

CONTROLE DE PLANTAS VOLUNTÁRIAS DE MILHO UTILIZANDO DOSES CRESCENTES DE DUAS FORMULAÇÕES DE GLYPHOSATE

Alfredo Junior Paiola Albrecht¹, André Prechlak Barbosa², André Felipe Moreira Silva²,
Leandro Paiola Albrecht³, Arthur Arrobas Martins Barroso¹ e Ricardo Victoria Filho¹

¹Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agrícola "Luiz de Queiroz"(USP/ESALQ) Rua Pádua Dias, nº11, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: ajpalbrecht@yahoo.com.br e rvictori@usp.br.

²Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus Regional de Umuarama/PR.Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: andreprechlak@hotmail.com e afmoreirasilva@hotmail.

³Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, PR. Rua Pioneiro, nº 2153, Jardim Dallas, CEP 85950-000, Palotina, PR. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br

RESUMO: *Este trabalho teve como objetivo investigar a utilização de doses crescentes do herbicida glyphosate em duas formulações amplamente difundidas, para o controle adequado de plantas de milho voluntárias. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de duas formulações de glyphosate (sal de isopropilamina e sal potássico) e as doses (0, 360, 720, 1080 e 1440 g e.a. ha⁻¹). Para avaliar a eficiência dos tratamentos aferiu-se a porcentagem de controle das plantas de milho e sua massa seca. Houve tendência de maior controle para a formulação contendo sal de isopropilamina, e superioridade de controle para as maiores doses, para ambas as formulações. A massa seca das plantas de milho foi afetada pelas doses, havendo uma correlação negativa entre as mesmas, não houve diferenças para as formulações. Houve eficiência de controle a partir da dose de 720 g e.a. ha⁻¹ para as duas formulações. O trabalho vem a disponibilizar informações sobre o posicionamento adequado de glyphosate no controle de plantas voluntárias de milho convencional, que é imprescindível em algumas situações específicas.*

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays, herbicida e massa seca.*

CONTROL OF VOLUNTARY CORN PLANTS USING INCREASING DOSES OF TWO FORMULATIONS OF GLYPHOSATE

ABSTRACT: *This work aimed to investigate the use of increasing doses of glyphosate formulations in two broadly broadcasted to adequate control of volunteer corn plants. The experimental design was randomized blocks in a 2x5 factorial scheme with four replications. The treatments resulted from combination of two formulations of glyphosate (isopropylamine salt and potassium salt) and doses (0, 360, 720, 1080 and 1440 g e.a. ha⁻¹). To evaluate the effectiveness of treatments has measured the percentage of control of corn plants and their dry matter. There was a tendency for greater control formulation containing isopropylamine salt, and superiority of control for larger doses for both formulations. The dry matter of corn plants was affected by doses, there is a negative correlation between them, and there were no differences in the formulations. There was control efficiency as from the dose 720 g .e.a. ha⁻¹ for the two formulations. The work is to provide information on the proper placement of glyphosate in controlling volunteer corn plants conventional, which is indispensable in some specific situations.*

KEY-WORDS: *Zea mays, herbicide and dry matter.*

INTRODUÇÃO

O milho que cresce espontaneamente a partir de grãos deixados no campo após a colheita é denominado voluntário, sendo este indesejável e caracterizado como uma planta daninha (Oliveira Jr., 2011). A sua competição com a cultura de interesse econômico ocorre por meio de fatores como nutrientes, incidência de luz e água disponível, causando danos significativos à produtividade da lavoura, além de possibilitar a presença de pragas que podem aumentar sua população na área. Carvalho (2013) define competição como a interação planta-planta em que há limitação de algum recurso ambiental exigido para o crescimento das plantas. Essas pressões bióticas e/ou abióticas das plantas daninhas afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas.

Em situações em que o milho precisa ser replantado, ou substituído por outra cultura, devido a condições climáticas extremas ou em ocasiões em que plantas de milho voluntário emergem antes do plantio de outras culturas estas acabam sendo prejudiciais aos cultivos, afetando seu desempenho produtivo. Neste contexto, herbicidas a base de glyphosate são frequentemente utilizados para o controle dessas plantas indesejáveis de milho (University of Kentucky, 2013).

Segundo Trezzi (2001) o glyphosate é um herbicida de amplo espectro, pertencente à classe dos derivados do aminoácido glicina, não-seletivo, que controla plantas mono e dicotiledôneas anuais e perenes. Este herbicida é utilizado extensivamente, sendo aplicado na pós-emergência das plantas daninhas, antes da emergência das culturas, ou após a emergência, quando as culturas apresentarem a tecnologia Roundup Ready (RR). Segundo Hartzler (2008) o ingrediente ativo glyphosate é a molécula herbicida de maior participação no atual mercado mundial, com mais de 150 marcas comerciais, vendidas em mais de 119 países.

O glyphosate se movimenta muito rápido pela planta, e esse movimento está associado às velocidades de transporte de açúcares no floema, que são elevadas (Taiz e Zeiger, 2009). Conforme o Guia de Herbicidas (Rodrigues e Almeida, 2011) a espécie *Zea mays* é considerada suscetível ao glyphosate, porém as formulações comerciais mais utilizadas não apresentam recomendações específicas de doses para o controle dessa espécie, como é o caso das duas formulações trabalhadas. Assim não podemos afirmar, sem a realização de pesquisa direcionada, que as doses utilizadas para seu controle adequado devam ser maiores, menores ou iguais a dosagens indicadas para plantas daninhas conhecidas, com características morfológicas e fisiológicas semelhantes ao milho.

Atualmente com o crescimento das áreas de milho e soja RR no Brasil muito se fala de controle de plantas voluntárias contendo esta tecnologia, porém no Brasil a maioria das áreas

de milho ainda não apresenta tolerância ao glyphosate. Neste sentido faltam informações práticas e recomendações de doses adequadas para o controle das plantas de milho voluntárias, antes da instalação de uma nova cultura, ou mesmo após a instalação de uma lavoura de soja RR, na sequência, por exemplo.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a utilização de doses crescentes do herbicida glyphosate, em duas formulações amplamente utilizadas, para o controle adequado de plantas de milho voluntárias.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental foi conduzida na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo (ESALQ - USP), no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, sendo o solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, com textura média e horizonte A moderado (EMBRAPA, 2006).

A análise do solo apresentou os seguintes dados: pH (CaCl₂) = 4,8; Al⁺³ = 1,3 mmol_c dm⁻³, H⁺+Al⁺³ = 24 mmol_c dm⁻³, MO = 6,5 g dm⁻³; P(resina) = 4 mg dm⁻³; K = 1 mmol_c dm⁻³; Ca = 11 mmol_c dm⁻³; Mg = 6 mmol_c dm⁻³, CTC = 42 mmol_cdm⁻³ e V = 42%. A calagem foi realizada após o preparo do solo, com 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 85%), visando aumentar a saturação por bases para 70%.

A adubação na semeadura foi realizada com 350 kg ha⁻¹ de fertilizante formulado 08-28-16, disponibilizando 28 Kg ha⁻¹ de N, 98 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 56 kg ha⁻¹ de K₂O. Na adubação de cobertura realizada no estágio V3 se aplicou 44 Kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (Cantarella, 1997).

A cultivar de milho utilizada foi a DKB 245 VT PRO, semeada no dia 30/11/12, com espaçamento de 90 cm entre linhas, e cada parcela foi composta por 4 linhas e 6 metros de comprimento. Durante o período de condução do ensaio foram executados todos os manejos agrotecnológicos necessários, segundo as recomendações técnicas disponíveis (Fancelli, 2000).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com dez tratamentos, dispostos em esquema fatorial 2x5, representado por duas formulações de glyphosate, (Roundup Ready[®] - sal de isopropilamina; e Zapp Qi[®] - sal potássico) e cinco doses de glyphosate (0, 360, 720, 1080 e 1440 g e.a. ha⁻¹). A aplicação foi realizada em 23/12/12, utilizando-se pulverizador costal pressurizado a CO₂, com volume de calda de 200L ha⁻¹. Na aplicação o milho encontrava-se entre o estágio V4 e V5. As condições meteorológicas de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram

respectivamente de: 27°C, 70% e 5 km h⁻¹, durante a aplicação (8 às 9 horas da manhã).

A precipitação total no período experimental foi 159,8 mm e as temperaturas médias, máxima e mínima foram de 27,8 e 26,5°C, respectivamente. Na Figura 1 encontra-se o levantamento da disponibilidade hídrica e das médias de temperatura máxima e mínima (INMET, 2013) de 30 de novembro a 08 de janeiro, construído a partir dos dados da estação meteorológica automática instalada no município de Piracicaba, organizados decenalmente.

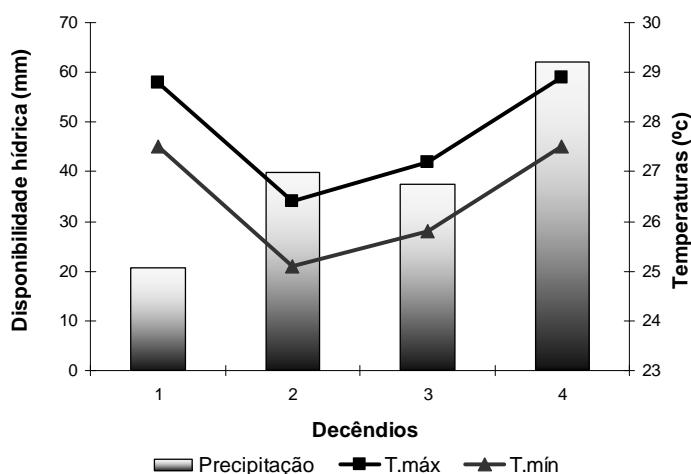


Figura 1. Disponibilidade hídrica e temperaturas máximas (T.máx) e mínimas (T.mín) durante o período experimental (30/11/12 a 08/01/13). Piracicaba–SP, 2013.

As variáveis avaliadas no trabalho foram: porcentagem de controle das plantas de milho, através de escala de notas visuais (SBCPD, 1995), onde 0% correspondeu à ausência de injúrias e 100% à morte total das plantas, aos 15 DAA (dias após aplicação) dos tratamentos; e massa seca por planta de milho, em que 10 plantas foram coletadas por parcela, no mesmo dia da avaliação de controle, e foram levadas a estufa de ventilação forçada à 80°C por 96 horas, sendo então realizada pesagem em balança analítica, com precisão de três casas decimais.

Os dados foram analisados conforme Pimentel-Gomes e Garcia (2002), em que, foi efetuada a análise de variância a 5% de probabilidade, e para avaliar o comportamento das doses foi empregada a análise de regressão ($p \leq 0,05$), enquanto o teste F foi conclusivo para as formulações ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados, foi possível inferir que a formulação contendo o sal de isopropilamina apresentou tendência em desempenhar melhor controle das plantas voluntárias

de milho (Tabela 1), caracterizando maior velocidade inicial de ação para a espécie estudada e conseqüente maior controle. Porém esta diferença de controle foi pequena, assim corroborando parcialmente com o observado por Agostinetti (2009), que ao testar três formulações de glyphosate e três doses das mesmas no controle de diferentes plantas daninhas, o autor não obteve diferenças significativas para o controle de plantas daninhas.

Tabela 1 - Efeito de formulações e doses de glyphosate na porcentagem de controle (%) de plantas de milho. Piracicaba – SP, 2013.

Formulações	Glyphosate (g e.a. ha ⁻¹)					Média
	0	360	720	1080	1440	
Sal	0 Ae	61,3 Ad	83,8 Ac	91,8 Ab	99 Aa	67,15
Isopropilamina						
Sal Potássico	0 Ad	57,5 Ac	80,0 Ab	91,3 Aa	95,5 Aa	64,85
Média	0	59,4	81,9	91,5	97,3	
CV %						4,81

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si (P>0,05).

A maior dosagem de glyphosate (1440 g e.a. ha⁻¹), independentemente da formulação utilizada, promoveu altos níveis de controle, em média foi 60% superior à dose de 360 g e.a. ha⁻¹, e sempre acima de 95% superior à testemunha sem aplicação, demonstrando eficácia mesmo em uma massa considerável de plantas de milho que já se apresentavam em estágio V4/V5. O herbicida demonstrou eficiência de controle e essa foi potencializada pelo acréscimo da dosagem trabalhada. Sustentando essa informação cita-se o trabalho de Ferri (1998) que ao trabalhar com controle de plantas daninhas em aveia observou aumento na porcentagem de controle conforme o acréscimo na dose de glyphosate até 1440 g e.a. ha⁻¹.

As formulações em questão podem apresentar em alguns casos recomendações de doses superiores à 1440 g e.a. ha⁻¹ para o controle de espécies gramíneas como *Panicum maximum* e *Sorghum halepense*, chegando à superar 2170 g e.a. ha⁻¹ para o controle de soqueira na cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) (Rodrigues e Almeida, 2011). O que demonstra a viabilidade de utilização de maiores doses de glyphosate para plantas de grande porte como é o caso do milho, confirmando o comportamento crescente da eficiência de controle com o acréscimo da dose, independentemente da formulação utilizada.

Pode ser visualizado de forma isolando (dentro do desdobramento) a formulação a base de sal de isopropilamina (Figura 2), inferindo-se que o acréscimo da dose teve relação direta com o aumento do controle das plantas, chegando na dose de 1440 g e.a. ha⁻¹ a valores de controle superiores a 96%, tal informação corrobora com o observado por Agostinetti (2009), onde essa formulação também demonstrou eficiência superior aos 95% para a maioria das plantas trabalhadas nas diferentes épocas de aplicação.

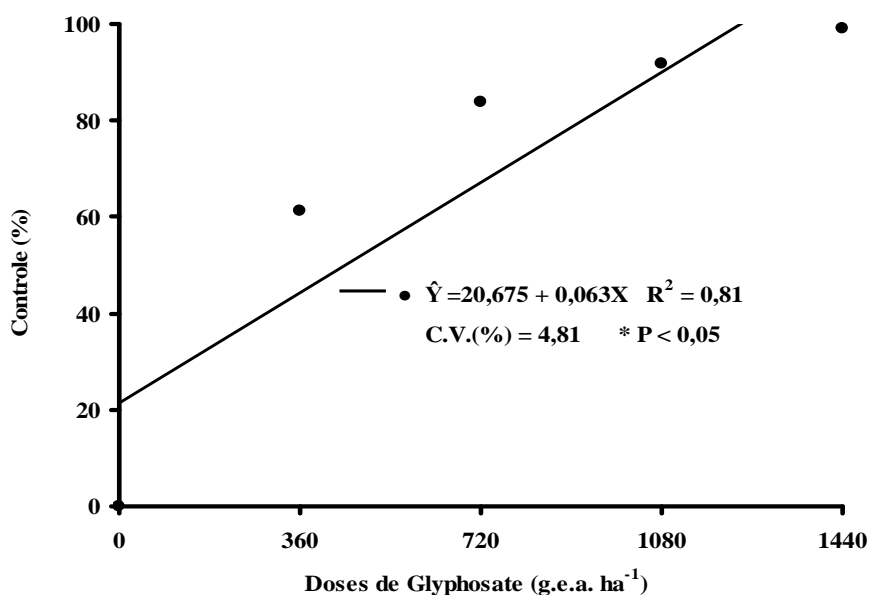


Figura 2 -Efeito da formulação sal isopropilamina na porcentagem de controle (%) de plantas de milho. Piracicaba – SP, 2013.

Com relação à formulação sal potássico (Figura 3) houve um comportamento semelhante de acréscimo no controle das plantas conforme o aumento da dose trabalhada, atingindo na maior dose (1440 g e.a. ha⁻¹) valores sempre superiores a 93% de controle, mais uma vez a informação condiz com o apresentado por Agostinetti (2009) que trabalhando com a formulação em questão obteve eficiência superior aos 90% para a maioria das plantas trabalhadas nas diferentes épocas de aplicação.

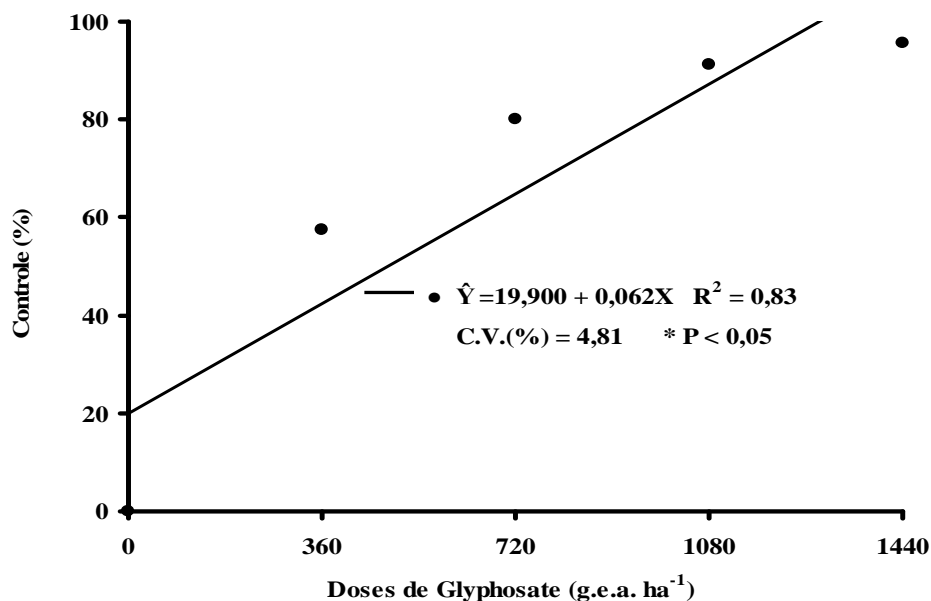


Figura 3 - Efeito da formulação sal potássico na porcentagem de controle (%) de plantas de milho. Piracicaba – SP, 2013.

Para a variável massa seca de plantas (Tabela 2) não foram observadas diferenças entre as formulações, porém com relação às doses viu-se que com o aumento das mesmas, a massa seca das plantas coletadas diminuiu significativamente, havendo então uma correlação negativa entre as mesmas. Essa situação possivelmente se justifica pela maior eficiência de controle das maiores doses que ocasionaram essa ampliação no efeito de diminuição da massa seca por planta de milho.

Tabela 2 - Efeito de formulações e doses de glyphosate na massa seca por planta (g) de milho. Piracicaba – SP, 2013.

Formulações	Glyphosate (g e.a. ha ⁻¹)					Média
	0	360	720	1080	1440	
Sal						
Isopropilamina	35,30 Aa	7,11 Ab	6,40 Abc	5,20 Ac	6,13 Abc	12,00
Sal Potássico	32,80 Aa	7,92 Ab	5,72 Ac	6,00 Ac	5,90 Ac	11,70
Média	34,01	7,52	6,04	6,00	6,00	
			CV %	5,34		

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si (P>0,05).

Segundo Satchivi (2000) a redução da massa seca das plantas tratadas com glyphosate é explicada pela alta velocidade de controle desse herbicida, ele interrompe o ciclo do carbono no cloroplasto, causando redução na síntese de carboidratos e diminuindo o transporte destes para os drenos. No presente trabalho tal efeito foi mais pronunciado nas maiores doses, ocasionando redução mais expressiva da massa seca.

Observando a análise de regressão da formulação sal de Isopropilamina (Figura 4) nota-se que para a variável massa seca de plantas de milho o comportamento foi linear decrescente, ou seja, conforme se aumentou a dose de glyphosate da formulação Sal de Isopropilamina a massa seca das plantas de milho diminuiu. Justifica-se pela maior eficiência observada no controle, principalmente a partir da dosagem de 720 g e.a. ha⁻¹, em que houve redução de 0,0179 g na massa seca (por planta), a cada g e.a. ha⁻¹, de glyphosate (sal isopropilamina).

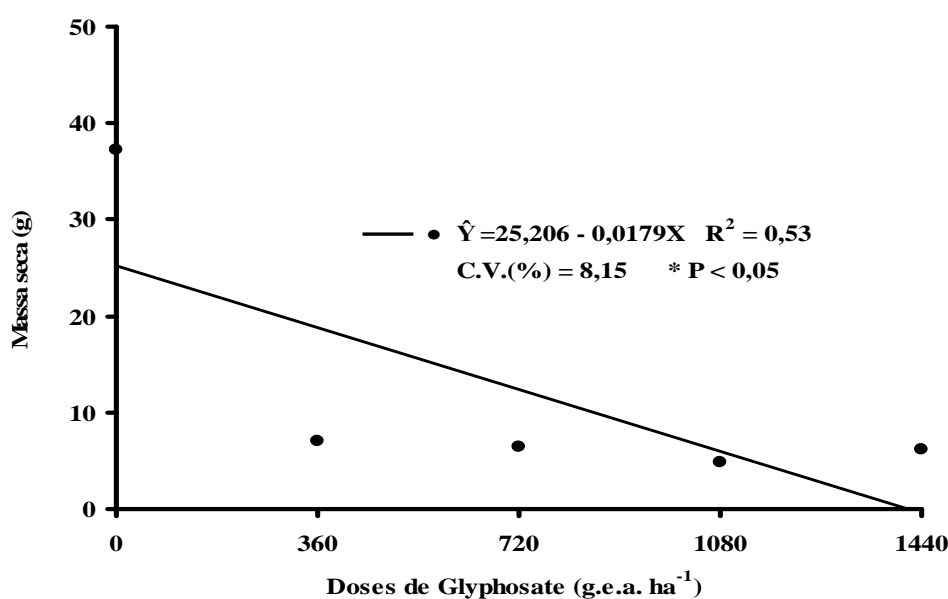


Figura 4 -Efeito da formulação Sal Isopropilamina na massa seca (g) de plantas de milho. Piracicaba – SP, 2013.

Para a formulação Sal Potássico (Figura 5) a variável massa seca de plantas de milho seguiu a tendência linear decrescente supramencionado, ou seja, com o aumento da dose de glyphosate da formulação sal potássico a massa seca das plantas de milho decresceu (0,0152 g de massa seca por planta a cada g e.a. ha⁻¹). Possivelmente esse comportamento é justificado novamente pela maior eficiência observada no controle de plantas de milho, nas maiores doses de glyphosate. Observando que ambos os herbicidas, a base de diferentes sais de

glyphosate, são tido notoriamente como herbicidas de alta translocação e ampla utilização nos agroecossistemas.

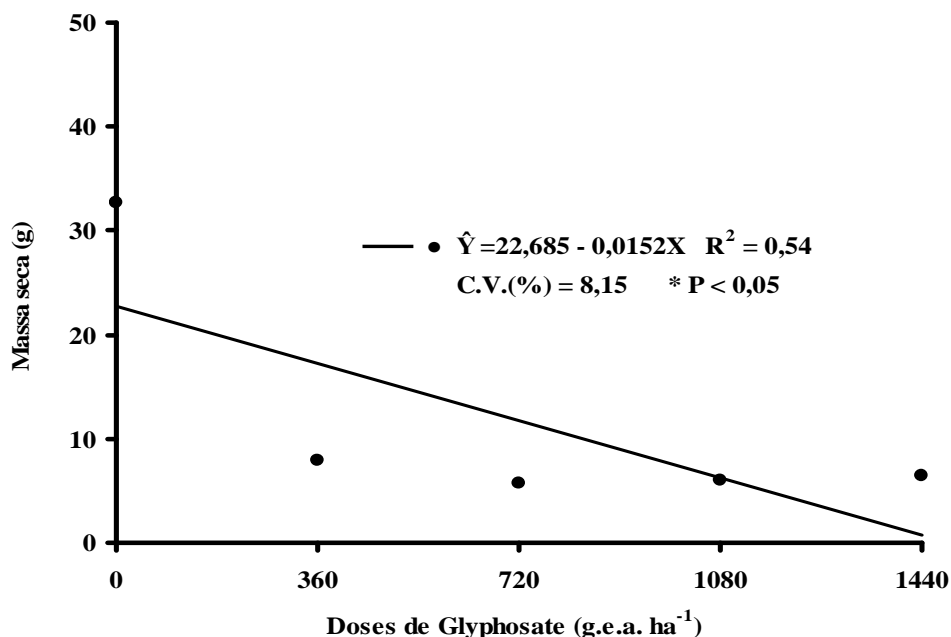


Figura 5 -Efeito da formulação Sal Potássico na massa seca (g) de plantas de milho. Piracicaba – SP, 2013.

De forma geral, neste experimento, o glyphosate demonstrou alta performance no controle das plantas voluntárias de milho, sobretudo em doses superiores a 720 g e.a. ha⁻¹, para as duas formulações, apresentando eficácia de controle e viabilizando sua utilização, com resposta crescente em função do incremento das doses. Não sendo indicado neste caso, a utilização de doses superiores a 1440 g e.a. ha⁻¹, e preferencialmente não inferiores a 720 g e.a. ha⁻¹. As informações geradas por este trabalho possibilitam cobrir uma lacuna no posicionamento adequado do herbicida glyphosate para algumas situações específicas, em que sua utilização é de suma importância no manejo dos cultivos.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados alcançados, para as condições em que o presente trabalho foi desenvolvido, pode-se inferir que o glyphosate nas duas formulações testadas apresentou controle eficiente para as plantas de milho voluntárias, nas doses recomendadas dos produtos para outras plantas daninhas, com características semelhantes ao milho.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T.; GALON, L.; MORAES, P.V.D. e TIRONI, S.P. Respostas de cultivares de soja transgênica e controle de plantas daninhas em função de épocas de avaliação e formulações de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.4, p. 739-746, 2009.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Editora IAC, 1997, p.45-71.
- CARVALHO, L.B. **Plantas Daninhas**, Lages, SC, 2013, 82 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de classificação de solos**. Rio de Janeiro; Cnpso, 2006. 412p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.
- FERRI, M.V.W. e ELTZ, F.L.F. Semeadura direta da cultura de aveia-preta em campo nativo dessecado com herbicidas. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.127-136, 1998.
- HARTZLER, B. **Which glyphosate product is best?**. 2008. Disponível em: <<http://www.weeds.iastate.edu/glyphosateformulations>>. Acesso em 22 jul. 2013.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Rede de estações automáticas**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2013. Disponível em: 'http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf'. Acesso em: 20 jan. 2013.
- OLIVEIRA Jr, R.S.; CONSTANTIN, J. e INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Editora Omnipax, 2011, 348p.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: Editora FEALQ, 2002. 309p.
- RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. 6ª ed. Londrina: Benedito Noedi Rodrigues e Fernando Souza de Almeida, 2011. 697p.
- SATICHIVI, N. et al. Absorption and translocation of glyphosate isopropylamine and trimethylsulfonium salts in abutilon theophrasti and *Setaria faberi*. **Weed Science**. v.48, n.6, p.675-679, 2000.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: Editora SBCPD, 1995. 42p.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: editora Artmed, 2009, 848 p.
- TREZZI, M. M.; KRUIZE, N. D.; VIDAL, R. A. Inibidores de EPSPS. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. (Eds.) **Herbicidologia**. Porto Alegre, 2001. p.37-45.

UNIVERSITY OF KENTUCKY - College of Agriculture, Food and Environment. **Precautions on use of herbicides containing atrazine and simazine near ground or surface water, 2013/2013.** Lexington: University of Kentucky, 2013. Disponível em: <<http://www2.ca.uky.edu/agc/PUBS/agr/agr6/02.pdf>>. Acesso em 17 jul. 2013.

Recebido para publicação em: 01/05/2013

Aceito para publicação em: 20/07/2013