estão apresentadas as porcentagens médias de controle e suas respectivas notas, para as espécies estudadas nos diferentes dias de avaliação.

Na figura 36 e na Tabela 16, pode-se observar que as porcentagens e notas de controle de tebuthiuron sobre *Ipomoea grandifolia*. Aos 14 DAA, somente o tratamento onde o herbicida foi aplicado diretamente no solo e recebeu uma camada de palha de 5 t ha<sup>-1</sup>, apresentou nota 5 (muito bom), para os demais tratamentos o controle foi excelente (nota 6). Os sintomas de intoxicação foram observados logo aos 7 DAA em todos os tratamentos.

A condição de aplicação do herbicida aplicado sobre a palha recebendo uma chuva de 30 mm (tratamento 1) e a condição de aplicação sobre a palha, sem

chuva após a aplicação (tratamento 2), proporcionou um controle excelente (nota 6; 97,75 %; nota 6; 99 %, respectivamente) aos 14 DAA, mantendo esse padrão de comportamento até o final das avaliações (56 DAA). Para o tratamento 3, com aplicação de orvalho diário, observou-se um excelente controle (nota 6) já aos 14 DAA.

O tratamento 4 aplicado em pós-emergência das planta daninha (2-4 folhas), aos 18 dias após a aplicação dos demais tratamentos, demonstrou um controle de 83,75 % já aos 21 DAA (3 DAA em pós), havendo uma evolução dos sintomas de intoxicação chegando a um controle excelente (nota 6) aos 28 DAA (10 DAA em pós), proporcionando 100 % de controle até os 56 DAA (38 DAA em pós). Para o tratamento 5, em que após a chuva, foi aplicado o produto e em seguida o vaso foi coberto com a palha, observou-se um excelente controle (nota 6) já aos 14 DAA. No tratamento 6, onde o tebuthiuron foi aplicado em palha úmida, o controle também aumentou no decorrer da condução do ensaio, chegando a muito bom (nota 5; 88,75 %) aos 14 DAA, excelente dos 21 aos 56 DAA (nota 6).

Para *Brachiaria plantaginea* (Figura 37 e Tabela 17), os melhores resultados ocorreram quando o herbicida foi aplicado diretamente no solo, recebendo ou não uma camada de 5 t ha<sup>-1</sup> de palha sobre o solo e os tratamentos onde o herbicida foi aplicado sobre a palha recebendo uma chuva de 2,5 mm ou 30 mm após a aplicação. A condição de aplicação sobre a palha e sem chuva após a aplicação, chegou a proporcionar um controle excelente (nota 6) dos 14 aos 35 DAA, porém aos 42, 49 e 56 DAA chegou a bom (nota 4; 71, 74 e 71,75 %, respectivamente). Já para o tratamento 3 com aplicação diária de orvalho sobre a palha, chegou a proporcionar um controle excelente (nota 6) dos 14 aos 35 DAA, sendo que a partir desse período a eficácia diminuiu, chegando a (nota 2; 58,75 %) aos 56 DAA.

No tratamento 6, onde se aplicou tebuthiuron em palha úmida, o controle foi de 92 % (excelente aos 14 DAA), mas a partir desse período o controle foi decrescendo chegando a regular dos 35 aos 49 DAA, porém aumentando para bom (nota 4; 72,50 %, aos 56 DAA). Para a condição de aplicação em pós-emergência da planta daninha (tratamento 4), aos 18 DAA dos demais tratamentos, demonstrou um controle de 77,50 % aos 21 DAA (3 DAA em pós) sobre a *Brachiaria plantaginea*, havendo um incremento no controle que passou a excelente (94,75 e 95,0 %; nota 6) aos 28 e 35 DAA (10 e 17 DAA em



pós), porém dos 42 até aos 56 DAA (24, 31 e 38 DAA em pós) ocorreu uma queda no controle para muito bom (nota 5).

Para *Brachiaria decumbens* (Figura 38 e Tabela 18), os melhores tratamentos observados foram aqueles em que o herbicida foi aplicado diretamente no solo, recebendo ou não uma camada de palha de 5 t ha<sup>-1</sup> sobre o solo e o tratamento onde o herbicida foi aplicado sobre a palha recebendo uma chuva de 2,5 mm ou 30 mm após a aplicação. Estes tratamentos apresentaram excelente controle (nota 6) aos 21 DAA, permanecendo inalterado até a última avaliação aos 56DAA, destacando-se onde o herbicida foi aplicado diretamente no solo, recebendo ou não uma camada de palha de 5 t ha<sup>-1</sup> sobre o solo, que aos 14 DAA, apresentaram um excelente controle (nota 6).

Para a condição de aplicação em pós-emergência da planta daninha (tratamento 4), aos 18 DAA dos demais tratamentos, demonstrou um controle regular de 56,25 % aos 21 DAA (3 DAA em pós) sobre a *Brachiaria plantaginea*, havendo um incremento no mesmo, que passou a bom (78,75 %; nota 4), aos 28 DAA (10 DAA em pós), porém dos 35 até aos 56 DAA (17 e 38 DAA em pós) ocorreu uma queda no controle para suficiente (nota 3).

Os tratamentos 2, com aplicação sobre a palha e sem chuva; 3, com orvalho diário e 6, com palha úmida e aplicação, foram os que proporcionaram os menores índices de controles pelo tebuthiuron sobre *Brachiaria decumbens*, quando comparado aos demais tratamentos. As porcentagens máximas de controles para estes tratamentos foram 63,75 % (nota 3 - suficiente) dos 21 aos 35 DAA para o tratamento 2; 50 % (nota 2 - regular) aos 21 DAA para o tratamento 3 e 45 % (nota 2 - regular) aos 28 DAA para o tratamento 6.

Independente da planta daninha estudada, os tratamentos onde o herbicida foi aplicado sobre a palha recebendo uma chuva de 2,5 mm ou 30 mm após a aplicação e no qual o herbicida foi aplicado diretamente no solo, recebendo ou não uma camada de palha de 5 t ha<sup>-1</sup> sobre o solo foram os que apresentaram melhores porcentagens médias de controle aos 56 DAA, provavelmente por serem os tratamentos onde o herbicida tebuthiuron normalmente atingiu o solo, através da aplicação direta sobre o mesmo ou através da lixiviação deste herbicida pela simulação de chuva após sua aplicação. Estes resultados

demonstram a importância e a necessidade da ocorrência de chuva após a aplicação do herbicida sobre a palha, podendo lixiviar quantidade suficiente de tebuthiuron da palha para o solo. Estes resultados podem ser explicados ainda pela absorção preferencial de tebuthiuron via radicular.

**Tabela 16.** Porcentagem média e notas segundo a Escala da ALAM (1974) de controle de *Ipomoea grandifolia* pelo herbicida tebuthiuron aos 7 até 56 DAA.

| Tratamentos | 7 DAA | ALAM | 14 DAA | ALAM | 21 DAA | ALAM | 28 DAA | ALAM | 35 DAA | ALAM | 42 DAA | ALAM | 49 DAA | ALAM | 56 DAA | ALAM |
|-------------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| 1. PAC      | 73,75 | 4    | 97,75  | 6    | 98,00  | 6    | 99,25  | 6    | 100,00 | 6    | 99,75  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| 2. CPA      | 68,75 | 3    | 99,00  | 6    | 97,00  | 6    | 99,00  | 6    | 99,00  | 6    | 98,75  | 6    | 98,50  | 6    | 98,25  | 6    |
| 3. CPAO     | 75,00 | 4    | 99,00  | 6    | 96,00  | 6    | 94,50  | 6    | 96,50  | 6    | 99,00  | 6    | 99,50  | 6    | 98,00  | 6    |
| 4. CPA pós  | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 83,75  | 5    | 99,50  | 6    | 99,75  | 6    | 99,50  | 6    | 99,25  | 6    | 100,00 | 6    |
| 5. CAP      | 70,00 | 3    | 99,75  | 6    | 98,25  | 6    | 99,25  | 6    | 98,75  | 6    | 99,50  | 6    | 99,75  | 6    | 99,50  | 6    |
| 6. PC(12)A  | 46,25 | 2    | 88,75  | 5    | 96,50  | 6    | 96,00  | 6    | 99,00  | 6    | 99,25  | 6    | 97,00  | 6    | 99,00  | 6    |
| 7. Pac      | 31,25 | 1    | 97,75  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| 8. CPS/A    | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    |
| 9. CA       | 85,00 | 5    | 98,50  | 6    | 99,00  | 6    | 99,25  | 6    | 99,75  | 6    | 99,25  | 6    | 99,75  | 6    | 100,00 | 6    |
| 10. CS/A    | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    |

P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação

**Tabela 17.** Porcentagem média e notas segundo a Escala da ALAM (1974) de controle de *Brachiaria plantaginea* pelo herbicida tebuthiuron aos 7 até 56 DAA.

| Tratamentos | 7 DAA | ALAM | 14 DAA | ALAM | 21 DAA | ALAM | 28 DAA | ALAM | 35 DAA | ALAM | 42 DAA | ALAM | 49 DAA | ALAM | 56 DAA | ALAM |
|-------------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| 1. PAC      | 30,00 | 1    | 93,50  | 6    | 98,50  | 6    | 99,00  | 6    | 99,00  | 6    | 99,75  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| 2. CPA      | 30,00 | 1    | 95,00  | 6    | 94,50  | 6    | 97,00  | 6    | 92,75  | 6    | 71,00  | 4    | 74,00  | 4    | 71,75  | 4    |
| 3. CPAO     | 20,00 | 1    | 96,50  | 6    | 93,25  | 6    | 89,75  | 5    | 85,00  | 5    | 47,50  | 2    | 43,75  | 2    | 58,75  | 2    |
| 4. CPA pós  | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 77,50  | 4    | 94,75  | 6    | 95,00  | 6    | 84,50  | 5    | 86,25  | 5    | 83,25  | 5    |
| 5. CAP      | 13,75 | 1    | 97,25  | 6    | 99,50  | 6    | 99,50  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| 6. PC(12)A  | 12,50 | 1    | 92,00  | 6    | 77,75  | 4    | 76,50  | 4    | 56,50  | 2    | 47,50  | 2    | 58,75  | 2    | 72,50  | 4    |
| 7. Pac      | 10,00 | 1    | 98,50  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 99,75  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| 8. CPS/A    | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    |
| 9. CA       | 33,75 | 1    | 98,25  | 6    | 99,75  | 6    | 100,00 | 6    | 99,25  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| 10. CS/A    | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    |

P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação

**Tabela 18.** Porcentagem média e notas segundo a Escala da ALAM (1974) de controle de *Brachiaria decumbens* pelo herbicida tebuthiuron aos 7 até 56 DAA.

| Tratamentos       | 7DAA  | ALAM | 14DAA | ALAM | 21DAA  | ALAM | 28DAA  | ALAM | 35DAA  | ALAM | 42DAA  | ALAM | 49DAA  | ALAM | 56DAA  | ALAM |
|-------------------|-------|------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| <b>1. PAC</b>     | 5,00  | 1    | 89,00 | 5    | 98,75  | 6    | 98,50  | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| <b>2. CPA</b>     | 5,00  | 1    | 46,25 | 2    | 63,75  | 3    | 63,75  | 3    | 63,75  | 3    | 45,00  | 2    | 53,75  | 2    | 33,75  | 1    |
| <b>3. CPAO</b>    | 8,75  | 1    | 38,75 | 1    | 50,00  | 2    | 38,75  | 1    | 48,75  | 2    | 10,00  | 1    | 10,00  | 1    | 16,25  | 1    |
| <b>4. CPA pós</b> | 0,00  | 1    | 0,00  | 1    | 56,25  | 2    | 78,75  | 4    | 70,00  | 3    | 63,75  | 3    | 56,25  | 2    | 66,25  | 3    |
| <b>5. CAP</b>     | 22,50 | 1    | 98,75 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| <b>6. PC(12)A</b> | 5,00  | 1    | 31,25 | 1    | 23,75  | 1    | 45,00  | 2    | 23,75  | 1    | 10,00  | 1    | 36,25  | 1    | 5,00   | 1    |
| <b>7. Pac</b>     | 12,50 | 1    | 80,25 | 4    | 93,25  | 6    | 97,00  | 6    | 98,75  | 6    | 99,00  | 6    | 99,75  | 6    | 99,75  | 6    |
| <b>8. CPS/A</b>   | 0,00  | 1    | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    |
| <b>9. CA</b>      | 26,25 | 1    | 98,50 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    | 100,00 | 6    |
| <b>10. CS/A</b>   | 0,00  | 1    | 0,00  | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    | 0,00   | 1    |

P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação

A espécie *Ipomoea grandifolia* mostrou-se a mais sensível ao herbicida tebuthiuron apresentando altas porcentagens de controle em todos os tratamentos estudados. Para *Brachiaria plantaginea* e *Brachiaria decumbens* as porcentagens de controle foram altas nos tratamentos onde o herbicida chegou ao solo (tratamento 1; 5; 7 e 9), independentemente se aplicado diretamente sobre o mesmo ou lixiviado pela simulação de chuva após a aplicação do herbicida.

Contudo o estudo de campo evidenciou que *Ipomoea grandifolia* foi, a espécie com maior dificuldade de controle pelo tebuthiuron. O controle foi eficaz até 60 DAA, mas houve redução da porcentagem de controle, principalmente nos tratamentos com 0 e 5 t ha<sup>-1</sup> de palha, aos 50 DAA. O ensaio em vasos foi encerrado aos 56 DAA, durante o período que os resultados de campo indicam como sendo o de máximo controle da *Ipomoea grandifolia*, justificando os resultados obtidos.

Após a última avaliação aos 56 DAA, os vasos foram desmontados e as plantas restantes foram colocadas em estufa para obtenção da matéria seca de cada tratamento. Na Tabela 19 são apresentados os resultados médios obtidos para matéria seca total de cada espécie de planta daninha e em cada tratamento aos 56 DAA.

**Tabela 19.** Peso seco das plantas daninhas aos 56 DAA de tebuthiuron.

| TRATAMENTO | 56 DAA   |          |            |
|------------|----------|----------|------------|
|            | IAQGR    | BRAPL    | BRADC      |
| 1. PAC     | 0,0000 C | 0,0000 C | 0,0000 E   |
| 2. CPA     | 0,0093 C | 2,4850 B | 3,2510 D   |
| 3. CPAO    | 0,0101 C | 2,9990 B | 9,1590 C   |
| 4. CPA pós | 0,0068 C | 1,3790 B | 1,4320 DE  |
| 5. CAP     | 0,0007 C | 0,0000 C | 0,0000 E   |
| 6. PC(12)A | 0,0044 C | 2,9240 B | 11,2290 BC |
| 7. Pac     | 0,0000 C | 0,0000 C | 0,0000 E   |
| 8. CPS/A   | 2,6273 B | 6,5980 A | 21,2160 A  |
| 9. CA      | 0,0000 C | 0,0000 C | 0,0000 E   |
| 10. CS/A   | 4,1345 A | 5,7050 A | 13,5330 B  |
| CV %       | 175,47   | 92,88    | 44,56      |
| DMS (g)    | 1,430    | 2,462    | 3,199      |

<sup>(1)</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de t a 10% de probabilidade.

P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação

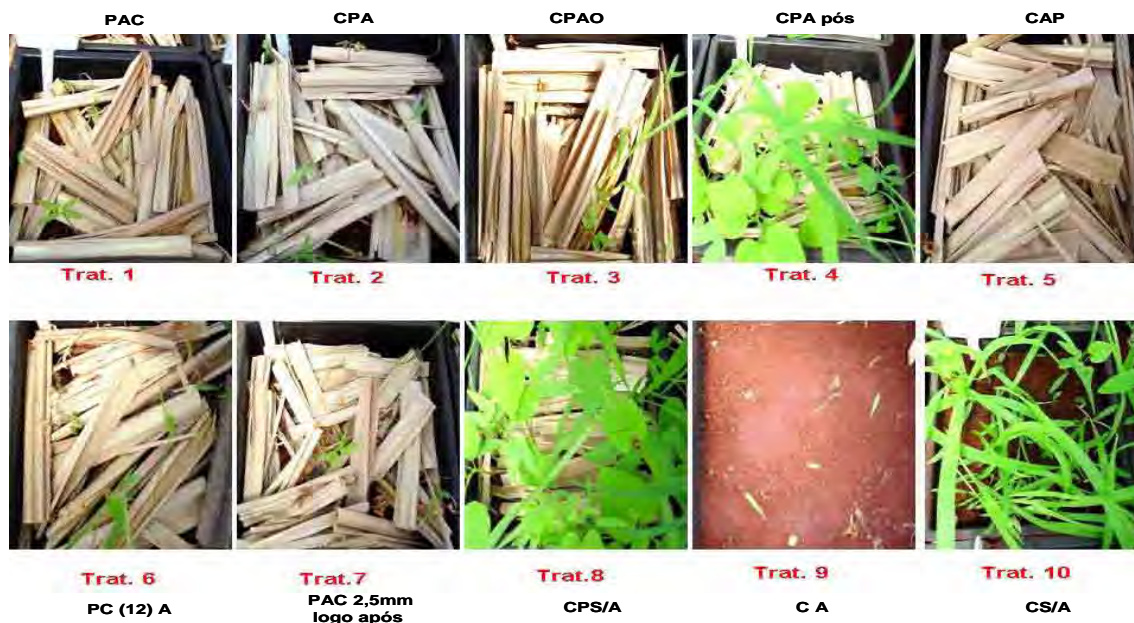
Pela análise da Tabela 20, pode-se observar que todos os tratamentos com aplicação do tebuthiuron resultaram na redução total da matéria seca das plantas de *Ipomoea grandifolia*. Para *Brachiaria plantaginea*, os tratamentos 5 e 9, com aplicação sobre o solo e cobertura ou não de palha após a aplicação, e os tratamentos 1 e 7, com aplicação na palha e chuva de 30 ou 2,5 mm após a aplicação, resultaram na redução total das plantas. O tratamento 4, onde o produto foi aplicado em pós-emergência, não reduziu totalmente a matéria seca das plantas, e diferiu estatisticamente dos tratamentos citados anteriormente. Os tratamentos 2 (aplicação em palha seca e sem chuva após), 3 (orvalho diário) e 6 (aplicação em palha úmida) diferiram estatisticamente da biomassa seca da testemunha com palha (tratamento 8).

Em plantas de *Brachiaria decumbens*, os tratamentos 5 e 9, com aplicação sobre o solo e cobertura ou não de palha após a aplicação, o tratamento 1, com aplicação na palha e chuva de 30 mm após a aplicação, e o tratamento 7, aplicação na palha com chuva de 2,5 mm após aplicação, resultaram na redução total da biomassa das plantas. O tratamento 4, aplicação em pós-emergência, não reduziu totalmente a biomassa das plantas, mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos 1, 5 e 9.

Os tratamentos 2 (aplicação em palha seca e sem chuva após), 3 (orvalho diário) e 6 (aplicação em palha úmida) foram os que apresentaram maior biomassa seca de *Brachiaria decumbens*, mas ainda diferiram estatisticamente da testemunha com palha.

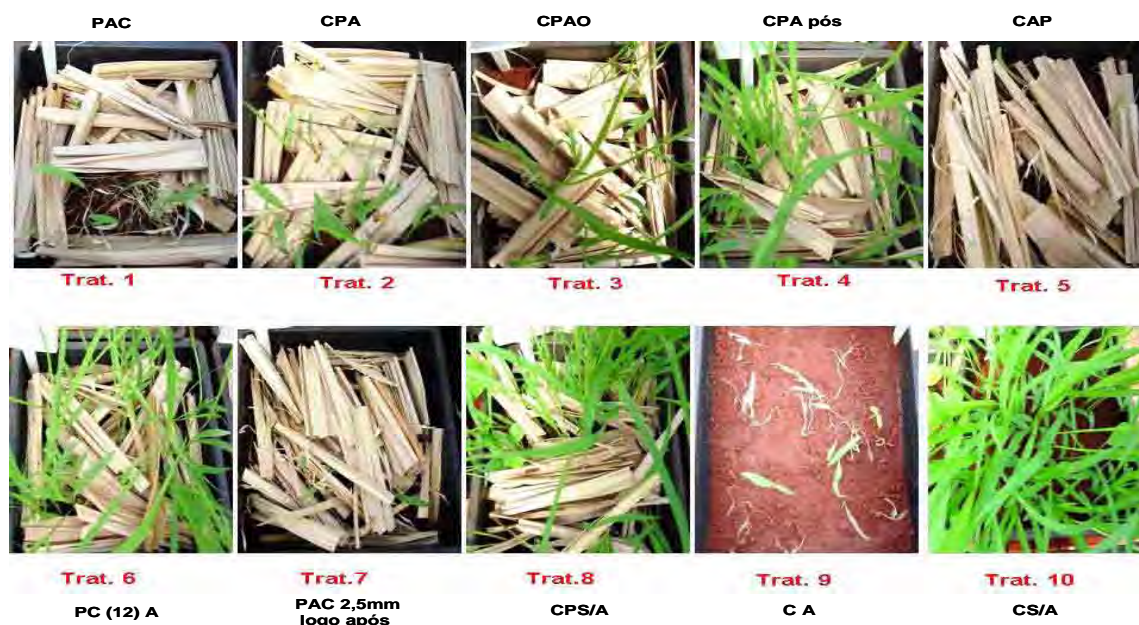
As testemunhas com palha (tratamento 8) e sem palha (tratamento 10) diferiram estatisticamente para espécies estudadas, exceto para *Brachiaria plantaginea*.

As figuras 39, 40, 41 e 42, demonstram a eficácia de controle proporcionada pelo tebuthiuron nos diferentes tratamentos sobre as espécies de *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Brachiaria decumbens*, aos 14 e 56 DAA, respectivamente.



P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação.

**Figura 39.** Tratamentos 1 a 10 (*Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria plantaginea* aos 14 DAA).



P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação.

**Figura 40.** Tratamentos 1 a 10 (*Brachiaria decumbens* aos 14 DAA).



P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação.

**Figura 41.** Tratamentos 1 a 10 (*Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria plantaginea* aos 56 DAA).



P= cobertura com 5 t.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar; C = chuva de 30 mm; C(12) = chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação; c = chuva de 2,5 mm; A = aplicação de tebuthiuron; A pós = aplicação de tebuthiuron em pós-emergência; O = orvalho diário; S/A = sem aplicação.

**Figura 42.** Tratamentos 1 a 10 (*Brachiaria decumbens* aos 56 DAA).



## 7. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, nas condições em que foram realizados os experimentos pôde-se concluir que:

- A porcentagem média da dose aplicada que atingiu a palha nos arcos e o solo nas bandejas foi de 82,03 e 82,38 %, respectivamente;
- A porcentagem da intemperização da palha de cana-de-açúcar aos 120 DAA, foi aproximadamente 70 %;
- A quantidade de produto aos 100 DAA, nas camadas de 0 a 10 cm, foram inferiores as camadas mais profundas;
- *S. rhombifolia*, *E. heterophylla* e *B. pilosa* foram sensíveis aos efeitos da palhada ocorrendo intensa redução das densidades populacionais em todas as quantidades de palha utilizadas. Estas espécies foram sensíveis ao tebuthiuron em todas as doses e modos de aplicação testados.

- *I. grandifolia* apresentou maior controle pelo tebuthiuron aplicado sobre 20 t ha<sup>-1</sup> de palha, porém aos 90 DAA, ocorreu um fluxo de germinação principalmente nas quantidades de 5 t ha<sup>-1</sup>, indicando um baixo efeito residual sobre esta espécie;
- *B. decumbens* e *C. echinatus* tiveram comportamento semelhante nos tratamentos de 0 a 10 t ha<sup>-1</sup> de palha, sendo que a dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup>, não apresentou controle satisfatório, ocorrendo um fluxo de germinação aos 90DAA;
- *B. plantaginea*, *D. horizontais*, *E. indica* e *P. maximum* apresentaram os melhores controles com 10 e 20 t ha<sup>-1</sup> de palha e tebuthiuron nas doses de 1,0; 1,5 e 2,0 L ha<sup>-1</sup>. Para *P. maximum* este efeito foi intensificado com 20 t ha<sup>-1</sup> de palha;
- A mistura comercial hexazinona e diuron foi eficaz no controle das diferentes espécies estudadas, equiparando-se ao efeito do tebuthiuron nas doses de 1,0; 1,5 e 2,0 L ha<sup>-1</sup> sobre 20 t ha<sup>-1</sup> de palha;
- Na testemunha de 20 t ha<sup>-1</sup> ocorreu redução do número de perfilhos e comprimento de colmos de 20,66 e 15,89 %, respectivamente, em relação à testemunha sem palha e com menor intensidade para 5 e 10 t ha<sup>-1</sup> de palha;
- Na casa de vegetação, os melhores controles aos 56 DAA, independente da planta daninha estudada, foram quando se aplicou tebuthiuron sobre a palha seguida de chuva de 2,5 ou 30 mm, e nos quais se aplicou diretamente no solo, recebendo ou não palha após a aplicação;
- Para *I. grandifolia*, *B. plantaginea* e *B. decumbens* os controles foram altos quando o tebuthiuron chegou ao solo, independente de ser aplicado diretamente ou lixiviado da palha pela chuva após a aplicação, sendo os resultados semelhantes, porém com maior intensidade de controle do que os obtidos a campo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMO FILHO, J., MATSUOKA, S. Resíduo da colheita mecanizada de cana crua. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, n.67, p.23-25, 1993.

ALMEIDA, F.S. A alelopatia e as plantas. IAPAR, **Instituto Agronômico do Paraná**, Londrina, PR, 60p. 1988.

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

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

ARÊVALO, R.A. Manejo de plantas daninhas em áreas de colheita de cana crua. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.16, n.4, p. 26-28, 1998.

ARÊVALO, R.A.; BERTONCINI, E.I. Manejo químico de palhas daninhas nos resíduos de colheita de canacrua. **STAB: Açúcar Álcool e Subp.**, v.17, n. 4, p. 36-38, 1999.

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

AZANIA, A.A.P.M., AZANIA, C.A.M., GRAVENA, R., PAVANI, M.C.M.D. E PITELLI, R.A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família convolvulaceae. **Planta Daninha**, v.20, n. 2, p. 207-212, 2002.

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

BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. The fate of oryzalin applied to straw-mulched and no mulched soils. **Weed Science**, v.32, p.269-72, 1984.

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

BAUMAM, T.T., ROSS, M.A. Effect of three tillage systems on the persistence of atrazine. **Weed Science**, v.31, p.423-8, 1983.

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

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

CALDEIRA, D.S.A. Palhada residual de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) colhida mecanicamente (sem queima prévia): manejo, fertilização, influência no perfilhamento e produtividade da cultura. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2002. 82p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Área de concentração em Energia na Agricultura), 2002.

CAVENAGHI, A.L., TOFOLI, G.R., NEGRISOLI, E., VELINI, E.D., COSTA, A.G.F. Dinâmica de sulfentrazone em palha de aveia e cana-de-açúcar. In: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 23, 2002. p.162.

COMPÊNDIO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS: Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 6 ed. São Paulo: ANDREI. 1999. 672 p.

CORREIA, N.M.& DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar, **Planta Daninha**, 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. Botucatu. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas/Produção Vegetal) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 81p. 2001.

COSTA. A. G. F.; ROSSI, C.V.S.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, T. M.; VELINI, E.D. Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas absorvidos diretamente da palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004.

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

DEAN, J.R.; WADE, G.; BARNABA, I.J. Determination of triazine herbicides in environmental samples. **Jorn. Chromatogr. A**, v.733, p.295-335, 1996.

DURIGAN, J.C.; TIMOSSI, P.C.; LEITE, G.J. Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n. 1, p.127-136, 2004.

EDWARDS, W.H.; SHIPITALO, M.J.; OWENS, L.B., NORTON, L.D. Water and nitrate movement in earth worm burrows within long-term no-till corn fields. **J. Soil Water Conserv.**, v.44, p.240-3, 1989.

ERBACH, D.C.; LOVELY, W.G. Effect of plant residue on herbicide performance in no-tillage corn. **Weed Science**, v.23, p.512-5, 1975.

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

F.N.P., Consultoria & Comércio, **AGRIANUAL 1997**. *Anuário da agricultura Brasileira*. São Paulo: Argros Comunicação, p.241-256, 1997.

F.N.P., Consultoria & Comércio, **AGRIANUAL 1997**. *Anuário da agricultura Brasileira*. São Paulo: Argros Comunicação, p.213-229, 2004.

FURLANI NETO, V.L. Colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **STAB**, v.12, p. 8-9, jan/fev. 1994.

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

GONÇALVES, D.B. A regulamentação das queimadas e as mudanças nos canaviais paulistas. São Carlos. v.1, 127 p, 2002.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J.P.R.G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v.22, n. 3, p. 419-428, 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 + perdimethalin. **Planta Daninha**, v.19, n. 3, p. 419-426, 2001.

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**, p.1015-20, 1993.

LIMA, J., GALVÃO, J.M. Metodologia para determinação cromatográfica de resíduos de herbicidas no solo e na palha no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, XXII, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p. 378.

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

LOPES, L. A.. Vinte anos de Proálcool: avaliações e perspectivas. *Economia & Empresas*, São Paulo, v.3, n.2, p. 56-57, 1996.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: Plantio direto e convencional. 5. ed. Nova Odessa/ SP, Instituto Plantarum, 2000. p. 18.

LORENZI, H.J. Efeito da palha de cana no controle de plantas daninhas. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19, 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBHED, p.28-29.1993.

LOWDER, S.W.; WEBER, J.B. Atrazine retention by crop residues in reduced-tillage systems. **Proc. South Weed Science. Soc.**, v.32, p.303-7, 1979.

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

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

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

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

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



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

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

MILLS, J.A.; WITT, W.W.; BARRETT, M. Effects of tillage on the efficacy and persistence of clomazone in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, v.37, p.217-22, 1989.

MORAES, M.A.F.D. A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil. Americana:Cominho Editorial, p. 237, 2000.

NEGRISOLI, E.; CAVENAGUI, A.L.; TOFOLI, G.R.; VELINI, E.D.; SILVA, M.A.S. Dinâmica de diuron em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002 (a), Gramado. **Resumos...** p. 157.

NEGRISOLI, E.; COSTA, E.A.D.; VELINI, E.D.; CAVENAGUI, A.L.; TOFOLI, G.R. Deposition and leaching of tebuthiuron on sugar cane straw applied with and without Alkyl Polyglycoside adjuvant. **JORNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HELTH**, v. b40, n.1, Virginia-E.U.A.. 207-214. 2005.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; COSTA, A.G.F.; ZUCARELLI, C.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGUI, A.L. Efeito da quantidade de palha de cana-de-açúcar (cv. RB 855536) sobre a emergência de plantas de *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*. In: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 23, 2002 (b). p.516.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; ROSSI, C.V.S.; COSTA, A. G. F.; CORRÊA, T. M.; CAVENAGHI, A. L. Eficácia do sulfentrazone em diferentes doses associado à palha de cana-de-açúcar com ou sem chuva após a aplicação no controle de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004.

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

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

MATALLO, C.A., SPADOTTO, C.A.; LUCHINI, L.C. GOMES, A.F. Sorption, degradation, and leaching of tebuthiuron and diuron in soil columns. **JORNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND HEALTH**, v. b40, n.1, Virginia-E.U.A., p.29-39. 2005.

PASTANA, F.I. Efeito da retenção de um herbicida pela cobertura morta do solo, no controle de ervas daninhas e na produção do milho com cultivo mínimo. **Bragantia**, v.31, p.260-274, 1972.

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

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

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

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. 4. ed. Londrina, IAPAR, 1998. p. 361-365.

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

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

RODRIGUES, B. N.; FORNAROLLI, D. A.; LIMA, J. de; CAETANO, E. S.; MORAES, V. J.; GALVÃO, J. M. Comportamento de herbicidas pré-emergentes aplicados sobre cobertura morta em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000(a), Foz do Iguaçu. **Resumos...** p. 380.

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

ROSSI, C.V.S.; LUCHINI, L.C.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; COSTA, A. G. F.; CORRÊA, T. M.; PIVETTA, J. P. Dinâmica do metribuzin em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004a

ROSSI, C.V.S.; LUCHINI, L.C.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; COSTA, A. G. F.; CORRÊA, T. M.; PIVETTA, J. P. Associação do metribuzin à palha de cana-de-açúcar na eficácia de controle de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004b.

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

SHIPITALO, M.J.; EDWARDS, W.H.; DICK, W.A.; OWENS, L.B. Initial storm effects on macropore transport of surface-applied chemicals in no-till soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.54, p.150-6, 1990.

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.225-32, 1993.

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

SPAROVEK, G. et al. Aptidão de terras de Piracicaba para o corte mecanizado de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v.15, n. 5, p.14-17, 1997.

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

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia de degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.24, n. 10, p.73-78, 1994.

TIMM, L.C. Efeito do manejo da palha da cana-de-açúcar nas propriedades físico-hídricas de um solo. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002. 101p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Área de concentração em Irrigação e Drenagem), 2002.

TOFOLI, G.R.; CAVENAGUI, A.L.; NEGRISOLI, E.; VELINI, E.D.; COSTA, A.G.F. Dinâmica de atrazine em palha de aveia e cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002a, Gramado. **Resumos...** p. 158.

TOFOLI, G.R. Deposição e lixiviação do herbicida tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar. Botucatu. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas/Produção Vegetal) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, 63p. 2004.

TRIVELIN, P.C.O.; BENDASSOLLI, J.A.; OLIVEIRA, M.W. Potencialidade da mistura de aquamônia com vinhaça na fertilização de canaviais colhidos sem despalha a fogo: I. Estabilidade química da mistura. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.16, n.2, p.26-29, 1997.

URQUIAGA, S.; RESENDE, A.S.; ALVES, B.J.R.; OLIVEIRA, O.C.; BODDEY, R.M. **Queima da cana**. Disponível no site terravista (27 de março 2002). URL: <http://www.terravista.pt/ilhadomel/4484/Queima%20da%20cana.htm>. Consultado em 27/03/02.

VEIGA FILHO, A.A. Evolução da mecanização do corte da cana-de-açúcar em São Paulo. In: XIII CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 8, 2002, Recife. *Anais...* Recife, 2002. p. 515-21.

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

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

VELINI, E.D.; CAVENAGHI, A. L.; OLIVEIRA, C. P.; CORRÊA, T. M.; NEGRISOLI, E.; COSTA, A. G. F.; ROSSI, C. V. S. Dinâmica de Velpar k (hexazinona+diuron) em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004 (a), São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004a

VELINI, E.D.; CAVENAGHI, A. L.; OLIVEIRA, C. P.; CORRÊA, T. M.; NEGRISOLI, E.; COSTA, A. G. F.; ROSSI, C. V. S. Efeitos da palhada de cana colhida crua sobre a eficiência de Velpar k (hexazinona+diuron). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004 (b), São Pedro. **Anais...** São Pedro: 2004b.

VOLL, E.; DAVIS, G.G.; CERDEIRA, L.C. Semeadura direta da soja: fatores de eficiência no controle de plantas daninhas e recomendações. Londrina: Embrapa Soja, 1980. 24p. (EMBRAPA-CNPSO –Circular Técnico).

WOOD, A.W. Management of crop residues following green harvest of sugarcane in north Queensland. *Soil & Tillage Research*, v.20, p.69-85, 1991.

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