

EMERGÊNCIA E ESTABELECIMENTO DE PLANTAS CULTIVADAS APÓS APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE

BELUCI, Lucas Ribeiro¹
AZANIA, Carlos Alberto Mathias²
VITORINO, Renan¹
AZANIA, Andrea Padua³
GARCIA, Julio César²
SILVA, Danilo Manoel da¹

Recebido em: 2013.09.12

Aprovado em: 2014.03.21

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.977

RESUMO: Estudou-se o efeito das doses de glyphosate utilizadas à destruição química da cana-de-açúcar, sobre a emergência e desenvolvimento inicial de soja, milho e amendoim, semeados em sucessão. Conduziu-se um experimento para cada cultura, em vasos, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 6 em quatro repetições, sendo épocas de semeadura (1 e 12 dias após aplicação) e doses de glyphosate (0; 1440; 2160; 2880; 3600 e 4320 g ha⁻¹). As unidades experimentais foram constituídas por vasos de plástico (3L) preenchidos com terra de barranco. O herbicida foi aplicado com pulverizador costal pressurizado, barra com quatro pontas jato leque (TT110/02), espaçadas de 0,50 m, pressão constante de 2,1 kgf cm⁻² e volume de calda de 260 L ha⁻¹. Após, semeou-se 15 sementes a 3 cm de profundidade com desbaste aos 14 dias após semeadura (DAS), contabilizando-se o número de plantas germinadas. As plantas restantes foram avaliadas (35 DAS) quanto à altura, número de folhas ou trifólios (soja) e teor de clorofila total. Caracterizou-se o perfil isoenzimático da α -esterase 14 dias após a aplicação, por eletroforese em gel de acrilamida. Todas as doses de glyphosate aplicado 1 ou 12 dias antes da semeadura prejudicaram o número de plantas de amendoim. Glyphosate até 3600 g e.a.ha⁻¹ estimulou altura e acúmulo de massa seca em amendoim, soja e milho. As doses não alteraram o número de isoformas da α -esterase em amendoim, porém, alteraram nas plantas e soja (em todas as doses) e milho (doses > que 2880 g ha⁻¹).

Palavras-chave: Herbicida. Eletroforese.

SUMMARY: The research aimed to study the effect glyphosate doses, used in the sugarcane chemical destruction, on the emergence and early development of soybean, corn and peanut, sown in succession. An experiment was conducted for each crop in pots using a randomized design with treatments arranged in a 2 x 6 factorial and four replications with seeding times (1 and 12 days after application) and glyphosate doses (0, 1440, 2160, 2880, 3600 and 4320 g ha⁻¹). The experimental units consisted of plastic pots (3L) filled with steep bank. The herbicide was applied by spraying pressurized bar with four flat fan jet (TT110/02), spaced 0.50 m, constant pressure of 2.1 kgf cm⁻² and 260 L ha⁻¹ spray volume. After were sowed 15 seeds up to 3 inches deep with thinning at 14 days after seeding (DAS), counting the number of germinated plants. The remaining plants were evaluated (35 DAS) for height, number of leaves and trifoliolate leaves (soybean) and total chlorophyll content. In laboratory was characterized the profile of α -esterase isozyme 14 days after herbicide application by electrophoresis on acrylamide gel. All glyphosate doses applied with 1 or 12 days before sowing harmed only the number of peanuts plants. But glyphosate to 3600 g a.e. ha⁻¹ stimulated the height and dry matter accumulation in plants emerged from peanuts, soybeans and corn. As to metabolism, doses did not change the isoforms number of α -esterase peanut plants, however, altered in soybean (all doses) and corn (dose> than 2880 g ha⁻¹).

Keywords: Herbicide. Electrophoresis.

¹ FCAV-UNESP de Jaboticabal

² Pesquisador Científico-Centro de Cana – Instituto Agrônômico

³ Pós-Doutoranda, Centro de Cana – Instituto Agrônômico

INTRODUÇÃO

No sistema de plantio direto, as doses de glyphosate utilizadas na dessecação das plantas, para posterior formação de palha sobre o solo são menores quando comparadas às utilizadas na destruição química das soqueiras da cana-de-açúcar.

Para cana-de-açúcar são aplicadas doses de 2400 g e. a. ha⁻¹ (Silva et al., 2006) a 2520 g e. a. ha⁻¹ (Azania et al., 2010) do glyphosate para destruição química da soqueira. Neves et al. (1999) aplicaram 540 g ha⁻¹ de glyphosate no manejo químico de aveia preta (*Avena strigosa*) antes da semeadura do milho, enquanto Ferri et al. (1998) utilizaram 360, 720 e 1080 g ha⁻¹ na erradicação das plantas daninhas antes da semeadura da soja. Ferri e Eltz (1998) empregaram glyphosate em doses de 720, 1080, 1440 e 1800 g ha⁻¹ na redução de plantas daninhas anteriormente à semeadura da aveia preta.

O glyphosate é um herbicida não seletivo de amplo espectro e sem efeito residual no solo. A inibição dos aminoácidos através do mecanismo de ação do glyphosate compromete a produção de carotenóides e clorofila, ocasionando irreversíveis danos celulares, segundo Silva et al. (2003).

As doses do herbicida utilizadas no sistema de plantio direto podem proporcionar prejuízos ao desenvolvimento e produção das culturas em sucessão, particularmente, quando semeadas a poucos dias da aplicação do glyphosate. Para Constantin et al. (2007) o milho cultivar AG9060 apresentou menor rendimento de grãos, sendo 7615, 8074 e 8770 kg ha⁻¹, respectivamente, quando semeado imediatamente, 10 e 24 dias após aplicação de glyphosate potássico (1440 g ha⁻¹). Entretanto, Constantin et al. (2009) ao estudarem o cultivar de milho '30F90', semeado logo após a aplicação de glyphosate (1360 g ha⁻¹) + carfentrazone ethyl (24 g ha⁻¹), observaram redução de até 10% na altura das plantas (50,91 cm) 38 dias após semeadura e até 12% de redução no rendimento de grãos (7933 kg ha⁻¹).

Na cultura da soja, o rendimento de grãos foi de 1733 e 1772 kg ha⁻¹, para o cultivar Conquista com dois dias de antecedência à aplicação de 720 e 960 g ha⁻¹ de glyphosate, já no tratamento com capina o rendimento foi de 2319 kg ha⁻¹ (Carvalho et al., 2002). Assim, os resultados evidenciam a ocorrência de tolerâncias diferenciadas entre culturas.

Na cana-de-açúcar, o glyphosate é utilizado em doses mais elevadas, mas conforme Sakai et al (2007), o herbicida é aplicado entre maio a agosto e a semeadura das espécies para as práticas da adubação verde ou rotação de culturas ocorre entre outubro a novembro. A cana-de-açúcar, cultivada em canaviais oriundos dessas práticas pode apresentar produtividade 37% superior ao preparo convencional do solo (Duarte & Coelho, 2008). Entretanto, a literatura é escassa quanto aos estudos sobre a interferência do glyphosate no desenvolvimento e produtividade das plantas usadas como adubos verdes ou como rotação de culturas em canaviais.

Considerando a aplicação do glyphosate na destruição química das soqueiras, a possibilidade de prejuízos sobre as culturas em sucessão e a ampla utilização da técnica, almeja-se investigar a hipótese de que o uso do glyphosate prejudica o estabelecimento das culturas utilizadas na rotação com a cana-de-açúcar. Para comprovar a hipótese essa pesquisa objetivou estudar o efeito das doses de glyphosate utilizadas à erradicação da cana-de-açúcar sobre a emergência e desenvolvimento inicial das culturas de soja, milho e amendoim semeadas em sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em vasos e em casa de vegetação no período entre agosto de 2011 a janeiro de 2012. O local está a 621 m de altura do nível do mar e o clima é classificado como Cwa, característico de verão úmido e quente e inverno seco e frio, conforme a classificação de Köppen.

As cultivares utilizadas foram COODETEC-208 de soja (*Glycine max*), a AG6040 de milho (*Zea mays*) e a IAC-886 Runner de amendoim (*Arachis hypogaea*), devido serem as mais cultivadas em sucessão à cana-de-açúcar, na ocasião da reforma do canavial.

A terra empregada para o preenchimento dos vasos (3L) foi proveniente de barranco, de textura argilosa (55,5% de argila, 13,9% de areia e 30,6% de silte). Como composição química a terra apresentava 6 para pH(CaCl₂); 8 g dm⁻³ para matéria orgânica; 33,52% para V%; 4 mg dm⁻³ para P_(resina) e 0,27; 4,39; 1,38; 12 mmol_cdm⁻³, respectivamente, para K, Ca, Mg e H+Al. Após peneirada, para eliminar material vegetal e torrões, foi acrescido o equivalente a 0,7 t ha⁻¹ de calcário calcinado de reação rápida (PRNT de 124), almejando a disponibilidade de Ca e Mg e a elevação do valor de V% para 70.

Transcorridos 20 dias da calagem, as unidades experimentais foram separadas em conjuntos de 48 vasos, para atender cada uma das culturas estudadas. Para cada grupo de vasos utilizou-se do delineamento experimental inteiramente casualizado e em esquema fatorial 2 x 6 em quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas épocas de semeadura (1 e 12 dias após aplicação), alocadas no primeiro fator e pelas quantidades de glyphosate (0; 1440; 2160; 2880; 3600 e 4320 g e. a. ha⁻¹), alocadas no segundo fator. Para cada cultura estudada, no dia anterior à aplicação do herbicida, os vasos foram adubados com N (uréia), P₂O₅ (super simples) e K₂O (cloreto potássio), de acordo com a necessidade nutricional da cultura e das características da análise de solo.

A aplicação de glyphosate foi realizada no dia 21/10/2011 diretamente sobre os vasos, preenchidos com substrato, de acordo com o delineamento proposto. O herbicida utilizado foi da marca comercial Roundup WG, granulado dispersível e concentrado a 720 g kg.

Para a aplicação utilizou-se de pulverizador costal pressurizado, com barra munida com quatro pontas de jato leque (TT110/02), espaçadas de 0,50 m, com pressão constante de 2,1 kgf cm⁻² e volume de calda de 260 L ha⁻¹. A aplicação teve início às 16:55 h, ocasião em que constatou-se 31,8°C de temperatura do ar, 35% de umidade relativa do ar, 4,8km h⁻¹ para velocidade do vento e nebulosidade de 55%. O término deu-se às 17:40 h à temperatura de 33,3°C, umidade relativa do ar 26%, velocidade do vento de 4,1km h⁻¹, sem alteração quanto à nebulosidade.

Para cada unidade experimental, foram semeadas 15 sementes, de acordo com o delineamento proposto. Após a semeadura irrigou-se diariamente os experimentos em quantidade suficiente para proporcionar o desenvolvimento de cada cultura.

Transcorridos 14 DAS (dias após semeadura) contabilizou-se o número de plantas germinadas. Para soja e amendoim considerou-se como planta germinada a total abertura dos cotilédones. Para o milho, considerou-se as plantas que apresentavam a exposição de ao menos 3 cm da folha cotiledonar. Na sequência, fez-se o desbaste nas unidades experimentais deixando apenas três plantas.

As plantas restantes foram avaliadas aos 35 DAS, quanto à altura, que foi mensurada com o auxílio de uma régua, desde o nível do solo até o ápice da última folha ou par de folhas completamente desenvolvido. Nas mesmas datas foi contado o número de folhas ou trifólios (soja) e aferido o teor de clorofila total, em folha escolhida ao acaso, utilizando-se do medidor de conteúdo de clorofila (modelo Minolta SPAD 402).

Aos 35 DAS, as plantas foram cortadas rente ao solo, o material foi colocado em sacos de papel e levados à estufa de circulação de ar forçada a 70° C até atingir peso constante para obtenção da massa seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas por regressão linear.

O perfil isoenzimático da α -esterase foi obtido aos 14 dias após a aplicação das doses do herbicida, a partir de amostras compostas, por pedaços com 5 cm oriundos do limbo foliar do terço médio, de folhas coletadas em cada repetição, de acordo com os procedimentos descritos em Alfenas (2006). Para cada amostra, 0,2 g de tecido foliar foram macerados em cadinho de porcelana com auxílio de nitrogênio líquido e adicionada a solução tampão de extração 1 (Alfenas, 2006). Em seguida, o extrato foi centrifugado por três minutos a 1500 rpm sendo o sobrenadante transferido para um microtubo.

As isoformas da α -esterase foram separadas em um sistema vertical de eletroforese em gel de Acrilamida-bis (30:0,8%) não desnaturante contendo tampão de corrida Tris Glicina (0,05 M, pH 8,0). Para a montagem do gel de poliacrilamida foram utilizados gel separador a 7% e concentrador a 5%. Para a separação foram utilizados uma alíquota de 30 μ L do extrato de tecido foliar. A eletroforese foi conduzida em geladeira a 4°C para evitar a desnaturação das enzimas, a 200 volts por aproximadamente dez horas.

Para coloração do sistema enzimático α -esterase, inicialmente os géis foram mantidos recipiente de vidro contendo 100 mL de solução tampão fosfato em agitador tipo “Rocking Platform” Bio Rad a 20 rpm. Em seguida adicionou-se os reagentes α -naftil acetato e Fast Blue RR. Primeiro foram dissolvidos 0,02 g de α -naftil acetato em 500 μ L de acetona, em seguida esta solução dissolvida em 80 mL de solução tampão fosfato. Após um período de 15 minutos adicionou-se 20 mL da mesma solução tampão fosfato contendo 0,018 g de Fast Blue RR em condição de escuro, até o aparecimento de bandas (adaptado de Alfenas, 2006).

Decorrido esse tempo, a solução foi descartada, o gel lavado com água e adicionada à solução decolorante por 10 minutos e em seguida incubado em solução secadora, segundo metodologia de Alfenas (2006) durante 12 horas. No dia seguinte, submetido à secagem forçada “Gel Dryer Model 583” na configuração PAGE por 40 minutos a 80 °C.

A leitura das isoenzimas foi realizada com auxílio de um transiluminador, onde os perfis isoenzimáticos dos tratamentos foram comparados aos perfis das respectivas testemunhas em cada época de avaliação. Utilizando-se do software Excel onde reproduziu-se as bandas e suas intensidades, confeccionando o zimograma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em resposta aos efeitos da aplicação de glyphosate na germinação inicial das sementes de amendoim, soja e milho, os resultados foram bem variáveis. Houve diminuição do número de plantas germinadas para o amendoim com o aumento das doses de glyphosate (Figura 1) em 1 dia de semeadura após a aplicação (DSAA). Já com 12 DSAA, o maior número de plantas foi observado no glyphosate (1440 g e. a. ha⁻¹), que a partir de então começou a ter os valores diminuídos conforme a dose. Visualmente, não foi observado nenhum sintoma de intoxicação nas plantas.

No milho, o herbicida não alterou esse comportamento, pois houve pouca variação do número de plantas germinadas com as doses do glyphosate nas duas épocas avaliadas (Figura 1). Resultados similares foram observados por Sprankle et al. (1975), os quais observaram que a germinação de sementes de trigo, milho e soja foi pouco afetada pela dose de glyphosate.

Para a soja, quando a aplicação ocorreu com 1 DSAA, o número de plantas na ausência de glyphosate foi maior, seguido de aumento até a dose de 2160 g e.a. ha⁻¹, quando começaram a estabilizar os valores. Em 12 DSAA, o número de plantas na ausência de glyphosate era menor e foi aumentando levemente conforme as doses (Figura 1, Tabela 1). O fato é que pouco se sabe sobre os efeitos do herbicida sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas, uma vez que, em condições ideais para semeadura, essas sementes podem entrar em contato com subdoses do herbicida presente no solo umedecido, segundo Silva et al. (2012). No caso da soja, o glyphosate quando aplicado em subdoses diminuiu a porcentagem de germinação em 29%, de acordo com Melhorança Filho et al. (2011), ao avaliarem índices referentes à germinabilidade de sementes das cultivares de soja transgênica e convencional.

A utilização de determinadas substâncias tóxicas, em doses muito menores, pode estimular o desenvolvimento vegetal e a produtividade, sendo este efeito conhecido como hormético (Calabrese & Baldwin 2002). Em plantas de milho e soja convencional, Velini et al. (2008) observaram esse efeito na aplicação do glyphosate, com aumentos na massa seca. No entanto, segundo Carvalho et al. (2012), o mecanismo do efeito estimulador não é bem compreendido e mais pesquisas são necessárias para estudar os efeitos prováveis das baixas doses de glyphosate nas plantas.

A quantificação da clorofila, relevante no estudo de práticas culturais e de manejo, visando a aumentar o potencial fotossintético e o aumento de produção (Fonseca et al., 2012) não teve grandes oscilações para as culturas individualmente (Figura 2) e também não apresentou diferenças (Tabela 1). Na literatura, segundo Meschede et al. (2011), ainda há controvérsias em relação à interferência de herbicidas no conteúdo de clorofila, já que alguns trabalhos mostram que o glyphosate pode diminuir os teores de clorofila e em outros não se verifica diferença entre os tratamentos.

No presente trabalho, verificou-se que para o amendoim, em 1 DSAA, o teor de clorofila ficou em média de 40 unidades relativas na ausência de glyphosate, diminuindo com a dose de 1440 g e. a. ha⁻¹ e aumentando levemente até 3600 g e. a. ha⁻¹, quando começou a decair. Em 12 DSAA, o teor inicial para o amendoim foi de 38 unidades relativas de clorofila, no tratamento testemunha, praticamente mantendo-se assim até a maior dose (4320 g e. a. ha⁻¹). O teor de clorofila para soja teve valores maiores para 1 DSAA em comparação a 12 DSAA. No milho, verificou-se que na ausência de glyphosate tanto em 1 DSAA como 12 DSAA não há diferenças para o teor de clorofila. Nos tratamentos com as doses de glyphosate, os valores para teor de clorofila são bem semelhantes, nas duas épocas de aplicação.

Aos 35 DAS observou-se estímulo no crescimento, verificado pela altura e maior acúmulo de massa seca para amendoim, soja e milho, até a dose de 3600 g e.a. ha⁻¹ (Figuras 3 e 4), contudo ao aumentar essa dose, o glyphosate promoveu efeito negativo sobre estas duas variáveis. Aos 12 dias de semeadura após a aplicação, somente a soja e o milho apresentaram diferenças quanto à altura (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram verificados por Mauch et al. (2001), Ruuhola & Julkinen-Titto (2003) e Velini et al. (2008), trabalhando com subdoses de glyphosate em mudas jovens de Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) observando uma redução da atividade da enzima EPSPs(5-enolpiruvilchiquimato 3-fosfato sintase) a níveis que elevaram a concentração de chiquimato em 278 vezes, resultando em um aumento de aproximadamente 69% na taxa de crescimento de mudas jovens

da espécie. Meschede et al. (2008) verificaram aumento no crescimento de *Commelina benghalensis* na parte aérea e maiores picos nas doses medianas de glyphosate (entre 6 a 14 g e.a. ha⁻¹) aplicadas diretamente nas plantas, sendo que a partir do pico também houve declínio no desenvolvimento aéreo.

Entretanto, em plantas de milho, Constantin et al. (2009) observaram redução de até 10% na altura, quando semeado logo após a aplicação de glyphosate (1360 g ha⁻¹) + carfentrazone ethyl (24 g ha⁻¹), verificado aos 38 dias após semeadura e até 12% de redução no rendimento de grãos (7933 kg ha⁻¹).

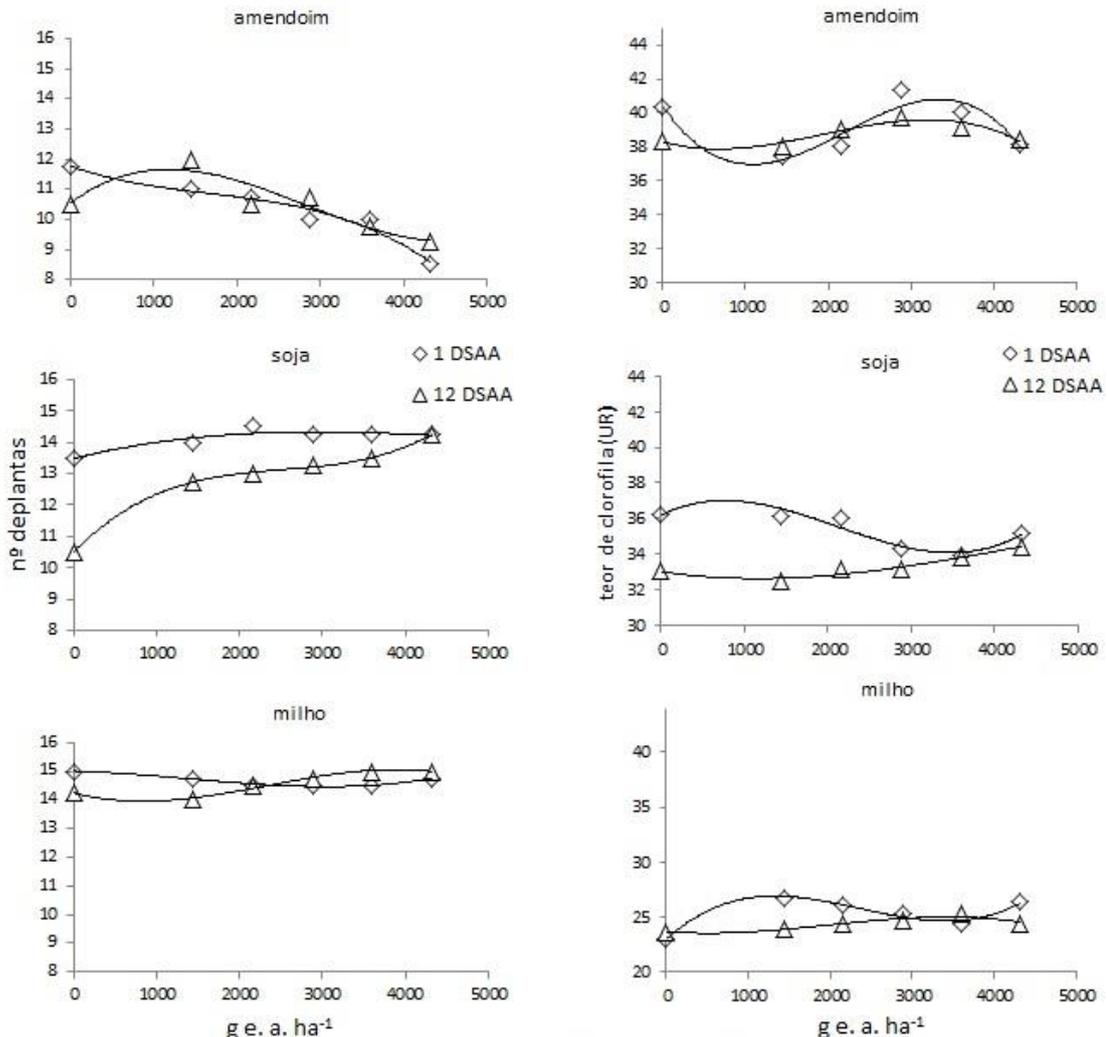


Figura 1. Número de plantas germinadas nas plantas de amendoim, soja e milho aos 35 dias após semeadura em 1 e 12 DSAA.

Figura 2. Teor de clorofila (UR) nas planta de amendoim, soja e milho aos 35 dias após semeadura em 1 e 12 DSAA.

As isoformas da α -esterase não tiveram diferenças observadas para a cultura do amendoim, pois não foram verificadas alterações em número ou intensidade entre o padrão de bandas do tratamento testemunha sem glyphosate e todas as doses do herbicida (Figura 5).

Para a soja, o padrão de bandas se alterou em número em todas as doses, em 1 e 12 DSAA, em relação à testemunha. Nesse caso, pode ser um indicar uma atividade enzimática reduzida relação ao tratamento testemunha. Entretanto, não há dados para comparação em literatura. Dos relatos

encontrados, em cana-de-açúcar, ZAMBRANO et al. (2002), estudaram in vitro a resistência de três cultivares a diferentes concentrações de glyphosate. Estes autores encontraram diferentes padrões dentre as cultivares nos sistemas isoenzimáticos estudados. No estudo da peroxidase, por exemplo, encontraram na cultivar PR62258 maior perda de bandas na medida em que se aumentou a concentração de glyphosate.

Tabela 1. Equação da reta, r^2 e valores de F e DMS para número de plantas, teor de clorofila (UR), altura (cm) e Massa seca (g/planta) das plantas de amendoim, soja e milho aos 35 Dias após a semeadura, na épocas 1 e 12 DSAA.

		Dias de Semeadura após aplicação (DSAA)	Equação	r^2	F	DMS
n° de plantas germinadas	amendoim	1	$y = -8E-11x^3 + 4E-07x^2 - 0,001x + 11,766$	0,96	1,14ns	4,6987
		12	$y = 1E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0021x + 10,544$	0,84	0,86ns	4,5698
	soja	1	$y = 1E-11x^3 - 2E-07x^2 + 0,0007x + 13,483$	0,87	0,56ns	2,5651
		12	$y = 1E-10x^3 - 1E-06x^2 + 0,0027x + 10,502$	0,99	1,10ns	5,4665
	milho	1	$y = 3E-11x^3 - 1E-07x^2 - 8E-05x + 15,003$	0,97	0,41ns	1,3258
		12	$y = -8E-11x^3 + 5E-07x^2 - 0,0008x + 14,242$	0,98	1,14ns	1,7185
teor de clorofila	amendoim	1	$y = -7E-10x^3 + 4E-06x^2 - 0,0071x + 40,412$	0,85	0,93ns	7,2647
		12	$y = -2E-10x^3 + 1E-06x^2 - 0,0014x + 38,302$	0,88	0,65ns	8,1140
	soja	1	$Y = 3E-10x^3 - 2E-06x^2 + 0,0023x + 36,182$	0,89	0,94ns	4,7136
		12	$y = -3E-11x^3 + 4E-07x^2 - 0,0007x + 33,032$	0,95	1,40ns	4,1283
	milho	1	$y = 5E-10x^3 - 4E-06x^2 + 0,0068x + 22,962$	0,98	1,02ns	7,2971
		12	$y = -1E-10x^3 + 7E-07x^2 - 0,0006x + 23,671$	0,91	0,39ns	4,4983
altura	amendoim	1	$y = -6E-11x^3 + 2E-07x^2 + 0,0004x + 14,415$	0,94	0,59ns	2,5551
		12	$y = 4E-11x^3 - 4E-07x^2 + 0,0007x + 16,469$	0,90	2,21ns	2,5654
	soja	1	$y = -2E-10x^3 + 1E-06x^2 - 4E-06x + 21,948$	0,95	0,62ns	8,2224
		12	$y = -3E-10x^3 + 2E-06x^2 - 0,0014x + 22,397$	0,91	3,61*	3,9618
	milho	1	$y = -2E-11x^3 + 2E-07x^2 + 6E-05x + 8,2405$	0,96	1,13ns	4,0070
		12	$y = -2E-10x^3 + 1E-06x^2 - 0,0014x + 9,4624$	0,95	5,81**	1,2372
massa seca	amendoim	1	$y = -0,0178x^3 + 0,127x^2 - 0,0923x + 1,63$	0,95	1,53ns	0,6769
		12	$y = -0,0147x^3 + 0,1237x^2 - 0,2073x + 1,93$	0,95	1,87ns	0,6827
	soja	1	$y = -0,0357x^3 + 0,3321x^2 - 0,7636x + 1,22$	0,97	1,59ns	0,4946
		12	$y = -0,0124x^3 + 0,1342x^2 - 0,3991x + 1,17$	0,86	0,73ns	0,4357
	milho	1	$y = -0,0199x^3 + 0,2371x^2 - 0,7816x + 1,60$	0,93	1,64ns	0,4652
		12	$y = -0,0107x^3 + 0,086x^2 - 0,1233x + 0,877$	0,98	1,23ns	0,3693

ns= não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade.
DSAA=dias de semeadura após a aplicação.

Para as plantas de milho, em 1 DSAA, não foram observadas diferenças quanto ao padrão de bandas (Figura 5). A diferenciação quanto ao número de bandas iniciou-se a partir de 2880 até 4320 g ha⁻¹ de glyphosate aos 12 dias de semeadura após a aplicação, indicando uma atividade enzimática reduzida das isoformas da α -esterase em relação à testemunha e às menores doses do glyphosate (1440 e 2160 g e.a. ha⁻¹).

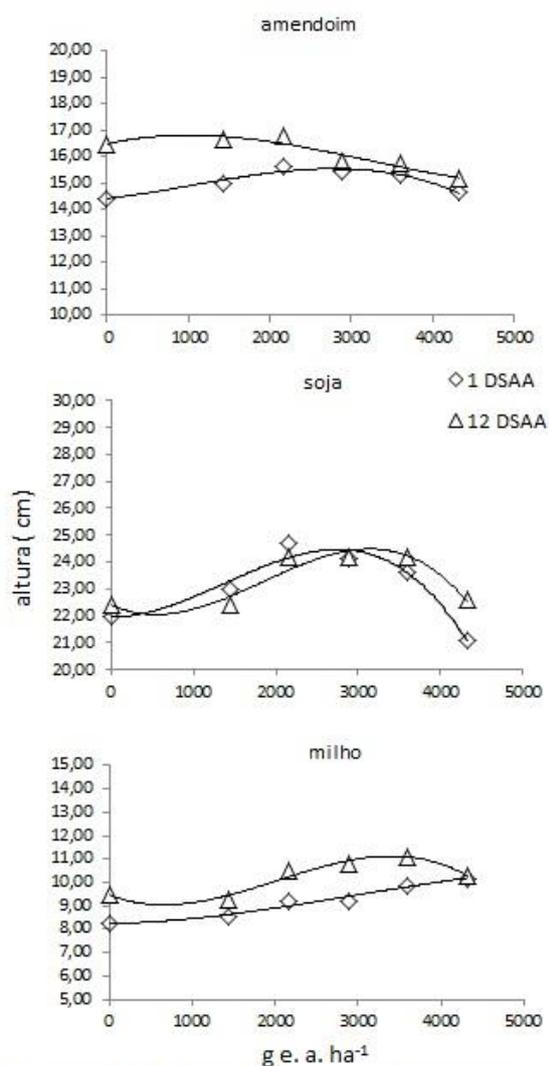


Figura 3. Altura (cm) nas plantas de amendoim, soja e milho aos 35 dias após sementeira em 1 e 12 DSAA (dias de sementeira após aplicação)

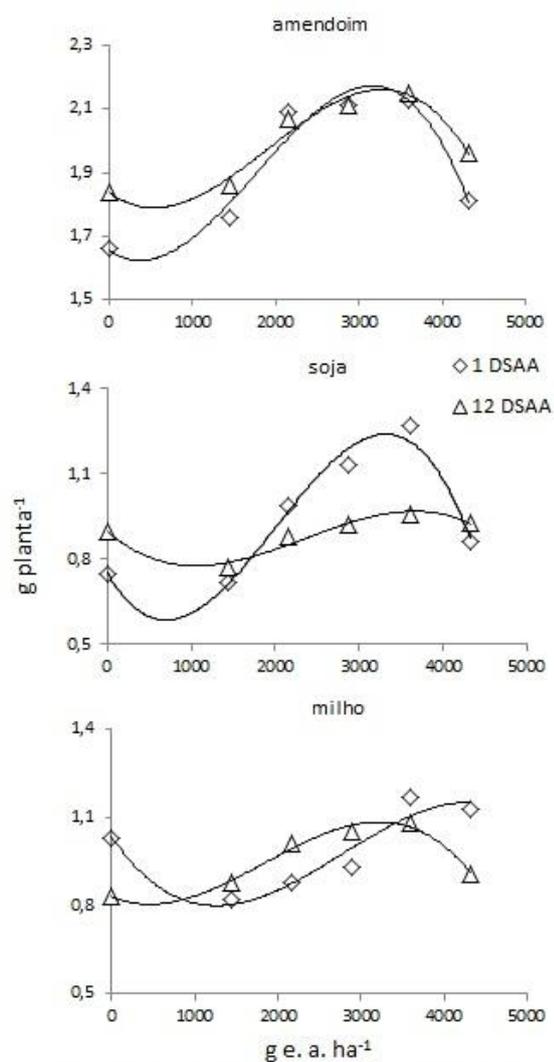


Figura 4. Massa seca (g planta⁻¹) nas plantas de amendoim, soja e milho aos 35 dias após sementeira em 1 e 12 DSAA.

CONCLUSÃO

Todas as doses do glyphosate aplicadas com 1 ou 12 dias antes da semeadura prejudicaram apenas o número de plantas de amendoim. Mas, o glyphosate até 3600 g e.a.ha⁻¹ estimulou a altura e acúmulo de massa seca nas plantas emergidas de amendoim, soja e milho, para ambas as épocas de semeadura. Quanto ao metabolismo, as doses não alteraram o número de isoformas da enzima α -esterase em amendoim, porém, alteraram nas plantas de soja (em todas as doses) e de milho (doses > que 2880 g ha⁻¹).

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. In: ALFENAS, A.C. (Ed). 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 627p.
- AZANIA, C. A. M. et al. Aplicação de óleo fúsel na erradicação química da cana-de-açúcar e seu efeito na cultura do girassol em sucessão. **Bragantia**, v.69, n.3 p.581-590, 2010.
- DUARTE, J. B.; COELHO, F.C. Adubos verdes e seus efeitos do rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v.67, n.3 p.723-732, 2008.
- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Applications of hormesis in toxicology, risk assessment and chemotherapeutics. **Trends Pharmacol Science**, Amsterdam, v. 23, n. 7, p. 323-331, 2002.
- CARVALHO, F.T. et al. Manejo químico de plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura da soja. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.145-150, 2002.
- CARVALHO, L. B. et al. Physiological dose-response of coffee (*Coffea arabica* L.) plants to glyphosate depends on growth stage. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 72, n. 2, p. 182-187, 2012.
- CONSTANTIN, J. et al. Sistemas de dessecação antecedendo a semeadura direta de milho e controle de plantas daninhas. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p. 971-976, 2009.
- CONSTANTIN, J. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade do milho. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.513-520, 2007.
- FERRI, M. V. W.; 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.
- FERRI, M. V. W.; ELTZ, F. L. F.; KRUSE, N.D. Dessecação do campo nativo para semeadura direta da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.28, n.2, p.236-239, 1998.
- FONSECA, P. R. B. da. et al. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, em híbridos de milho, (*Zea mays* L.) BT e isogênico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.1, p. 56 – 60, 2012.

MAUCH, F. et al. Manipulation of salicylate content in *Arabidopsis thaliana* by the expression of an engineered bacterial salicylate synthase. **Plant Journal**, v.25, n.1, p.67-77, 2001.

MELHORANÇA FILHO, A. L.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D. Efeito de subdoses de glyphosate sobre a germinação de sementes das cultivares de soja RR e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 686-691, 2011.

MESCHEDE, D.K. et al. Alteração fisiológica da cana-de-açúcar pela aplicação de glyphosate e sulfometuron-methyl. **Planta Daninha**, v.29, n.2, p.413-419, 2011.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D.; CARBONARI, C. A. Baixas doses de glyphosate e seus efeitos no crescimento de *Commelina benghalensis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.7, n.2, p.53-58, 2008.

NEVES, R.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Intervalo de tempo para semeadura de milho pós-dessecação de cobertura de aveia-preta com herbicidas. **Ciência Rural**, v.29, n.4, p.605-607, 1999.

RUUHOLA, T.; JULKINEN-TITO, R. Trade-off between synthesis of salicylates and growth of micropropagated *Salix pentandra*. **Journal of Chemical Ecology**, v.29, n.7, p.1565-1588, 2003.

SAKAI, R. H. et al. Produção de cana-de-açúcar em sistema de rotação com adubos verdes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p. 913, 2007.

SILVA, M. D. da; PERALBA, M.C.R.; MATTOS, M. L. T. Determinação de glifosato e ácido aminometilfosfônico em águas superficiais do Arroio Passo do Pilão. Pesticidas: **Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 13, p.19-28, 2003.

SILVA, M.A.; CARLIN, S.D.; CAPUTO, M.M. Tipos de colheita e épocas de aplicação de glifosato na erradicação de soqueiras de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.43-49, 2006.

SILVA, R.G. P. de O e. et al. Efeito de subdoses de glifosato sobre germinação e desenvolvimento inicial do feijoeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14; p. 475-484, 2012.

SPRANKLE, P.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. Absorption, action and translocation of glyphosate, **Weed Science**, v.23, p.235-240, 1975.

VELINI, E.D. et. al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, v.65, n.4, p.317-460, 2008.

ZAMBRANO, A.Y.; DEMEY, J.R.; GONZÁLEZ, V. Selección in vitro de líneas celulares de caña de azúcar resistentes a glifosato®. **Agromía Tropical**, v. 52, n. 2, p. 139-160, 2002.

