

EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDA PÓS EMERGENTE EM MUDAS DE CAFÉ

André Luíz Alvarenga Garcia²; Lílian Padilha³; Rogério Pinto Reis Junior⁴.

¹ Trabalho financiado pela Fundação Procafé, Varginha- MG, www.fundacaoprocafe.com.br

² Pesquisador, M.Sc., Fundação Procafé, Varginha- MG, garcialmg@gmail.com

³ Pesquisadora, D.Sc., Embrapa Café, Brasília-DF, Lilian.padilha@embrapa.br

⁴ Pesquisador, M.Sc., Fundação Procafé, Varginha- MG, pintoreis@gmail.com

RESUMO: O glyphosate é um herbicida sistêmico, não seletivo, aplicado extensivamente em lavouras cafeeiras para o controle de plantas daninhas. Sua ação ocorre pela inibição da atividade da enzima enopiruvil-chiquimato-3fosfato sintase, que participa da rota do ácido chiquímico, nas plantas e nos microorganismos. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a existência de efeito residual de herbicida a base de glyphosate em mudas de *Coffea arabica*. O experimento foi conduzido em estufa, utilizando vasos de dez litros, com plantio de *Brachiaria decumbens* ao redor de mudas de café. O herbicida utilizado no trabalho contém 41% glyphosate como ingrediente ativo. Os tratamentos aplicados foram: capina manual; 6,0 e 18,0 L/ha de herbicida aplicados na braquiária; 18,0 L/ha direcionados ao solo; 6,0 L/ha aplicados na braquiaria com posterior adição de gesso(1ton/ha) e um outro com fosfito, todos com duas aplicações do herbicida mediante o replantio da braquiária. Durante a aplicação do herbicida foram utilizadas garrafas pet e sacos plásticos para proteção dos cafeeiros contra a deriva. As avaliações foram realizadas oito meses após a primeira aplicação do herbicida pela determinação da altura das plantas, número e comprimento de ramos plagiotrópicos, e diâmetro do colo das plantas. Foi constatado um menor desenvolvimento das plantas do tratamento com 18,0 l/ha aplicado ao solo, não evidenciando toxidez no cafeeiro por efeito residual de exudação das raízes da braquiária, mas sim, pelo contato direto entre a solução com alta concentração de glyphosate e as raízes dos cafeeiros.

Palavras-chave: glyphosate; plantas daninhas; toxidez

RESIDUAL EFFECT OF POSTEMERGENCE HERBICIDE ON *Coffea arabica* SEEDLING

ABSTRACT: Glyphosate is a systemic herbicide, not selective, widely used in coffee plantation for weed control. Glyphosate inhibits the enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) and stops the shikimic acid pathway, which is fundamental for the plant metabolism and biosynthesis of the essential aromatic amino acid. This study aimed to evaluate the residual effect of herbicide with 41% of glyphosate used for *B. decumbens* control on development of coffee seedling. *C. arabica* was grown in pots (10 L) maintained in greenhouse. *Brachiaria decumbens* was grown around the coffee seedling in the pot and weed control was done by: hand weeding (control); two treatment with application of 6.0 and 18.0 L herbicide/ha; 6.0 L herbicide/ha + Gypsum (1ton/ha); 6.0 L herbicide/ha + phosphite (3L/ha). Treatment also included an application of 18L/ha toward soil. The treatments were applied twice with replant of *B. decumbens* after the plant death in the first time application. Coffee seedlings were protected during the herbicide application. Eight months after the first time application were determined coffee seedling height and length of plagiotropic and orthotropic branches. Coffee seedling presenting a reduced development only when submitted to the treatment with 18L herbicide/ha toward soil by direct contact roots with the high concentration of glyphosate on the soil. There's no residual effect of herbicide used for *B. decumbens* control on coffee seedling.

Key-words: glyphosate; weeds; toxicity

INTRODUÇÃO

Os herbicidas comerciais que têm o glyphosate como ingrediente ativo foram introduzidos nos anos 70, quando rapidamente foram incorporados às práticas do manejo de plantas invasoras pelos agricultores. A expansão da agricultura, assim como o aumento de níveis tecnológicos dos agricultores, fez com que o uso deste produto aumentasse numa velocidade muito rápida. O glyphosate é um produto sistêmico, não seletivo, que quando absorvido pelas folhas é translocado via floema até a raiz. Segundo Turner & Loader (1974) o herbicida pode também penetrar na planta através de outras rotas, conforme observado em testes onde formulações solubilizadas em óleo permitiram ao glifosato penetrar pela casca de espécies arbóreas e também pelas raízes de cultivos em solução nutritiva contendo glyphosate que se transloca através da planta (Haderlie et al., 1978; Gruys & Sikorski, 1999).

Muitos são os relatos na literatura de que o glyphosate não apresenta ação residual no solo, por ser fortemente adsorvido às partículas deste e rapidamente metabolizado pelos microorganismos, produzindo, no final, ácido fosfórico, amônia e dióxido de carbono (Franz, 1985). Contudo, existem outros trabalhos que mostram a ação do glifosato residual do solo, como por exemplo Sprankle et al. (1975) concluíram que o glifosato adsorve-se ao solo através do ácido fosfônico, numa reação que compete com fosfatos inorgânicos pelos sítios de adsorção.

Sua ação na planta ocorre pela inibição da atividade da enzima enopiruvil-chiquimato-3fosfato sintase (EPSPS), que catalisa a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando, assim, a síntese de três aminoácidos essenciais – triptofano, fenilalanina e tirosina (Jaworski, 1972; Zablotowicz & Reddy, 2004). Apesar do

crescimento das plantas ser interrompido algumas horas após a aplicação do herbicida, a morte destas ocorre após um período de uma a três semanas.

O sucesso do herbicida no manejo das plantas daninhas a lavouras é dependente de inúmeros fatores envolvendo a tecnologia de aplicação, o clima e a planta alvo. No que se refere a tecnologia de aplicação, a proteção contra o efeito deriva está sempre evidenciada a fim de minimizar os problemas de toxidez nos cafeeiros. Contudo, além da deriva, existe a possibilidade de toxidez dos cafeeiros via glyphosate residual do solo e também pela passagem da planta-alvo (invasora) para a planta-não alvo (cultura econômica) coexistindo no meio, comprovada por Rodrigues et al. (1982). Eles estudaram os efeitos da exsudação do glyphosate de plantas de trigo interplantadas com milho ou com soja no mesmo vaso. Diferentes trabalhos têm sido apresentados com resultados que afirmam que após a morte das plantas alvos, existe o efeito residual da exsudação das raízes, destas que promove a intoxicação dos cafeeiros, comprometendo o seu desenvolvimento nos anos posteriores.

Com base no exposto, este trabalho teve o objetivo de avaliar a existência de efeito residual de herbicida, com o princípio ativo glyphosate, no desenvolvimento de mudas de *Coffea arabica*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Fundação Procafé/ MAPA em Varginha, região Sul de Minas Gerais, em 2008. Em casa de vegetação, quando as mudas da cultivar Mundo Novo IAC 376/4 atingiram o estágio fenológico de 3º par de folhas verdadeiras, foram transplantadas para vasos de plástico com capacidade de dez litros, contendo solo de textura média. A parcela experimental foi formada por quatro vasos, com uma planta em cada. Durante o transplante para o vaso foi retirada uma fatia de 1,5 cm do fundo do saquinho com objetivo de eliminar o encurvamento da raiz principal das plantas.

As mudas utilizadas no ensaio foram obtidas a partir da sementeira em saquinhos de plásticos de 11x22 cm com substrato a base de terra e esterco, conforme recomendação para produção de mudas (Garcia et al., 2005). Os vasos foram preenchidos com solo da camada sub-superficial peneirado, ao qual foram misturados superfosfato simples e cloreto de potássio nas proporções de 4:1 Kg para cada 1.000 litros de solo. Os micronutrientes zinco e boro foram fornecidos via foliar e os macronutrientes em duas aplicações com 3g de N e K em cada uma. O fornecimento de água foi realizado a cada três dias na fase inicial após o pagamento das mudas, e diariamente quando as plantas já estavam mais desenvolvidas.

Como planta alvo foi semeada a braquiária (*Brachiaria decumbens*) ao redor dos cafeeiros nos vasos. O herbicida utilizado no trabalho contém glyphosate como ingrediente ativo, com 41% de concentração na forma de sal isopropilamínico, caracterizado como herbicida sistêmico não seletivo. Os seguintes tratamentos foram aplicados: capina manual; dois tratamentos com aplicação de 6,0 e 18,0 L/ha de herbicida na braquiária; 18,0 L/ha direcionados ao solo; 6,0 L/ha aplicados na braquiária com posterior adição de gesso (1ton/ha) e um outro com fosfito (3L/ha). No momento da aplicação do herbicida, a braquiária se encontrava com aproximadamente 40 cm. No tratamento onde o herbicida foi direcionado ao solo em um único local, próximo a região do colo da planta, a aplicação foi realizada com uma seringa dosadora e o controle da braquiária por capina manual após a aplicação.

As doses do herbicida foram definidas com base na indicação para o controle da braquiária do Compêndio de Defensivos Agrícolas. A dosagem de 18 L/ha, equivalente ao triplo da recomendada, foi realizada com o objetivo de potencializar uma possível toxidez.

Para proteção dos cafeeiros contra a deriva foram utilizadas garrafas pet durante a primeira pulverização e sacos plásticos na segunda devido ao tamanho das plantas. Passados 50 dias após a primeira aplicação, a braquiária foi replantada para uma segunda aplicação do herbicida. O procedimento de replantio foi realizado também para o tratamento com capina manual.

As avaliações do ensaio foram realizadas em única época, oito meses após a primeira aplicação do herbicida. As variáveis selecionadas para avaliação foram: Altura de plantas, tamanho do ramo plagiotrópico mais próximo ao solo e diâmetro do colo das plantas ao nível do solo. As características avaliadas no ensaio foram: massa seca total (MS) e nitrogênio mobilizado (%N determinado na análise mineral da planta inteira x MS). Foi utilizado o teste Scott-Knott para comparação das médias, considerando 5% de significância.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foi utilizado o teste de Scott-Knott para comparação das médias, com o auxílio do programa Sisvar (Sistema de Análise de Variância), versão 4.0 (Ferreira, 2000). Adotou-se o nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dez dias após aplicação (DAA) do glyphosate, todos os tratamentos com o herbicida proporcionaram controle acima de 95% da braquiária. Visualmente, não foi constatada a presença de sintomas de intoxicação nas mudas de café durante a condução do experimento

A altura de plantas e o comprimento do 1º ramo plagiotrópico diferiram estatisticamente entre os tratamentos pelo teste Skott Knott ($p < 0,05$), não sendo observada diferença no diâmetro de caule das plantas (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliações de crescimento de cafeeiro Mundo Novo IAC 376/4 cultivados em vasos e submetidos a diferentes métodos de controle de *Brachiaria decumbens*. Varginha 2008.

TRATAMENTOS	Altura de plantas (cm)	Plagiotrópico (cm)	Diâmetro de colo (cm)
1. Somente capina	58,4 b	23,4 b	1,4 a
2. 6L/ha de herbicida (41% i.a.)	59,6 b	25,7 b	1,5 a
3. 18L/ha de herbicida (41% i.a.)	58,9 b	25,0 b	1,6 a
4. 18L/ha de herbicida no solo(41% i.a.)	55,3 a	21,3 a	1,6 a
5. 6L/ha de herbicida (41% i.a.) + gesso (1ton/ha)	55,2 a	24,1 b	1,3 a
6. 6L/ha de herbicida (41% i.a.) + fosfito (2L/ha)	58,8 b	25,0 b	1,5 a
CV (%)	3,5	7,8	10,3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível médio de 5% de significância

A aplicação de 18 L/ha de herbicida no solo de textura média apresentou uma redução no desenvolvimento tanto da altura das plantas como no comprimento do ramo plagiotrópico. Rodrigues & Almeida (1998), em trabalhos com eucalipto, concluíram que o glyphosate em contato com o solo via pulverização ou exsudado pelas plantas daninhas pode ser adsorvido às partículas de solo, biodegradado pelos microrganismos do solo ou então absorvido pelas raízes das plantas. Considerando a dosagem e o fornecimento localizado, certamente parte da solução com glyphosate foi absorvida via sistema radicular pelos cafeeiros, interferindo no seu metabolismo. O bloqueio do desenvolvimento da planta é resultado da alta mobilidade do glyphosate no floema o que proporciona uma rápida translocação por todas as partes da planta, concentrando-se nas regiões meristemáticas, inibindo a enzima EPSPS, catalisadora do ácido chiquimico e do fosfato piruvato, evitando, assim, a síntese de três aminoácidos essenciais para o desenvolvimento da planta— triptofano, fenilalanina e tirosina (Jaworski, 1972; Zablutowicz & Reddy, 2004).

Ao contrário do que foi observado por Rodrigues et al. (1982) em vasos com plantas de trigo interplantadas com milho ou com soja, não foi constatado redução do desenvolvimento da planta não alvo por exsudação. Nos vasos em que a braquiária foi controlada com o herbicida nas dosagens equivalentes a 6,0 e 18,0 L/ha (tratamentos 2 e 3), o semelhante desenvolvimento das plantas comparado ao sistema de capina manual, permite afirmar que a quantidade de glyphosate possivelmente exsudada pela raízes da braquiária não interferiu no desenvolvimento dos cafeeiros. Segundo Coupland & Caseley (1979), em raízes de gramínea, apenas 0,36% da dose aplicada sobre as mesmas são exsudados pelas raízes, sendo que ainda, esta pequena concentração liberada é adsorvida pelos colóides e íons metálicos presentes na solução e decomposta por microrganismos.

Resultados obtidos em pesquisas realizadas em soja e feijão com aplicação de gesso e fosfito após o glyphosate, apresentaram redução do efeito tóxico causado pelo herbicida. Neste trabalho não pode ser observado o mesmo, tanto porque, não foi constatado toxidez para a dose e o modo de aplicação do glyphosate nos outros tratamentos. A menor altura das plantas, nos vasos onde foi aplicado o gesso, provavelmente seja influência do gesso, pois este pode provocar lixiviação principalmente de magnésio e de potássio das camadas mais superficiais do solo, e com irrigações diárias as lixiviações podem ter sido ainda mais acentuadas.

CONCLUSÕES

Não houve toxidez em mudas de cafeeiros plantadas em vaso, por resíduo de glyphosate, via exsudação das raízes da braquiária, durante oito meses após aplicação.

Em cafeeiros plantados em vasos contendo solo de textura média, o fornecimento de glyphosate no solo (41% p.a.) em dosagem equivalente a 18 L/ha do herbicida (41% p.a.), promoveu toxidez nas mudas de café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUPLAND, D.; CASELEY, J. C. Presence of ^{14}C activity in root exsudates and guttation fluid from *Agropyron repens* treated with ^{14}C -labelled glyphosate. *New Phytol.*, v. 83, n. 1, p. 17-22, 1979.

FERREIRA, D. R. Análise estatística do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.

FRANZ, J.E. Discovery, development and chemistry of glyphosate. In: GROSSBARD, E. & ATKINSON, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. Chapter 1. London: Butterworths & Co. Ltda., 1985. p. 3-17.

GARCIA, A. W. R. Nutrição de cafeeiros. In: MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bom Pastor, 2005. p. 89-150.

GRUYS, K.J.; SIKORSKI, A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine, and tyrosine biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B.K. (Ed.). **Plant amino acids - biochemistry and biotechnology**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1999. p. 357-365.

HADERLIE, L.C.; SLIFE, F.W.; BUTLER, H.S. 14C-glyphosate absorption and translocation in maize (*Zea mays*) and soybean (*Glycine max*) seeds and in soybean plants. **Weed Research**, v. 18, p. 269-273, 1978.

JAWORSKI, E.G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 20, n. 6, p. 1195-1198, 1972.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina: Edição dos autores, 1998. 648 p.

RODRIGUES, J.J.V.; WORSHAM, D.; CORBIN, F.T. Exudation of glyphosate from wheat (*Triticum aestivum*) plants and its effects on interplanted corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, v. 30, n. 2, p. 316-320, 1982.

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

TURNER, D.J.; LOADER, M.P.C. Studies with solubilized herbicide formulations. In: BRITISH WEED CONTROL CONFERENCE, 12., 1974, Brighton. **Proceedings...** London, 1974. p. 177-184.

ZABLOTOWICZ, R.M. & REDDY, K.N. Impact of glyphosate and *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, p. 825-831, 2004.