

INFLUÊNCIA DO GLYPHOSATE NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE GUARANAZEIRO

FONTES, J.R.A¹; NASCIMENTO FILHO, F.J.N.¹; MORAIS, R.R.¹

¹ Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Caixa Postal 319, C.E.P 69010-970; Manaus-AM. Telefone: (92) 3303-7262. E-mail: jose.roberto@cpaa.embrapa.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da deriva simulada de glyphosate sobre plantas de guaraná (*Paullinia cupana*) e sobre o enraizamento de estacas utilizadas para a sua propagação clonal. Dois experimentos foram conduzidos na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM. Um investigou a influência de sub doses de 43,2; 86,4; 172,8 e 345,8 g de e.a./ha do herbicida aplicadas diretamente sobre as plantas (nos 2/3 inferiores da planta) do clone BRS Maués. No outro foram aplicadas doses de 540; 1.080; 1.620 e 2.160 g de e.a./ha aplicadas ao redor de plantas dos clones BRS Amazonas e BRS Maués, sem e com proteção de deriva promovida por barreira física. Aos 7 e 21 dias após a aplicação (DAA) foram realizadas avaliações visuais de fitotoxicidade. Sete DAA hastes de guaranazeiros foram coletadas e seccionadas para formação de estacas. As estacas foram submetidas a tratamento para indução de enraizamento e colocadas em sacos plásticos com substrato. As variáveis relacionadas ao enraizamento foram taxa de sobrevivência (TS), eficiência de enraizamento (EE), comprimento de raízes (CR) e massa seca de raízes (MR). A deriva simulada do glyphosate provocou sintomas de fitointoxicação mais acentuados com a dose de 345,8 g de e.a./ha, caracterizadas por clorose e enrolamento das margens das folhas, mas de intensidade leve. No experimento sem e com proteção de deriva, a intoxicação foi leve, mas apenas na dose de 2.160 g de e.a./ha. As variáveis TS, EE, CR e MR não foram influenciadas pela deriva do glyphosate.

Palavras-chave: Guaraná, *Paullinia cupana*, herbicida, deriva, propagação clonal.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the influence of simulated glyphosate drift on guarana crop (*Paullinia cupana*) and the rooting of cuttings used for the clonal propagation. Two experiments were conducted out at Embrapa Western Amazon, Manaus, Amazonas state, Brazil. One investigated the influence of sub lethal doses of 43.2, 86.4, 172.8 and 345.8 g ae/ha of herbicide applied directly on plants of BRS Maués clone. On the other were applied doses of 540, 1,080, 1,620 and 2,160 g ae/ha applied around the plants, BRS Amazonas and BRS Maués clones, without and with protection drift promoted by a physical barrier. At 7 and 14 days after application (DAA) were performed visual assessments of phytotoxicity. Seven DAA guarana rods were collected and cut to form piles. The cuttings were subjected to treatment for rooting induction and placed in plastic bags with substrate. The parameters related to rooting were survival rate (TS), rooting efficiency (EE), root length (CR) and root dry weight (MR). The simulated glyphosate drift caused phytotoxicity symptoms more pronounced at dose of 345.8 g ae/ha, characterized by chlorosis and curling of leaf margins, but the phytotoxicity was mild. In the experiment without and with protection drift, phytotoxicity was mild, but only at a dose of 2,160 g ae/ha. The parameters TS, EE, CR and MR were not affected by the drift.

Key Words: Guarana, *Paullinia cupana*, herbicide, drift, clonal propagation.

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana*) é uma das culturas importantes no agronegócio do estado do Amazonas, cultivado em cerca de 5.200 ha, A Embrapa preconiza que as lavouras sejam formadas com o plantio de mudas produzidas por meio de propagação vegetativa, com enraizamento de segmentos de caules coletados em plantas matrizes (Embrapa, 2006).

Testes com herbicidas têm sido conduzidos para avaliar a eficácia de controle e a seletividade para a cultura. Um dos herbicidas avaliados é o glyphosate N-(fosfometil)-glicina, herbicida de ação total. O emprego do glyphosate deve ser feito com cuidado, adotando-se medidas preventivas para evitar

efeitos indesejáveis em organismos não-alvo decorrentes da deriva accidental, um dos principais problemas decorrentes do uso deste herbicida (Tuffi Santos et al., 2005). Diversos trabalhos abordaram os efeitos da deriva do glyphosate sobre culturas. Tuffi Santos et al. (2005) e Tuffi Santos et al. (2006) relataram que a deriva do glyphosate resultou em injúrias em plantas jovens de eucalipto e de pessegueiro, caracterizadas por murcha, clorose e enrolamento de folhas. Tuffi Santos et al. (2007) relataram que árvores de eucalipto com 16 meses de idade submetidas à deriva de glyphosate quando tinham 4 meses de idade apresentaram menor altura de plantas e menor diâmetro de caule, além de redução no volume produzido de madeira.

Em razão das considerações apresentadas, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar a influência da deriva simulada de glyphosate em plantas de guaranazeiro e no enraizamento de segmentos de caule (estacas) utilizados para a propagação clonal da cultura.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado no Campo Experimental do km 29, da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, entre setembro de 2008 e fevereiro de 2009. O experimento foi conduzido adotando-se dois procedimentos distintos. No primeiro, seguindo metodologia proposta por Tuffi Santos et al. (2005) com modificações, sub doses de 43,2; 86,4; 172,8 e 345,6 g de equivalente ácido (e.a.)/ha de glyphosate (sal de isopropilamina), correspondentes a 3%, 6%, 12% e 24% da dose de 1.440 g de e.a./ha, foram aplicadas nos 2/3 inferiores de plantas de guaraná, clone BRS Maués, com seis anos de idade e altura média de 1,9 m. No segundo, doses equivalentes a 540; 1.080; 1.620 e 2.160 g de e.a./ha da mesma formulação foram aplicadas ao redor de plantas dos clones BRS Amazonas e BRS Maués, sem e com proteção de deriva, conferida por meio de cortina plástica portátil, com 2 m de altura e 6 m de comprimento, que foi colocada ao redor de cada planta no momento da aplicação. Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador pressurizado com dióxido de carbono, com pressão de 250 kPa, munido com duas pontas de pulverização tipo leque TT 110.02, com volume de calda equivalente a 160 L/ha. A temperatura e a umidade relativa do ar no momento da aplicação variaram entre 26° e 29,5°C e 74% e 62%, respectivamente. A intensidade do vento era fraca. O experimento foi instalado num delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, e cada parcela foi constituída por três plantas de guaraná. Aos 7 e 21 dias após a aplicação (DAA) foram realizadas avaliações visuais de fitotoxicidade adotando escala porcentual, em que 0 significa ausência de sintomas, e 100%, morte da planta. Sete DAA, hastes de guaranazeiros foram coletadas para retirada de estacas para enraizamento. De cada parcela foram coletadas 20 estacas, que foram levadas para o viveiro de mudas telado. As estacas foram tratadas com hormônio de enraizamento AIA e plantadas em sacos plásticos polietileno de 25X15, cm preenchidos com substrato formado por terriço de floresta. Aos cinco meses de idade as mudas foram separadas do terriço por meio de lavagem com água para estimativa das variáveis taxa de sobrevivência (TS, %), eficiência do enraizamento (EE, %), comprimento de raízes (CR, cm) e massa seca de raízes (MR, g). A TS foi estimada pela razão entre o número de estacas vivas e estacas mortas. A ER foi estimada considerando a presença de raízes nos quatro quadrantes da seção da estaca, podendo ser de 25%, 59%, 75% e 100%. O CR foi estimado com régua graduada em centímetros do ponto de inserção da raiz na estaca até o seu ápice. A MR foi estimada pela coleta de raízes de cada estaca e secagem estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante. Os dados de porcentagem foram transformados em arco seno $\sqrt{x}/100$. Os dados foram submetidos a análise de variância. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os resultados das avaliações de fitotoxicidade do glyphosate em plantas de guaraná no experimento de sub doses estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Fitointoxicação (%) de plantas de guaraná, clone BRS Maués, submetidas à deriva simulada de glyphosate aos 7 e 21 dias após a aplicação (DAA) - Procedimento de sub doses. Manaus, 2008.

Tratamento	Dose (g e.a./ha)	Porcentagem de fitointoxicação	
		7 DAA	21 DAA
Testemunha	0	0,0 b	0,0 b
Glyphosate	43,2	3,1 b	3,4 b
Glyphosate	86,4	3,6 b	4,2 b
Glyphosate	172,8	4,6 b	3,3 b
Glyphosate	345,6	21,7 a	17,1 a
CV (%)	-	34,1	30,3

Apenas a maior sub-dose provocou sintomas de fitointoxicação nos clones avaliados, caracterizados por leve descoloração e ligeiro encurvamento das margens das folhas. Bellaloui et al. (2008) avaliaram a influência da aplicação de glyphosate sobre o conteúdo de nitrogênio em plantas de soja e verificaram ligeira redução dos conteúdos de clorofila e de nitrogênio nas folhas. Bromilow e Chamberlain (2000) relataram que sintomas de fitointoxicação nas margens de folhas se deve a alta mobilidade da molécula pelo simplasto. Entretanto, a intensidade da intoxicação foi considerada leve. Tuffi Santos et al. (2005) relataram que derivas de glyphosate com concentrações equivalentes a 12% e 24% da dose de 1.440 g/ha (sal de isopropilamina) sobre plantas de eucalipto provocou murcha, clorose e enrolamento das folhas nos ápices das plantas, além de brotações anormais na deriva correspondente a 24% da dose aplicada, com fitointoxicação superior a 40%. Tuffi Santos et al. (2006) também relataram que plantas de pessegueiro submetidas à deriva de glyphosate apresentaram sintomas de murcha, clorose e necrose de tecidos, e as maiores intensidades foram, novamente, com as sub doses de 172,8 e 345,6 g de e.a./ha.

Na tabela 2 estão apresentados os resultados das avaliações de fitotoxicidade realizadas nas plantas de guaranazeiros utilizadas no experimento sem e com proteção de deriva.

Tabela 2 - Fitointoxicação (%) de plantas de guaraná submetidas à deriva simulada de glyphosate aos 7 e 21 dias após a aplicação (DAA) - Procedimento sem e com proteção de deriva. Manaus, 2008.

Tratamento	Dose (g e.a./ha)	Porcentagem de fitointoxicação			
		Com proteção		Sem proteção	
		7 DAA	21 DAA	7 DAA	21 DAA
----- BRS Amazonas -----					
Testemunha	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glyphosate	540	1,0	1,0	2,4	1,7
Glyphosate	1.080	2,3	1,4	6,4	5,0
Glyphosate	1.620	1,6	1,1	6,3	5,1
Glyphosate	2.160	2,4	2,0	6,9	7
CV (%)	-	16,1	10,7	13,7	20,2
----- BRS Maués -----					
Testemunha	0	0	0,0	0,0	0,0
Glyphosate	540	1,6	1,5	3,0	2,5
Glyphosate	1.080	3,5	2,6	4,8	4,7
Glyphosate	1.620	4,1	3,5	4,2	4,0
Glyphosate	2.160	3,9	3,5	5,0	3,8
CV (%)	-	18,7	20,3	11,9	17,3

Os resultados das avaliações indicaram que não houve efeitos de tratamentos nas plantas, evidenciando que a concentração do herbicida na deriva foi insuficiente para provocar injúrias. Convém ressaltar que os trabalhos relacionados ao tema abordado neste trabalho foram conduzidos em condições controladas (casa de vegetação) e com aplicação direta do herbicida nas plantas, resultando em sintomas mais acentuados em relação aos obtidos em condição de campo.

Nas tabelas 3 e 4 são apresentados os valores da taxa de sobrevivência, da eficiência de enraizamento, do comprimento de raízes e da massa seca de raízes nos experimentos conduzidos.

Tabela 3- Taxa de sobrevivência (TS, %), eficiência de enraizamento (EE, %), comprimento de raízes (CR, cm) e massa seca de raízes (MR, g) de plantas de guaraná, clone BRS Maués, submetidas à deriva simulada de glyphosate - Procedimento de sub doses. Manaus, 2008.

Tratamento	Dose (g e.a./ha)	Variáveis avaliadas			
		TS (%)	EE (%)	CR (cm)	MR (g)
Testemunha	0	63,2	53,2	21,4	5,68
Glyphosate	43,2	56,9	49,8	22,3	5,62
Glyphosate	86,4	55,0	52,1	21,7	5,80
Glyphosate	172,8	62,6	49,7	21,9	5,64
Glyphosate	345,6	68,7	52,6	22,7	5,63
CV (%)	-	19,7	28,4	9,9	2,4

Tabela 4- Taxa de sobrevivência (TS, %), eficiência de enraizamento (EE, %), comprimento de raízes (CR, cm) e massa seca de raízes (MR, g) de plantas de guaraná submetidas à deriva simulada de glyphosate - Procedimento sem e com proteção de deriva. Manaus, 2008.

Tratamento	Dose (g e.a./ha)	Variáveis avaliadas			
		TS (%)	EE (%)	CR (cm)	MR (g)
----- BRS Amazonas -----					
Testemunha	0	60,8	62,7	24,7	5,81
Glyphosate	540	57,3	64,1	26,2	5,64
Glyphosate	1.080	55,5	59,5	26,1	5,61
Glyphosate	1.620	63,9	56,8	23,6	5,60
Glyphosate	2.160	60,2	54,8	23,4	5,69
CV (%)	-	22,4	25,8	18,4	3,1
----- BRS Maués -----					
Testemunha	0	57,8	46,8	28,3	5,71
Glyphosate	540	61,6	53,6	27,0	5,90
Glyphosate	1.080	58,7	61,3	29,2	5,85
Glyphosate	1.620	55,4	53,8	27,6	5,75
Glyphosate	2.160	60,7	52,6	27,1	5,86
CV (%)	-	24,9	26,0	15,0	2,8

Embora as plantas dos clones avaliados nos experimentos tenham apresentado sintomas de intoxicação pela deriva do glyphosate, a ação fisiológica da molécula do herbicida na planta não resultou em efeitos nas características avaliadas. O mecanismo de ação do glyphosate é a inibição da enzima

EPSPs (5-enolpiruvilshiquimato - 3- fosfato sintase), envolvida na síntese de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) na rota do shiquimato (Shaner e Bridges, 2003). A rota do shiquimato também está envolvida na síntese de auxinas, classe de hormônios responsável pelo alongamento das células nas áreas meristemáticas, entre elas as áreas seccionadas de estacas de plantas utilizadas para a propagação vegetativa (Devine et al., 1993). O nível de tolerância ao herbicida é função, em primeiro momento, das espécies, condicionada pela capacidade da planta de metabolizar a molécula (Shaner e Bridges, 2003). Bellaloui et al. (2008) relataram que o herbicida glyphosate reduziu ligeiramente o conteúdo de nitrogênio em plantas de soja, que no entanto não foi suficiente para afetar a produção de grãos.

Conclui-se, portanto, que a deriva do herbicida glyphosate em plantas de guaranazeiro provocou sintomas de fitointoxicação, que no entanto não afetou o enraizamento de estacas utilizadas para a propagação vegetativa da cultura. Em caso de registro de herbicidas à base de glyphosate para a cultura, medidas de proteção deverão ser adotadas para evitar deriva acidental e a consequente manifestação de sintomas de fitointoxicação nas plantas da cultura.

Literatura citada

BELLALLOUI, N. et al. Nitrogen metabolism and seed composition as influenced by glyphosate application in glyphosate-resistant soybean.. **J. Agric. Food Chem.**, v. 56, p. 2765-2772, 2008.

BROMILOW, R. H., CHAMBERLAIN, K. The herbicide glyphosate and related molecules: physicochemical and structural factors determining their mobility in phloem. **Pest. Manag. Sci.**, v. 56, p. 368-373, 2000.

DEVINE, M., DUKE, S. O., FEDTKE, C. Inhibition of aromatic amino acid synthesis. In: DEVINE, M., DUKE, S. O., FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. Englewood Cliffs: P T R Prentice Hall, 1993. p. 252-263.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Embrapa Amazônia Ocidental. Cultura do guaranazeiro no estado do Amazonas. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Guarana/CultivodoGuaranazeiroAM/propaga%E7%E3o.html>. Acesso em: 07 fev. 2010.

SHANER, D., BRIDGES, D. Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glyphosate). In: **Herbicide action course**. West Lafayette: Purdue University, 2003. p. 514-529.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, p. 133-142, 2005.

TUFFI SANTOS, L. D. et al. Deriva de herbicida e efeito de fungicida x herbicida em plantas jovens de pessegueiro. **Planta Daninha**, v. 24, p. 505-512, 2006.

TUFFI SANTOS et al. Crescimento do eucalipto sob efeito a deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, p. 133-137, 2007.

YAMASHITA, O. M., GUIMARÃES, S. C. Resposta de cultivares de algodoeiro a sub doses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, p. 627-633, 2005.