

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

**DINÂMICA E EFICÁCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS
PELO HERBICIDA METRIBUZIN APLICADO SOBRE PALHA DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

CAIO VITAGLIANO SANTI ROSSI
Engenheiro Agrônomo

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

BOTUCATU-SP
Janeiro – 2004

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

**DINÂMICA E EFICÁCIA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS
PELO HERBICIDA METRIBUZIN APLICADO SOBRE PALHA DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

CAIO VITAGLIANO SANTI ROSSI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Luchini
Co-Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini

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

BOTUCATU - SP
Janeiro – 2004

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

R831d Rossi, Caio Vitagliano Santi, 1976
Dinâmica e eficácia no controle de plantas daninhas
pelo herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-
açúcar / Caio Vitagliano Santi Rossi. -- Botucatu, [s.n.],
2004.
xiv, 95 f. : il. color., tabs.

Dissertação(mestrado) -- Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas.
Orientador: Luiz Carlos Luchini.
Co-orientador: Edivaldo Domingues Velini.
Inclui bibliografia.

1. Herbicidas. 2. Plantas - Efeito dos herbicidas.
3. Cana-de-açúcar. 4. Erva daninha - Controle.
I. Luchini, Luiz Carlos. II. Velini, Edivaldo Domingues.
III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônômicas. IV. Título.

Palavras-chave: Plantas daninhas; Colheita mecânica; Palha; Cana-
crua; Chuva artificial; Cobertura morta.

À MEUS PAIS,

CLAYTON SANTI ROSSI e VERA LÚCIA VITAGLIANO SANTI ROSSI

Pelo amor, apoio e confiança, durante todo tempo.

OFEREÇO

A CIRO VITAGLIANO SANTI ROSSI

Pela compreensão e por ser meu irmão;

À MARINA ROBLES ANGELINI

**Pelo amor, companheirismo e sinceridade, pessoa muito especial que é,
simplesmente por estar fazendo parte de minha vida.**

DEDICO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

- Ao meu avô Luís Vitagliano por ser um exemplo de pessoa que sempre me incentivou.
De alguém que se orgulha em chamá-lo de avô.
- A minha avó Odília Santi Rossi pela pessoa que demonstra ser e por demonstrar que
quando se acredita tudo é possível.
- Aos meus Familiares, que tiveram sempre próximos e entendem a minha ausência.

OBRIGADO

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a Deus, pela oportunidade de vida;
- Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Luchini, um exemplo de profissional, pela orientação, amizade, confiança depositada e contribuição para minha vida profissional e científica;
- Ao Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini, pela amizade, profissionalismo, pelas orientações e sugestões durante a realização dessa dissertação;
- Aos Profs. Drs. Júlio Cezar Durigan e Pedro Jacob Christoffoleti, por fazerem parte da banca de dissertação, pelas sugestões e correções neste trabalho;
- Ao Engenheiro Agrônomo João Paulo Pivetta pela amizade, incentivo, colaboração e na condição de representante da empresa Bayer CropScience;
- Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, pelo incentivo e apoio nos momentos que se fizeram necessários, na qualidade de coordenador do programa de Proteção de Plantas;
- A Dr. Mara de Andréa do IB/ SP pela amizade, convivência e conselhos inesquecíveis, além da correção do *Summary*;
- Aos amigos Michel Golfetto Calixto, Leonardo B. Rocha (Biela) e Francisco Fernandes (Chico) pela convivência durante os anos na nossa Republica em Botucatu;
- Aos Engenheiros Agrônomos e pós-graduandos: Eduardo Negrisoni, Augusto Costa, Tiago Corrêa, Gustavo Toffoli, Anderson Cavenaghi, Marcelo Corrêa, Elza Alves, João Renato, Neumárcio Costa, Sidnei Marchi, Marcelo Terra, Luciana Cardoso e Cleber Maciel pelas valiosas colaborações nas várias etapas de desenvolvimento do trabalho, amizade e companheirismo;

- Aos estagiários do NuPAM: Caio Carbonari, Paulo, Ferdinando e outros, e ainda aos funcionários do Laboratório de Matologia: Guilherme, Roberto, Marcelo (China), Edson meus sinceros agradecimentos, pois de alguma forma ajudaram para concretização do trabalho;
- Ao pessoal do Laboratório de Ecologia de Agroquímicos do IB de São Paulo, Claudia, Sheila, Solange, Simone, Mara, Marina e Maria Auxiliadora, pela colaboração e a amizade durante esse tempo de convivência;
- Aos amigos de curso Sandro Brancalião, José Feltran, Gustavo, Emerson Borgui, José Salvador, Laerte, Fábio Suano, Mirina, Humberto, Pedro, Fernanda e Meire, pela amizade;
- Aos docentes e funcionários do Depto de Produção vegetal;
- As funcionárias da Seção de Pós-graduação pela dedicação na organização dos documentos;
- Aos amigos André (Splinter), Vanessa, Tito, Talita, Anderson, Miriane, Rafael, Patrícia, Mauricio, Sarita e demais que participaram de algum modo da minha passagem aqui por Botucatu;
- A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para realização deste trabalho.

OBRIGADO

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	03
3 INTRODUÇÃO.....	06
4 REVISÃO DE LITERATURA	09
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1. Desenvolvimento do método analítico para determinação de metribuzin em água por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)	20
5.1.1. Calibração cromatográfica.....	20
5.1.2. Curva de calibração para o metribuzin por CLAE	23
5.1.3. Determinação e validação do método de extração	25
5.1.3.1. Teste de recuperação e método de extração do metribuzin em água	26
5.2 Dinâmica do metribuzin em palha de cana-de-açúcar.....	28
5.2.1 Pulverização e simulação de chuva nos ensaios.....	28
5.2.2 Transposição do metribuzin no momento da aplicação	30
5.2.3 Avaliação do caminhamento do metribuzin na palha de cana-de-açúcar.....	31
5.2.3.1 Representação das Unidades Experimentais	31
5.2.3.2 Avaliação preliminar da deposição do metribuzin na palha.....	32
5.2.3.3 Dinâmica do metribuzin em diferentes quantidades de palha e chuva.....	32
5.2.3.4 Dinâmica do metribuzin em períodos de permanência na palha	33
5.2.4 Procedimento de análise das amostras e dos dados.....	34
5.2.4.1 Modelo de Mitscherlich Completo.....	35
5.2.4.2 Modelo de Mitscherlich Simplificado	36
5.3 Eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar	36
5.3.1 Eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar	36
5.3.2 Absorção do metribuzin diretamente da palha	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42

SUMÁRIO

	Página
6.1 Transposição do metribuzin no momento da aplicação	42
6.1.1 Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de retenção.....	43
6.2 Avaliação do caminhamento do metribuzin na palha de cana-de-açúcar.....	44
6.2.1 Avaliação da deposição do metribuzin na palha	44
6.2.2 Dinâmica do metribuzin em diferentes quantidades de palha e chuva.....	45
6.2.2.1 Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de transposição .	46
6.2.3 Dinâmica do metribuzin em diferentes períodos de permanência na palha	49
6.2.3.1 Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de transposição .	50
6.3 Eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar	54
6.3.1 Eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar	54
6.3.2 Absorção do metribuzin diretamente da palha	65
7 CONCLUSÕES	68
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
APÊNDICE 1	77
APÊNDICE 2	89

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Características do método cromatográfico empregado na determinação por CLAE do herbicida metribuzin.....	21
2	Áreas dos picos com as respectivas concentrações utilizadas, para obtenção da curva de calibração.....	23
3	Modelo de regressão linear aplicado, considerando-se como variável independente às concentrações dos padrões injetados e como variável dependente às áreas obtidas pelo sinal analítico	23
4	Coeficientes de correlação e determinação do modelo de regressão linear utilizado.....	23
5	Parâmetros da reta de regressão obtidos a partir da aplicação do modelo linear de regressão, aos dados de calibração.....	24
6	Porcentagem de recuperação de metribuzin em função das concentrações utilizadas.....	27
7	Resultados da análise* química da amostra de terra utilizada como substrato. Botucatu, 2003.....	37
8	Resultados da análise* granulométrica da amostra da classe do solo utilizado como substrato. Botucatu, 2003.....	37
9	Escala de notas ALAM (1974), adotada para porcentagem de controle...	39
10	Quantidade média de metribuzin transposto e retido pela palha no momento da aplicação.....	42
11	Quantidade de metribuzin depositado* sobre as unidades experimentais com diferentes quantidades de palha no momento da aplicação.....	45
12	Quantidade média de metribuzin, recuperada, que transpôs a palha nos tratamentos aplicados com simulação de 100 mm de chuva acumulada.....	46
13	Descrição da estimativa dos parâmetros das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do metribuzin transposto na simulação de chuva nas diferentes quantidades de palha.....	47
14	Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.....	48
15	Quantidade de metribuzin recuperada nos tratamentos aplicados (Média de 4 repetições).....	50
16	Descrição da estimativa dos parâmetros das equações de regressão, obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do metribuzin transposto na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência.....	51
17	Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.....	53

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
18	Densidade de plantas vivas de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 7 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	55
19	Densidade de plantas vivas de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	56
20	Densidade de plantas vivas de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 21 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	57
21	Densidade de plantas vivas de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 35 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	58
22	Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	59
23	Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 21 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	61
24	Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 28 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	62
25	Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 35 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em	64

palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP,
2003.....

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
26	Biomassa seca de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR), <i>Sida rhombifolia</i> (SIDRH) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 35 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	64
27	Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	66
28	Biomassa seca de <i>Brachiaria plantaginea</i> (BRAPL), <i>Ipomoea grandifolia</i> (IAQGR) e <i>Euphorbia heterophylla</i> (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.....	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Cromatograma da resolução de metribuzin por CLAE na concentração de 0,6 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	22
2	Cromatograma da resolução de metribuzin por CLAE na concentração de 2,0 $\mu\text{g.mL}^{-1}$	22
3	Reta de calibração para metribuzin com os dados ajustados pelo modelo de regressão linear de Meier & Zünd (1993).....	24
4	Cromatograma de lavagem da palha de cana-de-açúcar por CLAE.....	27
5	Sistemas de simulação de chuva (precipitação) e de pulverização do NuPAM.....	29
6	Suportes de plástico com as palhas usadas para transposição no momento da aplicação.....	30
7	Lavagem dos alvos plásticos para coleta do metribuzin transposto na aplicação.....	31
8	Sistema de lavagem de palha com a unidade experimental.....	31
9	Esquema das palhas dos tratamentos e delas em contato com uma plântula.....	40
10	Dados originais e ajustados para a transposição do metribuzin no momento da aplicação em diferentes quantidades de palha.....	44
11	Dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich para transposição de metribuzin.....	48
12	Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.....	49
13	Dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich para transposição de metribuzin.....	52
14	Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.....	53
15	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> e <i>Brachiaria plantaginea</i> , aos 7 DAA.....	89
16	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Sida rhombifolia</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i> , aos 7 DAA.....	90
17	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> e <i>Brachiaria plantaginea</i> , aos 14 DAA.....	90
18	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Sida rhombifolia</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i> , aos 14 DAA.....	91

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
19	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> e <i>Brachiaria plantaginea</i> , aos 21 DAA.....	91
20	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Sida rhombifolia</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i> , aos 21 DAA.....	92
21	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> e <i>Brachiaria plantaginea</i> , aos 28 DAA.....	92
22	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Sida rhombifolia</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i> , aos 28 DAA.....	93
23	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> e <i>Brachiaria plantaginea</i> , aos 35 DAA.....	93
24	Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Sida rhombifolia</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i> , aos 35 DAA.....	94
25	Início dos tratamentos do ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> , <i>Brachiaria plantaginea</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i>	94
26	Tratamentos testemunhas do ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> , <i>Brachiaria plantaginea</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i> , aos 14 DAA.....	95
27	Tratamentos com herbicida do ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar, nas plantas de <i>Ipomoea grandifolia</i> , <i>Brachiaria plantaginea</i> e <i>Euphorbia heterophylla</i> , aos 14 DAA.....	95

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala pulverização durante o estudo de transposição no momento da aplicação do metribuzin. FCAUNESP. Botucatu-SP, 2003.....	77
2	Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala pulverização durante o estudo de deposição e dinâmica do metribuzin em diferentes quantidades de palha e chuva. FCAUNESP. Botucatu-SP, 2003.....	77
3	Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala pulverização durante o estudo de dinâmica do metribuzin em diferentes períodos de permanência na palha. FCAUNESP. Botucatu-SP, 2003...	78
4	Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala pulverização durante o estudo de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar. FCAUNESP. Botucatu-SP, 2003.....	78
5	Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala pulverização durante o estudo de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar. FCAUNESP. Botucatu-SP, 2003.....	78
6	Quantidade de água retida após a simulação das chuvas de 100 e 20 mm nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar (Média de 4 repetições).....	78
7	Dados ajustados pela aplicação dos modelos completo e simplificado de Mitscherlich do metribuzin transposto na simulação de chuva nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar.....	79
8	Quantidade de água retida após a simulação das chuvas de 100 e 20 mm nos diferentes períodos em 10 t.ha ⁻¹ de palha de cana-de-açúcar (Média de 4 repetições).....	83
9	Dados ajustados pela aplicação dos modelos completo e simplificado de Mitscherlich do metribuzin transposto na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência na palha de cana-de-açúcar.....	84

1 RESUMO

O herbicida metribuzin é recomendado para o controle de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar. Em áreas de cana-de-açúcar sem queima colhida mecanicamente, o comportamento do herbicida na palha deixada sobre o solo não é muito conhecido. Quando um herbicida é aplicado diretamente sobre a palha, uma parte pode ficar retida e outra poderá atingir o solo, dependendo da quantidade e qualidade da palha, período e intensidade de chuvas após aplicação. Para melhor entender esse comportamento, avaliou-se neste trabalho a dinâmica do metribuzin aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816 em diferentes períodos e intensidades de chuvas após a aplicação. Avaliou-se também, a eficiência do metribuzin associado à presença da palha sobre as plantas daninhas *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Sida rhombifolia*. Foram conduzidos três experimentos para entender-se a dinâmica do metribuzin em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo que no primeiro avaliou-se a transposição no momento da aplicação sobre 0; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20 t.ha⁻¹ de palha. No segundo avaliou-se a passagem do herbicida em 5; 10; 15; 20 t.ha⁻¹ de palha, simulando-se o equivalente a 2,5; 5,0; 10; 15; 20; 35; 50 e 100 mm de chuva, um dia após a aplicação (DAA) e simulação de 20 mm aos 7 e 14 DAA. No terceiro, o efeito de diferentes períodos de permanência (0; 1; 7; 14 e 28 DAA) do metribuzin na palha (10 t.ha⁻¹) em função das mesmas precipitações simuladas no segundo estudo. A quantificação do herbicida foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Para o estudo de eficiência do metribuzin

associado à presença da palha, sobre as plantas daninhas, foi conduzido um experimento, com vasos, em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e 10 tratamentos, incluindo duas testemunhas (com e sem palha). Os vasos foram preenchidos com solo seco, semeados com as plantas daninhas e cobertos com palha seca de cana-de-açúcar equivalente a 5 t.ha^{-1} . Os tratamentos constaram de diferentes posicionamentos do herbicida e condições antes e após a aplicação. Avaliou-se a densidade de plantas daninhas aos 7, 14, 21 e 35 DAA, a biomassa seca aos 35 DAA e as porcentagens de controle aos 14, 21, 28 e 35 DAA. Realizou-se um ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha, em função dos resultados obtidos, que constou em colocar a palha em contato com as plantas daninhas e avaliou-se a biomassa e o controle aos 14 DAA. Nos estudos de dinâmica observou-se que quanto maior a quantidade de palha menor é a quantidade de produto que a transpõe no momento da aplicação. No ensaio que avaliou a passagem do metribuzin pela palha, com chuvas simuladas após a aplicação, pode-se observar que quanto maior a quantidade de palha menor é a quantidade total extraída na simulação da precipitação máxima. Quando se avaliou o efeito do período de permanência do metribuzin na palha, os resultados indicaram que quanto mais tempo o produto permanece na palha antes da ocorrência de chuva, menor é a extração total do produto com 100 mm de precipitação. Em relação às chuvas de 20 mm aos 7 e 14 DAA, no segundo e terceiro ensaios, observou-se extração de quantidades mínimas do herbicida, isto é, menor que 3% do total aplicado. No ensaio de eficiência de controle, os resultados indicaram que o metribuzin em associação com a palha proporcionou controle das plantas daninhas de 85 a 98% aos 14 DAA, com controle progressivo de 98 a 100%, nas avaliações aos 21, 28 e 35 DAA. Os resultados do segundo tratamento do experimento de eficiência foram confirmados pelo de absorção do metribuzin diretamente da palha. Em função dos resultados obtidos, o metribuzin demonstrou ser adequado ao sistema de cana-crua, pois mesmo em situação de não transposição da palha para o solo, o produto foi eficiente no controle das plantas daninhas estudadas, em condições controladas de casa-de-vegetação.

2 SUMMARY

DYNAMICS AND EFFICACY OF THE HERBICIDE METRIBUZIN ON WEEDS CONTROL AFTER ITS APPLICATION ON SUGAR CANE STRAW

Botucatu, 2004. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CAIO VITAGLIANO SANTI ROSSI

Adviser: LUIZ CARLOS LUCHINI

Co-adviser: EDIVALDO DOMINGUES VELINI

The herbicide metribuzin is recommended for weed control of sugar cane crops, but up to now, the behavior of this herbicide on the straw left on the soil surface of sugar cane areas harvested mechanically with burning is not very known. When an herbicide is applied directly on the straw, part of it is retained and part may reach the soil, depending on the amount of straw, intensity of rainfalls and time interval after application. In order to understand the metribuzin behavior, this work evaluated the dynamics of metribuzin in sugar cane straw cv. SP 80-1816 in different time intervals and different intensity of rainfalls after its application, besides the metribuzin efficacy associated to the presence of the straw over the weeds *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* and *Sida rhombifolia*. Three studies were carried out for the study of the metribuzin dynamics, by using a completely randomized design with four replications. The first experiment evaluated the

herbicide transposition in 0; 1.0; 2.5; 5.0; 7.5; 10; 15; 20 t.ha⁻¹ of straw at the moment of application; the second evaluated the herbicide transposition in 5; 10; 15; 20 t.ha⁻¹ of straw, but with rainfall equivalent to 2.5; 5.0; 10; 15; 20; 35; 50 and 100 mm being simulated one day after the metribuzin application (DAA), and 20 mm of rainfall at 7 and 14 DAA. The third experiment evaluated the effect of different permanence periods of metribuzin (0; 1; 7; 14 and 28 DAA) on the straw (10 t.ha⁻¹) in function of the same simulated precipitations as in the second study. In all these studies, the quantification of the herbicide was accomplished by HPLC. For the study on the metribuzin efficacy associated to the presence of straw on the weeds, an experiment was carried out in pots maintained in greenhouse, using the completely randomized design with four replications and 10 treatments, comprising two control checks with and without straw. The pots were fulfilled with dry soil where the weeds were sowed and covered with dried sugar cane straw (5 t.ha⁻¹). The treatments consisted of different positionings of the herbicide and conditions before and after the application. The weed densities were evaluated at 7, 14, 21 and 35 DAA; the dry matter was evaluated at 35 DAA and the control percentages at 14, 21, 28 and 35 DAA. Because of the results obtained in the second treatment, an experiment on the evaluation of the metribuzin absorption directly by the straw was set up by placing the straw in direct contact with the weeds, and evaluation of the biomass and control at 14 DAA. The dynamics studies showed that the higher the amounts of straw, the lower was the amount of compound transposed at the moment of the application. When the transposition of metribuzin through the straw was evaluated with simulated rainfalls, it was observed that the higher was the amount of straw, the lower was the total amount extracted in the simulation of the maximum precipitation. When the stability of metribuzin on the straw was evaluated, the results indicated that as higher is the period which the compound stays on the straw before the rain, the lesser is the total compound extracted by the 100 mm of precipitation. With simulated rain of 20 mm at 7 and 14 DAA, minimum amounts of the compound were extracted, resulting in less than 3% of the total applied. Results on the metribuzin efficacy indicated that the herbicide in association with the straw provided from 85 to 98% of weeds control at 14 DAA, with progressive control from 98 to 100% in the evaluations at 21, 28 and 35 DAA. The results on the adsorption of metribuzin directly from the straw were confirmed by the second treatment of the efficacy experiment. Thus, it was demonstrated that metribuzin is adequate to the crude-sugar-cane system without

burning, but with mechanical harvest, because even in situation of no transposition of metribuzin to the soil, the product was efficient on the control of the weeds studied, in controlled conditions of greenhouse.

Keywords: *Saccharum officinarum*, mechanical harvest, rainfall, transposition.

3 INTRODUÇÃO

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

Dentre os problemas mais graves existentes no setor agrícola, inclusive no da cana-de-açúcar, destaca-se a questão das plantas infestantes, que podem causar mais de 80% de perdas na produção com a livre interferência (Rolim & Christoffoleti, 1982; Graciano & Ramalho, 1983). Para minimizar esses efeitos os controles químicos, mecânicos ou culturais podem ser usados, entretanto, nas condições brasileiras o primeiro é o mais comumente utilizado.

Na cultura da cana-de-açúcar, é comum em todo o Estado de São Paulo a realização da queima da palha para facilitar a colheita. Entretanto, atendendo uma solicitação da sociedade, as áreas de colheita mecanizada têm aumentado; como consequência, cada vez mais, extensas áreas estão sendo cobertas pela palha resultante desse processo. A palhada associada às modificações técnicas necessárias para implementar a colheita mecânica da cultura, criam um novo sistema na produção de cana-de-açúcar denominado de cana crua (Velini & Negrisoni, 2000).

A cobertura do solo com restos vegetais em camadas espessas é também, um meio físico-mecânico de controle de plantas daninhas, cuja utilização, geralmente, se restringe a pequenas áreas. Entretanto, em pelo menos uma situação, a cobertura do solo com restos vegetais é ampla, no sistema de plantio direto. O benefício do impedimento físico pela cobertura de restos vegetais só é proporcionado quando estes são depositados em densas camadas, e quando o aumento da temperatura resultante estimula a germinação das sementes das ervas que são posteriormente destruídas devido à impossibilidade de emergência (Lorenzi, 2000).

Segundo Arêvalo & Bertoncini (1999), os resíduos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar controlam normalmente mais de 50% das plantas que infestam a cultura. Esse controle está ligado à quantidade de resíduos e à distribuição no campo.

Nas áreas de cana crua são observadas drásticas reduções na incidência de plantas daninhas gramíneas (Velini & Negrisoni, 2000). Em contraste, altas infestações com *Ipomoea* sp e *Euphorbia heterophylla* têm sido verificadas (Lorenzi, 1993; Velini & Martins, 1998; Martins *et al.*, 1999). Merecem destaque as infestações tardias de *Ipomoea* sp, que podem prejudicar ou impossibilitar a colheita mecanizada da cultura (Velini & Negrisoni, 2000). Variações na quantidade de palha resultam no estabelecimento de diferentes espécies de plantas daninhas, sendo que em quantidades maiores que 15 t.ha⁻¹ a infestação é muito rara (Arêvalo, 1998).

O controle das plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar, utilizando o sistema 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 (catações) (Velini & Negrisoni, 2000).

O herbicida metribuzin, 4-amino-6-tert-butil-3-metiltio-1,2,4-triazina-5-(4H)-ona é do grupo químico das triazinas, com nomes comerciais Sencor BR (pó molhável) ou Sencor 480 (suspensão concentrada). As formulações comerciais têm 700 g.kg⁻¹ e 480 g.L⁻¹ do ingrediente ativo, com classes toxicológicas III- faixa azul e IV- faixa verde, respectivamente (Rodrigues & Almeida, 1998). No Brasil está registrado para controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas, sendo aplicado em pré e pós-emergência das plantas

daninhas da cultura da cana-de-açúcar, em doses de 1,5 a 3,5 kg.ha⁻¹ e 2,2 a 3,0 L.ha⁻¹, respectivamente, sendo as menores para solos arenosos e as maiores para argilosos. A absorção do metribuzin pela planta é tanto pelas raízes quanto pelas folhas e uma vez dentro do tecido vegetal é translocado até os cloroplastos, agindo como inibidor do fotossistema II.

O sistema de cana-crua apresenta menor impacto ambiental visto que ocorre uma redução do uso de máquinas, menor movimentação do solo, controle das plantas daninhas e modificação da composição da comunidade infestante, além do predomínio do uso de herbicidas aplicados em pós-emergência, como resultado da dificuldade de utilização de herbicidas em pré-emergência (Velini & Negrisoni, 2000).

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

Devido ao grande uso do metribuzin no controle de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar e a escassez de dados sobre a dinâmica e eficiência desse herbicida aplicado sobre a palhada deixada sobre o solo no sistema de cana-crua, é de fundamental importância avaliar e estudar tal comportamento.

Assim, este trabalho objetivou avaliar a dinâmica do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816 em diferentes quantidades, períodos e intensidades de chuvas após a aplicação, e ainda estabelecer um modelo experimental para ajuste e tratamento dos resultados. Avaliou-se também, a eficiência do metribuzin associado à presença da palha sobre *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Sida rhombifolia*. Com estas informações, poder-se-á fazer uma melhor recomendação da utilização do produto para cana-de-açúcar no sistema de colheita de cana-crua.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Nos últimos anos, têm-se observado no Brasil, uma rápida expansão de áreas com culturas implantadas sobre algum tipo de palhada utilizada como cobertura morta. Entre exemplos típicos pode-se mencionar o cultivo mínimo em áreas de reflorestamento com manutenção da serrapilheira sobre o solo, o sistema de produção de cana-crua e, com maior adoção, o plantio direto de culturas anuais (Velini & Negrisoni, 2000).

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

De acordo com Magalhães & Braunbeck (2000), já na safra de 96/97, 30% das plantações foram colhidas mecanicamente. Este percentual tende a aumentar rapidamente em virtude de 55% da área plantada ser mecanizável, associado ao alto custo da colheita manual, a escassez de mão-de-obra e, principalmente as exigências da lei estadual (Ripoli *et al.*, 1996; Magalhães & Braunbeck, 2000).

O novo sistema de produção, cana-crua, provoca menor impacto ambiental, com redução da emissão de CO₂, fumaça e fuligem para a atmosfera, menor

movimentação do solo por redução do uso de máquinas, aumento e manutenção da sua umidade, aumento da quantidade de matéria orgânica, redução na população de nematóides nocivos, maior controle natural e modificação da comunidade das plantas infestantes pela palha (Magalhães & Braunbeck, 2000). Além disso, os autores afirmam que a colheita de cana-crua tem sido viabilizada com a valorização do bagaço da cana, através da política de compra do excedente de energia elétrica produzida com a queima do bagaço e complementada pela palha nas caldeiras das usinas. Considerando-se que 50% do palhiço (folha verde, ponteiro e palha), produzido na área mecanizável, fosse utilizado para produção de energia, isto resultaria um total de aproximadamente 25% do que o país importou em petróleo em 1994, em termos de barril equivalente de petróleo (Ripoli *et al.*, 1996).

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

A palha depositada sobre o solo, anualmente no sistema de colheita de cana-crua varia de 10 a 20 t.ha⁻¹. A queima deste material representa perda de vários nutrientes, principalmente de nitrogênio (30-60 kg.ha⁻¹) e enxofre (15-25 kg.ha⁻¹). Considerando-se os 3,5 milhões de hectares de cana-queimada e uma produção média de cana de 60 t.ha⁻¹ são perdidos anualmente ao redor de 150 mil toneladas de nitrogênio a cada ano (Urquiaga *et al.*, 2002).

Segundo Pitelli (1995), o efeito físico da cobertura morta também reduz as chances de sobrevivência das plântulas das espécies daninhas com pequena quantidade de reservas nos diásporos, sendo que muitas vezes estas reservas não são suficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenha acesso à luz e inicie o processo fotossintético.

Egley & Duke (1985) e Velini & Negrissoli (2000) reportam que 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 no modo mais eficiente das plantas “reconhecerem” a profundidade de germinação das suas sementes.

Negrisoni *et al.* (2002) em experimento conduzido, em casa-de-vegetação, com sementes pré-germinadas de *Brachiaria decumbens* (BRADC), *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Digitaria horizontalis* (DIGHO) e *Panicum maximum* (PANMA) cobertas com palha (0, 2, 4, 6, 8, 10, 15 e 20 t.ha⁻¹) de cana-de-açúcar (cultivar RB 855536), observaram que até 2 t.ha⁻¹ de palha houve efeito crescente na emergência de BRAPL e PANMA, mas a partir dessa quantidade, o efeito foi decrescente nessas espécies, sendo que para DIGHO e BRADC a emergência decresceu a partir de 0 t.ha⁻¹. Com 8 t.ha⁻¹, passou a ser limite, no qual as porcentagens do número de plantas emergidas em relação ao número de sementes utilizadas foram de 50,0; 28,8; 20,0 e 17,5% para BRADC, BRAPL, DIGHO e PANMA, respectivamente, concluindo que a partir de 8 t.ha⁻¹ de palha tem alto nível supressor sobre essas espécies.

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

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

O mercado mundial de defensivos agrícolas movimenta atualmente US\$ 30 bilhões/ano. O Brasil é o quinto maior consumidor de pesticidas e movimenta aproximadamente US\$ 2,5 bilhões. Os herbicidas representam a maior parcela tanto em âmbito mundial como no Brasil. Hoje no Brasil, os herbicidas são responsáveis por um custo médio em aplicações mecânicas de US\$ 2,8 /ha e US\$ 3,2 /ha para aplicações manuais, sem incluir os valores dos produtos utilizados (AGRIANUAL, 2001).

Dentre os herbicidas comercializados no Brasil, o metribuzin é registrado para aplicação em pré-plantio e incorporado em pré ou em pós-emergência inicial, nas culturas de café, aspargo, mandioca, soja, batata, cana-de-açúcar, tomate e trigo, em que as doses variam de 0,14 a 2,10 kg.ha⁻¹ de i.a. (Rodrigues & Almeida, 1998). Segundo os mesmos autores, o metribuzin é um pó cristalino de cor branca, não inflamável às temperaturas normais de uso e armazenagem, de fórmula molecular C₈H₁₄N₄OS e com as seguintes características físico-químicas: Peso molecular de 214,29 g.mol⁻¹; Densidade específica a 20°C é de 1,31 g.cm⁻³; Constante de dissociação (pKa) é 1,0; Pressão de vapor a 20°C é 1,2.10⁻⁷ mmHg; Solubilidade em água a 20°C é de 1100 ppm; Coeficiente de partição octanol-água (Kow) é de 44,7; Coeficiente de sorção (Koc) médio é de 60 mL.g⁻¹ de solo. O produto tem absorção radicular, com alguma absorção foliar quando em pós-emergência.

Na cultura de cana-de-açúcar o herbicida metribuzin é geralmente aplicado em plantio convencional, em pré-emergência ou em pós-emergência inicial das plantas daninhas e da cultura, em área total.

Voll *et al.* (1980) relatam que os resíduos culturais e as vegetações dessecadas, que permanecem sobre o solo, podem interceptar em grande parte os herbicidas residuais aplicados em pré-emergência, reduzindo-lhes a eficiência.

Existem controvérsias em relação à influência da cobertura morta na eficácia dos herbicidas aplicados em pré-emergência. Enquanto alguns pesquisadores defendem a hipótese de que em sistema de plantio direto pode-se reduzir ou até mesmo eliminar a aplicação de herbicidas de pré-emergência pelo efeito físico e/ou alelopático das coberturas, outros defendem a necessidade de aumento na dose, pelo fato de parte do produto ficar retido na palha, não atingindo o solo. Para exercer sua atividade sobre as infestantes, os herbicidas residuais precisam ser introduzidos diretamente no solo, o que se dá através da incorporação pela chuva, em função da solubilidade do produto. Se houver chuva logo após a pulverização, a eficiência do herbicida residual aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar será dependente da quantidade transposta nessa camada de palha formada.

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.

É consenso entre os técnicos que trabalham com controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar que os herbicidas tradicionais de pré-emergência não conseguem atravessar a camada de palha deixada pela cultura e atingir o solo onde poderiam ser absorvidos pelas plantas daninhas, gerando o processo de intoxicação. Para melhor avaliar esta premissa, Velini & Negrisoni (2000) estudaram o efeito do herbicida, utilizando o corante FDC-1, procurando assim determinar a porcentagem de interceptação do mesmo por diferentes camadas de palha, e como resultado obteve que para uma camada de 1 t.ha^{-1} , apenas 35,5% da calda de pulverização atinge o solo, já com 10 e 15 t.ha^{-1} as porcentagens de interceptação da calda pela palha são de 99,4 e 99,5%, respectivamente. Nas condições normalmente encontradas em áreas de cana-crua, praticamente todo herbicida aplicado sobre a palha é por ela interceptado.

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, onde exercerão sua interferência, o que pode ser resultado do fato de alguns herbicidas serem mais retidos na cobertura e outros menos. Devido a isso, Fornarolli *et al.* (1998) afirmam que há necessidade de aumentar as dosagens dos herbicidas para compensar as perdas, evitando-se com isso redução da eficiência de controle.

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

Alguns pesquisadores (Kells, 1985; Fadayomi, 1989; Johnson *et al.*, 1989) defendem a idéia de que a eficácia de herbicidas residuais é semelhante para os sistemas de plantio direto e convencional. No Brasil, Almeida (1992) avaliou a aplicação, em pré-emergência, das misturas oryzalin + metribuzin e cyanazine + metolachlor em diferentes sistemas de preparo de solo, constatando que a eficácia das mesmas não foram prejudicadas pela presença de cobertura morta, com ação semelhante no preparo convencional.

Marin *et al.* (1978) relataram que a interação dos herbicidas, aplicados em pré-emergência, com resíduos culturais é importante na conservação das práticas de plantio direto, uma vez que 60% ou mais da superfície do solo pode estar coberta, impedindo a

difusão dos herbicidas aplicados. Neste sentido, alguns estudos têm sido conduzidos sobre a interação entre herbicidas e coberturas mortas, na tentativa de compreender os processos de adsorção, dessorção, escorrimento, volatilização e controle de plantas daninhas.

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

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

Os resíduos das plantas constituem-se na parte mais importante do sistema de plantio direto e cana-crua. Apesar da cobertura reduzir a população de ervas, ela pode interceptar os herbicidas quando aplicados sobre a palha.

Dao (1991) estudando a interação dos herbicidas metribuzin e S-ethyl metribuzin (99% de pureza) com resíduos frescos e envelhecidos (palha) de trigo em experimentos de campo e laboratório, 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, observou que ambos apresentavam maior adsorção na palha que em 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 coletou amostras de palha após a colheita do

trigo em diferentes períodos entre os anos de 1983/86 para determinação do conteúdo de celulose, lignina e cinzas, tendo concluído 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. Em contraste, Sigua *et al.* (1993) observaram que com resíduos frescos, a lixiviação de atrazine foi reduzida em 39% quando comparada com resíduos secos de plantas submetidas à irrigação de nove mm.h⁻¹. Apesar de desconhecerem o mecanismo responsável pela redução da lixiviação do herbicida nos resíduos frescos, os pesquisadores sugerem que o aumento da adsorção deve-se a maior hidrofobicidade dos resíduos frescos em relação aos resíduos envelhecidos.

Outros fatores que exercem grande influência na retenção dos herbicidas na palha são a quantidade e a época das chuvas que ocorrem logo após a aplicação, os quais foram constatados para o metribuzin (Banks & Robinson, 1982), oryzalin (Banks & Robinson, 1984), alachlor, acetolachlor e metolachlor (Banks & Robinson, 1986) e trifluralin (Rodrigues *et al.*, 1997). Outros herbicidas são facilmente lixiviados para o solo, com chuvas que ocorreram 24 horas após a aplicação, como é o caso do atrazine (Fornarolli *et al.*, 1998). Lowder & Weber (1979) verificaram que 87% do atrazine foram removidos da cobertura morta, quando submetida à aplicação de 100 mm de chuva logo após aplicação do herbicida, sendo que se a chuva ocorrer sete dias após aplicação do herbicida, a remoção foi de 77% do produto.

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

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

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

Lamoreaux *et al.* (1993), utilizando como cobertura os restos das plantas de soja, milho e aveia a níveis de 1,12 a 8,96 t.ha⁻¹, avaliaram a eficiência de dimethenamid, metolachlor e alachlor, reportando que os mesmos foram lixiviados das coberturas após irrigação de 1,6 a 12,8 mm. Altos níveis de controle das infestantes foram observados para dimethenamid, quando comparado com os herbicidas metolachlor e alachlor. A eficiência dos herbicidas foi maior na presença de resíduos de soja e menor com resíduos de aveia. Estas observações sugerem que as características morfológicas e capacidade de adsorção da palhada influenciam na retenção dos herbicidas.

Rodrigues *et al.* (2000b), estudando a influência da cobertura morta na retenção do imazaquin, do grupo das imidazolinonas, em plantio direto, aplicou doses de 75, 150 e 300 g.ha⁻¹ sobre 7000 e 14000 kg.ha⁻¹ de resíduos de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) e também em solo sem cobertura. Coletou amostras de solo e palha imediatamente após e vinte e quatro horas após a aplicação de imazaquin, depois o experimento foi irrigado e novas amostras foram coletadas para bioensaios e análises cromatográficas. Observaram então que antes da irrigação, os resíduos de aveia interceptaram aproximadamente 90% do produto em ambas as quantidades e após a irrigação praticamente todo o herbicida foi lixiviado, concluindo que ele tem perspectivas de uso em plantio direto na palha.

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⁻¹. Estes resultados foram similares aos encontrados por Ghadiri *et al.* (1984) e Sigua *et al.* (1993), que utilizaram o mesmo herbicida.

Erbach & Lovely (1975) em experimentos de campo e de casa de vegetação com os herbicidas alachlor e atrazine, aplicados nas doses recomendadas sobre 2.000 e 4.000 kg.ha⁻¹ de resíduos da cultura do milho, relataram que as coberturas não afetaram o controle de plantas daninhas.

Pastana (1972) observou retenção parcial do herbicida atrazine na cobertura de 2.500 kg.ha⁻¹ de resíduos culturais de milho, quando foi promovida lavagem insuficiente da palha. Sigua *et al.* (1993), constataram que a cobertura do solo com 2.000 e 8.000 kg.ha⁻¹ de resíduos da cultura do milho reduziram a lixiviação de atrazine em 12 e 18%, respectivamente, quando comparado aos depósitos em solo sem cobertura. Resultados semelhantes foram observados por Shipitalo *et al.* (1990) e Edwards *et al.* (1989), que constataram diminuição na lixiviação de atrazine em solos cobertos com elevadas quantidades de resíduos culturais.

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

Anderson (1988) relata 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, indicando a necessidade de que ocorra chuva poucos dias após. A interceptação e retenção da palha na superfície do solo reduziram a atividade do diclofop de 20 a 30%, porém irrigações simulando chuva reduziram esta retenção.

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

metribuzin aplicado atingiu o solo coberto com 2.250 t.ha⁻¹ de palha de trigo e submetido à lâmina de 3,0 mm de irrigação.

Sorenson *et al.* (1991) estudaram, em sistema de plantio direto, a dissipação da mistura metolachlor e metribuzin aplicado sobre 8.300 kg.ha⁻¹ de palha de milho e 8.800 kg.ha⁻¹ de trigo, que cobriam 55 e 95% da superfície do solo, respectivamente. Em contraste, Almeida (1992) constatou 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 2.700 e 3.200 kg.ha⁻¹ de cobertura morta, sendo os resultados semelhantes aos obtidos no sistema de plantio convencional.

Rodrigues *et al.* (2000b) avaliaram, em plantio direto, o comportamento das misturas de imazaquin com pendimethalin e sulfentrazone com metribuzin, quando submetidas a uma lâmina de irrigação de 48,3 mm, 24 horas após aplicação. Os resultados mostraram que praticamente todo o imazaquin e o sulfentrazone foram lixiviados da palha para o solo. De modo contrário, o pendimethalin ficou praticamente todo retido na palhada.

Gravena *et al.* (2002), com o objetivo de avaliar os efeitos da palha de cana-de-açúcar (0; 10 e 15 t.ha⁻¹) e da mistura trifloxysulfuron sodium + ametrina (0; 1,75 e 2,00 kg p.c.ha⁻¹) na emergência e acúmulo inicial de biomassa seca e no controle de plantas daninhas, observaram que houve elevada ação supressiva sobre as populações de *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum*, *Sida glaziovii* e *Amaranthus hybridus*. Também provocou impacto negativo sobre as populações de *Senna obtusifolia*, *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea grandifolia* e *Ipomoea nil*, porém sem controle satisfatório, já a mistura de herbicidas apresentou elevada ação de controle sobre todas as espécies. Na presença da palha, o controle das plantas de *Senna obtusifolia*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea grandifolia* foi satisfatório, quando aplicada a mistura. Para o controle de *Panicum maximum* houve vantagem na integração dos dois métodos de controle.

Com o objetivo de avaliar a eficiência da mistura dos herbicidas diuron + hexazinone (0,936 + 0,264 e 1,404 + 0,396 kg.ha⁻¹) no controle de *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea hederifolia*, *Euphorbia heterophylla* e *Digitaria horizontalis* e do herbicida sulfentrazone (0,6; 0,7 e 0,8 kg.ha⁻¹) no controle de *Cyperus rotundus*, em vasos com cobertura de palha de cana-de-açúcar, nas quantidades de 0; 5; 10 e 15 t.ha⁻¹, com chuvas 24 h

após a aplicação e retirada a palha da superfície do solo 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 pulverização.

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

A palha pode atuar retendo herbicidas, liberando-os lentamente ao solo, sendo este efeito bastante interessante, mas ainda não foi adequadamente avaliado para quaisquer dos herbicidas disponíveis comercialmente para uso em cana-de-açúcar (Velini & Negrisoni, 2000).

É amplamente conhecido e divulgado que a cobertura com palha diminui a perda de água na superfície do solo e este aspecto associado à abertura de microcanais de drenagem pode facilitar a lixiviação de fertilizantes, herbicidas ou outros agrotóxicos aplicados em cana-crua. Há a necessidade de um constante monitoramento dos níveis deste compostos no lençol freático de áreas não só de cana-crua, mas também de plantio direto (Velini & Negrisoni, 2000).

Desta forma, pelos trabalhos relatados, percebe-se que o uso de herbicidas residuais em sistema de plantio com algum tipo de cobertura é polêmico. Esses fatos evidenciam a necessidade de informações que possam melhor elucidar as interações entre as coberturas, as plantas daninhas e o comportamento dos principais herbicidas utilizados no sistema de plantio com algum tipo palha.

Mesmo não sendo um produto recente no mercado, são poucos, ainda, os trabalhos que estudaram o comportamento, dinâmica e eficiência, do metribuzin aplicado sobre a palhada formada pela colheita mecanizada da cana-de-açúcar.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho constou de dois estudos, sendo um de dinâmica e outro de eficácia do metribuzin no controle de plantas daninhas em áreas cobertas de palha de cana-de-açúcar e foi conduzido no Laboratório de Matologia e no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NuPAM), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu (SP).

5.1. Desenvolvimento do método analítico para determinação de metribuzin em água por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

O padrão analítico de metribuzin foi fornecido pela Bayer CropScience, com grau de pureza certificada de 94,3% e cujo nome adotado pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, 1978) é 4-amino-6-tert-butil-3-metiltio-1,2,4-triazina-5-(4H)-ona.

5.1.1. 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 herbicida metribuzin. Foram preparadas soluções padrão com solvente metanol e água (50:50 v/v) nas concentrações de 0,2; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6 e 2,0 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ a partir de uma solução estoque

de $100 \mu\text{g.mL}^{-1}$ do padrão analítico preparado com o solvente metanol, devido sua solubilidade. Triplicatas de cada uma das soluções nas diversas concentrações foram analisadas e quantificadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). As características cromatográficas do método são apresentadas na Tabela 1.

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

Características cromatográficas do método de quantificação do metribuzin	
Fase estacionária	sílica-octadecil (C_{18})
\varnothing partícula (μm)	5,00
Comprimento da coluna (mm)	150,00
\varnothing interno da coluna (mm)	4,60
Fase móvel (v.v^{-1})	$\text{CH}_3\text{OH}:\text{H}_2\text{O}$ (50:50)
Vazão (mL.min^{-1})	1,00
Volume de injeção (μL)	100,00
Tempo de retenção do herbicida metribuzin (min.)	8,70
λ (nm)	295

Os cromatogramas obtidos para uma injeção de $100 \mu\text{L}$ do padrão analítico de metribuzin contendo $0,6$ e $2,0 \mu\text{g.mL}^{-1}$, na faixa de concentração de validação do método e sob condições cromatográficas detalhada, são apresentados nas Figuras 6 e 7, onde podem ser verificadas as respostas cromatográficas dos picos de metribuzin. Observa-se que os cromatogramas apresentaram uma boa resposta do detector utilizado para o metribuzin com integração da base e um tempo de retenção de $8,70$ minutos podendo ser caracterizado como uma vantagem do método proposto pelo menor consumo de solventes e pelo simplificado sistema de extração do analito e curto espaço de tempo para análise.

A partir das áreas dos picos (resposta do detector) e concentrações das soluções padrão de metribuzin, 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.

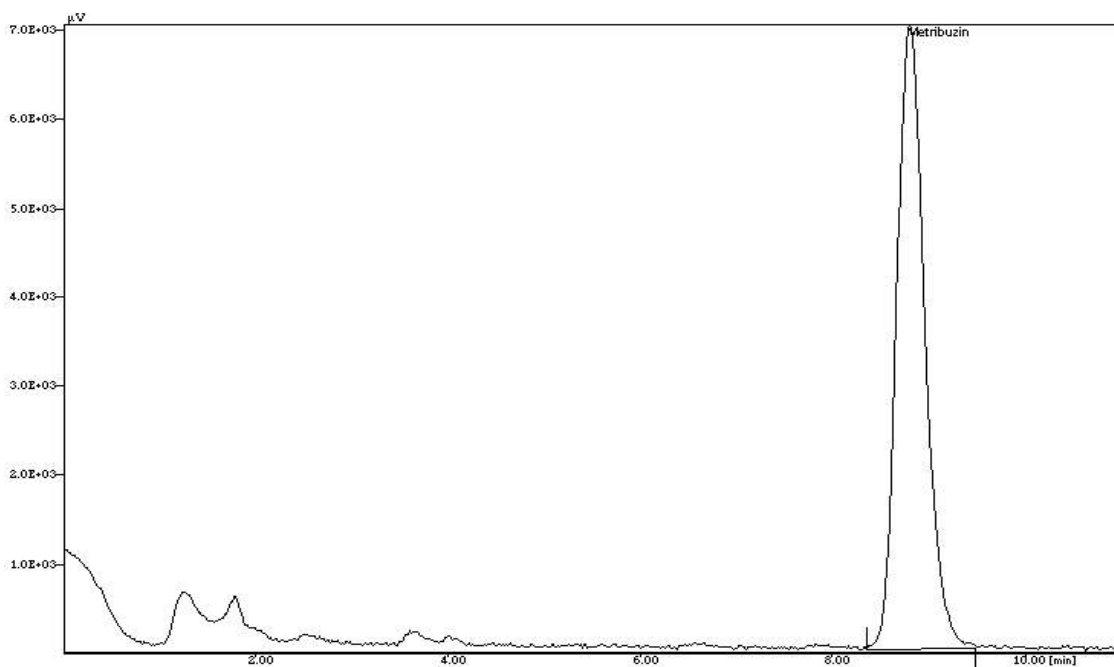


Figura 1. Cromatograma da resolução de metribuzin por CLAE na concentração de $0,6 \mu\text{g.mL}^{-1}$.

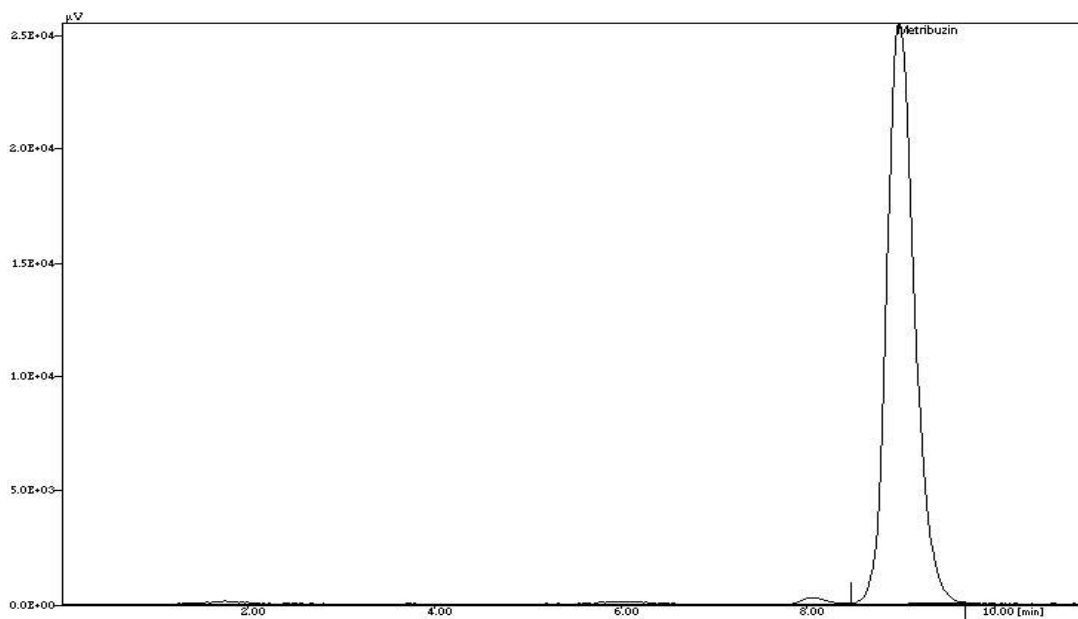


Figura 2. Cromatograma da resolução de metribuzin por CLAE na concentração de $2,0 \mu\text{g.mL}^{-1}$.

5.1.2. Curva de calibração para o metribuzin por CLAE

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

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

Concentração ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	Área
0,2	48150,9
0,4	96226,8
0,6	144790,4
1,0	241621,3
1,6	383540,3
2,0	481272,4

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

Parâmetros da regressão	Estimativa (coeficientes)	Desvio padrão
Interseção (a)	391,24	622,41
Inclinação (b)	240216,32	535,02

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

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

Coeficiente de determinação (r^2)
0,99

O coeficiente de determinação obtido (r^2) indica que o modelo linear explica a variabilidade dos dados de concentração em 99,99% demonstrando que há forte correlação entre as variáveis. Os valores estimados da reta de calibração para o padrão analítico metribuzin são apresentados na Tabela 5.

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

Parâmetros	Método de calibração
a (ordenada)	391,24
S_a	622,41
b (inclinação)	240216,32
S_b	535,02
Faixa de linearidade ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,2 – 2,0

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 metribuzin pela regressão linear utilizada é demonstrado na Figura 3.

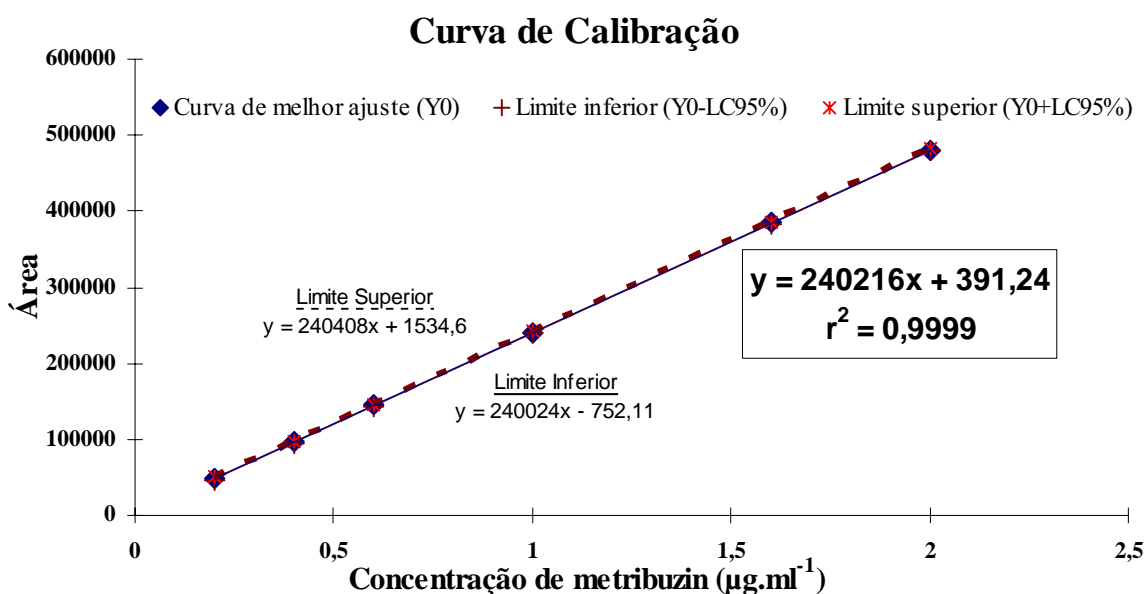


Figura 3. Reta de calibração para metribuzin com os dados ajustados pelo modelo de regressão linear de Meier & Zünd (1993).

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 metribuzin.

Os limites de detecção (LD) e de quantificação (LQ) obtidos foram $7,2 \cdot 10^{-3}$ e $1,4 \cdot 10^{-2}$ $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, respectivamente, indicando que o método analítico proposto é bastante sensível para o herbicida metribuzin.

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 metribuzin por CLAE.

5.1.3. Determinação e validação do método de extração

Foi escolhido o solvente metanol como o mais apropriado para extração do herbicida metribuzin em água, devido sua solubilidade neste solvente (Tomlin, 1997). Para o teste de recuperação e determinação de possíveis interferentes na quantificação do metribuzin, foram preparadas soluções do herbicida em água coletada da lavagem de palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816, a partir do padrão analítico metribuzin ($100 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ em metanol), obtendo-se desta forma as seguintes concentrações: 5,0; 2,5; 1,25; 0,625 e $0,3125 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$. Para cada solução foram preparadas quatro repetições. Posteriormente, 5 mL de cada uma das soluções obtidas nas suas respectivas concentrações foram elevados a um volume de 10 mL, com metanol resultando em soluções nas seguintes concentrações: 2,5; 1,25; 0,625; $0,3125$ e $0,15625 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ de metribuzin em água de lavagem de palha e metanol (50:50 v.v⁻¹).

As soluções de diferentes concentrações preparadas em metanol: água em 50: 50 (v.v⁻¹) 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. Os “vials” contendo metribuzin em solução metanol/água foram lacrados e armazenados em geladeira a $(8 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C})$, para posterior análise por CLAE conforme descrição apresentada anteriormente. A quantificação do analito (herbicida) recuperado foi obtida através da curva de calibração (padronização externa) por

CLAE. Este método de extração foi então utilizado para as quantificações do herbicida metribuzin nos estudos de dinâmica do produto em palha de cana-de-açúcar.

5.1.3.1. Teste de recuperação e método de extração do metribuzin em água

Para avaliar a extração do metribuzin em água de lavagem de palha de cana-de-açúcar foram empregadas 5 concentrações conhecidas do padrão analítico metribuzin, com a finalidade de se obter as seguintes concentrações em água de lavagem de palha, 2,5; 1,25; 0,625; 0,3125 e 0,15625 $\mu\text{g.mL}^{-1}$.

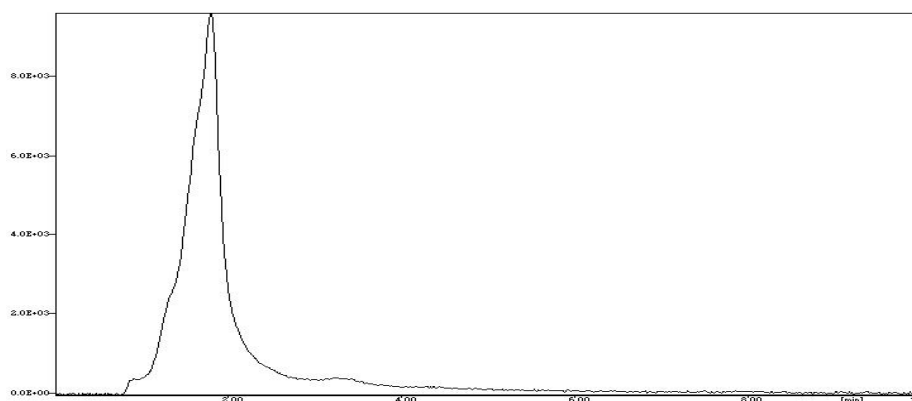
O sinal analítico dos picos de metribuzin foram transformados em área, comparando-se com a área dos padrões analíticos de 2,0; 1,6; 1,0; 0,6; 0,4 e 0,2 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ obtido a partir de uma solução estoque de 100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ do padrão analítico metribuzin, sendo os dados em porcentagem apresentados na Tabela 6.

Observa-se na Tabela 6, que o método utilizado apresentou uma recuperação média de 100,01% 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, geralmente as técnicas de preparação e extração de amostras empregam, freqüentemente, tecnologias que são extensivamente laboriosas e demoradas. Dessa forma, quando se considera que o fator de recuperação do metribuzin foi obtido sem a necessidade de pré-concentração das amostras e, também, sem a necessidade de derivatização, o que o torna extremamente simples e rápido, o emprego deste método é justificado.

Tabela 6. Porcentagem de recuperação de metribuzin em função das concentrações utilizadas.

Concentrações Metribuzin ($\mu\text{g.mL}^{-1}$) Adicionada	Área dos cromatogramas	Concentração de Metribuzin ($\mu\text{g.mL}^{-1}$) obtida	% do metribuzin		
			Recuperação	Média	Desvio Padrão
2,5	600463,00	2,498	99,92	99,88	0,06
	599991,00	2,496	99,84		
	599888,00	2,496	99,83		
	600581,50	2,499	99,94		
	302003,00	1,256	100,45		
1,25	299741,00	1,246	99,69	100,14	0,35
	301848,50	1,255	100,40		
	300698,50	1,250	100,01		
	150809,50	0,626	100,19		
	150191,50	0,624	99,78		
0,625	150385,00	0,624	99,91	99,97	0,17
	150547,50	0,625	100,01		
	75169,50	0,311	99,61		
0,3125	75347,50	0,312	99,85	99,95	0,32
	75429,75	0,312	99,96		
	75749,00	0,314	100,39		
	38049,00	0,157	100,33		
0,15625	37990,25	0,157	100,17	100,11	0,22
	37967,00	0,156	100,11		
	37854,00	0,156	99,81		

Observa-se, na Figura 4, que o cromatograma da amostra de lavagem de palha de cana, preparada com a mesma técnica das análises, não apresentaram nenhum interferente no tempo de 8,70 minutos, pelo detector utilizado para a análise do metribuzin.

**Figura 4.** Cromatograma de lavagem da palha de cana-de-açúcar por CLAE.

5.2. Dinâmica do metribuzin em palha de cana-de-açúcar

Neste estudo foram realizados três ensaios conduzidos nas dependências do NuPAM, para avaliar a dinâmica do metribuzin em palha de cana-de-açúcar, variedade SP 80-1816. As análises foram feitas no Laboratório de Matologia.

5.2.1. Pulverização e simulação de chuva nos ensaios

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

O tracionamento de ambas as barras é feito com o auxílio de um motor elétrico, através de correntes e engrenagens, proporcionando controle de velocidades constantes e previamente determinadas, conforme ajuste por um modulador de frequência. O sistema de pulverização tem funcionamento independente do sistema de simulação de chuva, apesar de ambos compartilharem o mesmo equipamento e funções de controle.

A simulação da chuva foi realizada utilizando-se uma bomba hidráulica de pressão constante e acionamento automático, a qual bombeia água armazenada de um reservatório, com capacidade para 1.000 L, até a barra e bicos responsáveis pela formação de gotas de chuva. A barra de simulação de chuva é constituída por três bicos de pulverização TK-SS-20 de alta vazão, espaçado de 0,5 m entre eles e posicionados para proporcionar uma melhor uniformidade da precipitação simulada na área aplicada e encontra-se a 1,45 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. Este sistema foi operado com velocidade de deslocamento de 3,156 m.min⁻¹ (2,5 Hertz no modulador de frequência) e pressão de trabalho de 0,81 kgf.s⁻². Estas especificações proporcionaram a produção de gotas artificiais de chuva com diâmetro mediano volumétrico (DMV) de aproximadamente 1140 micras, conforme informações do fabricante da ponta de pulverização (*Spraying Systems Co.*) e cada passada, ou seja, cada lâmina aplicada corresponde a aproximadamente 2,5 mm de chuva.

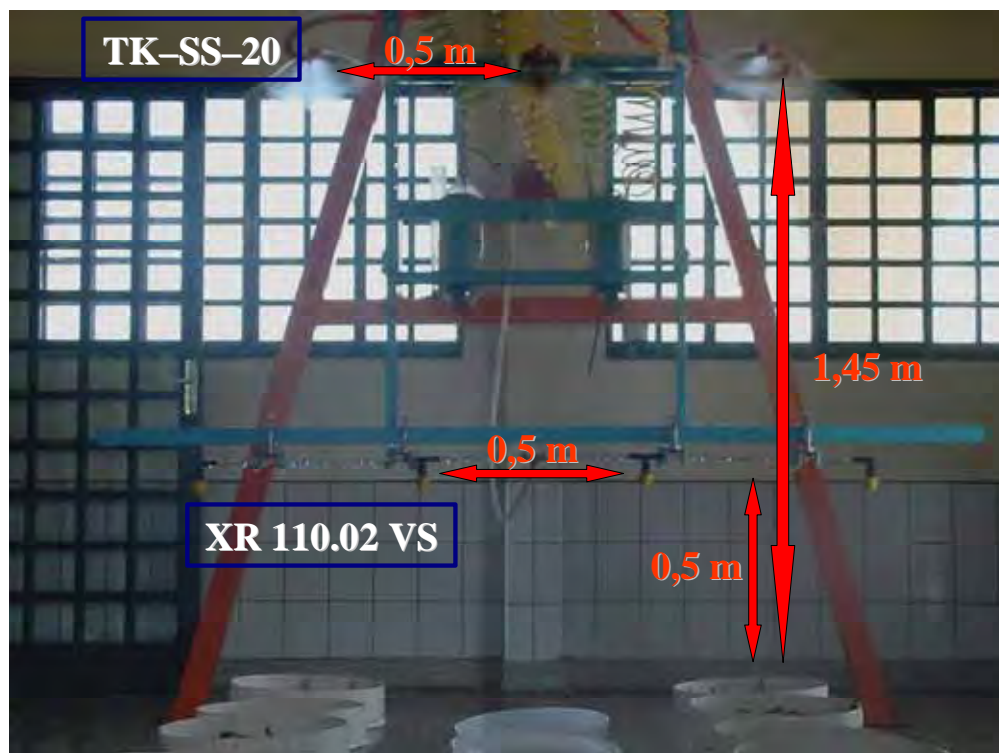


Figura 5. Sistemas de simulação de chuva (precipitação) e de pulverização do NuPAM.

A barra de pulverização é constituída por quatro bicos munidos de pontas de pulverização XR 110.02 VS, espaçadas de 0,5 m entre elas e posicionadas a 0,5 m de altura em relação à superfície das unidades experimentais. Para as pulverizações do herbicida, o sistema foi operado com velocidade de deslocamento de $1,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($3,6\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), o que correspondeu a 45,0 Hertz no modulador de frequência, com gasto de calda correspondente a $200\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo aplicado com ar comprimido para manter a pressão.

O produto comercial, em suspensão concentrada, contendo $480\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de ingrediente ativo (i.a.) foi aplicado na dose de $4,0\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ p.c. de metribuzin com volume de calda gasto correspondente a $200\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$. Para tanto, foi preparada uma solução de 40 mL do produto comercial em 2,0 L de água, em garrafa de PET de capacidade aproximada de 2,0 L.

Durante as aplicações nos diversos ensaios realizados, as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala de pulverização, foram monitoradas e as médias de seus valores são apresentadas nos Quadros 1 a 3 do Apêndice 1.

5.2.2. Transposição do metribuzin no momento da aplicação

Neste ensaio foram determinadas as porcentagens de transposição da palha, pelo ativo do metribuzin, no momento da aplicação. As quantidades equivalentes estudadas foram de 0; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15 e 20 t.ha⁻¹ de palha.

As palhas com as quantidades correspondentes mencionadas foram colocadas dentro de um suporte de plástico, com área da base retangular de 160,14 cm², para serem submetidas à aplicação (Figura 6). A pulverização do herbicida foi realizada na dose de 1920 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.) e com gasto de volume de calda de 200 L.ha⁻¹, sendo este valor confirmado pela análise da solução da calda por CLAE.

Para coletar o metribuzin transposto, alvos de plástico foram posicionados abaixo das camadas de palha. Após a aplicação, as palhas foram descartadas e os alvos lavados com 50 mL de água destilada (Figura 7) e as soluções foram armazenadas em geladeira (8 ± 3 °C), para posterior análise. O delineamento experimental deste ensaio foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições.



Figura 6. Suportes de plástico com as palhas usadas para transposição no momento da aplicação.



Figura 7. Lavagem dos alvos plásticos para coleta do metribuzin transposto na aplicação.

5.2.3. Avaliação do caminhamento do metribuzin na palha de cana-de-açúcar

5.2.3.1. Representação das Unidades Experimentais

As unidades experimentais foram constituídas por um conjunto de suporte móvel de PVC usado para acomodar a palha de cana-de-açúcar, tela, funil e coletor de plástico, representado na Figura 8. Este conjunto foi nomeado de “sistema de lavagem de palha”. A organização das unidades experimentais, ao longo do percurso das barras do simulador, foi previamente determinada com o objetivo de padronizar a metodologia e minimizar o erro de distribuição das lâminas de chuva, nas condições estudadas.

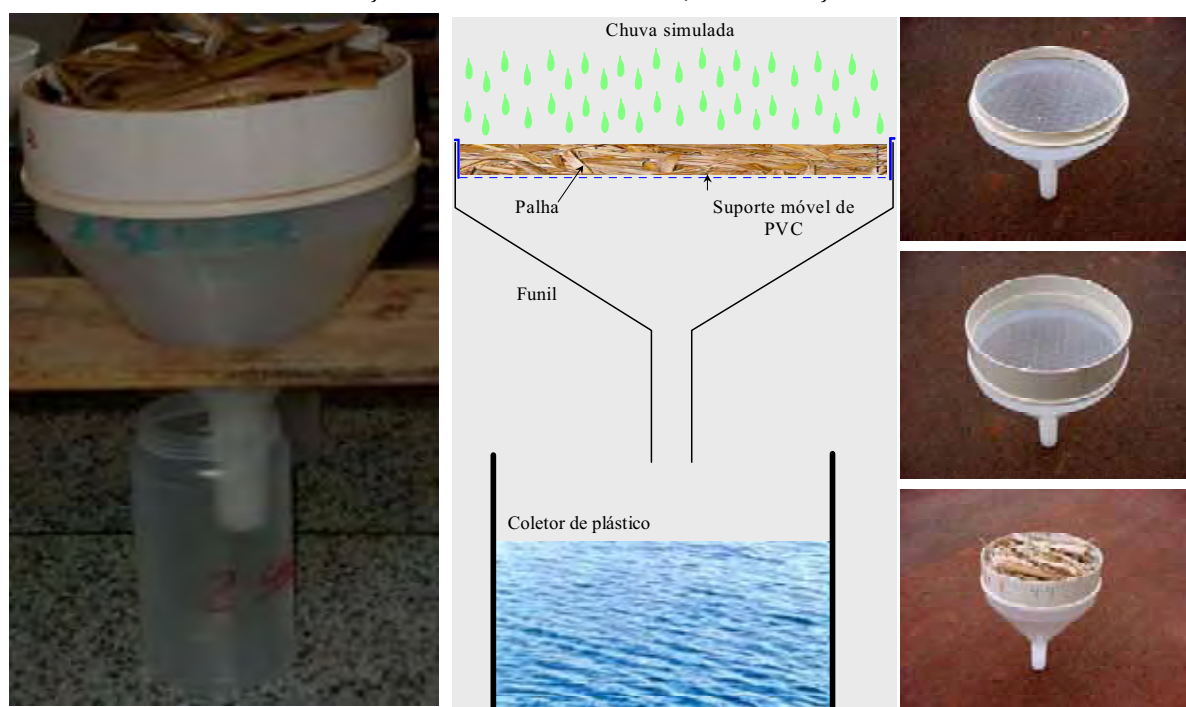


Figura 8. Sistema de lavagem de palha com a unidade experimental.

5.2.3.2. Avaliação preliminar da deposição do metribuzin na palha

Nos suportes móveis de PVC do sistema de lavagem foram colocadas as quantidades correspondentes a 5, 10, 15 e 20 t.ha⁻¹ de palha, representativas daquelas encontradas em campo logo após a colheita da cultura, e que permite minimizar a transposição da calda de aplicação no momento da pulverização. O metribuzin foi aplicado na dose de 1920 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.) e com gasto de volume de calda de 200 L.ha⁻¹, sendo o valor confirmado pela análise da solução da calda por CLAE.

Para o ensaio da deposição do metribuzin na palha de cana-de-açúcar foi realizada, imediatamente após a aplicação, uma extração da palha de cada parcela em um recipiente com 5 L de água. Uma alíquota de 50 mL da água de extração foi retirada para posterior quantificação do herbicida.

Na mesma unidade experimental, avaliou-se também, no momento da aplicação, a quantidade de produto que atingiu o funil, atravessando a camada da palha de cana-de-açúcar apenas com a pulverização. A quantidade de produto que atingiu o funil foi recuperada através da lavagem do mesmo, com volume de 1 L de água destilada. Uma alíquota de 50 mL da suspensão foi retirada para posterior quantificação do herbicida.

A soma das quantidades de metribuzin obtidas nas extrações da palha e lavagem do funil foi considerada a quantidade total de produto que chegou na unidade experimental.

As suspensões, produtos das lavagens dos funis e extração da palha, foram armazenadas em geladeira (8 ± 3 °C) para posterior análise e quantificação das concentrações do metribuzin.

5.2.3.3. Dinâmica do metribuzin em diferentes quantidades de palha e chuva

No suporte móvel de PVC das unidades experimentais, foram colocadas as quantidades correspondentes a 5, 10, 15 e 20 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar. A pulverização de metribuzin foi realizada na dose de 2260 g.ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.) e com gasto de volume de calda de 200 L.ha⁻¹, sendo este valor confirmado pela análise da solução da calda por CLAE.

Um dia após a aplicação, as unidades experimentais com a palha, foram submetidas à chuva artificial de 2,5; 5; 10; 20; 35; 50 e 100 mm, sendo estas

precipitações consideradas acumulativas. Cada lâmina aplicada correspondeu a aproximadamente 2,5 mm de chuva. Após a 1^a; 2^a; 4^a; 8^a; 14^a; 20^a e 40^a lâmina sobre as unidades experimentais do sistema de lavagem esperou-se por dez minutos antes do início da amostragem. Este procedimento teve por objetivo padronizar a possibilidade de ocorrência de erro, evitando-se o excesso de água da chuva não embebida pela palhada. A água que transpôs cada parcela das diferentes quantidades de palha para cada lâmina estudada foi medida, coletada e armazenada em geladeira (8 ± 3 °C) para posterior análise e quantificação do metribuzin. As quantidades do produto foram acumuladas para determinação das curvas de saída do metribuzin em função das lâminas acumuladas de água.

Após a lavagem, as palhas foram mantidas em casa-de-vegetação e submetidas a novas precipitações de 20 mm após 7 e 14 dias. Os procedimentos utilizados foram os mesmos descritos acima. Estas precipitações tiveram o objetivo de simular uma segunda e terceira precipitações, que podem ocorrer a campo.

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

O delineamento experimental deste ensaio foi inteiramente casualizado com 36 tratamentos e quatro repetições.

5.2.3.4. Dinâmica do metribuzin em períodos de permanência na palha

No suporte móvel de PVC das unidades experimentais, foi utilizada a quantidade correspondente a 10 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, em função dos resultados obtidos no ensaio anterior e realizados por Velini e Negrisoni (2000).

As parcelas com as palhas foram submetidas a chuvas artificiais aos: 0, 1, 7, 14 e 28 dias após a aplicação (DAA), considerados períodos de permanência do herbicida. Durante estes períodos as parcelas foram mantidas em casa-de-vegetação.

A pulverização de metribuzin foi realizada nas doses de 1970; 1860; 1780; 1800; 1930 g.ha⁻¹ de i.a. para os tratamentos de 0, 1, 7, 14 e 28 DAA, respectivamente e com gasto de volume de calda de 200 L.ha⁻¹.

As amostras de palha foram submetidas à chuva artificial de 2,5; 7,5; 20; 35; 50 e 100 mm, nos períodos determinados. O procedimento das simulações das chuvas foi o mesmo descrito no item 5.2.3.3.

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

Após a lavagem, as palhas foram mantidas em casa-de-vegetação e submetidas a novas precipitações de 20 mm após 7 e 14 dias após as primeiras chuvas. As palhas foram pesadas antes e após o final de todas as simulações das chuvas, para se determinar a quantidade de água que a palha reteve ao final das chuvas.

O delineamento experimental deste ensaio foi inteiramente casualizado com 45 tratamentos com quatro repetições.

5.2.4. Procedimento de análise das amostras e dos dados

Alíquotas de 5 mL da água de lavagem dos alvos, palhas e funil e nas lâminas de chuva simuladas descritas e armazenadas em geladeira (8 ± 3 °C), foram elevados a um volume de 10 mL de metanol: água em 50: 50 (v.v⁻¹). Estas soluções foram então filtradas e analisadas conforme descrito no item 5.1.2.

Os sinais analíticos dos picos de metribuzin transformados em área foram comparados com a curva de calibração (padronização externa) das soluções padrão de metribuzin, conforme item 5.1.1.

Os dados originais de volumes, obtidos das lâminas de água retidas na palha de cana-de-açúcar foram convertidos para milímetros (mm) de chuva. A concentração do herbicida retido nos alvos plásticos, no funil, na palha e na água de lavagem, foi transformada para g.ha⁻¹ i.a. de metribuzin em função da quantidade de água de lavagem e da lâmina de chuva simulada sobre as quantidades (t.ha⁻¹) de palha. Posteriormente, os dados obtidos foram ajustados segundo o modelo de Mitscherlich e submetidos à análise de regressão com auxílio do programa estatístico SAS. Utilizou-se o modelo de Mitscherlich

simplificado pela fixação dos parâmetros “a” e “b” do modelo completo, uma vez que “a” representa a quantidade máxima de transposição do herbicida na palha (100%) e “b” necessariamente passa pela origem, ou seja, ausência de transposição do herbicida quando na ausência de simulação de chuva, atribuindo-se ao mesmo, o valor zero. Isto equivale dizer que na ausência da palha, foi máxima a transposição do herbicida. O valor “c” do modelo de Mitscherlich foi estimado pela equação de regressão e representa a taxa, em g.ha^{-1} , do herbicida que transpôs a palha a cada incremento de chuva simulada, em mm.

5.2.4.1. Modelo de Mitscherlich Completo

Modelo utilizado para estimar a quantidade de chuva retida (mm), transposta pela palha (%) e recuperação de herbicida na água de chuva (g.ha^{-1}).

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

Onde:

a, b e c = parâmetros da equação;

a = corresponde a assíntota máxima da curva;

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

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

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

c = parâmetro indicativo da concavidade da curva;

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

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

Y = quantidade de herbicida recuperado na água de chuva (g.ha^{-1});

5.2.4.2. Modelo de Mitscherlich Simplificado

Modelo utilizado para representar a quantidade de metribuzin que transpôs a palha em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$.

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

Onde:

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

c = parâmetro indicativo da concavidade da curva;

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

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

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

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

5.3. Eficácia do metribuzin em palha de cana-de-açúcar

Neste ensaio foram realizados dois ensaios conduzidos nas dependências do NuPAM, com o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar no controle de quatro espécies de plantas daninhas (*Brachiaria plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*).

5.3.1. Eficácia do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação e em vaso, nas dependências do NuPAM.

Os vasos que foram utilizados eram de capacidade para dois litros de solo nos quais foram feitos furos na base com a finalidade de escoar o excesso de água.

Como substrato foi utilizado solo coletado de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), textura média, localizado na unidade Patrulha da Fazenda Lageado – Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu (SP). Esse solo foi coletado em área cujo histórico não constava qualquer aplicação de herbicidas.

Após a coleta, o solo foi seco a sombra por um período de 48 h, sendo então peneirado e amostras foram submetidas às análises química e granulométrica no Departamento de Solos da FCA/UNESP - Botucatu (Tabela 7 e 8).

Tabela 7. Resultados da análise* química da amostra de terra utilizada como substrato. Botucatu, 2003.

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

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

Tabela 8. Resultados da análise* granulométrica da amostra de terra utilizado como substrato. Botucatu, 2003.

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

* Realizada pelo Depto de Solos - FCA/UNESP – Botucatu.

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

Nos vasos foram semeadas quatro espécies de plantas daninhas prejudiciais à cana-de-açúcar, *Brachiaria plantaginea*, *Ipomoea grandifolia*, *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*, em solo seco, na quantidade de 0,58; 1,04; 0,25 e 0,24 g, respectivamente. Essas quantias de sementes foram calculadas de acordo com o teste de germinação para germinar 25 plantas de cada espécie por vaso.

As espécies de plantas daninhas foram semeadas em um conjunto de duas espécies por vaso, sendo *Brachiaria plantaginea* e *Ipomoea grandifolia* um conjunto e *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla* outro conjunto.

Foram utilizadas quantidades correspondentes a 5 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar por vaso. Esta quantidade foi utilizada por ser insuficiente para suprimir

completamente a emergência das espécies estudadas, nos tratamentos que constaram com palha, e por permitir a retenção do herbicida aplicado.

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

A dose de metribuzin utilizada na pulverização foi de 4,0 L.ha⁻¹ p.c. aplicado em pré-emergência e pós-emergência com consumo de calda de 200 L.ha⁻¹, dependendo do tratamento e a barra de pulverização utilizada constava de quatro pontas de pulverização XR 110-02 VS. Durante o desenvolvimento da aplicação dos tratamentos e da simulação de chuva foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala de pulverização, sendo a média de seus valores apresentados no Quadro 4 (Apêndice 1).

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

As irrigações diárias dos vasos foram feitas por sub-superfície para não promover a movimentação do herbicida da palha de cana-de-açúcar, sendo que os vasos foram pesados diariamente e adicionada à quantidade de água necessária para manter a mesma umidade durante todo ensaio.

Os tratamentos que foram conduzidos constaram de diferentes posicionamentos do herbicida e condições de umidade antes e após a aplicação. **Tratamento 1** constou de cobertura de palha seca (5 t.ha⁻¹) sobre o solo seco antes da aplicação do herbicida e simulou-se uma chuva de 30 mm depois de 24 horas da aplicação; **Tratamento 2** simulou-se uma chuva de 30 mm sobre o solo seco, antes da cobertura com a palha seca (5 t.ha⁻¹) e foi feita aplicação do herbicida após; **Tratamento 3** constou do tratamento 2, porém foi simulado um orvalho todos os dias pela manhã até o final do ensaio; **Tratamento 4** simulou-se uma chuva de 30 mm no solo seco antes da cobertura com palha seca (5 t.ha⁻¹) e a aplicação do herbicida foi feita em pós-emergência, quando as plântulas estavam com 2 a 4 folhas (18 DAA dos demais tratamentos); **Tratamento 5** foi realizada a chuva de 30 mm sobre o solo seco e aplicou-se o herbicida antes da cobertura com a palha seca (5 t.ha⁻¹); **Tratamento 6** constou de cobertura do solo seco com a palha seca (5 t.ha⁻¹), sendo simulada uma chuva de 30 mm 12 horas antes da aplicação do herbicida; **Tratamento 7** foi feita a cobertura com palha seca

sobre o solo seco (5 t.ha⁻¹) antes da aplicação do herbicida e realizou uma chuva de 2,5 mm logo após; **Tratamento 8** constou da testemunha com palha seca (5 t.ha⁻¹) e sem aplicação; **Tratamento 9** foi feita a aplicação em pré-emergência do herbicida em solo sem cobertura de palha; **Tratamento 10** constou da testemunha sem cobertura de palha e sem aplicação.

As avaliações realizadas nos tratamentos foram: densidade das plantas daninhas aos 7, 14, 21 e 35 dias após aplicação (DAA); biomassa seca aos 35 DAA e avaliações visuais de controle das plantas daninhas aos 14, 21, 28 e 35 DAA.

Na avaliação de densidade de plantas foram contadas todas as plantas vivas nos vasos nos períodos descritos. Para obtenção da biomassa seca, foram cortadas as partes aéreas das plantas das espécies vivas e postas para secar em estufa com circulação forçada de ar (70°C por 96 horas). Para a avaliação de controle da plantas daninhas baseou-se em critérios segundo a escala de notas ALAM (1974), ilustrada na Tabela 9.

Tabela 9. Escala de notas ALAM (1974), adotada para porcentagem de controle.

Nota	% de Controle	Denominação
1	0-40	Nenhum / Pobre
2	41-60	Regular
3	61-70	Suficiente
4	71-80	Bom
5	81-90	Muito Bom
6	91-100	Excelente

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com dez tratamentos e quatro repetições, sendo duas testemunhas (com e sem palha).

5.3.2. Absorção do metribuzin diretamente da palha

Este ensaio foi realizado em função dos resultados obtidos no ensaio anterior e, para avaliar se o metribuzin tem potencial de ser absorvido diretamente da palha de cana-de-açúcar durante a germinação. As condições utilizadas neste ensaio foram as mesmas do ensaio anterior.

As espécies de plantas daninhas semeadas neste ensaio foram as seguintes: *Brachiaria plantaginea*, *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*.

Foram utilizados pedaços de palha de cana-de-açúcar, nas quais foi pulverizado metribuzin na dose de $4,0 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ p.c., aplicado com a barra de pulverização, com quatro pontas de pulverização XR 110-02 VS, com volume de gasto de calda de $200 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$. Durante o desenvolvimento da aplicação dos tratamentos foram monitoradas as condições de umidade relativa do ar e temperatura da sala de pulverização, sendo a média de seus valores apresentados no Quadro 5 (Apêndice 1).

Essas palhas de cana-de-açúcar aplicadas e não aplicadas (testemunha) foram fixadas com presilhas em hastes. No momento que as plântulas emergiram do solo as folhas das respectivas espécies foram colocadas em contato com a palha de cana-de-açúcar (Figura 9).

Os tratamentos utilizados estão descritos a seguir: **Tratamento 1** constou de aplicação do metribuzin na palha e sem umedecimento quando em contato com as folhas das espécies; **Tratamento 2** semelhante ao tratamento 1, mas com umedecimento da palha com o auxílio de pipeta após a aplicação e quando em contato com as plantas; **Tratamento 3** testemunha sem palha; **Tratamento 4** testemunha com palha, mas sem aplicação do herbicida.



Figura 9. Esquema das palhas dos tratamentos e delas em contato com uma plântula.

As avaliações realizadas foram, de biomassa seca aos 14 DAA e avaliações visuais de controle das plantas daninhas aos 14 DAA.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo duas testemunhas (sem aplicação).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Transposição do metribuzin no momento da aplicação

Utilizando-se o método cromatográfico desenvolvido foi realizada a quantificação do produto no experimento de transposição do metribuzin no momento da aplicação formado por oito tratamentos com quatro repetições. Os resultados obtidos e transformados em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ do herbicida, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Quantidade média de metribuzin transposto e retido pela palha no momento da aplicação.

Tratamentos	Quantidade retida ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Quantidade transposta ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	% retida	% transposta
0 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	0,00	1651,53	0,0	100,0
1 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	806,28	845,07	48,8	51,2
2,5 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	1211,38	439,97	73,4	26,6
5 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	1538,06	113,30	93,1	6,9
7,5 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	1609,45	41,91	97,5	2,5
10 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	1630,98	20,37	98,8	1,2
15 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	1648,09	3,26	99,8	0,2
20 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	1649,74	1,61	99,9	0,1

Verifica-se, na Tabela 10, que o herbicida metribuzin foi retido próximo a 50% quando aplicado nas condições descritas em material e métodos, na presença de 1 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Com 2,5 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de palha houve um

incremento de quase 25% de retenção do herbicida, totalizando 73,4% em média. Quando foi colocada uma quantidade de 5 t.ha⁻¹ pode-se observar que a porcentagem de retenção foi de 93,1%, porém quando a quantidade de palha teve um aumento para 7,5 t.ha⁻¹ a retenção aumentou para 97,5%, com aumento gradativo da retenção para maiores quantidades de palha até 20 t.ha⁻¹, com retenção próxima a 100%. Observou-se que até as primeiras 5,0 t.ha⁻¹, grande parte do herbicida aplicado foi retido. A partir desta quantidade, no entanto, notou-se um incremento de retenção estável e pequeno.

Em relação à transposição do metribuzin no momento da aplicação da palha de cana-de-açúcar para o alvo de plástico este valor pode ser calculado como sendo 100% menos a quantidade retida na palha. Assim, na quantidade de 1 t.ha⁻¹ observou-se uma transposição maior que 50%. Já com 2,5 t.ha⁻¹ mais de 25% do herbicida transpôs a camada de palha, e a partir de 5 t.ha⁻¹ ocorre uma transposição menor que 7%, sendo que a quantidade diminui com o aumento da quantidade de palha. A transposição do herbicida chega a quase 0%, quando se testou a quantidade de 20 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar.

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

Resultados semelhantes foram obtidos por Negrisoni *et al.* (2002), avaliando a passagem do diuron no momento da aplicação em 0 a 20 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, observaram que na presença de somente 2 t.ha⁻¹ a passagem é de 28% e com 5 t.ha⁻¹ é reduzida para 5% de produto. Chegando a 0% a passagem nas maiores quantidades.

Mesmo havendo diferença entre os resultados obtidos com metribuzin e os observados por Velini & Negrisoni (2000), o comportamento nas maiores camadas foi semelhante aos observados neste estudo.

6.1.1. Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de retenção

No estudo de transposição do herbicida metribuzin foi utilizado o Modelo de Mitscherlich simplificado.

No modelo aplicado neste experimento o parâmetro “a” é considerado 100 e o “b” é 0 e analisando a equação de regressão para transposição de metribuzin aplicado

na palha de cana-de-açúcar pela aplicação do modelo simplificado de Mitscherlich, obtém-se um $r^2 = 0,97$, mostrando um ajuste quase preciso dos dados ao modelo utilizado, uma vez que o r^2 foi menor que 0,99.

Na Figura 10 pode-se observar os dados originais e os ajustados pelo modelo utilizado neste experimento, mostrando o ajuste dos dados e sua precisão.

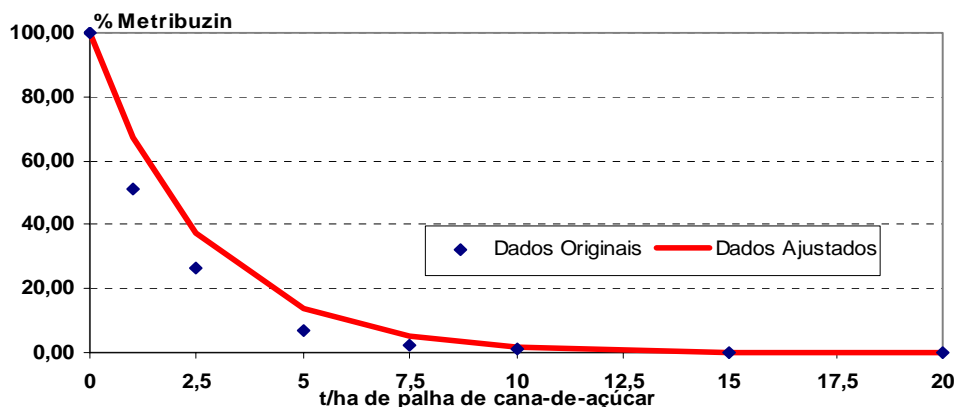


Figura 10. Dados originais e ajustados para a transposição do metribuzin no momento da aplicação em diferentes quantidades de palha.

6.2. Avaliação do caminhamento do metribuzin na palha de cana-de-açúcar

6.2.1. Avaliação da deposição do metribuzin na palha

Utilizando-se o método cromatográfico desenvolvido, foi realizada a quantificação do metribuzin no experimento de deposição do herbicida no momento da aplicação. Os resultados obtidos e transformados em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ do herbicida, são apresentados na Tabela 11.

A quantidade total de metribuzin que chegou na unidade experimental foi semelhante para as diferentes quantidades de palha.

Porém, a quantidade que transpôs a palha para o funil foi maior em 5 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de palha do que nas demais e diminuindo a transposição quando na presença de maior quantidade de palha até 20 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, como pode se observar no experimento de transposição do metribuzin no momento da aplicação.

A quantidade total de metribuzin que chegou nas unidades experimentais (Tabela 11) foi, em média, 89% do total aplicado na calda preparada de acordo

com o descrito em material e métodos. Este fato pode ser explicado devido as gotas produzidas pelos bicos ficarem em suspensão no ar e não depositarem no alvo.

Tabela 11. Quantidade de metribuzin depositado* sobre as unidades experimentais com diferentes quantidades de palha no momento da aplicação.

Tratamentos	Repetições	Quantidade, em g.ha ⁻¹ , de metribuzin			Média	% Média Deposição
		Palha	Funil	Total		
5 t.ha ⁻¹	1	1658,57	113,78	1760,52	1749,25	88,79
	2	1647,50	113,02	1772,34		
	3	1639,23	112,45	1751,68		
	4	1602,51	109,93	1712,44		
10 t.ha ⁻¹	1	1755,83	20,45	1776,28	1753,18	88,99
	2	1744,15	20,31	1764,46		
	3	1735,40	20,21	1755,61		
	4	1696,62	19,76	1716,38		
15 t.ha ⁻¹	1	1774,53	3,33	1777,86	1754,76	89,07
	2	1762,73	3,31	1766,03		
	3	1753,90	3,29	1757,19		
	4	1714,74	3,22	1717,96		
20 t.ha ⁻¹	1	1768,33	1,66	1769,98	1752,20	88,94
	2	1763,59	1,65	1765,25		
	3	1754,76	1,64	1756,40		
	4	1715,56	1,61	1717,17		

* Total aplicado 1920 g.ha⁻¹ de metribuzin

Assim, o valor de 89% do total aplicado, foi utilizado nos demais ensaios de dinâmica como a quantidade de produto que efetivamente chegou às unidades experimentais.

6.2.2. Dinâmica do metribuzin em diferentes quantidades de palha e chuva

No Quadro 6 (Apêndice 1), pode-se observar a quantidade de água retida no final das simulações de chuva de 100 e 20 mm. Observa-se que quanto maior a quantidade de palha maior é a retenção de água pela palha de cana-de-açúcar.

Utilizando-se o método cromatográfico desenvolvido, foi realizada a quantificação do metribuzin no experimento de dinâmica do produto em diferentes quantidades de palha e chuva. Os resultados obtidos e transformados em g.ha⁻¹ do herbicida, estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Quantidade média de metribuzin, recuperada, que transpôs a palha nos tratamentos aplicados com simulação de 100 mm de chuva acumulada.

Tratamentos	Quantidade total (g.ha ⁻¹)	% metribuzin em relação aplicado
5 t.ha ⁻¹	1617,93	80,42
10 t.ha ⁻¹	1344,08	66,81
15 t.ha ⁻¹	1106,71	55,01
20 t.ha ⁻¹	972,64	48,34

Verifica-se na Tabela 12, que a quantidade total de herbicida extraída com simulação de chuvas e acumuladas em 100 mm, foi dependente da quantidade de palha de cana-de-açúcar. Observa-se que o total de produto lavado pelas chuvas acumuladas foi maior em 5 t.ha⁻¹ do que nas demais.

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

6.2.2.1. Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de transposição

No estudo de transposição do herbicida metribuzin em diferentes quantidades de palha e chuva, foi utilizado o modelo de Mitscherlich.

A descrição dos parâmetros das equações de regressão obtidas para transposição de metribuzin, nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e chuva, pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich encontra-se descritos na Tabela 13.

De uma forma geral na Tabela 13, verifica-se que em todos os tratamentos as estimativas de “a” do modelo de Mitscherlich aplicados, são quantidades do produto iguais daquelas obtidas pela simulação de chuva acumulada (transposta). Os valores indicam que foi recuperada a máxima quantidade do herbicida metribuzin da palha de cana-de-açúcar que poderia ser obtida pelo ajuste do modelo utilizado. Observa-se também no tratamento de 20 t.ha⁻¹ que houve uma significativa redução na quantidade do metribuzin transposto em relação ao tratamento com 5 t.ha⁻¹.

Analisando os coeficientes de determinação obtidos pelas equações de regressão, verifica-se o ajuste preciso dos dados ao modelo utilizado, uma vez que em todos os tratamentos o r^2 foi sempre superior a 0,99.

No Quadro 7 (Apêndice 1), pode observar-se os dados ajustados pelo modelo, para o metribuzin transposto na simulação de chuva nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar.

Tabela 13. Descrição da estimativa dos parâmetros das equações de regressão obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do metribuzin transposto na simulação de chuva nas diferentes quantidades de palha.

Tratamentos	Parâmetros do Modelo de Mitscherlich			Quantidade transposta (g.ha ⁻¹)	Valor F
	a	c	r ²		
5 t.ha ⁻¹	1574,05	0,09	0,9931	1574,05	1551,82**
10 t.ha ⁻¹	1310,91	0,09	0,9964	1310,91	2689,77**
15 t.ha ⁻¹	1091,10	0,09	0,9956	1091,10	404,83**
20 t.ha ⁻¹	955,91	0,07	0,9929	955,91	1100,53**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Em relação ao parâmetro “c” do modelo de Mitscherlich, verifica-se que no tratamento de 20 t.ha⁻¹, houve um aumento na taxa de extração do herbicida da palha de cana-de-açúcar pelo incremento de cada milímetro de chuva simulada, de tal forma que, de acordo com o modelo aplicado, mais de 99% do metribuzin da máxima saída, observada no modelo, foram extraídos quando a lâmina de chuva alcançou 30 mm. No entanto, para os tratamentos de 5; 10 e 15 t.ha⁻¹, o valor de mais de 99% de extração de metribuzin da palha de cana-de-açúcar pela chuva simulada foi alcançada já com 22; 21,5 e 24 mm, respectivamente.

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

Na Figura 11 são apresentados os dados ajustados para a transposição de metribuzin aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar quando submetido à simulação de chuva 24 horas após a aplicação.

A análise da Figura 11 mostra que houve uma maior transposição do metribuzin em 5 t.ha⁻¹ quando comparada com as demais quantidades de palha, sendo que em 20 t.ha⁻¹ ocorreu a menor transposição até a simulação da precipitação de 100 mm.

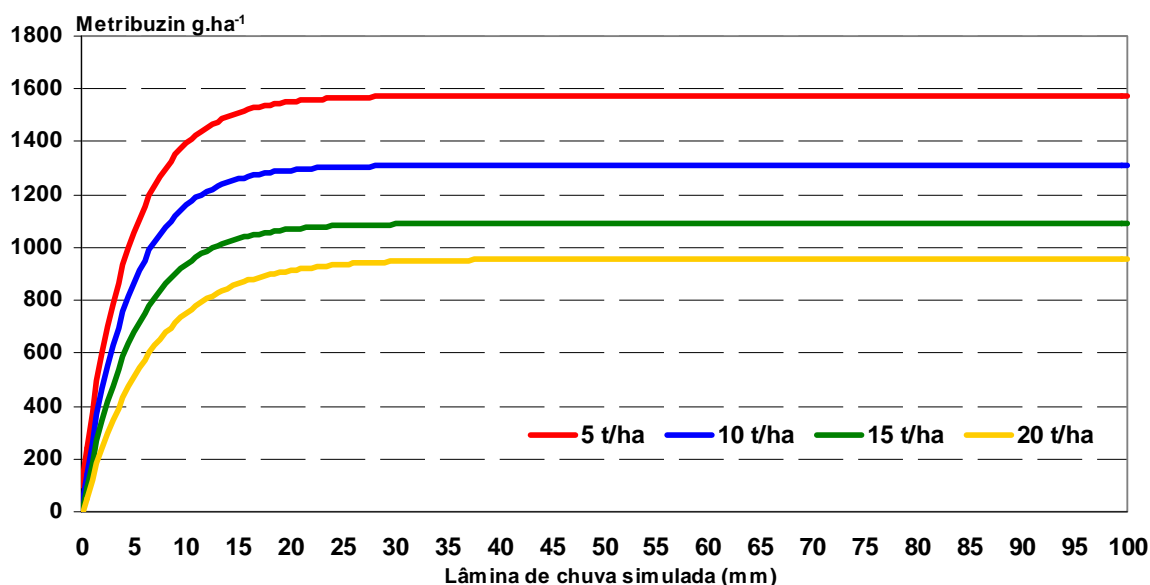


Figura 11. Dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich para transposição de metribuzin.

Em estudo realizado por Tofoli *et al.* (2002), com aplicação de atrazine sobre 10 t.ha⁻¹ de cana-de-açúcar e simulando chuva de 2,5 a 65 mm, observaram que 92% de atrazine transpuseram com 65 mm de chuva acumulada. Neste estudo com metribuzin foi observado que com chuva acumulada de 22 mm foi transposto 99% do produto da palha.

A quantidade de metribuzin extraída com as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas, além das extraídas com 100 mm, nas diferentes quantidades de palha, estão demonstrada na Tabela 14 e ilustradas na Figura 12.

Tabela 14. Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.

Tratamentos	Precipitações simuladas					
	100 mm		20 mm (7 dias)		20 mm (14 dias)	
	g.ha ⁻¹	%	g.ha ⁻¹	%	g.ha ⁻¹	%
5 t.ha ⁻¹	1617,93	79,52	5,11	0,27	5,10	0,27
10 t.ha ⁻¹	1344,08	66,06	6,02	0,31	4,62	0,24
15 t.ha ⁻¹	1106,71	54,40	3,66	0,09	3,41	0,18
20 t.ha ⁻¹	972,64	47,81	3,47	0,18	3,20	0,17

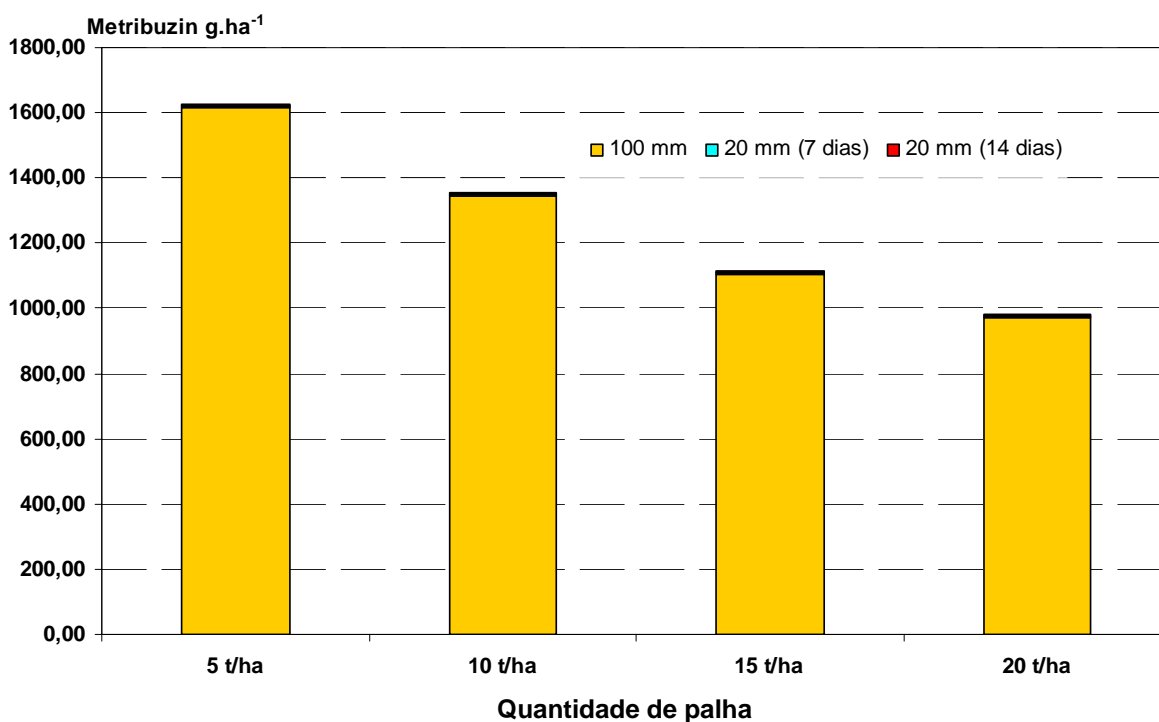


Figura 12. Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.

Observa-se na Tabela 14 e na Figura 12, que as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as chuvas realizadas 24 horas após a aplicação do metribuzin, proporcionaram uma extração igual ou menor a 0,31% do que foi depositado, no momento da aplicação, mostrando que a quantidade de produto não extraída pelas chuvas ficou absorvido pela palha.

6.2.3. Dinâmica do metribuzin em diferentes períodos de permanência na palha

No Quadro 8 (Apêndice 1), pode-se observar a quantidade de água retida no final das simulações de chuva de 100 e 20 mm. Observando-se que o período de permanência não influenciou na retenção de água pela palha de cana-de-açúcar.

A quantidade correspondente à de 10 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816 foi selecionada em função dos resultados obtidos no estudo anterior e realizados por Velini & Negrisoni (2000). Esta quantidade é representativa daquelas encontradas em campo logo após a colheita da cultura, e permite minimizar a transposição da

calda de aplicação no momento da pulverização.

Portanto com a utilização do método cromatográfico desenvolvido, foi realizada a análise e quantificação do metribuzin no experimento de dinâmica do produto em diferentes períodos de permanência na palha. Os resultados obtidos e transformados em $\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$ do herbicida são apresentados na Tabela 15.

Verifica-se na Tabela 15 que, de um modo geral, a quantidade total de herbicida extraída com simulação de 100 mm de chuva foi dependente do período de permanência do metribuzin na palha de cana-de-açúcar, sem chuva, sendo que em 0 DAA foi maior a extração do que nas demais. Nos tratamentos de 7, 14 e 28 DAA de permanência do produto na palha ocorreu uma menor extração do produto do que nos de 0 e 1 DAA.

Tabela 15. Quantidade de metribuzin recuperada nos tratamentos aplicados (Média de 4 repetições).

Tratamentos	Quantidade total ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$)	% metribuzin em relação aplicado
0 DAA	1619,36	92,35
1 DAA	1347,13	81,63
7 DAA	611,90	38,65
14 DAA	393,30	24,65
28 DAA	281,27	16,39

6.2.3.1. Utilização do Modelo de Mitscherlich para ajuste dos dados de transposição

No estudo de transposição do herbicida metribuzin nos diferentes períodos de permanência, na quantidade de $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de palha de cana-de-açúcar, sem a ocorrência de chuva, foram ajustados pelo modelo de Mitscherlich.

A descrição dos parâmetros das equações de regressão obtidas para transposição de metribuzin, nos diferentes tratamentos, pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich encontra-se descrito na Tabela 16.

Verifica-se na Tabela 16, que nos tratamentos 14 e 28 DAA as estimativas de “a” do modelo de Mitscherlich aplicado, apesar de serem quantidades próximas daquelas obtidas pela simulação de chuva, os valores indicam ser possível ainda se extrair uma pequena quantidade de herbicida metribuzin da palha de cana-de-açúcar pelo aumento da precipitação. Porém nos tratamentos 0, 1 e 7 DAA as estimativas de “a”, são quantidades

iguais daquelas obtidas pela simulação de chuva, portanto esses valores indicam que foi recuperada a máxima quantidade do herbicida metribuzin da palha de cana-de-açúcar. Observa-se também nos tratamentos 7, 14 e 28 DAA que houve uma significativa redução na quantidade do metribuzin transposto em relação aos tratamentos 0 e 1 DAA, sendo mais acentuada se comparada com o 0 DAA. No período de permanência de 0 DAA foi o que apresentou uma maior transposição do herbicida do que nas demais.

Analisando os coeficientes de determinação obtidos pelas equações de regressão, verifica-se o ajuste preciso dos dados ao modelo utilizado, uma vez que em todos os tratamentos o r^2 foi sempre próximo ou superior a 0,99.

No Quadro 9 (Apêndice 1), pode-se observar os dados ajustados pelo modelo utilizado, para o produto transposto na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência na palha de cana-de-açúcar.

Tabela 16. Descrição da estimativa dos parâmetros das equações de regressão, obtidas pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich e do metribuzin transposto na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência.

Tratamentos	Parâmetros do Modelo de Mitscherlich			Quantidade transposta (g.ha ⁻¹)	Valor F
	a	c	r ²		
0 DAA	1619,36	0,09	0,9940	1619,36	1176,57**
1 DAA	1347,13	0,08	0,9933	1347,13	963,54**
7 DAA	611,90	0,06	0,9871	611,90	505,05**
14 DAA	393,30	0,03	0,9972	392,81	444,83**
28 DAA	281,27	0,02	0,9926	276,75	724,04**

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Em relação ao parâmetro “c” do modelo de Mitscherlich, verifica-se que no tratamento de 28 DAA de período de permanência, teve um aumento na taxa de extração do herbicida da palha de cana-de-açúcar pelo incremento de cada mm de chuva simulada de tal forma que, de acordo com o modelo aplicado, mesmo com 100 mm menos de 99%, precisamente 98,39%, do metribuzin foram extraídos, comprovando a hipótese de que, na presença de uma precipitação maior que 100 mm neste período poderia acarretar uma maior saída do produto. Para o tratamento de 14 DAA o valor de mais de 99% de extração do produto da palha foi alcançado na presença de 68,50 mm de chuva, mas ocorrendo o mesmo que o tratamento de 28 DAA, porém menos acentuado, quando na presença de 100 mm

chegou a extrair 99,88%, portanto tendo potencial de extração com incremento de mais uma precipitação neste mesmo período. No entanto, para os tratamentos de 0; 1 e 7 DAA o valor de mais de 99% de extração de metribuzin da palha de cana-de-açúcar pela chuva simulada foi alcançada já com 22,5; 26 e 33,5 mm, respectivamente.

Na Figura 13 são apresentados os dados ajustados para a transposição de metribuzin aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar quando submetido à simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência após a aplicação.

A análise da Figura 13 mostra que houve uma maior transposição do metribuzin no 0 DAA de permanência do produto, sem a ocorrência de chuva, quando comparado com os demais tratamentos. Observou-se a menor transposição no tratamento de 1 DAA e mais acentuado nos tratamentos de 7, 14 e 28 DAA na quantidade de 10 t.ha⁻¹ palha de cana-de-açúcar, sendo as menores transposições até a simulação da precipitação de 100 mm.

O mesmo foi observado em estudo realizado por Velini *et al.* (2002b), com aplicação de tebuthiuron sobre 10 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar com 0 a 28 DAA de permanência e simulando chuva de 2,5 a 65 mm, observaram que foi reduzida a liberação do produto da palha nos longos períodos.

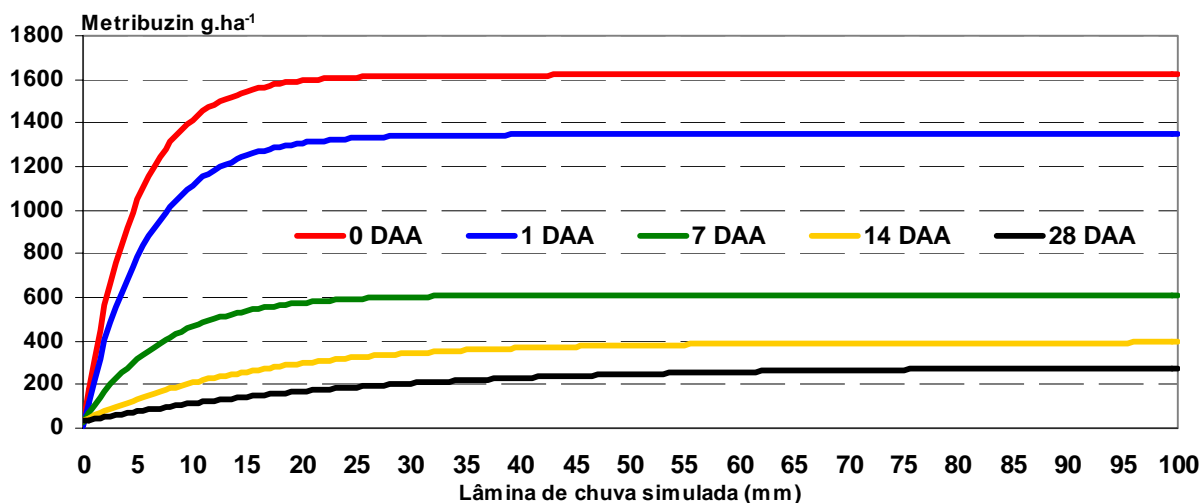


Figura 13. Dados ajustados pelo modelo de Mitscherlich para transposição de metribuzin.

A quantidade de metribuzin extraída com as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas, além das extraídas com 100 mm, nos diferentes

tratamentos de períodos de permanência do produto na palha, sem a ocorrência de chuva, estão demonstrada na Tabela 17 e ilustradas na Figura 14.

Tabela 17. Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.

Tratamentos	Precipitações simuladas					
	100 mm		20 mm (7 dias)		20 mm (14 dias)	
	g.ha ⁻¹	%	g.ha ⁻¹	%	g.ha ⁻¹	%
0 DAA	1718,89	98,03	26,98	1,54	0,00	0,00
1 DAA	1396,70	85,33	26,87	1,63	37,15	2,25
7 DAA	653,85	41,95	31,90	2,01	36,21	2,29
14 DAA	414,42	26,53	38,81	2,42	42,22	2,64
28 DAA	283,30	17,25	29,40	1,71	37,80	2,20

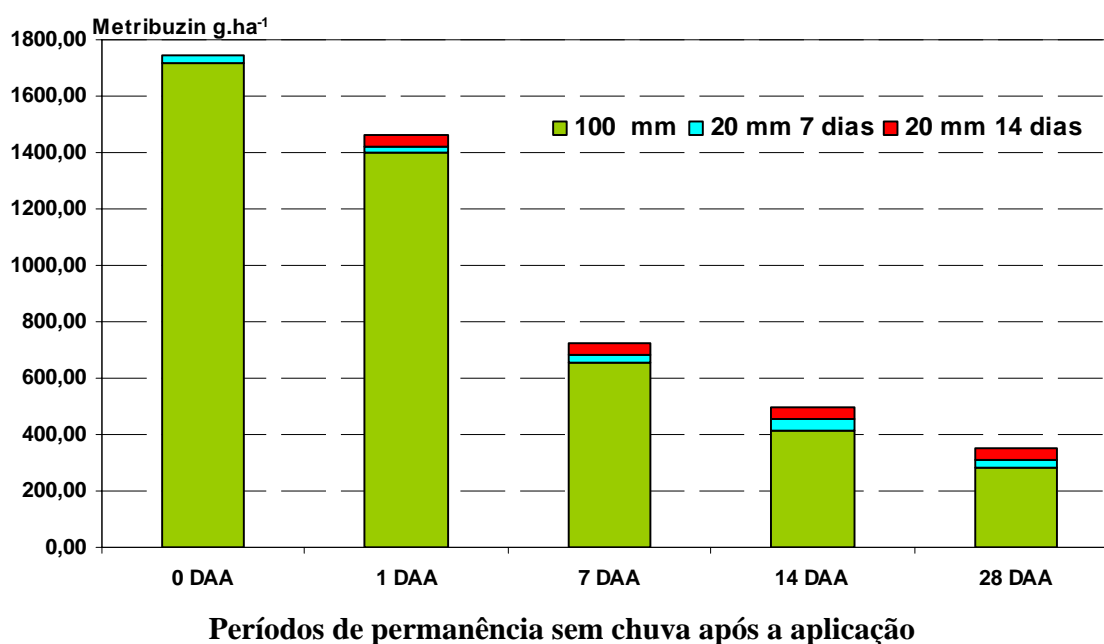


Figura 14. Quantidades de Metribuzin extraídas com as chuvas de 100 mm e as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as primeiras chuvas.

Pode-se observar na Tabela 17 e na Figura 14, que as precipitações de 20 mm aos 7 e 14 dias após as chuvas realizadas 24 horas após a aplicação do metribuzin, proporcionaram uma extração igual ou menor a 0,27% do que foi depositado, no momento da aplicação, mostrando que a quantidade de produto não extraída pelas chuvas ficou retido pela palha.

6.3. Eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar

6.3.1. Eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar

Os resultados das avaliações de densidade aos 7, 14, 21 e 35 dias após aplicação (DAA), de porcentagem de controle segundo a escala de notas ALAM (1974) aos 14, 21, 28 e 35 DAA e biomassa seca aos 35 DAA de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL), são apresentados nas tabelas subseqüentes.

São demonstrados os resultados dos tratamentos e seus respectivos efeitos aos 7, 14, 21, 28 e 35 DAA, nas figuras 15 e 16; 17 e 18; 19 e 20; 21 e 22; 23 e 24, respectivamente, em Apêndice 2.

Conforme se pode observar pelos resultados obtidos, na Tabela 18 aos 7 DAA, os tratamentos 9 e 10, os quais não continham palha, foram os que apresentaram maior densidade de BRAPL, IAQGR e SIDRH, em relação aos demais tratamentos. Para IAQGR, observa-se que aos 7 DAA, já houve uma redução da densidade no tratamento 9, se comparada com o tratamento 10.

Para EPHHL houve diferença entre os tratamentos 3 e 10, mas não houve diferença significativa dos demais.

O tratamento 1, que constou da aplicação sobre a palha e com chuva 24 horas após, na avaliação aos 7 DAA, foi o que apresentou maior redução na densidade de BRAPL se comparado com a testemunha com palha, mas estatisticamente não diferiu dos tratamentos 2, 3, 5, 6 e 7.

No tratamento 2, onde se aplicou sobre a palha e não houve chuva e nem umidade, apresentou a maior redução de densidade de IAQGR se comparado com os demais tratamentos, porém estatisticamente não diferiu dos tratamentos 3, 5 e 7.

A densidade de SIDRH, aos 7 DAA, nos tratamentos com palha não diferiram significativamente entre si, porém diferiram dos sem palha.

Portanto, todos os tratamentos tiveram comportamento diferenciado, para as quatro espécies de plantas daninhas, avaliadas aos 7 DAA (Tabela 18).

Tabela 18. Densidade de plantas vivas de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 7 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Número de Plantas			
	BRAPL	IAQGR	SIDRH	EPHHL
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	6,5 C ¹	16,0 C	4,2 B	8,2 AB
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	9,2 BC	6,5 F	3,0 B	5,5 AB
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	9,2 BC	9,5 EF	4,5 B	4,2 B
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	12,5 B	14,7 CD	4,7 B	6,5 AB
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	8,5 BC	10,2 DEF	4,2 B	8,0 AB
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	12,0 BC	15,2 CD	7,0 B	7,5 AB
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	7,0 BC	8,2 EF	6,2 B	6,0 AB
8. Testemunha com palha	12,2 B	12,2 CDE	3,7 B	4,7 AB
9. Sem Palha + Herb. Pré	22,2 A	24,5 B	32,5 A	7,5 AB
10. Testemunha sem palha	25,2 A	30,7 A	37,5 A	9,2 A
F	7,06**	12,15**	30,75**	0,69**
C.V. (%)	38,2	29,4	43,1	57,8
D.M.S.	5,72	5,22	5,57	4,68

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Na Tabela 19, podem ser observados os resultados de densidade, obtidos aos 14 DAA. No tratamento 9, que não continha palha, houve uma alta redução na densidade das plantas estudadas pelo herbicida, em relação a testemunha sem palha.

Analisando os dados de densidade de SIDRH e BRAPL, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos com palha e com aplicação do herbicida, mas diferiram da testemunha com palha. Houve diferença significativa do tratamento sem palha. As densidades de IAQGR e EPHHL, analisadas separadamente, não tiveram diferença significativa entre os tratamentos com e sem palha e aplicação do herbicida, mas diferiram das testemunhas.

Para todos os tratamentos estudados, com palha e aplicação do herbicida, o comportamento foi semelhante para a densidade das quatro espécies de plantas daninhas, avaliadas aos 14 DAA.

Tabela 19. Densidade de plantas vivas de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Número de Plantas			
	BRAPL	IAQGR	SIDRH	EPHHL
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	3,7 E ¹	3,0 C	4,7 E	1,7 C
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	3,7 E	2,7 C	4,0 E	0,5 C
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	4,5 E	2,0 C	6,0 DE	0,5 C
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	20,0 C	16,7 B	8,7 D	5,0 B
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	2,7 E	1,7 C	5,0 DE	0,2 C
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	2,2 E	3,5 C	2,7 E	1,0 C
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	2,7 E	1,7 C	4,0 E	1,2 C
8. Testemunha com palha	24,7 B	16,5 B	13,2 C	6,5 B
9. Sem Palha + Herb. Pré	9,7 D	4,7 C	18,2 B	1,2 C
10. Testemunha sem palha	33,0 A	31,0 A	45,2 A	10,7 A
F	44,74**	57,41**	64,89**	14,87**
C.V. (%)	31,0	31,1	28,6	62,5
D.M.S.	3,99	3,11	3,85	2,15

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Analisando os resultados obtidos de densidade aos 21 DAA de cada espécie separadamente, pode-se observar que os tratamentos com e sem palha e aplicação do metribuzin, não diferiram significativamente entre si, mas houve diferença das testemunhas (Tabela 20).

Para o tratamento 4, que constou de aplicação em pós-emergência (2-4 folhas) aos 18 DAA dos tratamentos, observa-se que houve diferença significativa se comparado com a testemunha com palha, para BRAPL e SIDRH.

Pode-se observar na Tabela 20, que há diferença estatística entre as testemunhas, demonstrando que a palha de cana-de-açúcar afeta significativamente a germinação das espécies estudadas.

Nos tratamentos estudados, com palha e aplicação do herbicida, o comportamento foi semelhante para a densidade das quatro espécies de plantas daninhas, avaliadas aos 21 DAA.

Tabela 20. Densidade de plantas vivas de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 21 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Número de Plantas			
	BRAPL	IAQGR	SIDRH	EPHHL
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	0,7 D ¹	0,7 C	0,5 D	0,5 C
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	0,2 D	0,2 C	1,2 D	0,0 C
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	1,5 D	0,0 C	0,7 D	0,2 C
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	21,2 C	16,7 B	10,0 C	5,7 B
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	0,0 D	0,2 C	1,0 D	0,0 C
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	0,0 D	0,5 C	0,5 D	0,0 C
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	0,2 D	0,0 C	0,5 D	0,0 C
8. Testemunha com palha	31,7 B	17,7 B	16,0 B	6,7 B
9. Sem Palha + Herb. Pré	2,5 D	1,2 C	1,7 D	0,0 C
10. Testemunha sem palha	37,0 A	33,5 A	46,2 A	13,5 A
F	165,27**	132,38**	299,33**	37,05**
C.V. (%)	23,9	28,5	21,3	56,4
D.M.S.	2,73	2,01	2,42	1,81

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Nos resultados de densidade obtidos aos 35 DAA, analisando-se separadamente cada espécie, observa-se que os tratamentos com e sem palha e aplicação do metribuzin, não diferiram significativamente entre si, mas houve diferença das testemunhas (Tabela 21). No tratamento 4, com aplicação em pós-emergência, observa-se que houve diferença significativa se comparado com a testemunha com palha, para BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL.

Nos tratamentos estudados, com palha e aplicação do herbicida, o comportamento foi semelhante para a densidade das quatro espécies de plantas daninhas, avaliadas aos 35 DAA, chegando a morte de todas as plantas, ou seja, 0 plantas.

Tabela 21. Densidade de plantas vivas de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 35 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Número de Plantas			
	BRAPL	IAQGR	SIDRH	EPHHL
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	0,2 C ¹	0,5 C	0,0 C	0,0 C
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	0,0 C	0,0 C	0,2 C	0,0 C
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	0,2 C	0,0 C	0,2 C	0,0 C
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C
8. Testemunha com palha	37,0 B	20,0 B	18,5 B	7,5 B
9. Sem Palha + Herb. Pré	1,0 C	0,2 C	0,0 C	0,0 C
10. Testemunha sem palha	40,7 A	34,7 A	47,2 A	15,5 A
F	280,39**	191,51**	629,40**	52,39**
C.V. (%)	24,6	31,3	18,5	62,5
D.M.S.	2,34	2,08	1,47	1,72

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Conforme se pode observar pelos resultados contidos na Tabela 22, todos os tratamentos envolvendo a aplicação do metribuzin resultaram num controle excelente (nota 6) para BRAPL e EPHHL, aos 14 DAA, com média de controle de 94,5 a 98,25% e 93,5 a 98,0%, respectivamente, quando comparado com as testemunhas.

Todos os tratamentos com palha apresentaram excelente controle (nota 6) para IAQGR, aos 14 DAA, com média de controle de 95,75 a 97,75%, quando comparado com a testemunha com palha. O tratamento 9 (sem palha) obteve muito bom controle (nota 5), com média de 84,25%.

Os tratamentos com palha tiveram controle excelente (nota 6) para SIDRH, com 91,25 a 96,25% aos 14 DAA, exceto o tratamento 1, que obteve muito bom controle (nota 5), com média de 85,50% de controle. O tratamento 9 obteve muito bom controle (nota 5), com média de 85,00%.

O tratamento 5 foi o que proporcionou melhor controle para BRAPL, porém não diferiu significativamente dos tratamentos 2, 3, 6 e 7, que também proporcionaram um controle equiparado. O tratamento 1 foi o que proporcionou o menor controle dentre os tratamentos e diferindo estatisticamente.

No controle de IAQGR, todos os tratamentos com palha e aplicação do metribuzin, não diferiram estatisticamente, com excelente controle. Diferiram estatisticamente para o controle no tratamento sem palha. O controle foi melhor com palha do que sem palha aos 14 DAA, associado ao herbicida.

Os tratamentos 3, 5, 6 e 7, com palha e aplicação do herbicida, foram os que proporcionaram melhor controle aos 14 DAA para SIDRH, diferindo dos demais. Já os tratamentos 1 e 9 proporcionaram os menores controles aos 14 DAA, se comparado aos demais. Para o controle de EPHHL, houve diferença significativa do tratamento 7 com os demais tratamentos com aplicação do metribuzin, mesmo sem palha de cana-de-açúcar. Porém todos os tratamentos com aplicação proporcionaram excelente controle.

Por tanto todos os tratamentos proporcionaram um controle entre muito bom e excelente, prevalecendo excelente, para as quatro espécies de plantas daninhas, avaliadas aos 14 DAA, mesmo havendo diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 22. Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Porcentagem e nota de controle das plantas							
	BRAPL		IAQGR		SIDRH		EPHHL	
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	94,5 C ¹	6	95,7 A	6	85,5 BC	5	98,0 A	6
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	97,5 AB	6	96,7 A	6	91,2 AB	6	96,0 A	6
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	97,5 AB	6	97,0 A	6	93,7 A	6	96,2 A	6
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	0,0 D	1	0,0 C	1	0,0 D	1	0,0 C	1
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	98,2 A	6	97,7 A	6	96,2 A	6	97,0 A	6
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	98,0 AB	6	96,2 A	6	95,0 A	6	97,2 A	6
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	97,2 AB	6	96,2 A	6	95,7 A	6	93,5 B	6
8. Testemunha com palha	0,0 D	1	0,0 C	1	0,0 D	1	0,0 C	1
9. Sem Palha + Herb. Pré	96,0 BC	6	84,2 B	5	85,0 C	5	96,5 A	6
10. Testemunha sem palha	0,0 D	1	0,0 C	1	0,0 D	1	0,0 C	1
F	3119,41**		2933,22**		344,49**		2972,97**	
C.V. (%)	2,5		2,6		7,5		2,5	
D.M.S.	2,01		2,04		5,76		2,05	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv. = orvalho.

Analisando os resultados de controle na Tabela 23, observa-se que todos os tratamentos envolvendo a aplicação do metribuzin resultaram num controle excelente (nota 6) para BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL, aos 21 DAA, com média de controle de 98,5 a 100%, 98,75 a 100%, 98,5 a 100% e 98,75 a 100%, respectivamente, quando comparado com as testemunhas.

No tratamento 4, a aplicação em pós-emergência, proporcionou, aos 21 DAA, ou seja, 3 DAA num controle pobre (nota 1) para BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL.

O tratamento 6 foi o que proporcionou melhor controle para BRAPL, porém não diferiu significativamente do tratamento 5, que também proporcionaram um controle equiparado. Os tratamentos 1, 2, 3, 7 e 9 não diferem significativamente entre si, mas o 3 foi o que proporcionou menor controle, porém sendo excelente (Tabela 23).

Para IAQGR, os tratamentos 5 e 7 com palha e aplicação do metribuzin, proporcionou melhor controle aos 21 DAA, mas não diferiram estatisticamente, dos tratamentos 2, 3 e 6. O tratamento 1 proporcionou o menor controle, porém excelente e não diferiu estatisticamente dos tratamentos 2, 3 e 6, mas diferiu do 5 e 7.

O controle de SIDRH pelo metribuzin em palha de cana-de-açúcar foi melhor proporcionado pelo tratamento 1, mas não diferindo do tratamento 7, que não diferiu dos 3, 5 e 6. O tratamento 2 proporcionou o menor controle, com diferença significativa dos demais.

Para EPHHL o controle de metribuzin foi melhor, proporcionado pelo tratamento 5 e 6, mas não diferindo do tratamento 2, 7 e 9, que não diferiram do 3. O tratamento 1 proporcionou o menor controle, mas não diferiu do tratamento 3 e diferiu dos demais.

Nos tratamentos avaliados aos 21 DAA, mesmo havendo diferenças significativas, proporcionaram um controle excelente segundo a escala de notas ALAM (1974), para as quatro espécies de plantas daninhas.

Tabela 23. Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 21 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Porcentagem e nota de controle das plantas							
	BRAPL		IAQGR		SIDRH		EPHHL	
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	99,0 BC ¹	6	99,0 BC	6	100,0 A	6	98,7 C	6
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	99,0 BC	6	99,7 AB	6	98,5 D	6	99,5 AB	6
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	98,5 C	6	99,5 ABC	6	99,5 B	6	99,2 BC	6
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	2,2 D	1	2,2 D	1	0,0 E	1	2,5 D	1
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	99,5 AB	6	100,0 A	6	99,5 B	6	100,0 A	6
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	100,0 A	6	99,2 ABC	6	99,5 B	6	100,0 A	6
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	99,0 BC	6	100,0 A	6	99,7 AB	6	99,7 AB	6
8. Testemunha com palha	0,0 E	1	0,0 E	1	0,0 E	1	0,0 E	1
9. Sem Palha + Herb. Pré	99,0 BC	6	98,7 C	6	99,0 C	6	99,7 AB	6
10. Testemunha sem palha	0,0 E	1	0,0 E	1	0,0 E	1	0,0 E	1
F	40168,21**		19493,60**		58237,91**		30338,85**	
C.V. (%)	0,7		1,0		0,6		0,8	
D.M.S.	0,57		0,82		0,48		0,66	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Aos 28 DAA, os resultados de controle nos tratamentos envolvendo a aplicação do metribuzin resultaram num controle excelente (nota 6) para BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL, com média de 93,0 a 100%, 99,75 a 100%, 99,0 a 100% e 99,5 a 100%, respectivamente, quando comparado com as testemunhas (Tabela 24).

Na Tabela 24, pode-se observar que o tratamento 4 proporcionou aos 28 DAA, ou seja, 10 DAA em pós-emergência um controle excelente (nota 6) para BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL, chegando a um controle equiparado aos demais.

Para BRAPL, o tratamento 5, 6 e 7, foram os que proporcionaram melhor controle, porém não diferiram significativamente dos tratamentos 1, 2, 3 e 9, que também proporcionaram um controle excelente. O tratamento 4 foi o que proporcionou menor controle, diferindo significativamente dos demais, mas com excelente controle. O controle de IAQGR pelo metribuzin, foi maior nos tratamentos 4, 7 e 9, mas não diferiram estatisticamente dos tratamentos 1 e 5, que não diferiram dos tratamentos 2, 3 e 6.

Os tratamentos 1, 6 e 7 proporcionaram melhor controle de SIDRH pelo metribuzin, mas não diferiram dos tratamentos 2, 3 e 4, que não diferiram do 5. O tratamento 9 proporcionou o menor controle, com diferença significativa dos demais.

O controle de EPHHL pelo metribuzin foi melhor proporcionado pelos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, diferindo estatisticamente dos demais. O tratamento 9 proporcionou o menor controle e diferiu dos demais.

Aos 28 DAA, mesmo havendo diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, o controle proporcionado foi excelente segundo a escala de notas ALAM (1974), para as quatro espécies de plantas daninhas.

Tabela 24. Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 28 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Porcentagem e nota de controle das plantas							
	BRAPL		IAQGR		SIDRH		EPHHL	
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	99,5 A ¹	6	99,7 AB	6	100,0 A	6	100,0 A	6
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	99,7 A	6	99,5 B	6	99,7 AB	6	100,0 A	6
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	99,7 A	6	99,5 B	6	99,7 AB	6	100,0 A	6
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	93,0 B	6	100,0 A	6	99,7 AB	6	100,0 A	6
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	100,0 A	6	99,7 AB	6	99,5 B	6	100,0 A	6
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	100,0 A	6	99,5 B	6	100,0 A	6	100,0 A	6
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	100,0 A	6	100,0 A	6	100,0 A	6	100,0 A	6
8. Testemunha com palha	0,0 C	1	0,0 C	1	0,0 D	1	0,0 C	1
9. Sem Palha + Herb. Pré	99,2 A	6	100,0 A	6	99,0 C	6	99,5 B	6
10. Testemunha sem palha	0,0 C	1	0,0 C	1	0,0 D	1	0,0 C	1
F	9846,14**		47171,78**		65275,62**		71023,22**	
C.V. (%)	1,1		0,5		0,4		0,4	
D.M.S.	1,01		0,46		0,39		0,38	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Na Tabela 25, observam-se os resultados aos 35 DAA de controle nos tratamentos envolvendo a aplicação do metribuzin, que resultaram num controle excelente (nota 6) para BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL, com média de 99,5 a 100%, 99,25 a 100%, 99,5 a 100% e 100%, respectivamente, quando comparado com as testemunhas.

Pode-se observar na Tabela 25 que o tratamento 4, proporcionou aos 35 DAA, ou seja, 17 DAA em pós-emergência num controle excelente (nota 6) para BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL, chegando a 100%.

Para BRAPL, os tratamentos 2, 4, 5, 6 e 7, foram os que proporcionaram melhor controle, porém não diferiram significativamente dos tratamentos 1 e 3, que também proporcionaram um controle excelente. O tratamento 9 foi o que proporcionou menor controle, mas não diferiram dos tratamentos 1 e 3, mas todos com excelente controle.

O controle de IAQGR pelo metribuzin, foi maior nos tratamentos 4 e 6, mas não diferiram estatisticamente dos tratamentos 3, 5, 7 e 9, que não diferiram dos tratamentos 1 e 2. Os tratamentos 1, 4, 5, 6, 7 e 9, com palha e aplicação do metribuzin, proporcionaram melhor controle de SIDRH, diferindo significativamente dos tratamentos 2 e 3, com menor controle. Em todos os tratamentos com aplicação do metribuzin foi observado um controle excelente de EPHHL e diferindo estatisticamente das testemunhas.

Aos 35 DAA, mesmo havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, o controle proporcionado foi excelente segundo a escala de notas ALAM (1974), para as quatro espécies de plantas daninhas.

Na Tabela 26, podem ser observados os resultados obtidos aos 35 DAA de biomassa seca nos diferentes tratamentos. Para as espécies de plantas daninhas BRAPL, IAQGR, SIDRH e EPHHL, os tratamentos com aplicação do metribuzin, diferiram significativamente das testemunhas com e sem palha.

Pode-se observar que as testemunhas diferiram significativamente entre si, tendo comportamento diferenciada para as espécies estudadas aos 35 DAA, em relação a biomassa seca. Foi observado maior biomassa seca na testemunha sem palha do que na com palha de cana-de-açúcar para as plantas de BRAPL e SIDRH. Para as plantas de IAQGR e EPHHL, pode ser observado o contrário, a biomassa seca na testemunha com palha foi maior do que na sem palha de cana-de-açúcar.

Tabela 25. Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 35 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Porcentagem e nota de controle das plantas							
	BRAPL		IAQGR		SIDRH		EPHHL	
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	99,7 AB ¹	6	99,2 B	6	100,0 A	6	100,0 A	6
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	100,0 A	6	99,2 B	6	99,5 B	6	100,0 A	6
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	99,7 AB	6	99,7 AB	6	99,5 B	6	100,0 A	6
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	100,0 A	6	100,0 A	6	100,0 A	6	100,0 A	6
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	100,0 A	6	99,7 AB	6	100,0 A	6	100,0 A	6
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	100,0 A	6	100,0 A	6	100,0 A	6	100,0 A	6
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	100,0 A	6	99,7 AB	6	100,0 A	6	100,0 A	6
8. Testemunha com palha	0,0 C	1	0,0 C	1	0,0 C	1	0,0 B	1
9. Sem Palha + Herb. Pré	99,5 B	6	99,7 AB	6	100,0 A	6	100,0 A	6
10. Testemunha sem palha	0,0 C	1	0,0 C	1	0,0 C	1	0,0 B	1
F	85121,47**		24942,35**		53201,33**		28338,49**	
C.V. (%)	0,4		0,7		0,5		0,6	
D.M.S.	0,35		0,64		0,44		0,60	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Tabela 26. Biomassa seca de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 35 DAA, no ensaio de eficiência do metribuzin em palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Biomassa seca das plantas (g)			
	BRAPL	IAQGR	SIDRH	EPHHL
1. Palha + Herb. Pré + 24 h 30 mm	0,0000 C ¹	0,0005 B	0,0000 C	0,0000 C
2. 30 mm + Palha + Herb. Pré	0,0000 C	0,0060 B	0,0000 C	0,0000 C
3. 30 mm + Palha + Herb. Pré + Orv.	0,0000 C	0,0025 B	0,0230 C	0,0000 C
4. 30 mm + Palha + Herb. Pós	0,0000 C	0,0000 B	0,0000 C	0,0000 C
5. 30 mm + Herb. Pré + Palha	0,0000 C	0,0013 B	0,0000 C	0,0000 C
6. Palha + 30 mm + 12 h Herb. Pré	0,0000 C	0,0000 B	0,0000 C	0,0000 C
7. Palha + Herb. Pré + 2,5 mm	0,0000 C	0,0015 B	0,0000 C	0,0000 C
8. Testemunha com palha	5,9925 B	1,6600 A	0,6445 B	1,3387 A
9. Sem Palha + Herb. Pré	0,0000 C	0,0000 B	0,0000 C	0,0000 C
10. Testemunha sem palha	8,5903 A	0,1470 B	0,9112 A	0,1827 B
F	59,81**	38,94**	68,41**	186,84**
C.V. (%)	55,59	91,88	50,98	40,47
D.M.S.	0,9729	0,2006	0,0966	0,0739

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; mm = precipitação simulada; Orv.= orvalho.

Os efeitos causados pela palha de cana-de-açúcar, sobre as plantas daninhas estudadas, quando comparada com a testemunha sem palha, foi observado que mesmo reduzindo a densidade das plantas, a biomassa seca demonstrou que as plantas de IAQGR e EPHHL se desenvolveram melhor que as testemunhas, ocorrendo o contrário para as outras duas espécies estudadas.

Velini *et al.* (1998) e Martins *et al.* (1999) observaram que a germinação de *Brachiaria plantaginea* e *Sida rhombifolia* foram afetadas pela palha de cana, sendo que a *S. rhombifolia* foi menos sensível do que a *B. plantaginea*. Para *Euphorbia heterophylla* foi observado que a emergência da espécie não foi afetada pela palha. No caso da *Ipomoea grandifolia*, as quantidades de palha entre 2 e 10 t.ha⁻¹ promoveram estímulos a germinação.

O comportamento do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar se mostrou bastante eficiente no controle de todas as espécies estudadas aos 14 DAA, em todos os tratamentos. O tratamento 2, com aplicação sobre a palha e sem umidade, portanto sem caminhamento do produto pela palha para haver um possível controle, mostrou-se eficiente sobre as plantas daninhas estudadas.

6.4.2. Absorção do metribuzin diretamente da palha

Este ensaio foi para avaliar, se o metribuzin tem potencial de ser absorvido diretamente da palha de cana-de-açúcar durante a germinação, devido os resultados obtidos no tratamento 2, do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha.

Os resultados das avaliações de porcentagem de controle segundo a escala de notas ALAM (1974) e biomassa seca das plantas daninhas aos 14 DAA de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL), estão descritos nas tabelas subseqüentes. Os resultados dos tratamentos e seus respectivos efeitos aos 14 DAA estão demonstrados nas figuras 25, 26 e 27 (Apêndice 2).

Na Tabela 27, pode-se observar que os resultados aos 14 DAA nos tratamentos 1 e 2, envolvendo aplicação de metribuzin, resultaram num controle excelente (nota 6) para as plantas daninhas de BRAPL, IAQGR e EPHHL, com média de 97,5%, 97,5 a 98,0% e 97%, respectivamente, quando comparado com as testemunhas.

Entre os tratamentos 1 e 2, com aplicação do herbicida, não houve diferença estatística entre si, mas teve diferença com as testemunhas.

Tabela 27. Porcentagem de controle segundo escala de notas ALAM (1974) de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Porcentagem e nota de controle das plantas					
	BRAPL		IAQGR		EPHHL	
1. Palha + Herb.	97,5 A ¹	6	97,5 A	6	97,0 A	6
2. Palha + Herb. + Umid.	97,5 A	6	98,0 A	6	97,0 A	6
3. Testemunha sem Palha	0,0 B	1	0,0 B	1	0,0 B	1
4. Testemunha com Palha	0,0 B	1	0,0 B	1	0,0 B	1
F	76050,00**		32267,95**		10753,14**	
C.V. (%)	0,8		1,3		2,2	
D.M.S.	0,51		0,79		1,36	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; Umid. = Umedecimento

Pode-se observar na Tabela 28, os resultados obtidos aos 14 DAA de biomassa seca nos diferentes tratamentos. Para as espécies de plantas daninhas BRAPL e EPHHL, os tratamentos com aplicação do metribuzin na palha com ou sem umidade, não diferiram significativamente entre si, mas diferiram das testemunhas com e sem palha.

Na espécie de IAQGR, os tratamentos com aplicação do metribuzin na palha tiveram diferença estatística. O tratamento com umidade na palha foi melhor do que sem umidade. Os tratamentos com herbicida diferiram significativamente das testemunhas.

Na Tabela 28, pode-se observar que as testemunhas diferiram significativamente entre si, tendo comportamento diferenciado para as espécies de IAQGR e EPHHL aos 14 DAA, em relação à biomassa seca. A biomassa seca foi maior na testemunha com palha do que na sem palha de cana-de-açúcar para as plantas de IAQGR e EPHHL.

Tabela 28. Biomassa seca de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Ipomoea grandifolia* (IAQGR) e *Euphorbia heterophylla* (EPHHL) nos tratamentos, aos 14 DAA, no ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar cv. SP 80-1816. Botucatu-SP, 2003.

Tratamentos	Biomassa seca das plantas (g)		
	BRAPL	IAQGR	EPHHL
1. Palha + Herb.	0,0000 B ¹	0,0044 C	0,0000 C
2. Palha + Herb. + Umid.	0,0000 B	0,0000 D	0,0000 C
3. Testemunha sem Palha	0,1283 A	0,1838 B	0,1075 B
4. Testemunha com Palha	0,1286 A	0,3148 A	0,2232 A
F	24463,55**	10482,04**	5816,32**
C.V. (%)	1,48	2,37	3,38
D.M.S.	0,0012	0,0038	0,0035

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Herb. = Herbicida; Umid. = Umedecimento

7 CONCLUSÕES

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

→ Quantidade equivalente a 5 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar é suficiente para reter mais de 90% de metribuzin aplicado;

→ A quantidade de metribuzin que transpõe as diferentes quantidades de palha com simulação acumulada de 100 mm de chuva é diferenciada, sendo maior para 5 t.ha⁻¹ e menor para quantidades maiores, até 20 t.ha⁻¹;

→ Simulação média de chuvas equivalentes a de 20 a 30 mm iniciais são suficientes para promover uma transposição maior que 99% do metribuzin, da máxima saída observada no modelo de Mitscherlich, nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar;

→ O metribuzin é retido quando aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar e permanece por períodos de até 28 DAA sem chuva, sendo que a partir de 7 DAA a transposição do produto é menor que 40% e chega a menos que 17% quando permanece por 28 DAA;

→ Simulação média de chuvas equivalentes a de 20 a 35 mm iniciais são suficientes para promover uma transposição maior que 99% do metribuzin, da máxima saída observada no modelo de Mitscherlich, quando as palhas permanecem por 0, 1 e 7 DAA

sem chuva, no entanto para 14 DAA são necessários 68,5 mm e para 28 DAA a simulação de 100 mm acumulada transpõe menos que 99%;

→ Simulação de uma segunda e terceira precipitação de 20 mm espaçadas entre 7 dias, proporciona uma extração igual ou menor a 0,27% do que foi depositado, no momento da aplicação; mostrando que a quantidade total de produto que pode ser extraída das palhas é nas primeiras chuvas;

→ O modelo de Mitscherlich mostrou-se adequado para o ajuste dos dados no estudo de dinâmica do metribuzin;

→ A eficácia do metribuzin aplicado a diferentes posicionamentos do na palha de cana-de-açúcar e condições antes e após a aplicação apresentou excelente controle, mais de 91%, sobre *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Sida rhombifolia*, a partir dos 14 DAA, e ocorreu incremento do controle durante o período de condução chegando a 100% aos 35DAA;

→ A biomassa seca, das plantas daninhas, aos 35 DAA demonstrou que *I. grandifolia* e *E. heterophylla* se desenvolveram melhor que as testemunhas na palha de cana-de-açúcar e o contrário ocorreu para *B. plantaginea* e *S. Rhombifolia*;

→ O metribuzin foi absorvido diretamente da palha por *E. heterophylla*, *I. grandifolia*, *B. plantaginea*, mesmo sem umidade, portanto, complementando o controle;

→ Em condições controladas, o metribuzin mostrou-se adequado para o sistema de cana-crua, pois mesmo em situação de não transposição da palha para o solo, o produto foi eficiente no controle das plantas daninhas *E. heterophylla*, *I. grandifolia*, *B. plantaginea* e *S. rhombifolia*.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2001. São Paulo: **FNP Consultoria**, 2001. p. 248-265.
- 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 preemergence 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. 26-8, 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, n.1, p.35-38, 1974.
- 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.
- BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. The fate of oryzalin applied to straw-mulched and nonmulched soils. **Weed Science**, v.34, p.607-11, 1984.

- BANKS, P.A.; ROBINSON, E.L. The influence of straw mulch on the soil reception on persistence of metribuzin. **Weed Science**, v.30, p.164-8, 1982.
- BAUMAM, T.T.; ROSS, M.A. Effect of three tillage systems on the persistence of atrazine. **Weed Science**, v.31, p.423-6, 1983.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Laboratório Vegetal. **Roteiro para validação de metodologia analítica visando à determinação de resíduos de pesticidas**. GARP, ANDEF, versão 1, 1997. 37 p.
- 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.
- 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.
- 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.
- EGLEY, G.H.; DUKE, S. Physiology of weed dormancy and germination. In: **Duke, S.O. Weed Physiology**. v.I. Reproduction in Ecophysiology. Florida, CRC Press Inc., 1985. p. 27-64.
- 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.
- FADAYOMI, O. **Effects of two tillage systems on crop performance and weed control**. Turrialha, v.39, n.1, p.46-51, 1989.
- FERRI, M. V. W.; VIDAL, R. A. Mobilidade de acetochlor em solo com semeadura direta e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, **Resumos...** p. 395.
- FORNAROLLI, D.A.; RODRIGUES, J.L.; VALÉRIO, M.A. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazina. **Planta Daninha**, v.16, n. 2, p. 97-107, 1998.

- GHADIRI, H.; SHEA, P.J.; WICKS, G.A. Interception and retention of atrazine by wheat (*Triticum aestivum* L.) stubble. **Weed Science**, v.32, p.24-7, 1984.
- GRACIANO, P. A.; RAMALHO, J. F. G. P. Efeito da competição na cultura da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.1, n.5, p.22-24, 1983.
- GRAVENA, R.; RODRIGUES, J.P.R.G.; SPINDOLA, W.; ALVES, P.L.C.A. Eficiência da palha de cana-de-açúcar e de trifloxysulfuron sodium + ametrina no controle de plantas daninhas. In: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 23, 2002. p.506.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). **Nomenclature, symbols, units and their usage in spectrochemical analysis II**. Spectrochim Acta, 33B: 242, 1978.
- JOHNSON, M.D.; WYSE, D.L.; LUESCHEN, W.E. The influence of herbicide formulation on weed control in four tillage systems. **Weed Sci.**, v.37, p.239-249, 1989.
- KELLS, J.J. Using spray additives with herbicides. **Cooperative Extension Service Bulletin**, Michigan State University, ed. 1858, 1985, p. 8.
- KUVA, M. A. **Efeitos de períodos de controle e de convivência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp) no Estado de São Paulo**. 1999. 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- 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.
- 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, 1993. p.28-29.
- 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.
- 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.
- 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, Gramado. **Resumos...** p. 157.
- 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. p.516.
- 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.
- PETERSEN, B.B.; SHEA, P.J.; WICKS, G.A. Acetanilide activity and dissipation as influenced y formulation and wheat stubble. **Weed Science**, v.36, p.243-9, 1988.
- PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. Anais do XX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Florianópolis, 1995. **Palestras...** Florianópolis: SBCPD, 20, 1995. p. 5-12
- REDDY, K.N.; LOCKE, M.A.; HOWARD, K.D. Bentazon spray retention, activity, and foliar wash off in weed species. **Weed Technology**, v.9, p.773-8, 1995.
- RIPOLI, T.C.; STUPIELLO, J.P.; CARUSO, J.B.G.; ZOTELLI, H.; AMARAL, J.R. Efeito da queima na exudação dos colmos: resultados preliminares. In: Congresso Nacional da STAB, XIII, 1996, Maceió. **Anais do Congresso Nacional da STAB**, Maceió: STAB, 1996. p.63-70.
- RODRIGUES, B. N.; 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. Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone. **Planta Daninha**, v.11, p.21-28, 1993.
- 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.; 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.; 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).

- ROLIM, J.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Período crítico de competição de plantas daninhas com cana planta de ano. **Saccharum**, n.22, p.21-26, 1982.
- 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.
- SORENSEN, B.A.; SHEA, P.J.; ROETH, F.W. Effects of tillage, application time and rate on metribuzin dissipation. **Weed Res.**, v.31, p.333-45, 1991.
- 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.
- 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., 2002, Gramado. **Resumos...** p. 158.
- TOMLIN, C.D.S. The pesticide manual – World Compendium. **British Crop Protection Council**, Surrey, England, ed.11, 1997. p.840.
- 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.
- 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.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGUI, A.L.; MARTINS, D.; MAGALHÃES, P.M. Dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar. Efeito de lamina de chuva, formulações, nível de umidade e quantidade da palha no momento da aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002(a), Gramado. **Resumos...** p. 154.

- VELINI, E.D.; TOFOLI, G.R.; CAVENAGUI, A.L.; MARTINS, D.; MAGALHÃES, P.M. Dinâmica de tebuthiuron em palhada de cana-de-açúcar. Efeito do orvalho, lâminas e intervalo sem chuva após a aplicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002(b), Gramado. **Resumos...** p. 155.
- 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.
- 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 Técnica, 3).

APÊNDICE - 1

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

Características do Interior da Sala de Pulverização	
U.R. (%)*	56,0
Temperatura do Ar (°C)*	22,7

* Leitura realizada no início da aplicação

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

Características do Interior da Sala de Pulverização	
U.R. (%)*	76,0
Temperatura do Ar (°C)*	24,6

* Leitura realizada no início da aplicação

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

Características do Interior da Sala de Pulverização	Tratamentos				
	0 DAA	1 DAA	7 DAA	14 DAA	28 DAA
U.R. (%)*	75,0	71,0	65,0	70,0	72,0
Temperatura do Ar (°C)*	21,7	26,0	22,5	24,3	22,8

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 4. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de eficácia do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do Interior da Sala de Pulverização	Tratamentos	
	Pré-emergência	Pós-emergência
U.R. (%)*	65,0	72,0
Temperatura do Ar (°C)*	25,7	22,0

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 5. Médias dos dados atmosféricos encontrados no interior da sala de pulverização durante o estudo de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar. FCA/UNESP. Botucatu-SP, 2003.

Características do Interior da Sala de Pulverização	
U.R. (%)*	51,0
Temperatura do Ar (°C)*	26,6

* Leitura realizada no início da aplicação

Quadro 6. Quantidade de água retida após a simulação das chuvas de 100 e 20 mm nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar (Média de 4 repetições).

Chuva mm	t.ha⁻¹			
	5	10	15	20
100	55,68	76,75	94,08	143,21
20	46,10	61,53	68,41	94,41
20	45,45	60,62	67,27	93,40

Quadro 7. Dados ajustados pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich do metribuzin transposto na simulação de chuva nas diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar.

Chuva mm	5 t.ha ⁻¹			10 t.ha ⁻¹			15 t.ha ⁻¹			20 t.ha ⁻¹		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
0,0	95,98	4,77	6,10	12,27	0,61	0,94	-12,93	-0,64	-1,18	-20,91	-1,04	-2,19
0,5	243,22	12,09	15,45	144,31	7,17	11,01	90,18	4,48	8,27	52,65	2,62	5,51
1,0	375,79	18,68	23,87	262,93	13,07	20,06	183,66	9,13	16,83	120,67	6,00	12,62
1,5	495,16	24,61	31,46	369,49	18,36	28,19	268,41	13,34	24,60	183,56	9,12	19,20
2,0	602,63	29,95	38,29	465,21	23,12	35,49	345,25	17,16	31,64	241,72	12,01	25,29
2,5	699,40	34,76	44,43	551,20	27,40	42,05	414,90	20,62	38,03	295,50	14,69	30,91
3,0	786,53	39,09	49,97	628,44	31,24	47,94	478,06	23,76	43,81	345,23	17,16	36,12
3,5	864,98	42,99	54,95	697,84	34,68	53,23	535,31	26,61	49,06	391,21	19,44	40,93
4,0	935,61	46,50	59,44	760,17	37,78	57,99	587,22	29,19	53,82	433,74	21,56	45,37
4,5	999,21	49,66	63,48	816,17	40,57	62,26	634,28	31,53	58,13	473,06	23,51	49,49
5,0	1056,47	52,51	67,12	866,47	43,07	66,10	676,94	33,65	62,04	509,42	25,32	53,29
5,5	1108,03	55,07	70,39	911,66	45,31	69,54	715,62	35,57	65,59	543,04	26,99	56,81
6,0	1154,45	57,38	73,34	952,26	47,33	72,64	750,69	37,31	68,80	574,13	28,54	60,06
6,5	1196,25	59,46	76,00	988,72	49,14	75,42	782,48	38,89	71,72	602,88	29,96	63,07
7,0	1233,89	61,33	78,39	1021,48	50,77	77,92	811,30	40,32	74,36	629,46	31,29	65,85
7,5	1267,77	63,01	80,54	1050,91	52,23	80,17	837,43	41,62	76,75	654,04	32,51	68,42
8,0	1298,28	64,53	82,48	1077,35	53,55	82,18	861,12	42,80	78,92	676,77	33,64	70,80
8,5	1325,75	65,89	84,23	1101,10	54,73	83,99	882,60	43,87	80,89	697,79	34,68	73,00
9,0	1350,49	67,12	85,80	1122,43	55,79	85,62	902,07	44,84	82,68	717,23	35,65	75,03
9,5	1372,76	68,23	87,21	1141,59	56,74	87,08	919,73	45,71	84,29	735,20	36,54	76,91
10,0	1392,81	69,23	88,49	1158,81	57,60	88,40	935,73	46,51	85,76	751,82	37,37	78,65
10,5	1410,86	70,12	89,63	1174,28	58,36	89,58	950,24	47,23	87,09	767,19	38,13	80,26
11,0	1427,12	70,93	90,67	1188,17	59,06	90,64	963,40	47,88	88,30	781,40	38,84	81,74
11,5	1441,75	71,66	91,60	1200,65	59,68	91,59	975,32	48,48	89,39	794,54	39,49	83,12
12,0	1454,93	72,31	92,43	1211,86	60,23	92,44	986,14	49,01	90,38	806,69	40,09	84,39
12,5	1466,80	72,90	93,19	1221,93	60,73	93,21	995,94	49,50	91,28	817,93	40,65	85,57
13,0	1477,48	73,44	93,87	1230,98	61,18	93,90	1004,83	49,94	92,09	828,32	41,17	86,65
13,5	1487,10	73,91	94,48	1239,11	61,59	94,52	1012,88	50,34	92,83	837,92	41,65	87,66
14,0	1495,76	74,34	95,03	1246,41	61,95	95,08	1020,19	50,71	93,50	846,81	42,09	88,59
14,5	1503,56	74,73	95,52	1252,96	62,28	95,58	1026,81	51,04	94,11	855,02	42,50	89,45
15,0	1510,58	75,08	95,97	1258,86	62,57	96,03	1032,81	51,33	94,66	862,62	42,87	90,24
15,5	1516,90	75,39	96,37	1264,15	62,83	96,43	1038,26	51,60	95,16	869,64	43,22	90,98
16,0	1522,60	75,68	96,73	1268,90	63,07	96,80	1043,19	51,85	95,61	876,14	43,55	91,66
16,5	1527,72	75,93	97,06	1273,17	63,28	97,12	1047,67	52,07	96,02	882,15	43,85	92,28
17,0	1532,34	76,16	97,35	1277,01	63,47	97,41	1051,72	52,27	96,39	887,70	44,12	92,86
17,5	1536,49	76,37	97,61	1280,46	63,64	97,68	1055,40	52,46	96,73	892,84	44,38	93,40
18,0	1540,23	76,55	97,85	1283,55	63,80	97,91	1058,73	52,62	97,03	897,59	44,61	93,90
18,5	1543,60	76,72	98,07	1286,34	63,93	98,13	1061,76	52,77	97,31	901,98	44,83	94,36
19,0	1546,63	76,87	98,26	1288,83	64,06	98,32	1064,50	52,91	97,56	906,04	45,03	94,78
19,5	1549,36	77,01	98,43	1291,08	64,17	98,49	1066,98	53,03	97,79	909,79	45,22	95,18
20,0	1551,82	77,13	98,59	1293,10	64,27	98,64	1069,23	53,14	98,00	913,27	45,39	95,54

Continua...

Chuva mm	5 t.ha ⁻¹			10 t.ha ⁻¹			15 t.ha ⁻¹			20 t.ha ⁻¹		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
20,5	1554,04	77,24	98,73	1294,91	64,36	98,78	1071,27	53,25	98,18	916,48	45,55	95,88
21,0	1556,03	77,34	98,86	1296,53	64,44	98,90	1073,13	53,34	98,35	919,45	45,70	96,19
21,5	1557,82	77,43	98,97	1298,00	64,51	99,01	1074,80	53,42	98,51	922,19	45,84	96,47
22,0	1559,44	77,51	99,07	1299,31	64,58	99,12	1076,33	53,50	98,65	924,73	45,96	96,74
22,5	1560,90	77,58	99,16	1300,49	64,64	99,21	1077,71	53,57	98,77	927,08	46,08	96,98
23,0	1562,21	77,65	99,25	1301,55	64,69	99,29	1078,96	53,63	98,89	929,25	46,19	97,21
23,5	1563,38	77,70	99,32	1302,50	64,74	99,36	1080,09	53,68	98,99	931,26	46,29	97,42
24,0	1564,45	77,76	99,39	1303,36	64,78	99,42	1081,12	53,73	99,09	933,11	46,38	97,62
24,5	1565,40	77,81	99,45	1304,12	64,82	99,48	1082,05	53,78	99,17	934,83	46,46	97,80
25,0	1566,26	77,85	99,51	1304,81	64,85	99,53	1082,89	53,82	99,25	936,42	46,54	97,96
25,5	1567,04	77,89	99,55	1305,43	64,88	99,58	1083,66	53,86	99,32	937,88	46,62	98,11
26,0	1567,74	77,92	99,60	1305,99	64,91	99,62	1084,35	53,90	99,38	939,24	46,68	98,26
26,5	1568,37	77,95	99,64	1306,49	64,94	99,66	1084,98	53,93	99,44	940,49	46,75	98,39
27,0	1568,93	77,98	99,68	1306,94	64,96	99,70	1085,56	53,96	99,49	941,66	46,80	98,51
27,5	1569,44	78,01	99,71	1307,34	64,98	99,73	1086,07	53,98	99,54	942,73	46,86	98,62
28,0	1569,90	78,03	99,74	1307,71	65,00	99,76	1086,54	54,00	99,58	943,72	46,91	98,73
28,5	1570,31	78,05	99,76	1308,03	65,01	99,78	1086,97	54,03	99,62	944,64	46,95	98,82
29,0	1570,68	78,07	99,79	1308,32	65,03	99,80	1087,35	54,04	99,66	945,49	46,99	98,91
29,5	1571,02	78,08	99,81	1308,59	65,04	99,82	1087,70	54,06	99,69	946,27	47,03	98,99
30,0	1571,32	78,10	99,83	1308,82	65,05	99,84	1088,02	54,08	99,72	947,00	47,07	99,07
30,5	1571,59	78,11	99,84	1309,04	65,06	99,86	1088,31	54,09	99,74	947,67	47,10	99,14
31,0	1571,84	78,12	99,86	1309,23	65,07	99,87	1088,57	54,10	99,77	948,29	47,13	99,20
31,5	1572,06	78,14	99,87	1309,40	65,08	99,88	1088,80	54,12	99,79	948,86	47,16	99,26
32,0	1572,26	78,15	99,89	1309,55	65,09	99,90	1089,02	54,13	99,81	949,39	47,19	99,32
32,5	1572,43	78,15	99,90	1309,69	65,10	99,91	1089,21	54,14	99,83	949,88	47,21	99,37
33,0	1572,59	78,16	99,91	1309,81	65,10	99,92	1089,39	54,15	99,84	950,34	47,23	99,42
33,5	1572,74	78,17	99,92	1309,93	65,11	99,92	1089,55	54,15	99,86	950,76	47,26	99,46
34,0	1572,87	78,18	99,93	1310,03	65,11	99,93	1089,69	54,16	99,87	951,14	47,27	99,50
34,5	1572,99	78,18	99,93	1310,12	65,12	99,94	1089,82	54,17	99,88	951,50	47,29	99,54
35,0	1573,09	78,19	99,94	1310,20	65,12	99,95	1089,94	54,17	99,89	951,83	47,31	99,57
35,5	1573,19	78,19	99,95	1310,27	65,12	99,95	1090,05	54,18	99,90	952,14	47,32	99,61
36,0	1573,27	78,20	99,95	1310,33	65,13	99,96	1090,15	54,18	99,91	952,42	47,34	99,64
36,5	1573,35	78,20	99,96	1310,39	65,13	99,96	1090,24	54,19	99,92	952,69	47,35	99,66
37,0	1573,42	78,20	99,96	1310,44	65,13	99,96	1090,32	54,19	99,93	952,93	47,36	99,69
37,5	1573,48	78,21	99,96	1310,49	65,14	99,97	1090,39	54,20	99,94	953,15	47,37	99,71
38,0	1573,54	78,21	99,97	1310,53	65,14	99,97	1090,46	54,20	99,94	953,36	47,38	99,73
38,5	1573,59	78,21	99,97	1310,57	65,14	99,97	1090,51	54,20	99,95	953,55	47,39	99,75
39,0	1573,63	78,21	99,97	1310,61	65,14	99,98	1090,57	54,20	99,95	953,73	47,40	99,77
39,5	1573,67	78,22	99,98	1310,64	65,14	99,98	1090,62	54,21	99,96	953,89	47,41	99,79
40,0	1573,71	78,22	99,98	1310,67	65,14	99,98	1090,66	54,21	99,96	954,04	47,42	99,81
40,5	1573,75	78,22	99,98	1310,69	65,15	99,98	1090,70	54,21	99,96	954,18	47,43	99,82
41,0	1573,78	78,22	99,98	1310,71	65,15	99,98	1090,74	54,21	99,97	954,31	47,43	99,83
41,5	1573,80	78,22	99,98	1310,73	65,15	99,99	1090,77	54,21	99,97	954,43	47,44	99,85
42,0	1573,83	78,22	99,99	1310,75	65,15	99,99	1090,80	54,22	99,97	954,54	47,44	99,86
42,5	1573,85	78,22	99,99	1310,77	65,15	99,99	1090,83	54,22	99,98	954,65	47,45	99,87

Continua...

Chuva mm	5 t.ha ⁻¹			10 t.ha ⁻¹			15 t.ha ⁻¹			20 t.ha ⁻¹		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
43,0	1573,87	78,23	99,99	1310,78	65,15	99,99	1090,86	54,22	99,98	954,74	47,45	99,88
43,5	1573,89	78,23	99,99	1310,79	65,15	99,99	1090,88	54,22	99,98	954,83	47,46	99,89
44,0	1573,90	78,23	99,99	1310,81	65,15	99,99	1090,90	54,22	99,98	954,91	47,46	99,90
44,5	1573,92	78,23	99,99	1310,82	65,15	99,99	1090,92	54,22	99,98	954,99	47,47	99,90
45,0	1573,93	78,23	99,99	1310,83	65,15	99,99	1090,93	54,22	99,99	955,05	47,47	99,91
45,5	1573,94	78,23	99,99	1310,83	65,15	99,99	1090,95	54,22	99,99	955,12	47,47	99,92
46,0	1573,95	78,23	99,99	1310,84	65,15	99,99	1090,96	54,22	99,99	955,18	47,48	99,92
46,5	1573,96	78,23	99,99	1310,85	65,15	100,00	1090,97	54,22	99,99	955,23	47,48	99,93
47,0	1573,97	78,23	100,00	1310,86	65,15	100,00	1090,99	54,23	99,99	955,28	47,48	99,93
47,5	1573,98	78,23	100,00	1310,86	65,15	100,00	1091,00	54,23	99,99	955,33	47,48	99,94
48,0	1573,98	78,23	100,00	1310,87	65,15	100,00	1091,01	54,23	99,99	955,37	47,48	99,94
48,5	1573,99	78,23	100,00	1310,87	65,15	100,00	1091,01	54,23	99,99	955,41	47,49	99,95
49,0	1574,00	78,23	100,00	1310,87	65,15	100,00	1091,02	54,23	99,99	955,45	47,49	99,95
49,5	1574,00	78,23	100,00	1310,88	65,15	100,00	1091,03	54,23	99,99	955,48	47,49	99,96
50,0	1574,01	78,23	100,00	1310,88	65,15	100,00	1091,04	54,23	99,99	955,52	47,49	99,96
50,5	1574,01	78,23	100,00	1310,88	65,15	100,00	1091,04	54,23	99,99	955,55	47,49	99,96
51,0	1574,01	78,23	100,00	1310,89	65,15	100,00	1091,05	54,23	100,00	955,57	47,49	99,97
51,5	1574,02	78,23	100,00	1310,89	65,16	100,00	1091,05	54,23	100,00	955,60	47,50	99,97
52,0	1574,02	78,23	100,00	1310,89	65,16	100,00	1091,05	54,23	100,00	955,62	47,50	99,97
52,5	1574,02	78,23	100,00	1310,89	65,16	100,00	1091,06	54,23	100,00	955,64	47,50	99,97
53,0	1574,02	78,23	100,00	1310,89	65,16	100,00	1091,06	54,23	100,00	955,66	47,50	99,97
53,5	1574,03	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,07	54,23	100,00	955,68	47,50	99,98
54,0	1574,03	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,07	54,23	100,00	955,70	47,50	99,98
54,5	1574,03	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,07	54,23	100,00	955,71	47,50	99,98
55,0	1574,03	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,07	54,23	100,00	955,73	47,50	99,98
55,5	1574,03	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,08	54,23	100,00	955,74	47,50	99,98
56,0	1574,03	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,08	54,23	100,00	955,75	47,50	99,98
56,5	1574,04	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,08	54,23	100,00	955,76	47,50	99,99
57,0	1574,04	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,08	54,23	100,00	955,78	47,50	99,99
57,5	1574,04	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,08	54,23	100,00	955,78	47,51	99,99
58,0	1574,04	78,23	100,00	1310,90	65,16	100,00	1091,08	54,23	100,00	955,79	47,51	99,99
58,5	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,08	54,23	100,00	955,80	47,51	99,99
59,0	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,81	47,51	99,99
59,5	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,82	47,51	99,99
60,0	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,82	47,51	99,99
60,5	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,83	47,51	99,99
61,0	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,84	47,51	99,99
61,5	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,84	47,51	99,99
62,0	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,85	47,51	99,99
62,5	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,85	47,51	99,99
63,0	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,85	47,51	99,99
63,5	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,86	47,51	100,00
64,0	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,86	47,51	100,00
64,5	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,86	47,51	100,00
65,0	1574,04	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,09	54,23	100,00	955,87	47,51	100,00

Continua...

Chuva mm	5 t.ha ⁻¹			10 t.ha ⁻¹			15 t.ha ⁻¹			20 t.ha ⁻¹		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
88,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
88,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
89,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
89,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
90,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
90,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
91,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
91,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
92,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
92,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
93,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
93,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
94,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
94,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
95,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
95,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
96,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
96,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
97,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
97,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
98,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
98,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
99,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
99,5	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
100,0	1574,05	78,23	100,00	1310,91	65,16	100,00	1091,10	54,23	100,00	955,90	47,51	100,00
a	1574,05			1310,91			1091,10			955,91		
b	0,30			0,04			-0,06			-0,14		
c	0,09			0,09			0,09			0,07		
F	1551,82	**		2689,77	**		404,83	**		1100,53	**	
r²	0,9931			1,00			1,00			0,99		
Calda	2011,95			2011,95			2011,95			2011,95		

% = porcentagem em relação à quantidade de calda de metribuzin que chegou na palha, na aplicação.

% máx. = porcentagem de transposição em relação ao parâmetro “a” do Modelo de Mitscherlich.

** = Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Quadro 8. Quantidade de água retida após a simulação das chuvas de 100 e 20 mm nos diferentes períodos em 10 t.ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar (Média de 4 repetições).

Chuva mm	DAA				
	0	1	7	14	28
100	82,14	83,27	84,41	87,79	87,60
20	62,45	64,72	63,87	66,56	67,25
20	63,37	65,68	65,77	67,05	68,80

Quadro 9. Dados ajustados pela aplicação do modelo completo de Mitscherlich do metribuzin transposto na simulação de chuva nos diferentes períodos de permanência na palha de cana-de-açúcar.

Chuva mm	0 DAA			1 DAA			7 DAA			14 DAA			28 DAA		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
0,0	21,52	1,23	1,33	5,38	0,33	0,40	29,34	1,85	4,80	35,36	2,21	8,99	31,01	1,81	11,02
0,5	177,83	10,14	10,98	118,14	7,16	8,77	68,12	4,30	11,13	46,97	2,93	11,94	35,98	2,10	12,79
1,0	318,85	18,18	19,69	221,43	13,42	16,44	104,32	6,59	17,05	58,20	3,63	14,80	40,86	2,38	14,53
1,5	446,07	25,44	27,55	316,03	19,15	23,46	138,11	8,72	22,57	69,07	4,31	17,56	45,63	2,66	16,22
2,0	560,85	31,98	34,63	402,69	24,40	29,89	169,65	10,72	27,72	79,58	4,97	20,23	50,32	2,93	17,89
2,5	664,40	37,89	41,03	482,06	29,21	35,78	199,09	12,58	32,54	89,75	5,60	22,82	54,90	3,20	19,52
3,0	757,82	43,22	46,80	554,76	33,62	41,18	226,57	14,31	37,03	99,60	6,22	25,32	59,40	3,46	21,12
3,5	842,10	48,02	52,00	621,36	37,65	46,12	252,22	15,93	41,22	109,12	6,81	27,75	63,81	3,72	22,69
4,0	918,14	52,36	56,70	682,35	41,35	50,65	276,16	17,44	45,13	118,34	7,39	30,09	68,13	3,97	24,22
4,5	986,73	56,27	60,93	738,22	44,73	54,80	298,51	18,86	48,78	127,26	7,94	32,36	72,37	4,22	25,73
5,0	1048,62	59,80	64,76	789,39	47,83	58,60	319,37	20,17	52,19	135,88	8,48	34,55	76,52	4,46	27,20
5,5	1104,45	62,99	68,20	836,27	50,67	62,08	338,85	21,40	55,38	144,23	9,00	36,67	80,59	4,70	28,65
6,0	1154,82	65,86	71,31	879,20	53,27	65,26	357,02	22,55	58,35	152,31	9,51	38,73	84,58	4,93	30,07
6,5	1200,27	68,45	74,12	918,53	55,66	68,18	373,99	23,62	61,12	160,13	10,00	40,71	88,49	5,16	31,46
7,0	1241,27	70,79	76,65	954,55	57,84	70,86	389,83	24,62	63,71	167,69	10,47	42,64	92,32	5,38	32,82
7,5	1278,25	72,90	78,94	987,54	59,84	73,31	404,61	25,56	66,12	175,00	10,92	44,50	96,07	5,60	34,16
8,0	1311,62	74,80	81,00	1017,76	61,67	75,55	418,41	26,43	68,38	182,08	11,37	46,30	99,75	5,81	35,46
8,5	1341,73	76,52	82,86	1045,44	63,35	77,61	431,29	27,24	70,48	188,93	11,79	48,04	103,36	6,02	36,75
9,0	1368,89	78,07	84,53	1070,79	64,88	79,49	443,31	28,00	72,45	195,56	12,21	49,72	106,89	6,23	38,00
9,5	1393,39	79,46	86,05	1094,02	66,29	81,21	454,53	28,71	74,28	201,97	12,61	51,35	110,36	6,43	39,24
10,0	1415,49	80,72	87,41	1115,29	67,58	82,79	465,01	29,37	75,99	208,18	13,00	52,93	113,76	6,63	40,44
10,5	1435,44	81,86	88,64	1134,77	68,76	84,24	474,79	29,99	77,59	214,18	13,37	54,46	117,08	6,82	41,63
11,0	1453,43	82,89	89,75	1152,62	69,84	85,56	483,92	30,57	79,08	219,99	13,73	55,94	120,35	7,01	42,79
11,5	1469,66	83,81	90,76	1168,97	70,83	86,77	492,44	31,11	80,48	225,61	14,08	57,36	123,54	7,20	43,92
12,0	1484,31	84,65	91,66	1183,94	71,74	87,89	500,39	31,61	81,78	231,05	14,42	58,75	126,68	7,38	45,04
12,5	1497,52	85,40	92,48	1197,65	72,57	88,90	507,81	32,08	82,99	236,31	14,75	60,08	129,75	7,56	46,13
13,0	1509,44	86,08	93,21	1210,22	73,33	89,84	514,74	32,52	84,12	241,40	15,07	61,38	132,76	7,73	47,20
13,5	1520,19	86,69	93,88	1221,72	74,03	90,69	521,21	32,92	85,18	246,33	15,38	62,63	135,71	7,91	48,25
14,0	1529,89	87,25	94,48	1232,26	74,67	91,47	527,25	33,31	86,16	251,09	15,67	63,84	138,61	8,08	49,28
14,5	1538,64	87,75	95,02	1241,91	75,25	92,19	532,88	33,66	87,09	255,71	15,96	65,02	141,44	8,24	50,29
15,0	1546,54	88,20	95,50	1250,76	75,79	92,85	538,14	33,99	87,95	260,17	16,24	66,15	144,22	8,40	51,27
15,5	1553,66	88,60	95,94	1258,86	76,28	93,45	543,05	34,30	88,75	264,49	16,51	67,25	146,94	8,56	52,24
16,0	1560,09	88,97	96,34	1266,27	76,73	94,00	547,64	34,59	89,50	268,66	16,77	68,31	149,61	8,72	53,19
16,5	1565,89	89,30	96,70	1273,07	77,14	94,50	551,91	34,86	90,20	272,71	17,02	69,34	152,23	8,87	54,12
17,0	1571,12	89,60	97,02	1279,29	77,52	94,96	555,91	35,12	90,85	276,62	17,27	70,33	154,79	9,02	55,03
17,5	1575,84	89,87	97,31	1284,99	77,86	95,39	559,63	35,35	91,46	280,40	17,50	71,29	157,31	9,16	55,93
18,0	1580,10	90,11	97,58	1290,22	78,18	95,78	563,11	35,57	92,03	284,06	17,73	72,23	159,77	9,31	56,80
18,5	1583,94	90,33	97,81	1295,00	78,47	96,13	566,36	35,78	92,56	287,60	17,95	73,13	162,18	9,45	57,66
19,0	1587,40	90,53	98,03	1299,38	78,73	96,46	569,39	35,97	93,05	291,03	18,17	74,00	164,55	9,59	58,50
19,5	1590,53	90,71	98,22	1303,39	78,98	96,75	572,22	36,15	93,52	294,35	18,37	74,84	166,87	9,72	59,33
20,0	1593,35	90,87	98,39	1307,07	79,20	97,03	574,86	36,31	93,95	297,56	18,58	75,66	169,14	9,85	60,13
20,5	1595,89	91,01	98,55	1310,43	79,40	97,28	577,33	36,47	94,35	300,66	18,77	76,45	171,37	9,98	60,93

Continua...

Chuva mm	0 DAA			1 DAA			7 DAA			14 DAA			28 DAA		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
21,0	1598,19	91,14	98,69	1313,52	79,59	97,51	579,63	36,61	94,73	303,67	18,96	77,21	173,56	10,11	61,70
21,5	1600,26	91,26	98,82	1316,34	79,76	97,71	581,78	36,75	95,08	306,57	19,14	77,95	175,70	10,24	62,46
22,0	1602,13	91,37	98,94	1318,93	79,92	97,91	583,79	36,88	95,40	309,39	19,31	78,66	177,79	10,36	63,21
22,5	1603,81	91,46	99,04	1321,30	80,06	98,08	585,66	36,99	95,71	312,11	19,48	79,36	179,85	10,48	63,94
23,0	1605,34	91,55	99,13	1323,47	80,19	98,24	587,40	37,11	96,00	314,74	19,65	80,03	181,87	10,60	64,66
23,5	1606,71	91,63	99,22	1325,46	80,32	98,39	589,03	37,21	96,26	317,29	19,81	80,67	183,84	10,71	65,36
24,0	1607,94	91,70	99,30	1327,28	80,43	98,53	590,56	37,30	96,51	319,75	19,96	81,30	185,78	10,82	66,05
24,5	1609,06	91,76	99,36	1328,95	80,53	98,65	591,98	37,39	96,74	322,14	20,11	81,91	187,67	10,93	66,72
25,0	1610,07	91,82	99,43	1330,47	80,62	98,76	593,30	37,48	96,96	324,45	20,25	82,49	189,53	11,04	67,38
25,5	1610,98	91,87	99,48	1331,87	80,70	98,87	594,54	37,56	97,16	326,68	20,39	83,06	191,36	11,15	68,03
26,0	1611,80	91,92	99,53	1333,16	80,78	98,96	595,70	37,63	97,35	328,84	20,53	83,61	193,14	11,25	68,67
26,5	1612,54	91,96	99,58	1334,33	80,85	99,05	596,78	37,70	97,53	330,93	20,66	84,14	194,90	11,35	69,29
27,0	1613,21	92,00	99,62	1335,41	80,92	99,13	597,78	37,76	97,69	332,95	20,78	84,66	196,61	11,45	69,90
27,5	1613,81	92,03	99,66	1336,39	80,98	99,20	598,72	37,82	97,85	334,91	20,91	85,15	198,29	11,55	70,50
28,0	1614,35	92,06	99,69	1337,29	81,03	99,27	599,60	37,88	97,99	336,80	21,03	85,64	199,94	11,65	71,09
28,5	1614,84	92,09	99,72	1338,12	81,08	99,33	600,42	37,93	98,12	338,63	21,14	86,10	201,56	11,74	71,66
29,0	1615,28	92,12	99,75	1338,88	81,13	99,39	601,18	37,98	98,25	340,41	21,25	86,55	203,14	11,84	72,22
29,5	1615,68	92,14	99,77	1339,57	81,17	99,44	601,90	38,02	98,36	342,12	21,36	86,99	204,70	11,93	72,77
30,0	1616,04	92,16	99,80	1340,20	81,21	99,49	602,56	38,06	98,47	343,78	21,46	87,41	206,22	12,01	73,32
30,5	1616,37	92,18	99,82	1340,79	81,24	99,53	603,19	38,10	98,58	345,39	21,56	87,82	207,71	12,10	73,85
31,0	1616,66	92,20	99,83	1341,32	81,28	99,57	603,77	38,14	98,67	346,94	21,66	88,21	209,17	12,19	74,37
31,5	1616,92	92,21	99,85	1341,81	81,31	99,61	604,31	38,17	98,76	348,44	21,75	88,60	210,60	12,27	74,88
32,0	1617,16	92,22	99,86	1342,25	81,33	99,64	604,81	38,20	98,84	349,90	21,84	88,97	212,01	12,35	75,37
32,5	1617,38	92,24	99,88	1342,66	81,36	99,67	605,29	38,23	98,92	351,31	21,93	89,32	213,38	12,43	75,86
33,0	1617,57	92,25	99,89	1343,04	81,38	99,70	605,73	38,26	98,99	352,67	22,02	89,67	214,73	12,51	76,34
33,5	1617,75	92,26	99,90	1343,38	81,40	99,72	606,14	38,29	99,06	353,99	22,10	90,01	216,06	12,59	76,81
34,0	1617,90	92,27	99,91	1343,70	81,42	99,75	606,52	38,31	99,12	355,26	22,18	90,33	217,35	12,66	77,27
34,5	1618,05	92,28	99,92	1343,98	81,44	99,77	606,88	38,34	99,18	356,49	22,25	90,64	218,62	12,74	77,73
35,0	1618,17	92,28	99,93	1344,25	81,45	99,79	607,21	38,36	99,23	357,69	22,33	90,95	219,87	12,81	78,17
35,5	1618,29	92,29	99,93	1344,49	81,47	99,80	607,53	38,38	99,28	358,84	22,40	91,24	221,09	12,88	78,60
36,0	1618,40	92,30	99,94	1344,71	81,48	99,82	607,82	38,39	99,33	359,96	22,47	91,52	222,28	12,95	79,03
36,5	1618,49	92,30	99,95	1344,91	81,49	99,84	608,09	38,41	99,38	361,04	22,54	91,80	223,46	13,02	79,44
37,0	1618,57	92,31	99,95	1345,10	81,51	99,85	608,34	38,43	99,42	362,09	22,60	92,06	224,60	13,09	79,85
37,5	1618,65	92,31	99,96	1345,27	81,52	99,86	608,58	38,44	99,46	363,10	22,67	92,32	225,73	13,15	80,25
38,0	1618,72	92,31	99,96	1345,43	81,53	99,87	608,80	38,46	99,49	364,08	22,73	92,57	226,83	13,22	80,65
38,5	1618,78	92,32	99,96	1345,57	81,53	99,88	609,01	38,47	99,53	365,03	22,79	92,81	227,92	13,28	81,03
39,0	1618,84	92,32	99,97	1345,70	81,54	99,89	609,20	38,48	99,56	365,94	22,84	93,05	228,98	13,34	81,41
39,5	1618,89	92,32	99,97	1345,82	81,55	99,90	609,38	38,49	99,59	366,83	22,90	93,27	230,02	13,40	81,78
40,0	1618,94	92,33	99,97	1345,93	81,56	99,91	609,55	38,50	99,62	367,69	22,95	93,49	231,03	13,46	82,14
40,5	1618,98	92,33	99,98	1346,03	81,56	99,92	609,71	38,51	99,64	368,52	23,01	93,70	232,03	13,52	82,49
41,0	1619,02	92,33	99,98	1346,12	81,57	99,93	609,85	38,52	99,66	369,32	23,06	93,90	233,01	13,58	82,84
41,5	1619,05	92,33	99,98	1346,21	81,57	99,93	609,99	38,53	99,69	370,10	23,10	94,10	233,97	13,63	83,18
42,0	1619,08	92,33	99,98	1346,28	81,58	99,94	610,12	38,54	99,71	370,85	23,15	94,29	234,91	13,69	83,52
42,5	1619,11	92,34	99,98	1346,35	81,58	99,94	610,24	38,55	99,73	371,58	23,20	94,48	235,83	13,74	83,84
43,0	1619,13	92,34	99,99	1346,42	81,59	99,95	610,35	38,55	99,75	372,28	23,24	94,66	236,73	13,79	84,17
43,5	1619,15	92,34	99,99	1346,48	81,59	99,95	610,45	38,56	99,76	372,97	23,28	94,83	237,62	13,84	84,48

Continua...

Chuva mm	0 DAA			1 DAA			7 DAA			14 DAA			28 DAA		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
44,0	1619,17	92,34	99,99	1346,53	81,59	99,96	610,55	38,57	99,78	373,63	23,32	95,00	238,49	13,89	84,79
44,5	1619,19	92,34	99,99	1346,58	81,60	99,96	610,64	38,57	99,79	374,26	23,36	95,16	239,34	13,94	85,09
45,0	1619,21	92,34	99,99	1346,63	81,60	99,96	610,72	38,58	99,81	374,88	23,40	95,32	240,17	13,99	85,39
45,5	1619,22	92,34	99,99	1346,67	81,60	99,97	610,80	38,58	99,82	375,48	23,44	95,47	240,99	14,04	85,68
46,0	1619,24	92,34	99,99	1346,71	81,60	99,97	610,87	38,59	99,83	376,06	23,48	95,62	241,79	14,09	85,96
46,5	1619,25	92,34	99,99	1346,74	81,60	99,97	610,94	38,59	99,84	376,61	23,51	95,76	242,57	14,13	86,24
47,0	1619,26	92,34	99,99	1346,78	81,61	99,97	611,01	38,60	99,85	377,16	23,54	95,90	243,34	14,18	86,51
47,5	1619,27	92,35	99,99	1346,81	81,61	99,98	611,07	38,60	99,86	377,68	23,58	96,03	244,09	14,22	86,78
48,0	1619,28	92,35	99,99	1346,83	81,61	99,98	611,12	38,60	99,87	378,19	23,61	96,16	244,83	14,26	87,04
48,5	1619,29	92,35	100,00	1346,86	81,61	99,98	611,17	38,61	99,88	378,68	23,64	96,28	245,56	14,31	87,30
49,0	1619,29	92,35	100,00	1346,88	81,61	99,98	611,22	38,61	99,89	379,15	23,67	96,40	246,27	14,35	87,55
49,5	1619,30	92,35	100,00	1346,90	81,61	99,98	611,27	38,61	99,90	379,61	23,70	96,52	246,96	14,39	87,80
50,0	1619,31	92,35	100,00	1346,92	81,62	99,98	611,31	38,62	99,90	380,05	23,73	96,63	247,64	14,43	88,04
50,5	1619,31	92,35	100,00	1346,94	81,62	99,99	611,35	38,62	99,91	380,48	23,75	96,74	248,31	14,47	88,28
51,0	1619,32	92,35	100,00	1346,95	81,62	99,99	611,39	38,62	99,92	380,90	23,78	96,85	248,97	14,50	88,51
51,5	1619,32	92,35	100,00	1346,97	81,62	99,99	611,42	38,62	99,92	381,30	23,80	96,95	249,61	14,54	88,74
52,0	1619,32	92,35	100,00	1346,98	81,62	99,99	611,45	38,62	99,93	381,69	23,83	97,05	250,24	14,58	88,97
52,5	1619,33	92,35	100,00	1346,99	81,62	99,99	611,48	38,63	99,93	382,07	23,85	97,14	250,86	14,61	89,19
53,0	1619,33	92,35	100,00	1347,00	81,62	99,99	611,51	38,63	99,94	382,43	23,87	97,24	251,46	14,65	89,40
53,5	1619,33	92,35	100,00	1347,01	81,62	99,99	611,54	38,63	99,94	382,78	23,90	97,33	252,05	14,68	89,61
54,0	1619,34	92,35	100,00	1347,02	81,62	99,99	611,56	38,63	99,94	383,12	23,92	97,41	252,63	14,72	89,82
54,5	1619,34	92,35	100,00	1347,03	81,62	99,99	611,58	38,63	99,95	383,45	23,94	97,50	253,20	14,75	90,02
55,0	1619,34	92,35	100,00	1347,04	81,62	99,99	611,61	38,63	99,95	383,77	23,96	97,58	253,76	14,78	90,22
55,5	1619,34	92,35	100,00	1347,05	81,62	99,99	611,63	38,64	99,95	384,08	23,98	97,66	254,31	14,82	90,41
56,0	1619,34	92,35	100,00	1347,05	81,62	99,99	611,64	38,64	99,96	384,38	24,00	97,73	254,84	14,85	90,60
56,5	1619,35	92,35	100,00	1347,06	81,62	100,00	611,66	38,64	99,96	384,67	24,01	97,81	255,37	14,88	90,79
57,0	1619,35	92,35	100,00	1347,07	81,62	100,00	611,68	38,64	99,96	384,95	24,03	97,88	255,88	14,91	90,97
57,5	1619,35	92,35	100,00	1347,07	81,62	100,00	611,69	38,64	99,97	385,22	24,05	97,95	256,39	14,94	91,15
58,0	1619,35	92,35	100,00	1347,08	81,62	100,00	611,71	38,64	99,97	385,48	24,06	98,01	256,88	14,97	91,33
58,5	1619,35	92,35	100,00	1347,08	81,63	100,00	611,72	38,64	99,97	385,73	24,08	98,08	257,37	14,99	91,50
59,0	1619,35	92,35	100,00	1347,08	81,63	100,00	611,73	38,64	99,97	385,98	24,10	98,14	257,84	15,02	91,67
59,5	1619,35	92,35	100,00	1347,09	81,63	100,00	611,74	38,64	99,97	386,22	24,11	98,20	258,31	15,05	91,84
60,0	1619,35	92,35	100,00	1347,09	81,63	100,00	611,75	38,64	99,98	386,45	24,12	98,26	258,76	15,08	92,00
60,5	1619,35	92,35	100,00	1347,09	81,63	100,00	611,76	38,64	99,98	386,67	24,14	98,31	259,21	15,10	92,16
61,0	1619,35	92,35	100,00	1347,10	81,63	100,00	611,77	38,64	99,98	386,88	24,15	98,37	259,65	15,13	92,31
61,5	1619,35	92,35	100,00	1347,10	81,63	100,00	611,78	38,64	99,98	387,09	24,16	98,42	260,08	15,15	92,47
62,0	1619,36	92,35	100,00	1347,10	81,63	100,00	611,79	38,65	99,98	387,29	24,18	98,47	260,50	15,18	92,61
62,5	1619,36	92,35	100,00	1347,10	81,63	100,00	611,80	38,65	99,98	387,49	24,19	98,52	260,91	15,20	92,76
63,0	1619,36	92,35	100,00	1347,10	81,63	100,00	611,80	38,65	99,98	387,68	24,20	98,57	261,32	15,22	92,91
63,5	1619,36	92,35	100,00	1347,11	81,63	100,00	611,81	38,65	99,98	387,86	24,21	98,62	261,71	15,25	93,05
64,0	1619,36	92,35	100,00	1347,11	81,63	100,00	611,82	38,65	99,99	388,03	24,22	98,66	262,10	15,27	93,18
64,5	1619,36	92,35	100,00	1347,11	81,63	100,00	611,82	38,65	99,99	388,21	24,23	98,71	262,48	15,29	93,32
65,0	1619,36	92,35	100,00	1347,11	81,63	100,00	611,83	38,65	99,99	388,37	24,24	98,75	262,86	15,31	93,45
65,5	1619,36	92,35	100,00	1347,11	81,63	100,00	611,83	38,65	99,99	388,53	24,25	98,79	263,22	15,34	93,58
66,0	1619,36	92,35	100,00	1347,11	81,63	100,00	611,84	38,65	99,99	388,68	24,26	98,83	263,58	15,36	93,71
66,5	1619,36	92,35	100,00	1347,11	81,63	100,00	611,84	38,65	99,99	388,83	24,27	98,87	263,93	15,38	93,84

Continua...

Chuva mm	0 DAA			1 DAA			7 DAA			14 DAA			28 DAA		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
67,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,85	38,65	99,99	388,98	24,28	98,90	264,28	15,40	93,96
67,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,85	38,65	99,99	389,12	24,29	98,94	264,62	15,42	94,08
68,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,85	38,65	99,99	389,25	24,30	98,97	264,95	15,44	94,20
68,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,86	38,65	99,99	389,39	24,31	99,01	265,27	15,45	94,31
69,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,86	38,65	99,99	389,51	24,32	99,04	265,59	15,47	94,42
69,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,86	38,65	99,99	389,63	24,32	99,07	265,90	15,49	94,53
70,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,87	38,65	99,99	389,75	24,33	99,10	266,21	15,51	94,64
70,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,87	38,65	99,99	389,87	24,34	99,13	266,51	15,53	94,75
71,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,87	38,65	99,99	389,98	24,34	99,16	266,80	15,54	94,85
71,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,87	38,65	99,99	390,09	24,35	99,18	267,09	15,56	94,96
72,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,88	38,65	100,00	390,19	24,36	99,21	267,37	15,58	95,06
72,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,88	38,65	100,00	390,29	24,36	99,24	267,64	15,59	95,15
73,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,88	38,65	100,00	390,39	24,37	99,26	267,92	15,61	95,25
73,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,88	38,65	100,00	390,48	24,38	99,28	268,18	15,62	95,35
74,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,88	38,65	100,00	390,57	24,38	99,31	268,44	15,64	95,44
74,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,88	38,65	100,00	390,66	24,39	99,33	268,70	15,65	95,53
75,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,88	38,65	100,00	390,75	24,39	99,35	268,95	15,67	95,62
75,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	390,83	24,40	99,37	269,19	15,68	95,70
76,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	390,91	24,40	99,39	269,43	15,70	95,79
76,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	390,99	24,41	99,41	269,67	15,71	95,87
77,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,06	24,41	99,43	269,90	15,72	95,96
77,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,14	24,42	99,45	270,12	15,74	96,04
78,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,21	24,42	99,47	270,34	15,75	96,11
78,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,27	24,43	99,49	270,56	15,76	96,19
79,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,34	24,43	99,50	270,77	15,78	96,27
79,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,40	24,43	99,52	270,98	15,79	96,34
80,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,46	24,44	99,53	271,19	15,80	96,41
80,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,89	38,65	100,00	391,52	24,44	99,55	271,39	15,81	96,49
81,0	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,58	24,44	99,56	271,58	15,82	96,56
81,5	1619,36	92,35	100,00	1347,12	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,64	24,45	99,58	271,78	15,83	96,62
82,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,69	24,45	99,59	271,97	15,84	96,69
82,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,74	24,45	99,60	272,15	15,86	96,76
83,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,79	24,46	99,62	272,33	15,87	96,82
83,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,84	24,46	99,63	272,51	15,88	96,88
84,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,89	24,46	99,64	272,68	15,89	96,95
84,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,93	24,47	99,65	272,85	15,90	97,01
85,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	391,98	24,47	99,67	273,02	15,91	97,07
85,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,02	24,47	99,68	273,19	15,92	97,12
86,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,06	24,47	99,69	273,35	15,93	97,18
86,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,10	24,48	99,70	273,50	15,93	97,24
87,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,14	24,48	99,71	273,66	15,94	97,29
87,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,18	24,48	99,72	273,81	15,95	97,35
88,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,21	24,48	99,73	273,96	15,96	97,40
88,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,25	24,49	99,73	274,10	15,97	97,45
89,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,28	24,49	99,74	274,25	15,98	97,50
89,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,32	24,49	99,75	274,39	15,99	97,55

Continua...

Chuva mm	0 DAA			1 DAA			7 DAA			14 DAA			28 DAA		
	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.	g.ha ⁻¹	%	% máx.
90,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,35	24,49	99,76	274,52	15,99	97,60
90,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,38	24,49	99,77	274,66	16,00	97,65
91,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,41	24,50	99,77	274,79	16,01	97,69
91,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,44	24,50	99,78	274,92	16,02	97,74
92,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,47	24,50	99,79	275,04	16,02	97,79
92,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,49	24,50	99,80	275,17	16,03	97,83
93,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,52	24,50	99,80	275,29	16,04	97,87
93,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,54	24,50	99,81	275,41	16,05	97,91
94,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,57	24,51	99,81	275,52	16,05	97,96
94,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,59	24,51	99,82	275,64	16,06	98,00
95,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,61	24,51	99,83	275,75	16,07	98,04
95,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,64	24,51	99,83	275,86	16,07	98,08
96,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,66	24,51	99,84	275,97	16,08	98,11
96,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,68	24,51	99,84	276,07	16,08	98,15
97,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,70	24,51	99,85	276,18	16,09	98,19
97,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,72	24,52	99,85	276,28	16,10	98,22
98,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,74	24,52	99,86	276,38	16,10	98,26
98,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,76	24,52	99,86	276,47	16,11	98,29
99,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,77	24,52	99,87	276,57	16,11	98,33
99,5	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,79	24,52	99,87	276,66	16,12	98,36
100,0	1619,36	92,35	100,00	1347,13	81,63	100,00	611,90	38,65	100,00	392,81	24,52	99,88	276,75	16,12	98,39
a	1619,36			1347,13			611,90			393,30			281,27		
b	0,06			0,02			0,36			1,43			2,91		
c	0,09			0,08			0,06			0,03			0,02		
F	1176,57	**		963,54	**		505,05	**		444,83	**		724,04	**	
r²	0,99			0,99			0,99			0,99			0,99		
Calda	1753,50			1650,32			1583,08			1601,90			1716,43		

% = porcentagem em relação à quantidade de calda de metribuzin que chegou na palha, na aplicação.

% máx. = porcentagem de transposição em relação ao parâmetro "a" do Modelo de Mitscherlich.

** = Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE - 2



Figura 15. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria plantaginea*, aos 7 DAA.



Figura 16. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*, aos 7 DAA.



Figura 17. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria plantaginea*, aos 14 DAA.



Figura 18. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*, aos 14 DAA.

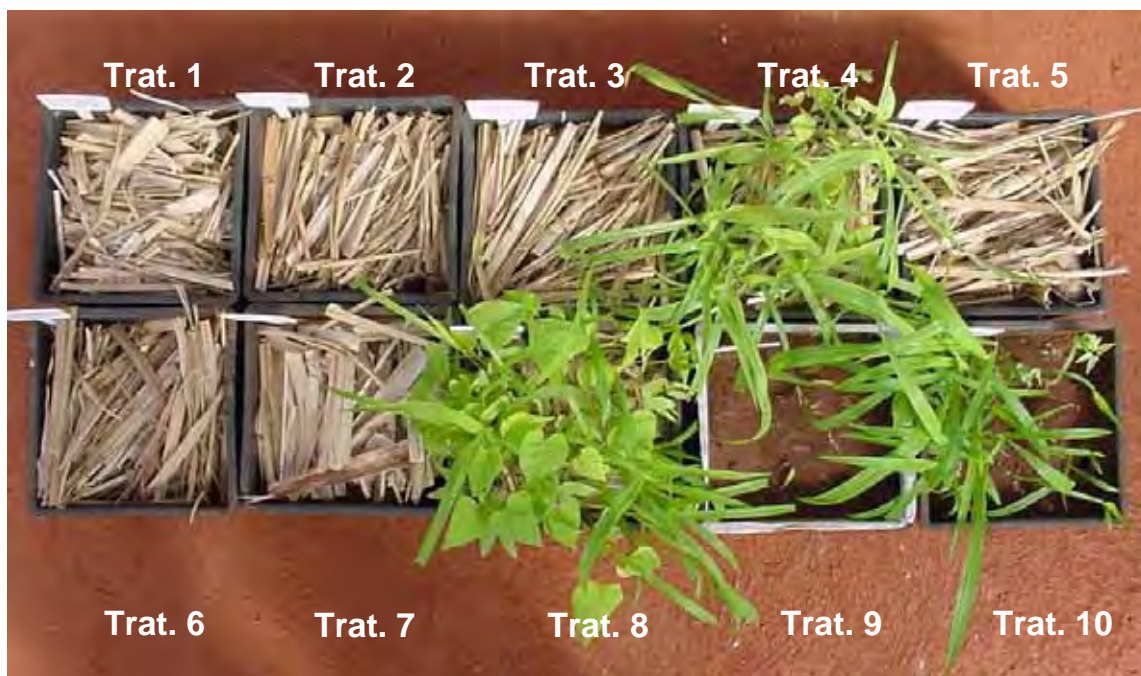


Figura 19. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria plantaginea*, aos 21 DAA.



Figura 20. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*, aos 21 DAA.

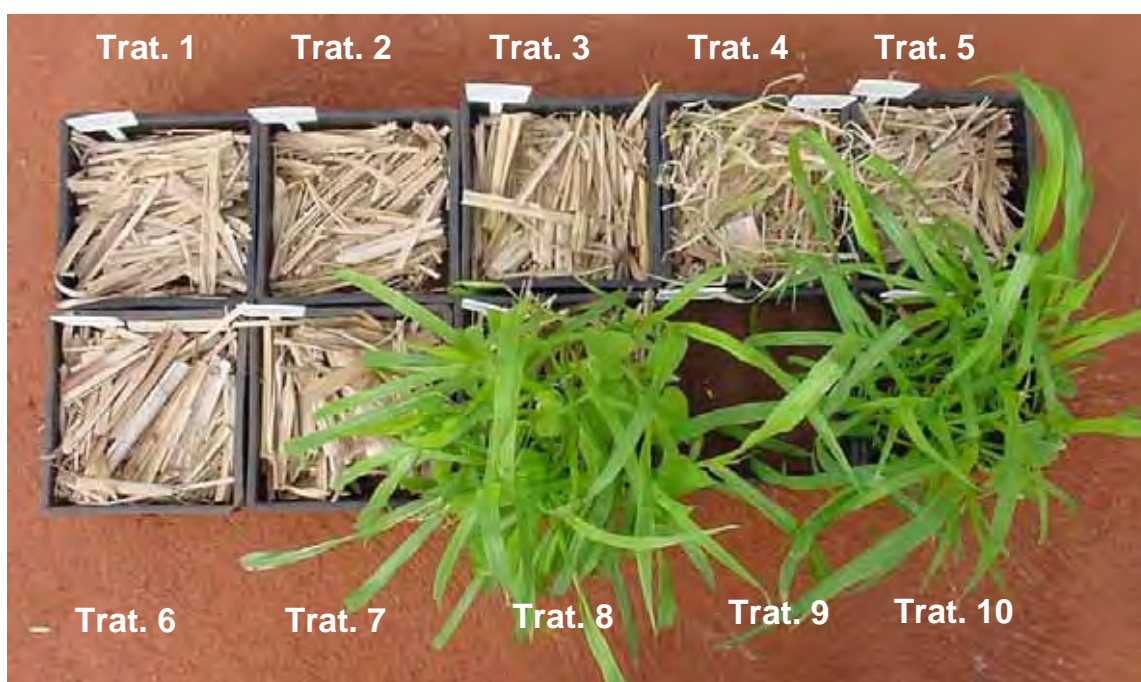


Figura 21. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria plantaginea*, aos 28 DAA.

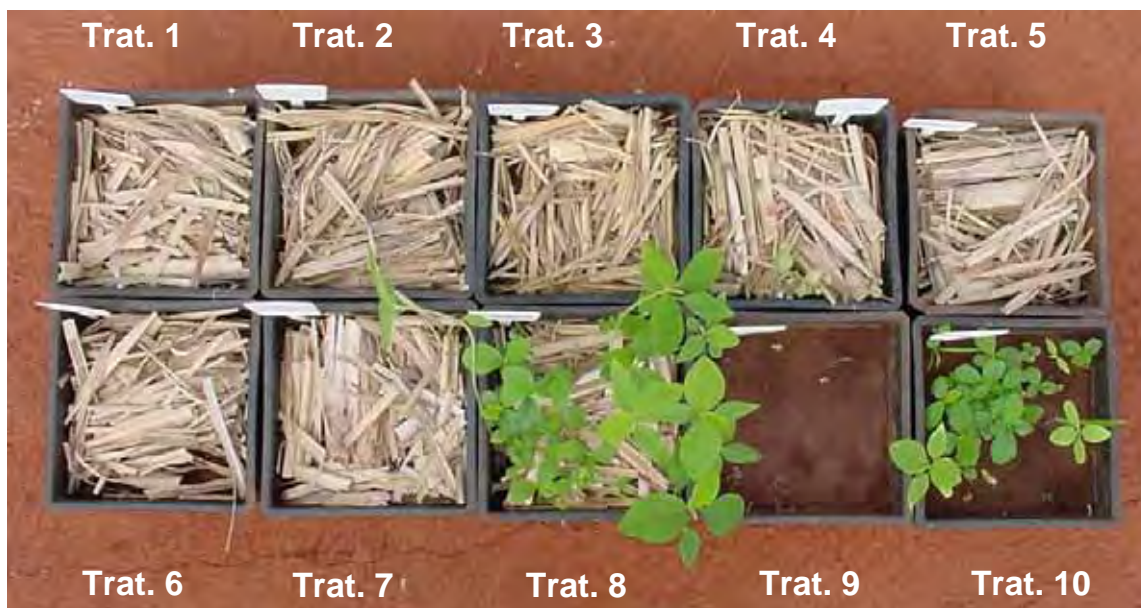


Figura 22. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*, aos 28 DAA.



Figura 23. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia* e *Brachiaria plantaginea*, aos 35 DAA.

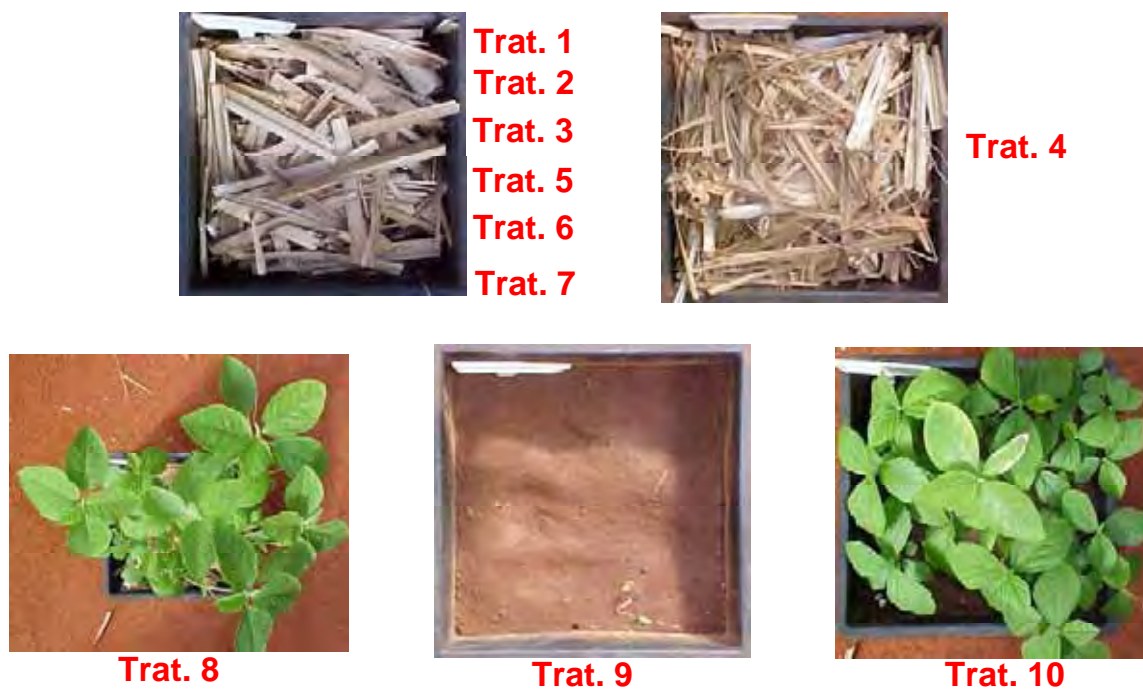


Figura 24. Tratamentos do ensaio de eficiência do metribuzin associado à palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Sida rhombifolia* e *Euphorbia heterophylla*, aos 35 DAA.



Figura 25. Início dos tratamentos do ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla*.

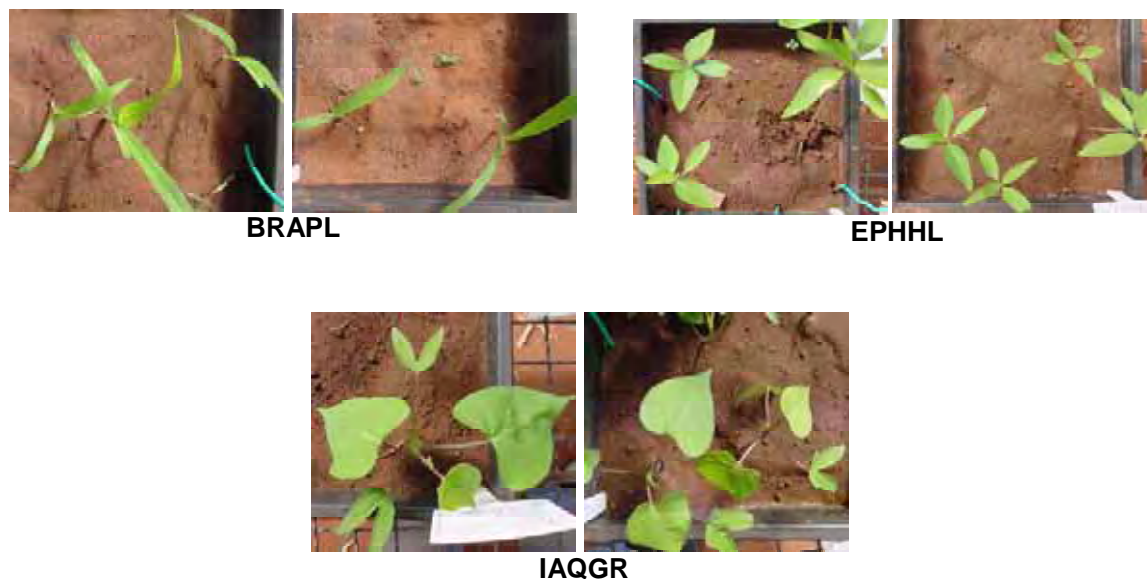


Figura 26. Tratamentos testemunhas do ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla*, aos 14 DAA.

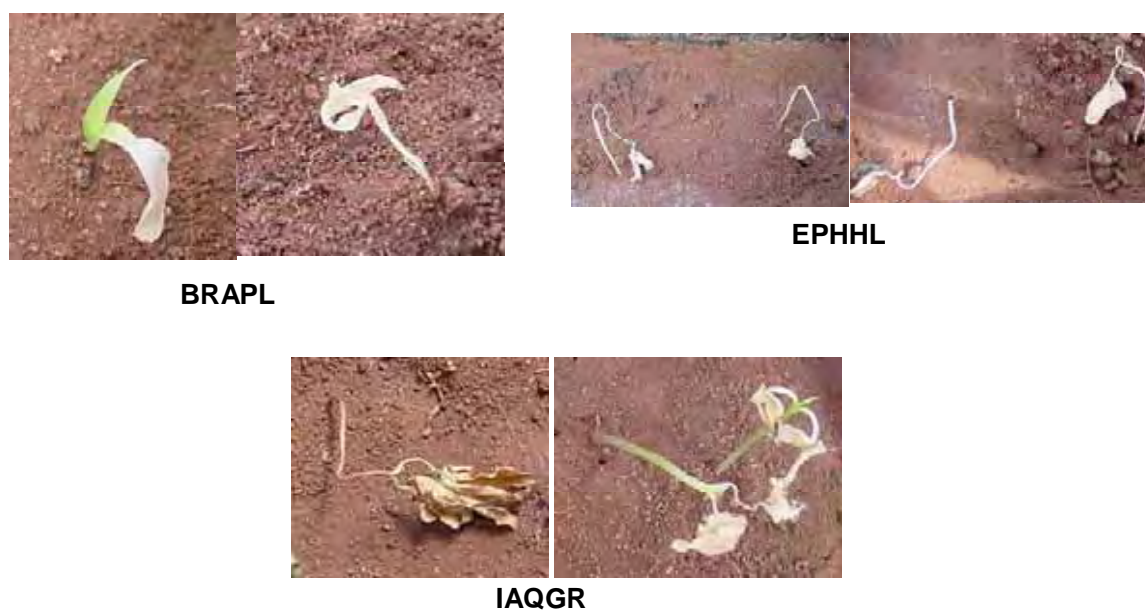


Figura 27. Tratamentos com herbicida do ensaio de absorção do metribuzin diretamente da palha de cana-de-açúcar, nas plantas de *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria plantaginea* e *Euphorbia heterophylla*, aos 14 DAA.