

EFEITO DA DERIVA DE GLYPHOSATE NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CAFÉ ARÁBICA MICORRIZADAS¹

Guto Nascimento Vargas¹, Ana Flávia Freitas², Ademilson Oliveira Alecrin², Nykolas Carvalho Schiavon², André Cabral França³, Moises Avelar⁴, Felipe Paolinelli de Carvalho⁵

¹ - Trabalho financiado pela FAPEMIG

² - Graduando em Agronomia – UFVJM – Diamantina/MG - guto_lepras@hotmail.com; ninhadtna13@hotmail.com ; ademilsonfederal@hotmail.com; nc_schiavon@yahoo.com.br;

³ - Professor UFVJM – Diamantina/MG – cabralfranca@yahoo.com.br;

⁴ – Mestrando PPGPV/UFVJM – Diamantina/MG - moiseslagoa@yahoo.com.br;

⁵ – Doutorando UFV – Viçosa/MG - felipepaolinelli@yahoo.com.br;

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação do glyphosate sobre o crescimento de planta café arábica (Catuaí Vermelho IAC 99) inoculados com fungos micorrízicos arbusculares. Utilizou-se do esquema fatorial 2 x 5, sendo as mudas inoculadas e não inoculadas com o fungo, e 5 subdoses de glyphosate (0,0; 57,6; 115,2; 230,4 e 460,8 g ha⁻¹ de glyphosate), com cinco repetições. Após a germinação efetuou-se a inoculação das plântulas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) e transplantadas para sacolas plásticas contendo substrato composto por solo e esterco curtido (3:1). No estágio de cinco pares de folhas foram plantadas em vasos de 20 L. No estágio de sete pares de folhas as plantas receberam as subdoses de glyphosate e aos 45 dias após a aplicação foram mensuradas: altura, área foliar, volume radicular, matéria seca do caule, folhas e raízes, e colonização radicular. Verificou-se efeito negativo com o aumento das doses de glyphosate sobre as variáveis analisadas. Plantas inoculadas obtiveram menor redução nas variáveis estudadas com aumento da dose de glyphosate que as não inoculadas. A deriva do glyphosate prejudica o crescimento de plantas de café, bem como a micorriza.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, Fungos Micorrízicos Arbusculares, Glyphosate, Deriva.

EFFECT OF GLYPHOSATE DRIFT PLANT GROWTH IN ARABIC COFFEE MYCORRHIZAL

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effects of glyphosate application on growth of Arabica coffee plant (Catuaí Vermelho IAC 99) inoculated with mycorrhizal fungi. We used the 5 x 2 factorial design, with the seedlings inoculated and not inoculated with the fungus, and 5 doses of glyphosate (0,0, 57,6, 115,2, 230,4 and 460,8 g ha⁻¹ glyphosate), with five replicates. After germination performed the inoculation of seedlings with mycorrhizal fungi (*Glomus clarum* and *Gigaspora margarita*) and transplanted into plastic bags containing substrate composed of soil and manure tanned (3:1). In stage five pairs of leaves were planted in pots of 20 L. In stage seven pairs of leaves plants received the reduced rates of glyphosate and 45 days after application were measured: height, leaf area, root volume, dry weight of shoots, leaves and roots, and root colonization. It is made negative with increasing doses of glyphosate on the variables analyzed. Inoculated plants had lower reduction in variables with increased glyphosate rate than non-inoculated. The glyphosate drift affect the growth of coffee plants, as well as mycorrhizae.

Key-words: *Coffea arabica*, mycorrhizal fungi, Glyphosate, Drift

INTRODUÇÃO

O café apresenta grande importância para a economia brasileira, principalmente pelas divisas internacionais que proporciona, além da possibilidade de emprego para grande número de trabalhadores. Apesar do cafeeiro já conquistar significativo patamar no agronegócio brasileiro, os produtores ainda buscam desenvolver a cultura, procurando maior sustentabilidade, qualidade e produtividade para o sucesso da sua lavoura. Contudo, esse maior sucesso da lavoura pode ser alcançado com a otimização das atividades da cadeia produtiva, como o adequado manejo das plantas daninhas. O manejo de plantas daninhas representa custo e, se não utilizado de forma eficiente, pode resultar em interferência das plantas daninhas sobre o crescimento e produtividade do cafeeiro, principalmente durante a implantação ou formação das lavouras (FIALHO et al., 2011; RONCHI et al., 2003). A alternativa a esse problema é o controle químico, destacando-se o glyphosate como herbicida mais utilizado na cafeicultura, devido às suas características físico-químicas, econômicas e ambientais favoráveis. Na pulverização com glyphosate existe a possibilidade da ocorrência de “deriva acidental”. De acordo com França et al. (2010) são constatados vários casos desse fenômeno, identificado como a dispersão de gotas para plantas não alvo, podendo causar intoxicação da cultura. A intoxicação de plantas de café pode variar de acordo com algumas características como: cultivar (FRANÇA et al., 2010; 2013), umidade superficial, idade da folha, estágio de crescimento e outros, que irão influenciar diretamente a absorção e metabolização (SALGADO et al., 2011). Os fungos micorrízicos arbusculares são compostos por filamentos (hifas) que penetram nas

raízes, formando a simbiose denominada micorriza. Esses fungos passam a funcionar como sistema radicular adicional, aumentando a área efetivamente ocupada no solo, melhorando a capacidade das plantas em absorverem nutrientes, beneficiando seu crescimento, desenvolvimento e, conseqüentemente, seu vigor e produtividade (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), aumentando a longevidade das raízes, proteção contra patógenos, favorecendo estabelecimento e sobrevivência da planta no campo (MAIA; SILVEIRA; CAVALCANTE, 2006). Como as micorrizas são sistemas biológicos compartimentalizados (solo, planta, fungo e atmosfera), sofrem enorme influência do ambiente e de inúmeros fatores edáficos de cada componente que influenciam de modo direto ou indireto a formação e o funcionamento da associação. No entanto, muitos podem ser os fatores que influenciam nas associações micorrízicas, como a aplicação de agrotóxicos, a exemplo dos herbicidas que causam impacto sobre a cultura (VIEIRA; SILVA; SILVEIRA, 2007). Pouco se sabe a respeito dos reais efeitos de herbicidas sobre a eficiência da micorriza em planta de café. Todavia, plantas micorrizadas com fungos eficientes são mais vigorosas e melhores nutridas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do glyphosate sobre plantas de café arábica inoculadas com FMAs eficientes e sobre a interação plantas de café FMAs.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na área experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Utilizaram-se sementes de Catuaí Vermelho IAC 99. As sementes, depois de lavadas com solução de hipoclorito de sódio (1%), foram colocadas para germinar em areia autoclavada e, quando se apresentavam na fase de “palito de fósforo”, foram repicadas para sacolas plásticas com substrato adubado. No ato da repicagem, metade das mudas foram inoculadas, aplicando-se 10 g de inoculante por sacola. O inoculante foi composto pela mistura de espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* (1:1), que apresentava aproximadamente 100 esporos por 10g do inoculante. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial 2x5 (sendo o primeiro fator inoculação com fungos micorrízicos arbusculares eficientes e o segundo fator referente à cinco subdoses de glyphosate em simulação de deriva), com cinco repetições. As subdoses testadas foram: 0,0; 57,6; 115,2; 230,4 e 460,8 g ha⁻¹ ingrediente ativo de glyphosate respectivamente, correspondentes a 0, 4, 8, 16 e 32% da dose de 1.440 g ha⁻¹ da formulação de sal de isopropilamina. A unidade experimental constituiu de uma planta de café por vaso. Com quatro a cinco pares de folhas definitivas as mudas foram transplantadas para vasos de 20 L preenchidos com substrato composto por solo peneirado e esterco de curral curtido (3:1). No estágio de sete pares de folhas desenvolvidos, as plantas de café receberam as subdoses de glyphosate. A aplicação do herbicida realizou-se com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂, mantido a pressão constante de 250 kPa, munido com uma barra com duas pontas tipo leque (TT 110.02), espaçadas a 50 cm entre si e proporcionando volume de calda de 200 L ha⁻¹. Ao 0 e 45 dias após a aplicação das subdoses de glyphosate (DAA), foram mensuradas a altura, área foliar, densidade radicular e matéria seca do caule, folhas e raiz das mudas de café. A determinação da porcentagem de colonização procedeu-se com coleta de amostras do sistema radicular da cultura. Essas amostras foram lavadas, retirando-se fragmentos de aproximadamente 1 cm de comprimento das raízes finas. A colonização micorrízica radicular foi estimada pelo método da contagem em placa marcada, após a descoloração e posterior coloração. Para a interpretação dos dados, empregou-se a análise de variância, utilizando-se o teste F ($p \leq 0,05$). Efetuou-se o desdobramento da interação significativa empregando análise de regressão para as doses de glyphosate.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de glyphosate influenciaram negativamente as plantas de café para o incremento de altura, seguindo modelo linear de redução com o aumento da dose do herbicida, sendo uma diminuição de 0,0203 e 0,0062 g para cada g de herbicida aplicado, tanto para as plantas inoculadas como as não inoculadas com FMAs, respectivamente (Figura 1). França et al.(2010a, 2013) constaram que a deriva de glyphosate influenciou negativamente o incremento de altura com o aumento das doses do herbicida para diferentes cultivares de *Coffea arabica*, aos 45 cinco dias após a aplicação. Houve redução no incremento da área foliar com o aumento das doses de glyphosate, seguindo diminuição linear para plantas inoculadas e não inoculadas. As plantas inoculadas apresentaram menor decréscimo em relação a testemunha, sendo de 19,73%, enquanto as não inoculadas sofreram redução de 41,12 % (Figura 1).

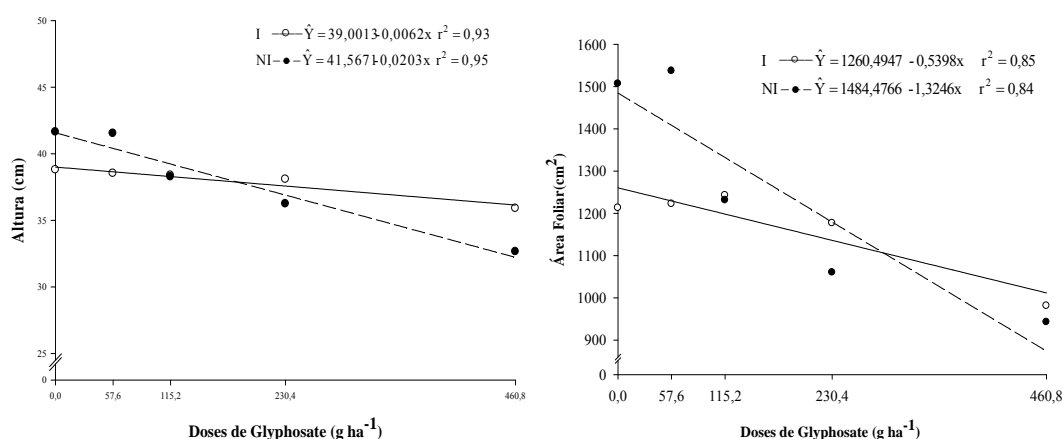


Figura 1—Altura e área foliar de plantas de café (Catuaí Vermelho IAC 99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I), e não inoculadas (NI), após a aplicação de doses do glyphosate simulando deriva.

A matéria seca radicular e do caule também mostraram efeito das doses, sendo que o aumento das doses acarretaram em decréscimo dessas variáveis para ambas as plantas. As plantas de café não inoculadas tiveram maior coeficiente de redução, tendo assim maior perda em relação a sua testemunha quando comparada as perdas das plantas inoculadas com FMAs (Figura 2).

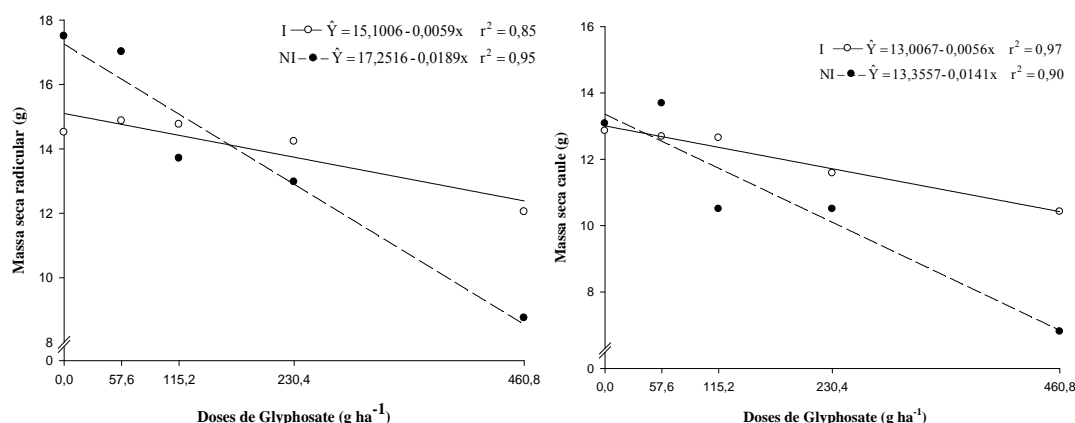


Figura 2—Massa seca radicular e do caule de plantas de café (Catuaí Vermelho IAC-99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I), e não inoculadas (NI), após a aplicação de doses do glyphosate simulando deriva.

O aumento das doses de glyphosate reduziu a massa seca foliar das plantas de café. As plantas inoculadas adquiriram comportamento linear decrescente, diminuindo 0,1505 g para cada g de glyphosate aplicado, as plantas não inoculadas obtiveram uma tendência polinomial quadrático positiva (Figura 3). Tendência similar obtida na matéria seca radicular pode ser visualizada na figura 3, referente ao volume radicular. Verificou-se efeito das doses de glyphosate observando mesma redução linear para esta característica. As reduções para as plantas inoculadas foram menores em comparação as não inoculadas, sendo reduções de 18,26% e 34,53%, para plantas inoculadas e não inoculadas, respectivamente.

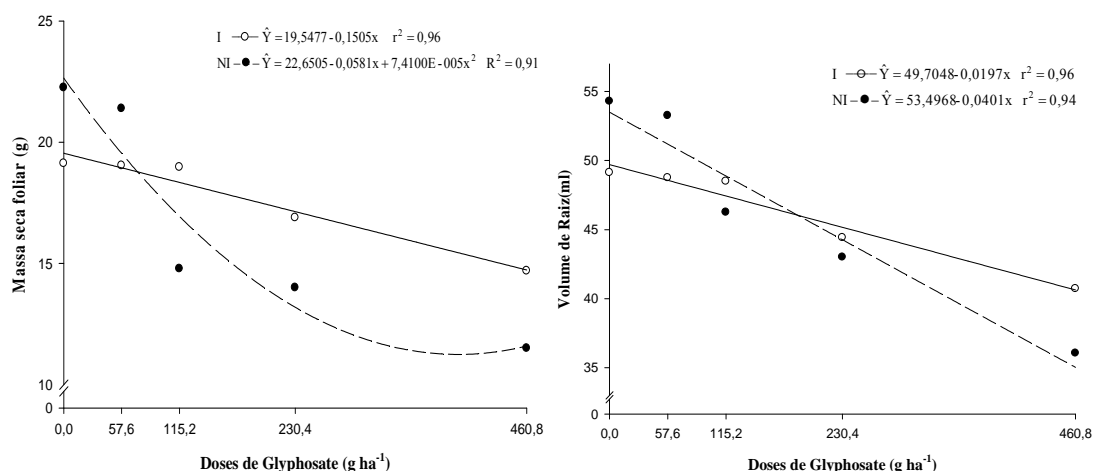


Figura 3 -Massa seca foliar e volume radicular de plantas de café (Catuaí Vermelho IAC-99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I), e não inoculadas (NI), após a aplicação de doses do glyphosate simulando deriva.

O glyphosate é um produto sistêmico, não-seletivo e altamente solúvel em água, e seu mecanismo de ação baseia-se na interrupção da rota do ácido chiquímico, responsável pela produção dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, essenciais para a síntese protéica e divisão celular em regiões meristemáticas das plantas (BRIDGES, 2003). Entre os efeitos do glyphosate podem ser citados: sínteses de ácido indolilacético (IAA) e de outros hormônios vegetais, síntese de clorofila, síntese de fitoalexinas e de lignina, síntese de proteínas, fotossíntese, respiração, transpiração, permeabilidade de membranas (YAMADA; CASTRO, 2007). O ácido indolilacético é uma auxina promotora do crescimento, derivado através de várias etapas do aminoácido triptofano (YAMADA; CASTRO, 2007), como o glyphosate inibe a produção do triptofano, ou seja, o glyphosate bloqueia totalmente a síntese de IAA. Esta menor produção de IAA pode explicar os sintomas do menor desenvolvimento da parte aérea e das raízes das plantas de café com a deriva de glyphosate. A colonização do FMAs foi afetada com o aumento das doses de glyphosate. As plantas inoculadas com o mix de fungos selecionados obtiveram maior colonização das raízes, notando comportamento linear de redução com o aumento da dose. Para as plantas não inoculadas, com as raízes colonizadas apenas por FMAs indígenas (naturais do solo) a colonização foi menor e com comportamento quadrático positivo, com a dose de 301,0 g de glyphosate obtiveram a menor colonização, a partir dessa dose os FMAs nativos começaram a se estabilizar e até com tendência de recuperação (figura 4).

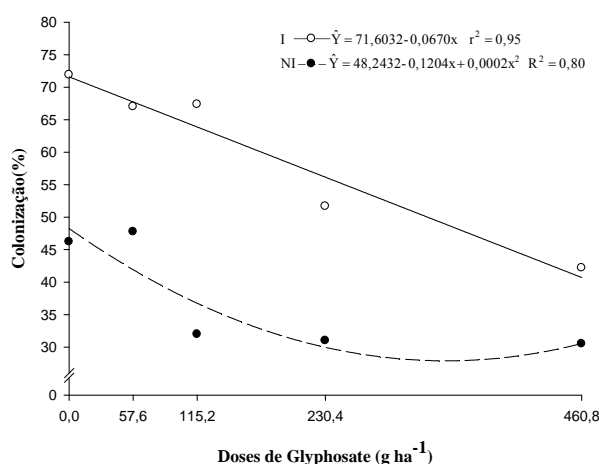


Figura 4 -Colonização de plantas de café (Catuaí Vermelho IAC-99) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) (I), e não inoculadas (NI), em diferentes doses de glyphosate em deriva simulada.

A interferência negativa do glyphosate sobre a associação simbiótica das plantas com os fungos pode ser explicada, mesmo o glyphosate não possuindo atividade no solo devido à sua rápida inativação, pela translocação via floema até o sistema radicular das plantas, onde pode interferir na atividade dos microrganismos endossimbiontes (REIS et al.,

2010). A metabolização desse composto é lenta, sendo cerca de 70% do produto absorvido é rapidamente translocado para os meristemas apicais, sobretudo das raízes (NEUMANN et al., 2006). O glyphosate influencia na interação planta e fungos micorrízicos arbusculares, diminuindo assim colonização desses FMAs e os benefícios dessa simbiose, mesmo com essa interferência as plantas com a inoculação de fungos selecionados se tem maior colonização que as plantas sem inoculação, inoculadas apenas com fungos micorrízicos nativos.

CONCLUSÃO

Pode-se comprovar a importância dos cuidados com aplicação de glyphosate para o controle de plantas daninhas na cultura cafeeira, onde se evidenciam os prejuízos da deriva de glyphosate no crescimento assim como na colonização de FMAs em plantas de café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIDGES, D. C. Mechanism of action of inhibitors of amino acid biosynthesis. In: **Herbicide action course: an intensive course on the activity, selectivity, behavior and fate of herbicides in plants and soil.** West Lafayette: Purdue University, 2003. p. 344-365.
- FIALHO, C.M.T. et al. Interferência de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Coffea arabica*. **Planta Daninha**, v.29, n.1, pp. 137-147, 2011.
- FRANCA, A.C. et al. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.3, pp. 599-607, 2010.
- FRANCA, A.C. et al. Deriva simulada do glyphosate em cultivares de café Acaia e Catucaí. **Planta Daninha**, v.31, n.2, pp. 443-451, 2013.
- MAIA, L.C., SILVEIRA, N.S.S., CAVALCANTE, U.M.T. Interaction between arbuscularmycorrhizal fungi and root pathogens. In Handbook of microbial biofertilizers (M.K. Rai, org.). **The Haworth Press Inc**, New York, p.325-352. 2006.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2ª ed. atual. e ampl. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.
- NEUMANN, G. et al. Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. **J. Plant Dis. Protect**, v. 20, p. 963-969, 2006.
- REIS, M. R. et al. Impacto do glyphosate associado com endossulfan e tebuconazole sobre microrganismos endossimbiontes da soja. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 113-121, 2010.
- RONCHI, C. P. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.
- SALGADO, T. P et al. Sintomas da intoxicação inicial de *Eucalyptus* proporcionados por subdoses de glyphosate aplicadas no caule ou nas folhas. **Planta Daninha**, v.29, n.4, pp. 913-922, 2011.
- VIEIRA, R. F.; SILVA, C. M. M. S.; SILVEIRA, A. P. D. Soil microbial biomass C and symbiotic processes associated with soybean after sulfentrazone herbicide application. **Plant Soil**, v. 300, n. 1, p. 95-103, 2007.
- YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. **International Plant Nutrition Institute**. Encarte técnico, informações agronômicas nº 119, Piracicaba-SP, 2007, p 2-14.