

# XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

## “Teores de Água no Solo e Eficácia do Herbicida Glyphosate no Controle de *Euphorbia heterophylla*”

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

**RESUMO** – Objetivo-se avaliar a eficácia do herbicida glyphosate no controle de *Euphorbia heterophylla* 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 desta planta daninha. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 6 x 5, sendo, seis intervalos entre a última irrigação e a aplicação do herbicida (0, 6, 12, 24, 48 e 72 horas) e de cinco doses de glyphosate (0, 180, 360, 720, e 1.080 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido). Quando as plantas atingiram estágio de três 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. Aos 7, 20, 34 e 41 dias após a aplicação (DAA) foi avaliado o controle e, aos 41 DAA foi avaliada a massa seca de raízes e da parte aérea. Após a análise dos dados, verificou-se que a partir da dose de 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate obteve-se controle satisfatório de *E. heterophylla*, independente do intervalo entre a última irrigação e a aplicação do herbicida. Pulverizações de 360 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate a intervalos menores que 48 horas entre a última irrigação e sua aplicação e em solo com teor de água maior que 0,09 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> não prejudicaram a eficácia do herbicida. Teores de água no solo acima de 0,14 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> não prejudicaram a eficácia do glyphosate, aplicado em dose superior a 180 g ha<sup>-1</sup>, no controle de *E. heterophylla*.

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

### Introdução

A espécie *Euphorbia heterophylla* L. é considerada uma planta invasora de grande importância, que pode causar consideráveis perdas na produtividade, como tem sido verificado nas culturas de amendoim e soja [1,2].

O uso de herbicidas para o manejo de plantas daninhas tem se constituído em uma prática cada vez mais importante na agricultura. No entanto, para a máxima eficiência é necessário o equilíbrio entre muitos fatores ambientais [3].

Um fator importante na eficiência de herbicidas é o teor de umidade do solo. Resultados de campo e casa de vegetação indicam que herbicidas aplicados sobre a folhagem durante períodos de seca não são tão efetivos quanto aqueles aplicados quando a umidade do solo está adequada [4]. Segundo Levene & Owen [5], a baixa eficiência dos herbicidas aplicados durante períodos de déficit hídrico se deve, principalmente a redução na absorção destes compostos.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficácia do herbicida glyphosate no controle de *Euphorbia heterophylla* se desenvolvendo em solo com diferentes teores de água, determinando qual o menor teor de água no solo que não prejudica a ação desse herbicida no controle de *E. heterophylla*.

### 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 dm<sup>3</sup> foram preenchidos com terra de um solo Planossolo Hidromórfico Eutrófico. Utilizou-se a espécie de planta daninha leiteira (*Euphorbia*

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

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

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

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

<sup>(5)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria. Avenida Roraima nº1000, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, CEP 97105-900.

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

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

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

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

*heterophylla* L.). Os tratamentos foram compostos pela combinação de cinco doses do herbicida glyphosate [(0; 180, 360, 720, e 1.080 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido (e.a.)] e de seis intervalos entre a última irrigação das plantas e a aplicação do herbicida (0, 6, 12, 24, 48 e 72 horas). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 6, 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 cm<sup>3</sup> para a determinação da curva de retenção de água, segundo metodologia descrita por Klute [6], utilizando o modelo de ajuste proposto por Genuchten [7]. Quando as plantas atingiram o estágio de três 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, com barra contendo uma ponta de pulverização do tipo leque 110-015, resultando em volume de calda equivalente a 120 L ha<sup>-1</sup>.

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 [8]. A partir dos teores de água obtidos em cada intervalo, determinou-se o seu correspondente potencial mátrico explicitando  $\psi$  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:

$\theta$  = umidade volumétrica saturada (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$\theta_r$  = parâmetro de ajuste (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$\Psi$  = potencial mátrico em cm de coluna de água;

$\alpha$ ,  $m$  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 7, 20, 34 e 41 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 41 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

Para cada período de simulação de chuva anterior a aplicação do herbicida, definiu-se o intervalo em horas, sendo que para cada intervalo estabeleceu-se correspondência com o teor de água no solo e potencial mátrico de água no solo no momento da aplicação (Tabela 1). O potencial mátrico de água no solo representa a energia com que a água se encontra retida no solo e comanda todos os processos de transporte de água no sistema solo-planta-atmosfera. Nos intervalos de 48 e 72 horas o solo apresentava umidade baixa no momento da aplicação de glyphosate o que corresponde a potencial de água no solo abaixo do Ponto de Murcha Permanente (PMP) (Tabela 1). Neste ponto, o conteúdo de água no solo fica retido a um potencial tão elevado, que a maioria das plantas não consegue extrair água do solo e entram em PMP. Embora o teor de água estivesse abaixo do PMP, às plantas não apresentavam sintomas de perda de turgor, possivelmente estas apresentavam reservas, as quais se mantiveram sem demonstrar sinais visíveis de déficit hídrico, ou como se trata de uma espécie invasora, voltada a sobrevivência em condições adversas, esta pode ter a capacidade de extrair moléculas de água fortemente retidas.

Aos 7 DAA de 180 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate, verificou-se um controle de 24,0% da planta daninha no intervalo de 0 h, correspondente a 26,0% de controle quando o solo apresentava teor de água de 0,23 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> (Figura 1 (a) e Tabela 2). Com o aumento do intervalo para 72 horas, o controle de *E. heterophylla* decresceu para 3,5%, correspondente a 7,5% quando o solo apresentava teor de água de 0,08 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. No entanto, para a dose de 360 g ha<sup>-1</sup> o controle aumentou, atingindo 45,5% no intervalo 0 h e 45,2% para teor de água de 0,23 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> (Figura 1 (a) e Tabela 2). Para a situação de acréscimo de intervalo, ou seja, 72 h, o controle reduziu para 23,7%, o que corresponde a 27,8% de controle quando o solo apresentava teor de água de 0,08 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>.

O controle da planta daninha aumentou gradualmente com o passar das avaliações atingindo aos 41 DAA, 43,0% e 46,5% para o intervalo de 0 h e teor de água no solo de 0,23 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> (Figura 1 (d) e Tabela 2) na dose de 180 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto que, para a dose de 360 g ha<sup>-1</sup>, os valores foram de 57,3% e 58,2% de controle. Na dose de 180 g ha<sup>-1</sup> o controle foi de 23,6% para o intervalo de 72 h, correspondente a 27,4% quando teor de água no solo era de 0,08 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. No caso da dose de 360 g ha<sup>-1</sup>, o aumento do intervalo também influenciou no controle, atingindo 48,9% no intervalo de 72 h correspondendo a 51,1% para teor de água no solo de 0,08 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>.

O aumento do intervalo entre a simulação de chuva e a pulverização do herbicida ou entre esta e a redução do teor de água no solo (Figura 2 e Tabela 3) no momento da

aplicação do glyphosate, promoveu um incremento na massa seca de raízes e da parte aérea.

No intervalo de 0 h a MSR foi de 0,74 g, correspondente a 0,67 g para teor de água no solo de  $0,23 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  (Figura 2 e Tabela 3), para a dose de  $180 \text{ g ha}^{-1}$  de glyphosate. Nesta mesma dose a MSR aumentou para 1,02 g no intervalo de 72 h, correspondente a 0,98 g para teor de água no solo de  $0,08 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . Para a dose de  $360 \text{ g ha}^{-1}$  de glyphosate, a MSR foi de 0,37 g no intervalo 0 h, correspondente a 0,34 g para teor de água no solo de  $0,23 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . No entanto, para o intervalo de 72 h a MSR aumentou para 0,56 g, o que corresponde a 0,51 g para teor de água no solo de  $0,08 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ .

Em relação à MSPA, com a pulverização de  $180 \text{ g ha}^{-1}$  de glyphosate no intervalo de 0 h, a MSPA foi de 2,75 g, correspondente a 2,45 g para teor de água no solo de  $0,23 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  (Figura 2 e Tabela 3). Com o aumento do intervalo entre a simulação de chuva e a pulverização do herbicida a MSPA aumentou, atingindo 3,84 g no intervalo de 72 h o que corresponde a 3,70 g para teor de água no solo de  $0,08 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ . Com o aumento da dose de aplicação do herbicida ( $360 \text{ g ha}^{-1}$ ), ocorreu redução na MSPA em relação à dose de  $180 \text{ g ha}^{-1}$ . Para a dose de  $360 \text{ g ha}^{-1}$  a MSPA foi de 1,58 g no intervalo de 0 h, correspondente a 1,54 g para teor de água no solo de  $0,23 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  (Figura 2 e Tabela 3). Com o aumento do intervalo ocorreu redução na MSPA atingindo no intervalo de 72 h 2,00 g, correspondente a 1,93 g para teor de água no solo de  $0,08 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ .

## Discussão

Embora a planta daninha em estudo apresentasse características não-favoráveis à penetração de herbicidas hidrofílicos, possivelmente potencializadas pelas condições climáticas desfavoráveis dentro da casa de vegetação, verificou-se que a partir da dose de  $720 \text{ g ha}^{-1}$  de glyphosate aos 41 DAA o controle de *E. heterophylla* foi superior a 85,8%, chegando a atingir 99,5% para a dose de  $1.080 \text{ g ha}^{-1}$ , independentemente do intervalo entre a última irrigação e a aplicação do herbicida. Chachalis et al. [9] verificaram um controle de 54 e 69% para *Brunnichia ovata* e 62 e 78% para *Campsis radicans* com a pulverização de glyphosate nas doses de 1,1 e  $3,3 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. A baixa eficácia de controle do glyphosate em *Brunnichia ovata*, foi relatada pelos autores como sendo devida à maior natureza hidrofóbica da cera epicuticular de *B. ovata*, quando comparado com *C. radicans*.

Quando o glyphosate foi aplicado em intervalos maiores após a simulação da última irrigação ou em solo com baixa umidade e, conseqüentemente potencial de retenção de água no solo mais negativo ocorreu uma redução na eficiência deste. Seguindo esse raciocínio, quando o herbicida glyphosate é aplicado sobre plantas não-estressadas, ou seja, a intervalos mais próximos da chuva simulada, observou-se maior eficiência no controle de *E. heterophylla*. Isso em parte pode ser devido a maior hidratação da cutícula da planta, o que

possibilitou um aumento na absorção do herbicida. A redução na absorção de glyphosate por plantas estressadas tem sido atribuída a menor hidratação da cutícula [10].

O maior controle observado a intervalos mais próximos entre a chuva simulada e a aplicação do herbicida, coincide com a menor massa seca de raízes e da parte aérea. A redução na atividade do glyphosate em plantas em déficit hídrico esta relacionado à menor absorção do herbicida e subseqüente translocação para os meristemas, o que está associado com o decréscimo do transporte de fotoassimilados no floema devido a diminuição da atividade metabólica [11]. Plantas de *Asclepias syriaca* mantidas em solo com 25% de umidade, absorveram 44% do  $^{14}\text{C}$ -glyphosate aplicado e translocaram 20% do absorvido, enquanto que plantas crescendo em solo com 13% de umidade absorveram 29% e translocaram 7% [12].

## Conclusões

A partir da dose de  $720 \text{ g ha}^{-1}$  de glyphosate obteve-se controle satisfatório de *E. heterophylla*, independente do teor de água do solo, dentro da faixa avaliada.

Pulverizações de  $360 \text{ g ha}^{-1}$  de glyphosate em solo com teor de água maior que  $0,09 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  não prejudicam a eficácia do herbicida.

Teores de água no solo acima de  $0,14 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  não prejudicam a eficácia do glyphosate, aplicado em dose superior a  $180 \text{ g ha}^{-1}$ , no controle de *E. heterophylla*.

## Referências

- [1]BRIDGES, D.C.; BRECKE, B.J. & BARBOUR, J.C. 1992. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) interference with peanut (*Arachis hypogaea*). **Weed Science**, 40: 37-42.
- [2]WILLARD, T.S. & GRIFFIN, J.L. 1993. Soybean (*Glycine max*) yield and quality responses associated with wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) control programs. **Weed Technology**, 7: 118-122.
- [3]SANTOS, J.L. et al. 2004. Influência do orvalho na eficiência do glyphosate sobre *Brachiaria decumbens*. **Planta Daninha**, 22: 285-291.
- [4]PEREGOY, R. et al. 1990. Moisture stress effects on the absorption, translocation, and metabolism of haloxyfop in johnsongrass (*Sorghum halepense*) and large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). **Weed Science**, 38: 331-337.
- [5]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.
- [6]KLUTE, A. Water retention: Laboratory methods. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. Madison, Wisconsin USA, 1986. p.635-660.
- [7]GENUCHTEN, M.Th. 1990. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society Americ Journal**, 44: 892-898.
- [8]EMBRAPA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- [9]CHACHALIS, D.; REDDY, K.N. & ELMORE, C.D. 2001. Characterization of leaf surface, wax composition, and control of redvine and trumpetcreeper with glyphosate. **Weed Science**, 49: 156-163.
- [10]MCALLISTER, R.S. & HADERLIE, L.C. 1985. Translocation of  $^{14}\text{C}$ -glyphosate and  $^{14}\text{CO}_2$ -labeled photoassimilates in Canadá thistle (*Cirsium arvense*) **Weed Science**, 33: 153-159.
- [11]AHMADI, M.S.; HADERLIE, L.C. & WICKS, G.A. 1980. Effects of growth stage and water stress on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control and on glyphosate absorption and translocation. **Weed Science**, 28: 277-282.
- [12]WALDECKER, M.A. & WYSE, D.L. 1985. Chemical and physical effects on the acumulation of glyphosate in common milkweed (*Asclepias syriaca*) root buds. **Weed Science**, 33: 605-611.

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	0,23	16,3
6	0,20	36,8
12	0,14	672,3
24	0,13	760,9
48	0,09	<PMP*
72	0,08	<PMP*

\* Teores de água inferiores ao ponto de murcha permanente.

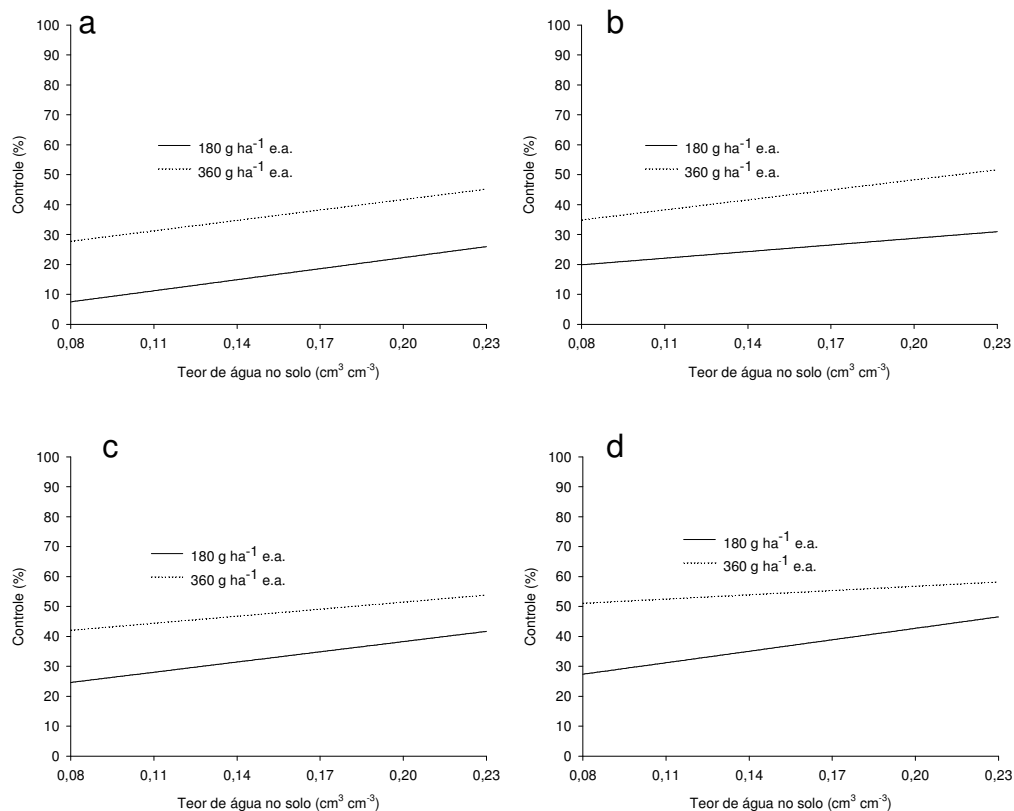


Figura 1. Controle de *Euphorbia heterophylla* aos 7 (a), 20 (b), 34 (c) e 41 (d) dias após a aplicação de duas doses de glyphosate em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida. Capão do Leão, RS.

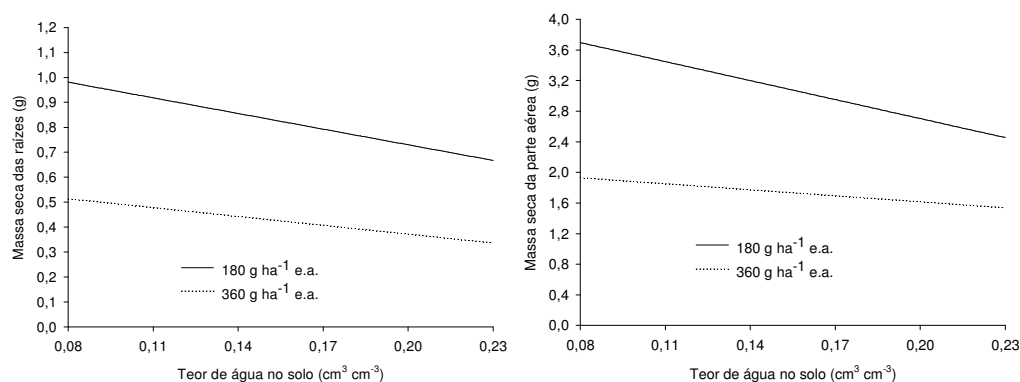


Figura 2. Massa seca de raízes e da parte aérea de *Euphorbia heterophylla* aos 41 dias após a aplicação de duas doses de glyphosate em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida. Capão do Leão, RS.

Tabela 2. Equações das curvas de regressão relacionando controle de *Euphorbia heterophylla* aos 7, 20, 34 e 41 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Equação	R <sup>2</sup> %
<b>7 dias</b>		
0	$\bar{y} = 0$	-
180	$\hat{y} = -2,3493 + (123,0986 * x)$	93
360	$\hat{y} = 18,5052 + (116,0563 * x)$	88
720	$\bar{y} = 73$	-
1.080	$\bar{y} = 81$	-
<b>20 dias</b>		
0	$\bar{y} = 0$	-
180	$\hat{y} = 13,9653 + (73,8028 * x)$	87
360	$\hat{y} = 25,9512 + (111,8310 * x)$	87
720	$\bar{y} = 92$	-
1.080	$\bar{y} = 98$	-
<b>34 dias</b>		
0	$\bar{y} = 0$	-
180	$\hat{y} = 15,4986 + (113,8028 * x)$	75
360	$\hat{y} = 35,7709 + (78,5915 * x)$	76
720	$\bar{y} = 94$	-
1.080	$\bar{y} = 99$	-
<b>41 dias</b>		
0	$\bar{y} = 0$	-
180	$\hat{y} = 17,1230 + (127,8873 * x)$	85
360	$\hat{y} = 47,2638 + (47,6056 * x)$	69
720	$\bar{y} = 96$	-
1.080	$\bar{y} = 99$	-

Tabela 3. Equações das curvas de regressão relacionando massa seca das raízes (MSR) e da parte aérea (MSPA) de *Euphorbia heterophylla* aos 41 dias após a aplicação de diferentes doses de glyphosate em função do teor de água no solo no momento da pulverização do herbicida

Dose (g ha <sup>-1</sup> e.a)	Equação	R <sup>2</sup> %
<b>MSR</b>		
0	$\bar{y} = 1,1$	-
180	$\hat{y} = 1,1485 + (-2,0930 * x)$	98
360	$\hat{y} = 0,6082 + (-1,1831 * x)$	67
720	$\bar{y} = 0,14$	-
1.080	$\bar{y} = 0,11$	-
<b>MSPA</b>		
0	$\bar{y} = 5,43$	-
180	$\hat{y} = 4,3588 + (-8,2789 * x)$	98
360	$\hat{y} = 2,1399 + (-2,6197 * x)$	63
720	$\bar{y} = 0,51$	-
1.080	$\bar{y} = 0,37$	-