

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Teores de Água no Solo e Eficácia do Herbicida Fomesafen no Controle de *Amaranthus hybridus*”

JOCEMAR FRANCISCO ZANATTA⁽¹⁾, SERGIO DE OLIVEIRA PROCÓPIO⁽²⁾ ROBERTA MANICA-BERTO⁽³⁾, ELOY ANTONIO PAULETTO⁽⁴⁾, ALBERTO CARGNELUTTI FILHO⁽⁵⁾, LEANDRO VARGAS⁽⁶⁾, DAIANE CRISTINA SGANZERLA⁽⁷⁾, MARIANE D’AVILA ROSENTHAL⁽⁸⁾ & JEJUS JUARES OLIVEIRA PINTO⁽⁹⁾

RESUMO – Com o objetivo de avaliar a eficácia do herbicida fomesafen no controle de plantas de *Amaranthus hybridus* se desenvolvendo em solo com diferentes teores de água e determinar qual o menor teor de água do solo que não prejudica a ação desse herbicida no controle dessa espécie, foi realizado um experimento em casa de vegetação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 5, envolvendo cinco intervalos entre a última irrigação e a aplicação do herbicida (0, 6, 12, 24 e 48 horas) e cinco doses de fomesafen (0,0; 62,5; 125,0; 250,0 e 375,0 g ha⁻¹). Quando as plantas atingiram estágio de quatro pares de folhas foi aplicado 10 mm de chuva simulada, conforme tratamento previsto. Ao término do período de simulação de chuva, aplicou-se o herbicida utilizando pulverizador costal pressurizado com CO₂, com volume de calda de 120 L ha⁻¹. Aos 5, 22, 29 e 43 dias após a aplicação (DAA) do herbicida foi avaliado o controle (por escala visual) de *A. hybridus* e, aos 43 DAA foram avaliadas também a massa seca de raízes e da parte aérea. A aplicação de 375,0 g ha⁻¹ de fomesafen proporcionou controle satisfatório de *A. hybridus*, independentemente do intervalo entre a última irrigação e a aplicação do herbicida ou do teor de umidade do solo. Pulverizações de 250,0 g ha⁻¹ de fomesafen em solo com teor de água maior que 0,12 cm³ cm⁻³ não afetaram a eficácia do herbicida sobre *A. hybridus*. Teores de água no solo acima de 0,15 cm³ cm⁻³ não prejudicam a eficácia do fomesafen, aplicado em dose superior a 125,0 g ha⁻¹, no controle de *A. hybridus*.

Palavras-Chave: (inibidores de PROTOX, déficit hídrico, planta daninha.)

Introdução

O gênero *Amaranthus* (fam. Amaranthaceae) possui cerca de 60 espécies; algumas são cultivadas, e outras, invasoras competindo com as culturas, como *Amaranthus viridis*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus retroflexus* e *Amaranthus hybridus* [1]. A espécie *A. hybridus*, conhecida como caruru ou caruru-roxo, é uma planta daninha, cujo centro de origem está compreendido no Continente Americano, do Canadá até a Argentina, com presença também na África, Ásia e Oceania. No Brasil ocorre em todos os estados [2].

A eficácia de herbicidas aplicados sobre plantas se desenvolvendo em condições de déficit hídrico é reduzida devida à baixa absorção e translocação do produto. Levene & Owen [3] observaram uma redução na absorção de ¹⁴C-bentazon quando aplicado sobre plantas de *Xanthium strumarium* e *Abutilon theophrasti* em estresse hídrico. Segundo estes autores, as plantas em estresse hídrico apresentaram folhas com orientação mais verticalizada do que as plantas não-estressadas. Esta orientação vertical das folhas poderia potencialmente reduzir a exposição da área foliar e conseqüentemente reduzir a retenção das gotas pulverizadas. Dickson et al. [4] relataram que plantas de *Avena sativa* não-irrigadas por até 14 dias após a pulverização de 0,25 kg ha⁻¹ de fluazifop-p-butyl ou 0,18 kg ha⁻¹ e.a. de glyphosate, demonstraram maior tolerância aos herbicidas do que plantas irrigadas normalmente.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficácia do herbicida fomesafen no controle de *Amaranthus hybridus* se desenvolvendo em solo com diferentes teores de umidade, determinando qual o menor teor de água do solo que não prejudica a ação desse herbicida no controle dessa espécie.

⁽¹⁾Professor Substituto do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual do Maranhão. Praça Joça Rego, s/n, Balsas, MA, CEP 65800-000.

⁽²⁾Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar, 3.250, Aracaju, SE, CEP 49025-040.

⁽³⁾Doutoranda no PPG de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, RS, CEP 96001-970.

⁽⁴⁾Professor Associado do Departamento de Solos, Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, RS, CEP 96001-970.

⁽⁵⁾Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria. Avenida Roraima n°1000, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, CEP 97105-900.

⁽⁶⁾Pesquisador da Embrapa Trigo. BR 285, Km 294, Passo Fundo, RS, CEP 99001-970.

⁽⁷⁾Mestranda no PPG de Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, RS, CEP 96001-970.

⁽⁸⁾Engenheira Agrônoma do Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Capão do Leão, RS, CEP 96001-970.

⁽⁹⁾Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, RS, CEP 96001-970.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação localizada no campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), em Capão do Leão, RS, no ano de 2004/2005.

Vasos com capacidade para 1 dm³ foram preenchidos com terra de um solo Planossolo Hidromórfico Eutrófico. Utilizou-se a espécie de planta daninha leiteira (*Amaranthus hybridus* L.). Os tratamentos foram compostos pela combinação de cinco doses do herbicida fomesafen [(0,0; 62,5; 125,0; 250,0; e 375,0 g ha⁻¹) e de cinco intervalos entre a última irrigação das plantas e a aplicação do herbicida (0, 6, 12, 24 e 48 horas). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 5, com quatro repetições.

Preenchidos os vasos, realizou-se a semeadura da planta daninha. Após a emergência das plantas foi realizado desbaste, deixando-se quatro plantas por vaso. Neste mesmo período, coletaram-se três amostras do solo, de três vasos ao acaso, em anéis inox de aproximadamente 50 cm³ para a determinação da curva de retenção de água, segundo metodologia descrita por Klute [5], utilizando o modelo de ajuste proposto por Genuchten [6]. Quando as plantas atingiram o estágio de quatro pares de folhas, foi realizada a aplicação de 10 mm de água (simulação de chuva), conforme a época prevista no tratamento, utilizando um pulverizador pressurizado com CO₂ munido de uma barra com 4 pontas de pulverização do tipo cone cheio 110-02. Após a simulação de chuva, estas não mais receberam água até o momento da aplicação do herbicida. Posteriormente à espera dos intervalos, o herbicida foi aplicado em pós-emergência em todos os tratamentos, utilizando-se um pulverizador pressurizado com CO₂, com barra contendo uma ponta de pulverização do tipo leque 110-015, resultando em volume de calda equivalente a 120 L ha⁻¹.

Ao término dos períodos de simulação de chuva e antes da aplicação do herbicida foi realizada a coleta de cinco amostras de solo de diferentes vasos em cada intervalo para determinação da umidade pelo método da estufa [7]. A partir dos teores de água obtidos em cada intervalo, determinou-se o seu correspondente potencial mátrico explicitando ψ da equação de Genuchten, conforme a seguir:

$$\psi = \frac{\left\{ \left[\frac{\theta_s - \theta_r}{\theta - \theta_r} \right]^{1/m} - 1 \right\}^{1/n}}{\alpha}$$

Onde:

θ = umidade volumétrica saturada (cm³ cm⁻³);

θ_r = parâmetro de ajuste (cm³ cm⁻³);

Ψ = potencial mátrico em cm de coluna de água;

α , m e n = parâmetros de ajuste referentes às características do solo, determinados de forma empírica.

Vinte e quatro horas após a aplicação do herbicida todos os vasos foram mantidos sob irrigação, sendo realizado três turnos de rega ao dia.

Aos 5, 22, 29 e 43 dias após a aplicação do herbicida (DAA) avaliou-se o controle, visualmente por meio de escala percentual, variando de 0 a 100 %, indicando ausência de controle e morte da planta, respectivamente. Aos 43 dias após a aplicação (DAA) foram quantificadas, também a massa seca das raízes e da parte aérea das plantas, após a coleta e secagem em estufa a 70 ± 0,2°C por 72 h.

Depois da coleta e tabulação dos dados, estes foram submetidos à análise de variância. A análise dos efeitos significativos foi realizada por análise de regressão, sendo os coeficientes testados pelo teste t a 5% de significância.

Resultados

Analisando o efeito do intervalo de chuva (horas) antes da aplicação do herbicida, verificou-se que este influenciou no desempenho do fomesafen. Para cada período de simulação de chuva anterior à aplicação do herbicida, definiu-se o intervalo em horas, sendo que para cada intervalo estabeleceu-se correspondência com teor de água no solo e seu respectivo potencial matricial de água (Tabela 1). No intervalo de 48 horas o solo apresentava umidade baixa no momento da aplicação de fomesafen, o que corresponde a potencial de água no solo abaixo do Ponto de Murcha Permanente (PMP). Embora o teor de água no solo estivesse abaixo do PMP, as plantas não apresentavam sintomas de perda de turgescência, possivelmente estas apresentavam reservas, as quais se mantiveram sem demonstrar sinais visíveis de déficit hídrico, ou como se trata de uma espécie invasora, voltada à sobrevivência em condições adversas, esta pode ter a capacidade de extrair moléculas de água fortemente retidas.

Quando analisado o efeito do teor de água no solo em cada intervalo sobre a eficácia do herbicida, observa-se que a pulverização de 125,0 g ha⁻¹ de fomesafen proporcionou controle de 66,8% no intervalo com maior teor de água no solo (0,22 cm³ cm⁻³), reduzindo o controle conforme diminuía o teor de água, atingindo 35,6% em 0,1 cm³ cm⁻³ (Figura 1 e Tabela 2). Com o aumento da dose de pulverização de fomesafen para 250,0 g ha⁻¹, o controle de *A. hybridus* aumentou, atingindo 74,7% para o menor intervalo, reduzindo para 50,5% para o intervalo de 48 horas. Para esta mesma dose de fomesafen, o intervalo com teor de água no solo de 0,22 cm³ cm⁻³ foi o que promoveu maior controle da planta daninha, reduzindo conforme o teor de água no solo diminuía.

Com o passar das avaliações o controle de *A. hybridus* foi aumentando, atingindo aos 43 DAA de 125,0 g ha⁻¹ de fomesafen controle de 73,9% e 58,1% para os intervalos de 0 e 48 horas após simulação de 10 mm de chuva, respectivamente. O teor de água no solo de 20,5% foi o que proporcionou a melhor eficácia de 125,0 g ha⁻¹ de fomesafen no controle de *A. hybridus*, reduzindo seu desempenho à medida que reduziu a umidade do solo (Figura 1 e Tabela 2). Para a dose de 250,0 g ha⁻¹ de fomesafen, obteve-se controle superior a 80% para os

intervalos mais próximos da aplicação, diminuindo com o aumento do intervalo. Nesta mesma dose observaram-se controle superior a 80% para os maiores teores de água no solo, e 75,4% de controle para teor de água no solo de $0,1 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$.

A pulverização de $375,0 \text{ g ha}^{-1}$ de fomesafen proporcionou as menores reduções de massa seca de raízes (MSR), sendo que, as maiores reduções foram observadas quando o herbicida foi aplicado a intervalos mais próximos da simulação de chuva. O aumento do intervalo proporcionou menor redução da MSR, ou seja, a eficácia do herbicida reduziu. Para esta mesma dose, quando analisado o efeito do teor de água no solo e seu respectivo potencial matricial em cada intervalo, observa-se que esta apresentou um maior efeito, ocasionando maior redução da MSR. Conforme diminuída o teor de água no solo, a eficácia do herbicida foi reduzida (Figura 2 e Tabela 3). Com a redução da dose de pulverização de fomesafen para $125,0 \text{ g ha}^{-1}$ observou-se menor redução na MSR, sendo que, o herbicida foi mais eficiente nos menores intervalos, reduzindo sua eficácia com o aumento do intervalo. Este mesmo comportamento pode ser observado quando analisado o efeito do teor de água no solo e seu respectivo potencial matricial em cada intervalo (Figura 2 e Tabela 3).

A massa seca da parte aérea (MSPA) apresentou o mesmo comportamento da MSR, ou seja, com o aumento do intervalo, ocorreu incremento na MSPA, sendo que as maiores reduções foram observadas quando fomesafen foi pulverizado a intervalos mais próximos da simulação de chuva, principalmente na dose de $250,0 \text{ g ha}^{-1}$ de fomesafen, a qual proporcionou o maior diferencial de redução na MSPA. Quando analisado o efeito das condições hídricas do solo, este se assemelhou ao verificado na MSR (Figura 2 e Tabela 3).

Discussão

Os dados encontrados indicam relação entre o intervalo de chuva simulada e a aplicação de fomesafen, sendo que, com o aumento do intervalo ocorreu redução no controle de *Amaranthus hybridus*. O mesmo efeito pode ser observado quando analisado o teor de água no solo e seu respectivo potencial de água. Possivelmente, este baixo teor de água no solo associado a altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação, gerou estresse nas plantas, fazendo com que estas respondessem fisiologicamente e morfológicamente a estes fatores, por meio do fechamento dos estômatos e de maior produção de cera epicuticular, evitando assim perdas de água por transpiração.

Há relatos na literatura de que a baixa densidade de estômatos e maior quantidade de ceras seriam barreiras potenciais a penetração de herbicidas [8]. Outra explicação para a redução na eficiência de controle de fomesafen é a menor hidratação da cutícula das folhas de plantas que se desenvolvem em déficit hídrico. O conteúdo de água foliar de *Avena fatua* se

desenvolvendo a 29% da capacidade de campo foi de 65,0% comparado com 90,0% para plantas mantidas a 100% da capacidade de campo [9]. Outra possibilidade, é que o estresse hídrico tenha reduzido a área foliar, diminuindo assim a quantidade de produto interceptado e absorvido pelas plantas daninhas.

Quando fomesafen foi aplicado a intervalos mais próximos da simulação de chuva, os quais apresentaram maior teor de umidade do solo, a eficiência do controle de *A. hybridus* aumentou. Possivelmente, a chuva simulada tenha removido a camada cerosa e promovido maior hidratação da cutícula facilitando assim, a absorção de fomesafen.

Estes dados indicam que o baixo teor de água no solo gerou estresse nas plantas, afetando a atividade do herbicida. Resultados semelhantes foram encontrados por Xie et al. [10] que relatam que o herbicida fenoxaprop-ethyl ($150,0 \text{ g ha}^{-1}$) reduziu em cerca de 70% a massa seca de plantas não estressadas de *Avena fatua*, entretanto, quando fenoxaprop-ethyl foi pulverizado sobre plantas estressadas, a redução obtida foi menor que 30%.

Conclusões

A aplicação de $375,0 \text{ g ha}^{-1}$ de fomesafen proporciona controle satisfatório de *A. hybridus*, independentemente do teor de umidade do solo, dentro da faixa avaliada.

Teores de água no solo acima de $0,12 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ não prejudicam a eficácia do fomesafen, aplicado em dose superior a $250,0 \text{ g ha}^{-1}$, no controle de *A. hybridus*.

Teores de água no solo acima de $0,15 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ não prejudicam a eficácia do fomesafen, aplicado em dose superior a $125,0 \text{ g ha}^{-1}$, no controle de *A. hybridus*.

Referências

- [1]MALUF, A.M. 1999. Competição intra-específica entre *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 34: 1319-1325.
- [2]KISSMANN, K.G. & GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf, 1999. 978p.
- [3]LEVENE, B.C. & OWEN, M.D.K. 1995. Effect of moisture stress and leaf age on bentazon absorption in common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Weed Science**, 43: 7-12.
- [4]DICKSON, R.L.; ANDREWS, M.; FIELD, R.J. & DICKSON, E.L. 1990. Effect of water stress, nitrogen and gibberellic acid on fluzifop and glyphosate activity on Oats (*Avena sativa*). **Weed Science**, 38: 54-61.
- [5]KLUTE, A. Water retention: Laboratory methods. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. Madison, Wisconsin USA, 1986. p.635-660.
- [6]GENUCHTEN, M.Th. 1990. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society Americ Journal**, 44: 892-898.
- [7]EMBRAPA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- [8]PROCÓPIO, S.O.; SILVA, E.A.M.; SILVA, A.A. & FERREIRA, E.A. **Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil**. Viçosa: Edição dos autores, 2003. v.1. 118p.
- [9]ADKINS, S.W.; TANPIPAT, S.; SWARBRICK, J.T. & BOERSMA, M. 1998. Influence of environmental factors on glyphosate efficacy when applied to *Avena fatua* or *Urochloa panicoides*. **Weed Research**, 38: 129-138.
- [10]XIE, H.S.; HSIAO, A.I. & QUICK, W.A. 1993. Influence of water deficit on the phytotoxicity of imazethabens and fenoxaprop among five wild oat populations. **Environmental and Experimental Botany**, 33: 283-291.

Tabela 1. Teor de água no solo determinada no momento da aplicação do herbicida e seu respectivo potencial mátrico obtido pela equação de Genuchten (1980)

| Intervalo (horas) | Umidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) | Potencial (-KPa) |
|-------------------|--|------------------|
| 0 | 0,22 | 19,8 |
| 6 | 0,17 | 81,0 |
| 12 | 0,15 | 187,6 |
| 24 | 0,12 | 842,4 |
| 48 | 0,10 | <PMP* |

*Teores de água inferiores ao ponto de murcha permanente

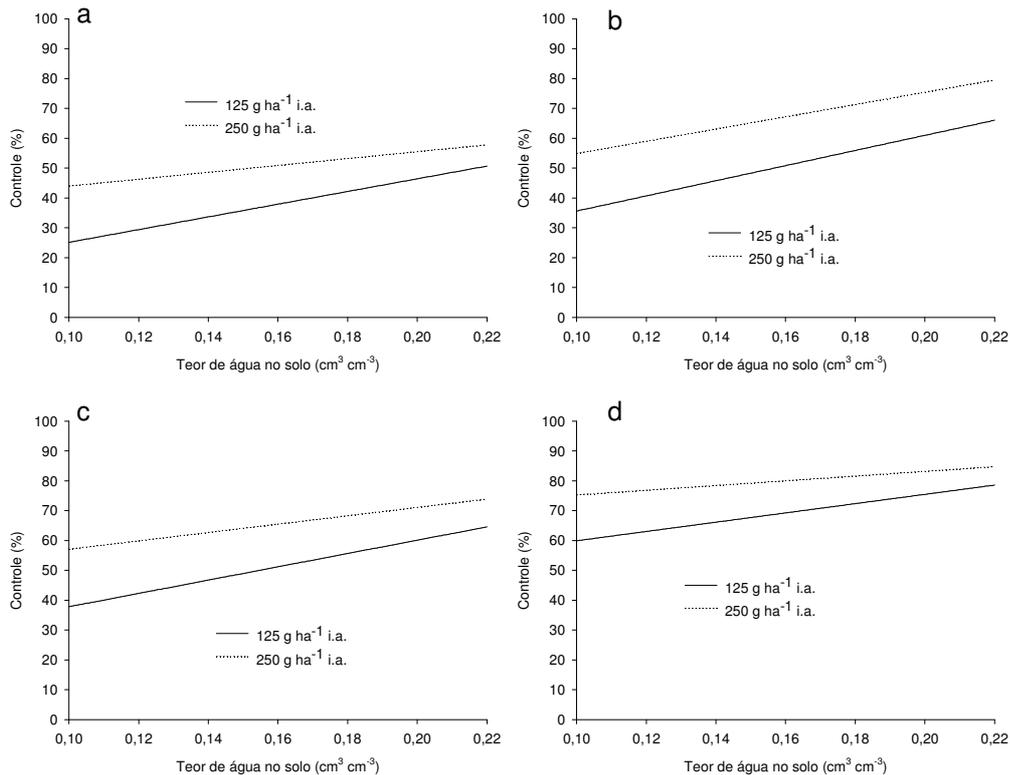


Figura 1. Controle de *Amaranthus hybridus* aos 5 (a), 22 (b), 29 (c) e 43(d) dias após a aplicação de duas doses de fomesafen em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida. Capão do Leão, RS.

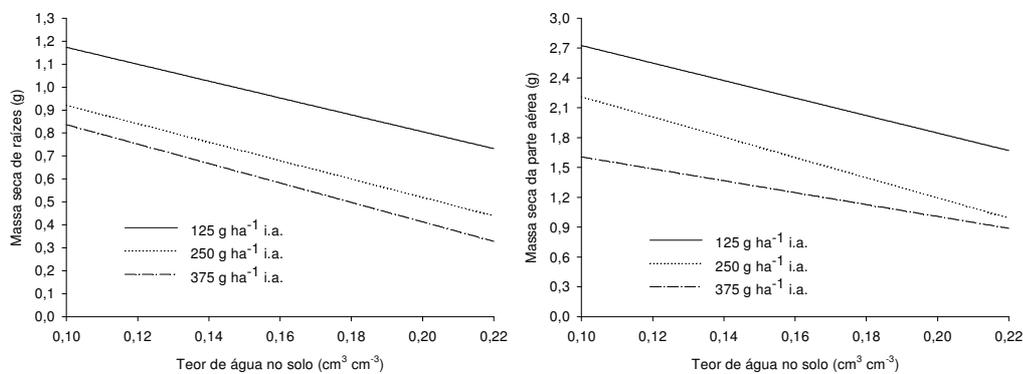


Figura 2. Massa seca de raízes e da parte aérea de *Amaranthus hybridus* aos 43 dias após a aplicação de três doses de fomesafen em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida. Capão do Leão, RS.

Tabela 2. Equações das curvas de regressão relacionando controle de *Amaranthus hybridus* aos 5, 22, 29 e 43 dias após a aplicação de diferentes doses de fomesafen em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida

| Dose (g ha ⁻¹ i.a.) | Equação | R ² % |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 5 dias | | |
| 0,0 | $\bar{y} = 0$ | - |
| 62,5 | $\bar{y} = 23$ | - |
| 125,0 | $\hat{y} = 3,8387 + (212,9032 * x)$ | 89 |
| 250,0 | $\hat{y} = 32,4885 + (115,2074 * x)$ | 91 |
| 375,0 | $\bar{y} = 62$ | - |
| 22 dias | | |
| 0,0 | $\bar{y} = 0$ | - |
| 62,5 | $\bar{y} = 25$ | - |
| 125,0 | $\hat{y} = 10,2396 + (253,6866 * x)$ | 85 |
| 250,0 | $\hat{y} = 34,3594 + (205,5300 * x)$ | 90 |
| 375,0 | $\bar{y} = 73$ | - |
| 29 dias | | |
| 0,0 | $\bar{y} = 0$ | - |
| 62,5 | $\bar{y} = 31$ | - |
| 125,0 | $\hat{y} = 15,4977 + (223,0415 * x)$ | 78 |
| 250,0 | $\hat{y} = 43,1060 + (140,0922 * x)$ | 76 |
| 375,0 | $\bar{y} = 74$ | - |
| 43 dias | | |
| 0,0 | $\bar{y} = 0$ | - |
| 62,5 | $\bar{y} = 42$ | - |
| 125,0 | $\hat{y} = 44,3594 + (155,5300 * x)$ | 94 |
| 250,0 | $\hat{y} = 67,3871 + (79,0323 * x)$ | 89 |
| 375,0 | $\bar{y} = 90$ | - |

Tabela 3. Equações das curvas de regressão relacionando massa seca das raízes (MSR) e da parte aérea (MSPA) de *Amaranthus hybridus* aos 43 dias após a aplicação de diferentes doses de fomesafen em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida

| Dose (g ha ⁻¹ i.a.) | Equação | R ² % |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| MSR | | |
| 0 | $\bar{y} = 1,5$ | - |
| 62,5 | $\bar{y} = 1,13$ | - |
| 125 | $\hat{y} = 1,5410 + (-3,6774 * x)$ | 77 |
| 250 | $\hat{y} = 1,3218 + (-4,0115 * x)$ | 74 |
| 375 | $\hat{y} = 1,2597 + (-4,2350 * x)$ | 88 |
| MSPA | | |
| 0 | $\bar{y} = 3,93$ | - |
| 62,5 | $\bar{y} = 2,97$ | - |
| 125 | $\hat{y} = 3,6055 + (-8,7995 * x)$ | 62 |
| 250 | $\hat{y} = 3,2286 + (-10,1751 * x)$ | 71 |
| 375 | $\hat{y} = 2,2035 + (-5,9839 * x)$ | 84 |