

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI – UFVJM**

EDIMILSONALVESBARBOSA

**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE JOVENS DE CAFÉ
TRATADAS COM SUBDOSES DE GLYPHOSATE**

DIAMANTINA - MG

2013

EDIMILSON ALVES BARBOSA

**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE JOVENS DE CAFÉ
TRATADAS COM SUBDOSES DE GLYPHOSATE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. André Cabral França

DIAMANTINA - MG

2013

**CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS DE JOVENS DE CAFÉ TRATADAS
COM SUBDOSES DE GLYPHOSATE**

EDIMILSON ALVES BARBOSA

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 29 de Julho de 2013

Prof. Dr. Evander Alves Ferreira- UFVJM

Prof. Dr. Cláudio Pagotto Ronchi -UFV

Prof. Dr. André Cabral França – UFVJM

Presidente

DIAMANTINA - MG

2013

OFEREÇO

Aos meus pais, Zenildo e Rita, aos meus irmãos, Edina e Eugênio, amigos e professores que estiveram comigo em todo esse percurso.

DEDICO

A Deus primeiramente, e a todas as pessoas que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo discernimento da vocação e pela força que me foi concedida e, sobretudo pela graça da vida.

Ao professor Dr. André Cabral França, pela amizade, orientação e exemplo de profissional.

Ao professor Dr. Enilson de Barros Silva, pela amizade, conselhos e coorientação.

Aos professores Drs. Evander Alves Ferreira e José Barbosa dos Santos, pela amizade, conselhos e por estar sempre dispostos a ajudar quando precisei.

Aos colegas Christiano, Samuel, Raoni, Francisco, Miriã, Blenda, Tatiane, Moisés e Amanda, pelo companheirismo nos estudos das disciplinas.

A minha namorada Ariane, pelo carinho atenção e companheirismo.

Aos amigos dos tempos de graduação, principalmente Antonio, Rafael, Christiano, Gustavo, Leandro e Débora.

Aos companheiros do grupo de estudos NECAF, pela amizade, ensinamentos e apoio nos trabalhos.

Aos colegas, Christiano, Ana Flavia, Sarah, Natalia, Ademilson, Bruna, Nycolas, Ariane e Samuel pela ajuda nos experimentos.

Aos laboratoristas, Fabiano, Rafael, Lindomar e Abraão, pelo apoio.

Aos professores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pelos ensinamentos.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de Bolsa de Estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro na execução deste trabalho.

A todos os amigos e familiares pelo apoio pelo apoio de sempre, aos quais dedico esta conquista.

Obrigado!

RESUMO

BARBOSA, E. A. **Crescimento e nutrição de plantas de jovens de café tratadas com subdoses de glyphosate**. 2013. 33p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o os efeitos das vias de absorção de subdoses de glyphosate no crescimento e na nutrição de plantas jovens de café. Para isso, plantas de café foram cultivadas em solução hidropônica durante 50 dias após a aplicação (DAA) do herbicida. O trabalho foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC), com esquema fatorial 2x4 sendo o primeiro fator referente à via de absorção foliar e radicular e o segundo à avaliação do efeito das doses de glyphosate utilizadas: 0; 115,2; 230,4; e 460,8 g ha⁻¹ correspondentes a 0; 8; 16 e 32 % da dose de 1440 g ha⁻¹ da formulação sal de isopropilamina, com 7 repetições. Os sintomas de intoxicação foram caracterizados por

clorose e estreitamento do limbo foliar e atingiram 50 e 70% para a absorção radicular e foliar, respectivamente. Com o aumento das doses do herbicida até 460,8 g ha⁻¹ ocorreram reduções do comprimento do caule, do número de folhas, da área foliar, da razão de massa foliar, da relação parte aérea raiz, do comprimento das raízes e das massas seca das folhas, do caule, das raízes e total. O número de folhas; área foliar; massa seca da raiz, caule, folha e total e a razão de massa foliar foram menores quando o herbicida foi absorvido pelas folhas. As vias de absorção e as subdoses de glyphosate não alteraram o comportamento do K na planta, mas prejudicaram o desempenho do N, P, Ca e Mg, sendo todos os efeitos mais acentuados quando o herbicida foi absorvido pela parte aérea em relação à absorção radicular. Conclui-se que as vias de absorção e as subdoses de glyphosate não interferem no desempenho do K em plantas jovens de café em condições hidropônicas, mas comprometem o comportamento do N, P, Ca e Mg, reduzindo o crescimento dessas plantas. A absorção e ou translocação do glyphosate é mais eficiente quando absorvido via foliar.

Palavras-Chave: Herbicida, *Coffea arabica*, vias de absorção.

ABSTRACT

BARBOSA, E. A. **Growth and nutrition of young coffee plants treated with reduced rates of glyphosate.** 2013. 33p. (Dissertation - Master in Plant Science) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

The objective of this work was to evaluate the effects of absorption pathways of reduced rates of glyphosate on growth and nutrition of young coffee plants. For this, coffee plants were grown in hydroponic solution for 50 days after application (DAA) of the herbicide. The study was conducted in a randomized block design (RBD) with a 2x4 factorial design with the first factor related to the route of foliar and root absorption and the second to Assessment methodology effect of glyphosate doses used: 0, 115.2, 230.4; and 460.8 g ha⁻¹ corresponding to 0, 8, 16 and 32% of the dose of 1440 g ha⁻¹ isopropylamine salt formulation with 7 replicates. Symptoms of poisoning were characterized by chlorosis and narrowing of the leaf blade 50 and reached 70% for foliar and root uptake, respectively. With increasing rates of the herbicide to 460.8 g ha⁻¹ occurred reductions in stem length, leaf number, leaf area, the leaf mass ratio, the root shoot ratio, the length of roots and masses dried leaves,

stem, roots and all. The number of leaves, leaf area, dry weight of root, stem, leaf, every and leaf weight ratio were lower when the herbicide was absorbed by the leaves. Absorption pathways and reduced rates of glyphosate did not alter the behavior of K in the plant, but impaired performance of N, P, Ca and Mg, with all the effects more pronounced when the herbicide was absorbed by the air in relation to root uptake. Conclude that the process of absorption and reduced rates of glyphosate not interfere with the performance of the K young coffee in hydroponic conditions, but compromise the behavior of N, P, Ca, Mg, reducing the growth of these plants. The uptake or translocation of glyphosate and is most effective when absorbed through the leaves.

Keywords: Herbicide, *Coffea Arabica*, absorption pathways.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I.

Tabela 1: Número de folhas de plantas jovens de café em função do local de aplicação de subdoses de glyphosate, aos 50 dias após a aplicação.....	13
---	----

ARTIGO CIENTÍFICO II.

Tabela 1: Teor foliar e alocação de Mg nas folhas de plantas jovens de café de café submetidas à diferentes locais de aplicação de glyphosate, aos 50 dias após a aplicação.....	24
Tabela 2: Teores foliares de N e clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e total de plantas jovens de café de café submetidas à diferentes locais de aplicação de glyphosate, aos 50 dias após a aplicação.....	26
Tabela 3 Eficiência de translocação de P e Alocação de Ca nas folhas em plantas jovens de café de café submetidas a diferentes locais de aplicação de glyphosate, aos 50 dias após a aplicação.....	27

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO I.

- Figura 1 Altura (A), relação parte aérea raiz (B), comprimento de raízes (C), número de folhas (D), massa seca foliar (E), massa seca do caule (F), massa seca de raiz (G), massa seca total (H), área foliar (I), Razão de massa foliar (J), razão de área foliar (K) e área foliar específica (L) de plantas jovens de café submetidas a diferentes doses de glyphosate, aos 50 dias após a aplicação.....11

ARTIGO CIENTÍFICO II.

- Figura 1 *Figura 1:* Eficiência de absorção de Mg nas folhas (A), intoxicação (B), teores foliares de N e clorofila *a*, *b* e total (C), teores foliares de P (D), eficiência de utilização de P (E), eficiência de produção de raízes pelo fósforo (F), eficiência de utilização de Ca (G), de plantas jovens de café submetidas a diferentes doses de glyphosate, aos 50 dias após a aplicação.....23

SUMÁRIO

RESUMO.....	Iii
ABSTRACT.....	Iv
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	Vi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
ARTIGO CIENTÍFICO I. Crescimento de plantas jovens de café em condições hidropônicas submetidas à subdoses de glyphosate.....	6
Resumo.....	6
Introdução.....	7
Material e métodos.....	8
Resultados e discussão.....	10
Conclusão.....	15
Abstract.....	15
Referências bibliográficas.....	16
ARTIGO CIENTÍFICO II. Influência de subdoses e dolocal de aplicação de glyphosate na absorção, translocação e utilização de macronutrientes em plantas jovens de café.....	18
Resumo.....	18
Introdução.....	19
Material e métodos.....	20
Resultados e discussão.....	22
Conclusão.....	27
Abstract.....	28
Referências bibliográficas.....	28
CONCLUSÃO GERAL.....	31
ANEXOS.....	32

INTRODUÇÃO GERAL

O café é uma das mais importantes *commodities* internacionais da agricultura, pois gera cerca de US\$ 90 bilhões a cada ano e sua cadeia produtiva completa envolve cerca de 500 milhões de pessoas (Antunes *et al.*, 2008). O Brasil, maior produtor e exportador mundial de café, possui 2341,73 mil hectares plantadas com a cultura (Conab, 2013).

O gênero *Coffea* apresenta aproximadamente 103 espécies, no entanto, *C. arabica* L. (café arábica) e *C. canephora* Pierre (café robusta) são as que se destacam comercialmente (Davis *et al.*, 2006). A produção nacional de café arábica é estimada em 36.407,6 mil sacas, o que corresponde a 74,9% do volume de café produzido no país, e tem como maior produtor o estado de Minas Gerais com 25,21 milhões de sacas, onde também se conseguem as maiores produtividades (Conab, 2013).

Apesar da alta produção a produtividade média brasileira é de apenas 17,38 sacas ha⁻¹, quando comparado com o potencial produtivo das variedades que é superior a 40 sacas ha⁻¹ de café beneficiado (CONAB, 2009). Os principais fatores responsáveis por essa baixa produtividade são o cultivo de lavouras antigas e depauperadas, a bienalidade de produção, as oscilações nos preços internacionais do café, estresses abiótico e biótico, baixa tecnologia de produção, deficiências nutricionais e problemas relacionados ao manejo da cultura (Caixeta *et al.*, 2008).

O manejo das plantas daninhas se destaca entre os problemas encontrados pelos cafeicultores para alcançar maiores produtividades (Silva *et al.*, 2008). As plantas de café são sensíveis à interferência das plantas daninhas, que mesmo em baixas densidades podem provocar decréscimos consideráveis no conteúdo relativo de nutrientes de plantas de café (Ronchi *et al.*, 2003). As plantas daninhas competem pelos recursos do meio tornandoos escassos às plantas de café. Além disso, dificultam a colheita e os tratos culturais (Silva; Ronchi, 2008), tornando o manejo das plantas daninhas uma das principais práticas na lavoura de café.

A competição de plantas daninhas é mais severa durante a formação da lavoura de café (dois primeiros anos) e nos meses de outubro a março (período chuvoso), época que coincide com a frutificação do cafeeiro (Silva; Ronchi, 2008). A razão de massa radicular e razão sistema radicular parte aérea de plantas jovens de café se correlacionam negativamente com a densidade de plantas daninhas (Fialho *et al.*, 2011). São relatadas diferentes proporções de perda pela interferência das plantas daninhas: 28% (Merino *et al.*, 1996), 24% (Moraima *et al.*, 2000) e 65% (Eshetu, 2001) e 92 % (Lemes *et al.*, 2010). Assim, o controle de plantas daninhas é uma prática essencial nas lavouras de café.

Entre os métodos de controle de plantas daninhas, o químico se destaca por ser uma técnica possível de ser realizada em períodos chuvosos, pouco dispendiosa e de fácil aplicação quando comparada ao controle manual, considerando principalmente a escassez de mão-de-obra. Entretanto são escassas as opções de herbicidas seletivos registrados para a cultura do café (Ronchi *et al.*, 2003). Diante das disso, os produtores utilizam herbicidas não-seletivos aplicados em jato-dirigido, sobre as plantas daninhas, a fim de evitar o contato das gotas aspergidas com a cultura.

Assim, a aplicação de glyphosate [N-(fosfonometil)glicina], é um método muito utilizado no controle de plantas invasoras em cafezais em aplicações dirigidas. Este herbicida é altamente translocável, o que proporciona a morte de raízes e estruturas reprodutivas (Kruse *et al.*, 2000), além de apresentar alta sorção no solo, baixa pressão de vapor, flexibilidade de aplicação, controle de grande número de espécies de plantas daninhas, mono e dicotiledôneas (anuais e perenes) e baixa toxicidade para mamíferos e aos organismos aquáticos e proporcionar baixo custo por aplicação (Green, 2007).

Por não ser seletivo, nas aplicações dirigidas de glyphosate deve se atentar para os cuidados com a tecnologia de aplicação (pontas, pressão de trabalho, altura da barra e velocidade do vento), evitando a deriva, que é o contato das gotas menores e propensas ao arrastamento pelo vento, atingindo as folhas das plantas (Rodrigues *et al.*, 2003; Ronchi; Silva, 2004). Entretanto, mesmo com todos os cuidados com a tecnologia de aplicação são constatados casos de intoxicação de plantas de café (Ronchi; Silva, 2004), onde se identificam alguns sintomas típicos. Tais sintomas são clorose em folhas mais novas, podendo associar-se a sintomas de deficiências nutricionais como N, Fe e Mn, emissão de folhas atrofiadas (Yamada; Castro, 2007), estreitamento do limbo foliar e folhas pequenas (França *et al.*, 2010a).

O glyphosate pode ser exsudado pelo sistema radicular das plantas (Coupland; Caseley, 1979; Rodrigues *et al.*, 1982) e apesar de ser altamente adsorvido ao solo, pode ser absorvido pelas plantas. Rodrigues *et al.*, 1982, identificaram absorção de glyphosate na cultura do milho, após a exsudação desse herbicida por plantas de trigo. Alguns trabalhos foram feitos avaliando os efeitos da deriva do glyphosate em plantas de café. Em outros avaliou-se o efeito do glyphosate nos teores foliares de nutrientes das plantas, como soja resistente (Perim *et al.*, 2011), soja convencional (Serra *et al.*, 2011), café (França *et al.*, 2010b). Entretanto são escassos os trabalhos que avaliam o efeito das vias de absorção de subdoses de glyphosate.

Diante da frequência e da importância do uso do glyphosate nas lavouras cafeeiras, tornam-se relevantes estudos para avaliar o impacto desse herbicida no crescimento e na nutrição de plantas de café, bem como identificar sintomas de intoxicação e relacioná-los com deficiências nutricionais da espécie. Com o intuito de avaliar os efeitos das vias de absorção de glyphosate no crescimento e na nutrição de plantas de café (*Coffea arabica* L.), realizou-se este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, W. C. et al. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals Of Applied biology*. v. 153, n. 1, p. 33-40, 2008.
- CAIXETA, G. Z. T. et al. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. *Informe Agropec.*, v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. [11/07/2009]. (<http://www.conab.gov.br>).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. [16/07/2013]. (<http://www.conab.gov.br>).
- COUPLAND, D.; CASELEY, J. C. Presence of ¹⁴C activity in root exudates and guttation fluid from *Agropyron repens* treated with ¹⁴C-labelled glyphosate. *New Phytol.*, v. 83, n. 1, p. 17-22, 1979.
- DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Botanical Journal Of The Linnean* v. 152, p. 465-512, 2006.
- ESHETU, T. Weed flora and weed control practices in coffee. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 19, 2001, Trieste, Colloque... Paris: ASIC, 2001. p. 1 - 9.
- FIALHO, C.M.T.; FRANÇA, A.C.; TIRONI, S.P.; RONCHI, C.P.; SILVA, A.A. Interferência de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Coffea arábica*. *Planta Daninha*, v. 29, n. 1, p. 137-147, 2011.
- FRANÇA, A.C.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; GALON, L.; VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. *Planta Daninha*, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2010a.
- FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; D'ANTONINO, L.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; RONCHI, C. P. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. *Planta Daninha*, v. 28, n. 4, p. 877-885, 2010b.
- GREEN, J. M. Review of glyphosate and ALS-inibiting herbicide crop resistance and resistant weed management. *Weed Technol.*, v. 21, n. 2, p. 547-558, 2007.
- KRUSE, N.D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPS: Revisão de literatura. *Revista brasileira de herbicidas*, v. 1 n. 2, p. 139-146, 2000.
- LEMES, L. N. et al. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. v. 5, n. 10, p. 1138-1143, 2010.
- MERINO, M. C. I.; RAMIRES, A. R.; IBARRA, E. L. Study on critical periods for interspecific competition, weeds-coffee. In: SIMPOSIO SOBRE CAFEICULTURA LATINOAMERICANA, 17, 1996, San Salvador. Resumem... Tegucigalpa: IICA, 1996. 15 p.

- MORAIMA, G. S. et al. A contribution to determine critical levels of weed interference in coffee crops of Monagas state, Venezuela. *Bioagro*, v. 12, p. 63-70, 2000.
- PERIM, P; PRANDO, M. B; ROSOLEM, C. A. Cinética de absorção de fósforo em soja transgênica após a aplicação de glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.10, n.2, p.143-150. 2011.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de Herbicidas. 5. ed. Londrina: IAPAR, 2005. 592 p.
- RODRIGUES, G. J. et al. Eficiência de uma barra de pulverização para a aplicação de herbicidas em lavouras de café em formação. *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 459-465, 2003.
- RODRIGUES, J. F. V.; WORSHAM, A. 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 Sci.*, v. 30, p. 316-320, 1982.
- 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.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Weed control in young coffee plantations through post-emergence herbicide application onto total area. *Planta Daninha*, v. 22, n. 4, p. 607- 615, 2004.
- SERRA, A. P; MARCHETT, M. E.; CANDIDO, A. C. S., DIAS, A. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Influência do glifosato na eficiência nutricional do nitrogênio, manganês, ferro, cobre e zinco em soja resistente ao glifosato. *Ciência Rural*, v.41, n.1, 2011.
- SILVA, A. A.; RONCHI, C. P. Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de café. In: TOMAZ, M. A. et al. (Eds.). *Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre: UFES, 2008. p. 251-268.
- YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. *INPI - International Plant Nutrition Institute*, n. 119, p. 1- 32, 2007.

ARTIGO CIENTÍFICO I: NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA BIOSCIENCE
JOURNAL

Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#authorGuidelines>

Crescimento de plantas jovens de café em condições hidropônicas submetidas à subdoses de glyphosate

Growth of young coffee plants in hydroponic conditions subject to reduced rates of glyphosate

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as vias de absorção de subdoses de glyphosate no crescimento inicial de plantas de café em condições hidropônicas. Portanto, aplicou-se em dois locais distintos (na solução hidropônica e na parte aérea das plantas) quatro doses (0; 115,2; 230,4; e 460,8 g ha⁻¹) de glyphosate. Passados 50 dias após a aplicação do herbicida as plantas foram coletadas e avaliadas quanto a: área foliar; diâmetro do coleto; comprimento do caule; número de folhas; comprimento de raízes; massa seca na folha, no caule e na raiz. Mediante tais medições calculou-se os índices: relação parte aérea raiz, razão de área foliar, área foliar específica e as razões de massa foliar, caulinar e radicular. A partir da subdose de 115,2 g ha⁻¹ de glyphosate aplicadas em plantas jovens de café em condições hidropônicas observaram-se reduções do comprimento do caule, do número de folhas, da área foliar, da razão de massa foliar, da relação parte aérea raiz, do comprimento das raízes e das massas seca das folhas, do caule, das raízes e total. O número de folhas; área foliar; massa seca da raiz, caule, folha e total e a razão de massa foliar foram menores nos tratamentos que receberam a aplicação do herbicida na parte aérea, quando comparado às parcelas onde o mesmo foi aplicado na solução de cultivo. Com o aumento das subdoses de glyphosate a razão de área foliar e a área foliar específica tiveram seus valores aumentados quando o herbicida foi aplicado nas folhas. Assim, conclui-se que subdoses de glyphosate aplicadas em plantas jovens de café em condições hidropônicas prejudicam o seu crescimento e que esses efeitos acentuam-se com o aumento da doses e quando o herbicida é absorvido pelas folhas em comparação com a absorção radicular.

PALAVRAS-CHAVE: herbicida, *Coffea arabica*, deriva, EPSPs.

INTRODUÇÃO

A planta de café, assim como as culturas perenes, de maneira geral apresenta o crescimento inicial lento. Assim, as plantas daninhas mesmo em baixas densidades podem provocar decréscimos consideráveis no conteúdo relativo de nutrientes de plantas de café, principalmente nas plantas mais jovens (RONCHI *et al.*, 2003). A colheita e os tratos culturais também são dificultados, o que torna o manejo das plantas daninhas uma das principais práticas efetuadas na lavoura de café.

O controle químico se destaca entre os métodos de controle de plantas daninhas em cafezais, pois é uma técnica possível de ser realizada em períodos chuvosos, é pouco dispendiosa e de fácil aplicação quando comparada ao controle manual, considerando principalmente a escassez de mão-de-obra. Entretanto, são escassas as opções de herbicidas seletivos registrados para a cultura do café (Ronchi *et al.*, 2003). Assim, a aplicação de glyphosate, um herbicida sistêmico, facilmente translocável, que proporciona a morte de raízes e estruturas de reserva (Kruse *et al.*, 2000), costuma ser um método muito utilizado no controle de plantas daninhas em cafezais. Todavia, no momento da aplicação é comum a ocorrência de deriva, que se caracteriza por uma pequena porcentagem da dose aplicada na planta alvo que se desloca em função de ventos fortes e falhas na tecnologia de aplicação para a planta não-alvo (Ronchi; Silva, 2004). Entretanto mesmo com todos os cuidados com a tecnologia de aplicação, são constatados casos de intoxicação de plantas de café (Ronchi; Silva, 2004) e por ser altamente sistêmico, o glyphosate transloca na planta podendo interferir em seu desenvolvimento, mesmo em pequenas doses.

Alguns trabalhos têm demonstrado o efeito do glyphosate na redução do crescimento das plantas. França *et al.*, (2010), identificaram efeito de subdoses de glyphosate nas variáveis, altura, área foliar, número de ramos plagiotrópicos, massa seca de folhas, caule e raízes, densidade e comprimento radicular de plantas de café. Outro efeito encontrado em plantas sob deriva de glyphosate é o denominado “hormesis”, que consiste no estímulo do crescimento de plantas em função de baixas doses desse herbicida (Veliniet *et al.*, 2010). Foram identificados estímulos no crescimento em soja transgênica e susceptível ao glyphosate (Veliniet *et al.*, 2008), cevada (Cedergreenet *et al.*, 2008), *Pinus caribea* (Veliniet *et al.*, 2008) e café (França *et al.*, 2010).

Além da deriva, outro fenômeno que pode ocorrer com o glyphosate é a passagem do mesmo das plantas alvo para plantas não alvo via rizosfera. Tuffi Santos *et al.*, (2008), trabalhando com solo arenoso e argiloso em quatro épocas de amostragem após a aplicação, e dois clones de eucalipto, encontraram ¹⁴C-glyphosate nos tecidos dessa cultura aos 2, 8, 16 e 24 dias após a aplicação do herbicida em plantas de braquiária, independentemente do tipo de

solo e do clone utilizado. Entretanto as concentrações foram baixas, não ocorrendo intoxicação à cultura. Allister *et al.*, (2005) identificaram em condições hidropônicas que plantas de milho foram mais sensíveis à aplicação do glyphosate na parte aérea do que quando aplicado na área radicular

Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as vias de absorção de subdoses de glyphosate no crescimento inicial de plantas de café em condições hidropônicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação durante o período de dezembro de 2012 a abril de 2013, no Departamento de Agronomia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina-MG.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com esquema fatorial 2x4 sendo o primeiro fator referente a via de absorção, foliar e radicular; e o segundo; subdoses de glyphosate utilizadas: 0,0; 115,2; 230,4; e 460,8 g ha⁻¹ correspondentes a 0; 8; 16 e 32% da dose de 1440 g ha⁻¹ da formulação sal de isopropilamina, com sete repetições. A unidade experimental constituiu-se de um vaso com uma muda de café, cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, cultivada em sistema hidropônico.

As sementes foram colocadas para germinar em caixa de areia lavada e quando estavam na fase palito de fósforo foram transferidas para uma bandeja contendo ¼ da concentração dos nutrientes para adaptação das plantas. Semanalmente foram feitas quatro trocas sucessivas e crescentes até a concentração final da solução de Hoogland e Arnon (1938).

Quando apresentavam dois pares de folhas completamente desenvolvidas as mudas foram transferidas para os vasos contendo 2,0 L da solução hidropônica. Os vasos foram tampados por um isopor de 1 cm de espessura, apresentando neste um corte de maneira a possibilitar a inserção da raiz na solução e outro furo para entrada da mangueira que conduzia o ar.

As plantas permaneceram nos vasos por uma semana, posteriormente receberam as doses de glyphosate nas folhas e na solução hidropônica. Para a aplicação do herbicida, as plantas e os vasos contendo a solução hidropônica foram enfileirados e cada dose foi aplicada de uma vez, começando pelas menores. A aplicação do herbicida foi realizada utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO₂, calibrado na pressão constante de 250 kPa, munido de uma barra, com uma ponta de pulverização tipo leque (TT 11002), o que proporcionou aplicação de 200 L ha⁻¹ de calda.

Passados 50 dias após a aplicação (DAA) do glyphosate foi feita a porcentagem de intoxicação das plantas de café pelo herbicida em relação à testemunha, empregando-se a escala de 0 a 100%, em que 0 corresponde à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte das plantas (Frans, 1972). No mesmo dia as plantas foram coletadas e avaliadas quanto a: área foliar; diâmetro do coleto; altura; número de folhas; comprimento de raízes; massa seca de folha, caule e raiz. A partir dos valores obtidos por meio das medições calculou-se os índices relação parte aérea/raiz, razão de área foliar, área foliar específica e as razões de massa foliar, caulinar e radicular segundo Benincasa (2003), de acordo com as seguintes fórmulas:

Relação parte aérea raiz(g/g) = (massa seca da parte aérea/massa seca raiz);

Razão de área foliar (cm²/g) = (área foliar/massa seca total);

Área foliar específica (cm²/g) = (área foliar/massa seca das folhas);

Razão de massa foliar (g/g) = (massa seca foliar/massa seca total);

Razão de massa caulinar (g/g) = (massa seca caulinar/massa seca total)

Razão de massa radicular (g/g) = (massa seca raiz/massa seca total)

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as variáveis comparadas por análise de regressão, com a escolha dos modelos baseada na sua significância, no fenômeno biológico e no coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis diâmetro do coleto e razão de massa caulinar avaliadas aos 50 dias após a aplicação (DAA) não foram alteradas pelos fatores testados. Independentemente do local de aplicação as doses do herbicida afetaram a altura, a relação parte aérea/raiz e o comprimento das raízes. A altura das plantas de café foi reduzida linearmente com o aumento da dose e cada grama de glyphosate proporcionou a redução de 0,0025 cm (Figura 1a). Sabe-se que o glyphosate inibe a síntese do hormônio de crescimento, a auxina, uma vez que inibi o seu precursor, o triptofano (Marschner, 1995). Assim, são comuns os relatos como o de França *et al.*, (2010), que demonstram redução no crescimento de plantas tratadas com esse herbicida.

A