

JEFFERSON LUIZ MARCIANO DO NASCIMENTO

**EFEITO DO FERTIACYL NA PROTEÇÃO DE PLANTAS DE CAFÉ  
ATINGIDAS POR HERBICIDAS E NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

N244e  
2018

Nascimento, Jefferson Luiz Marciano do, 1990-  
Efeito do Fertiactyl na proteção de plantas de café atingidas  
por herbicidas e no controle de plantas daninhas / Jefferson Luiz  
Marciano do Nascimento. – Viçosa, MG, 2018.  
x, 58f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Lino Roberto Ferreira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Adubos e fertilizantes - Aplicação. 2. Herbicidas.  
3. Plantas - Efeito dos herbicidas. 4. Antídotos. 5. Ervas  
daninhas - Controle. 6. Café - Doenças e pragas. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

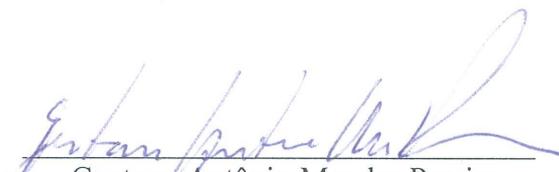
CDD 22. ed. 631.81

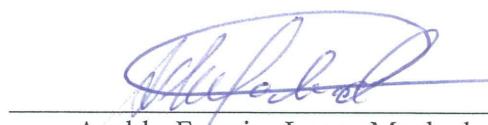
JEFFERSON LUIZ MARCIANO DO NASCIMENTO

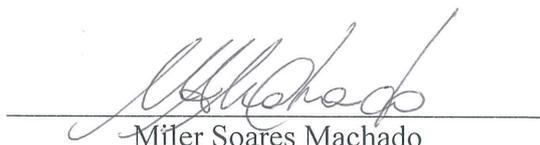
**EFEITO DO FERTIACYL NA PROTEÇÃO DE PLANTAS DE CAFÉ  
ATINGIDAS POR HERBICIDAS E NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de fevereiro de 2018.

  
Gustavo Antônio Mendes Pereira

  
Aroldo Ferreira Lopes Machado

  
Miler Soares Machado  
(Coorientador)

  
Lino Roberto Ferreira  
(Orientador)

A Deus criador, meus pais Stella e Sebastião, meu irmão Gabriel, minha noiva Nayara, fundamentais para o logro desta conquista.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, criador e provedor de toda graça.

Aos meus pais Stella e Sebastião, pela fundamentação do homem que me tornei.

Ao meu irmão Gabriel que contribuiu para meu crescimento e desenvolvimento, sendo para mim um exemplo de determinação.

À minha noiva Nayara que tornou meus dias em Viçosa muito mais agradáveis e aprazíveis.

Aos meus parentes e amigos que desde meu nascimento vêm ajudando-me a escrever minha história de vida. Em especial ao amigo Geovani do Carmo por sua perene amizade.

Ao novo amigo e orientador Lino Roberto Ferreira, pela orientação e por acreditar em meu potencial. Agradeço Miler Soares Machado por trazer grandes contribuições no momento de redigir a dissertação.

À equipe do Laboratório de Manejo Integrado de Plantas Daninhas, especialmente ao parceiro Rodrigo Cabral Adriano que colaborou bastante no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos funcionários da UFV, especialmente ao técnico em Agropecuária Luís Henrique Lopes de Freitas, que contribuíram sobremaneira para a conclusão deste trabalho.

Meus cumprimentos aos membros da banca que dispuseram de seu tempo para com isso agregar mais conhecimento à dissertação.

À cidade de Viçosa, a qual criei grande apreço, e pela belíssima Universidade Federal de Viçosa, que por mim é considerada como um divisor do que eu era antes de nela ingressar e do que sou ao dela me despedir.

À todos os professores da graduação e pós-graduação, e em especial ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de dar continuidade ao meu aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Estendo meus agradecimentos àqueles os quais me esqueci, mas que marcaram com sua presença e atitudes para a finalização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

JEFFERSON LUIZ MARCIANO DO NASCIMENTO, filho de Sebastião Raimundo do Nascimento e Stella Maris Marciano do Nascimento, nasceu em 04 de abril de 1990 em Barbacena, Minas Gerais.

Em 2009, ingressou na Universidade Federal de Viçosa para cursar Agronomia, graduou-se Engenheiro Agrônomo em janeiro de 2016. No mês de março do mesmo ano, iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa (DFT/UFV), submetendo-se à defesa de dissertação no dia 27 de fevereiro de 2018.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	5
<b>Doses e épocas de aplicação de Fertiactyl na proteção de plantas de café contra a intoxicação por glyphosate</b> .....	<b>9</b>
Resumo.....	9
Abstract .....	10
Introdução.....	11
Material e Métodos .....	12
Resultados e discussão .....	14
Conclusão .....	23
Referências bibliográficas .....	23
<b>Impacto da mistura em tanque de Fertiactyl com glyphosate no controle de plantas daninhas</b> .....	<b>28</b>
Resumo.....	28
Abstract .....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos .....	31
Resultados e discussão .....	32
Conclusão .....	37
Referências bibliográficas .....	37
<b>Tolerância de plantas jovens de café a herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura com o Fertiactyl</b> .....	<b>40</b>
Resumo.....	40
Abstract .....	41
Introdução.....	42
Material e Métodos .....	43
Resultados e discussão .....	45

Conclusão .....	52
Referências bibliográficas .....	53
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>58</b>

## RESUMO

NASCIMENTO, Jefferson Luiz Marciano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Efeito do Fertiactyl na proteção de plantas de café atingidas por herbicidas e no controle de plantas daninhas.** Orientador: Lino Roberto Ferreira. Coorientador: Miler Soares Machado.

O manejo das plantas daninhas constitui-se como atividade relevante no sistema de produção de café, uma vez que elas exercem efeitos antagônicos na produção do cafeeiro, pois além de competirem pela água e por nutrientes, interferem grandemente nas práticas culturais, como fertilização, manejo de pragas e colheita. Nas entrelinhas do cafeeiro, o manejo do mato pode ser realizado com herbicidas, enxadas ou com roçadoras. Para o manejo na linha tem-se o herbicida oxyfluorfen aplicado em pré-emergência das plantas daninhas, entretanto, são poucos os herbicidas de ação pré-emergente comprovadamente seletivos ao cafeeiro. Outra opção, são aqueles aplicados em pós-emergência, como por exemplo, os inibidores da Acetil CoA carboxilase (fluazifop-p-butyl). E por último, considerado o herbicida mais utilizado pelos cafeicultores, destaca-se o glyphosate aplicado de forma dirigida. Todavia, há relatos de trabalhos e evidências no campo, demonstrando que a deriva do glyphosate pode intoxicar as plantas, prejudicando o crescimento, seu status nutricional e a sua atividade fotossintética. A aplicação de substâncias que protegem contra o efeito tóxico dos herbicidas tem sido adotada para algumas culturas, como soja, eucalipto e cenoura. Como possibilidade de uso, aponta-se o Fertiactyl, sendo este, um fertilizante foliar que promove efeitos funcionais, fisiológicos e nutricionais às plantas. Diante disso, objetivou-se avaliar a eficiência do Fertiactyl na proteção de plantas de café atingidas por diferentes herbicidas, e seu efeito sobre o controle de plantas daninhas submetidas à aplicação do glyphosate. Foram conduzidos três experimentos em vasos: o primeiro com o intuito de determinar a época e a dose de aplicação do Fertiactyl na proteção de plantas de café contra a intoxicação por glyphosate; o segundo visando avaliar o efeito do Fertiactyl quando aplicado em mistura com o glyphosate no controle de plantas daninhas; e o terceiro para avaliar a tolerância de mudas de café recém-transplantadas a herbicidas com e sem o Fertiactyl. No primeiro experimento observou-se que o Fertiactyl aplicado em mistura com o glyphosate se mostrou eficiente em diminuir os danos causados pelo herbicida ao cafeeiro, sendo constatado que, para maior proteção conferida pelo Fertiactyl foi necessário levar em consideração sua dose e a do glyphosate utilizada. Sendo 720 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate a dose

mais utilizada no campo, viu-se que 2 L ha<sup>-1</sup> do Fertiactyl foram o suficiente para minimizar os efeitos tóxicos do herbicida. No segundo experimento ficou evidente que o Fertiactyl retardou o controle das plantas daninhas na menor dose do glyphosate, no entanto, não alterou o controle da tiririca e do apaga-fogo na avaliação final. Por outro lado, para controlar a grama-seda houve necessidade de maior dose do glyphosate na presença do Fertiactyl. No último experimento verificou-se que o Fertiactyl não aumentou a tolerância das mudas de café aos herbicidas aplicados logo após o transplantio, e que o sulfentrazone e o oxyfluorfen foram os mais tolerados pelas plantas de café recém-transplantadas. Assim, conclui-se que o Fertiactyl aplicado em mistura no tanque com glyphosate tem potencial para proteger o cafeeiro contra os danos provocados por esse herbicida sem prejudicar o controle das plantas daninhas. Mas, por outro lado, não demonstrou efeito protetor para os demais herbicidas testados.

## ABSTRACT

NASCIMENTO, Jefferson Luiz Marciano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Fertiactyl effect on coffee plants protection against herbicides and on weeds control.** Advisor: Lino Roberto Ferreira. Co-advisor: Miler Soares Machado.

Weeds management is a relevant duty in the coffee system production, since they exert antagonistic effects on the coffee plant competing for water and nutrients, largely interfering on cultural practices such as fertilization, pest management and harvesting as well. Weeds management between the coffee planting rows may be done using herbicides, hoes or brushcutters. To manage the weeds in the coffee plants rows, the herbicide oxyfluorfen can be sprayed in pre-emerging weeds, however, few pre-emergent herbicides have been proven as selective to the coffee plants. Another option is those applied in post-emerging weeds, such as Acetil CoA carboxilase inhibitors. Finally, considered as the most used herbicide by coffee growers, glyphosate is sprayed in a targeted manner. However, there have been many reports and researches demonstrating that glyphosate drift can intoxicate plants, decreasing its growth, impairing nutritional status and photosynthetic activity. The use of substances that protect against the toxic effect of herbicides have been adopted on some crops, such as soybean, eucalyptus and carrot. As a possibility of use, Fertiactyl has been indicated, which is a foliar fertilizer that promotes functional, physiological and nutritional effects to the plants. The aim of this study was to evaluate the efficiency of Fertiactyl as an antidote to coffee plants affected by different herbicides and the effect of it on weeds treated with glyphosate. Three experiments were carried out with the purpose of determining Fertiactyl rates and application time in the protection of coffee plants against glyphosate drift (1); the effect of Fertiactyl mixed with glyphosate on weeds control (2); and the tolerance of coffee plants newly transplanted to herbicides mixed or not with Fertiactyl (3). In experiment 1, it was observed that Fertiactyl applied mixed with glyphosate was efficient in reducing the damage caused by the herbicide to the coffee plants, and for greater protection conferred by the Fertiactyl it was necessary to take into account its dose and the glyphosate dose used as well. As the most used dose in the field, 720 g ha<sup>-1</sup> of glyphosate was the most, it was found that 2 L ha<sup>-1</sup> of Fertiactyl to be sufficient to minimize the toxic effects of the herbicide. It was evident that Fertiactyl delayed weed control at the lowest rate of glyphosate, however, it did not change the control of the *Cyperus rotund* and *Alternanthera tenella* at the final evaluation. On the other hand, to control the *Cynodon dactylon*, it needed the highest glyphosate dose in the presence and absence of Fertiactyl.

In the third experiment, it was found that Fertiactyl did not increase the tolerance of the newly transplanted coffee to the applied herbicides, and sulfentrazone and oxyfluorfen were the most tolerated by them. Thus, it is concluded that Fertiactyl applied mixed in the tank with glyphosate has the potential to protect the coffee plant against the damage caused by this herbicide without decreasing the rates of weeds control. However, on the other hand, it did not showed protective effect for the other testes herbicides.

## INTRODUÇÃO GERAL

A produção de café no Brasil deverá alcançar 44,97 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado. No estado de Minas Gerais, a produção foi estimada em 24,44 milhões de sacas na safra de 2017, numa área de 980.762 mil hectares, com produtividade média de 24,90 sacas ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2017).

Segundo a CONAB (2009), a produtividade de café no Brasil é aquém de sua capacidade, sendo esta superior a 40 sacas ha<sup>-1</sup>, contra a média atual de 24 sacas ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2017). Como descreveram Caixeta et al. (2008), dentre os principais fatores que cerceiam o alcance desta almejada produtividade destacam-se, lavouras depauperadas, bienalidade de produção, estresses bióticos e abióticos, problemas no manejo da cultura e deficiências nutricionais.

A concorrência com as plantas daninhas é uma das principais causas da redução da produtividade de cafezais (Toledo et al., 1996; Santos et al., 2001), pois elas competem pelos mesmos recursos (água, luz e nutrientes) exigidos pelo cafeeiro. Essa competição é ainda maior em plantas jovens de café que são altamente sensíveis à interferência das espécies daninhas. Do transplântio no campo até o segundo ano, as plantas de café ainda pequenas deixam grande área de solo exposta à radiação solar, permitindo crescimento das plantas daninhas, o que indesejavelmente culmina na competição entre ambas (Silva et al., 2008). Este fato se justifica pelo lento crescimento do cafeeiro em relação às plantas daninhas, permitindo que elas exerçam maior concorrência pelos recursos disponíveis (Ronchi et al., 2003).

Dentre as alternativas para o controle das plantas daninhas nas lavouras em fase de crescimento, o controle mecânico ao longo da linha de plantio tem sido utilizado pelos cafeicultores (Toledo et al., 1996; Alcântara et al., 2008; citados por França, 2009). Contudo, este método de controle possui baixo rendimento operacional, podendo também avariar as plantas de café por meio de cortes no caule e/ou nas raízes superficiais (Alcântara et al., 2008).

É incontestável o sucesso que os herbicidas vêm promovendo no controle de plantas daninhas e o efeito positivo que isto representa para a produtividade das culturas agrícolas (Victoria Filho, 2000). Os herbicidas podem ser classificados como seletivos e não seletivos às culturas agrícolas. Os primeiros quando em contato com a planta de café não causam injúrias, por outro lado, ao se aplicar os não seletivos, é fundamental que se

tome o devido cuidado para que o herbicida não entre em contato com o cafeeiro (Ronchi et al., 2001).

De acordo com Yamashita et al. (2008), o controle químico é um dos mais eficientes e em muitos casos o mais econômico, além da praticidade de sua aplicação, rapidez de sua ação de controle e o não revolvimento do solo. Apesar de existirem diversos herbicidas registrados para a cultura do café, poucos apresentam seletividade e, portanto, podem ser aplicados diretamente sobre as plantas sem lhes causar injúrias (Ronchi et al., 2003).

Para o café em fase de implantação, destacam-se os herbicidas aplicados logo após o transplante das mudas, porém antes da emergência das plantas daninhas. Esses herbicidas, apesar de serem tolerados pelo cafeeiro apresentam alguns sintomas de intoxicação que podem não desaparecer com o desenvolvimento da cultura. Estudos conduzidos por Ronchi & Silva (2003), demonstraram que os herbicidas fluazifop-p-butyl, fomesafen e clethodim apresentaram potencial para uso no controle de plantas daninhas em aplicação em área total, em lavouras de café recém-implantadas. Atualmente, os herbicidas registrados e indicados para o controle de plantas daninhas em cafezais em formação são o oxyfluorfen aplicado em pré-emergência das plantas daninhas; sethoxydim, fluazifop-p-butyl, fenoxaprop-p-etil, haloxyfop-p-metílico, clethodim e o chlorimuron-etílico aplicados em pós-emergência das plantas daninhas (Fagundes & Matiello, 2013).

A principal alternativa empregada pelos cafeicultores tem sido o uso de herbicidas não seletivos aplicados em jato dirigido sobre as espécies daninhas, tentando evitar/minimizar a deriva das gotas sobre as plantas de café. Dentre esses herbicidas destaca-se o glyphosate [N-(fosfonometil)glicina], caracterizando-se por ser de baixo custo, amplo espectro de controle das plantas daninhas, flexibilidade de aplicação e pequena toxicidade para mamíferos e organismos aquáticos (Green, 2007).

O glyphosate atua inibindo a enzima EPSPs bem como a síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. Estes por sua vez, são imprescindíveis na síntese de proteínas e divisão celular, e ao terem suas produções paralisadas, podem levar a planta à morte (Yamada & Castro, 2007). Após a aplicação do glyphosate, as plantas têm seu crescimento paralisado, podendo ocorrer clorose, seguida de murcha das folhas e morte (Dias, 2015). Na cultura do café, diversos autores relataram intoxicação devido à deriva no momento da aplicação. A intoxicação é caracterizada por alterações

morfológicas e sintomas semelhantes aos de alterações nutricionais, tais como deficiências de N, B, Fe e Zn, que são denotadas pelo surgimento de folhas cloróticas, pequenas e quebradiças (Malavolta, 2006). Os sintomas do glyphosate podem persistir por vários meses, até um ano ou mais, dependendo da dose do herbicida (Nelson, 2008).

França et al. (2010), avaliando o efeito do glyphosate sobre o crescimento de três cultivares de café arábica, Catucaí Amarelo, Oeiras e Topázio, relataram que a deriva do herbicida resultou em sintomas de intoxicação caracterizados como clorose e afilamento do limbo foliar, sendo que, o cultivar Topázio foi o mais sensível ao glyphosate quanto ao acúmulo de área foliar, de massa seca e densidade radicular. Segundo esses autores, é fundamental que se adotem medidas que evitem a dispersão e contato do glyphosate ao cafeeiro para que não haja prejuízos em seu desenvolvimento e na produção.

Diante da importância do uso do glyphosate na cafeicultura, é importante a condução de estudos para verificar a eficiência de produtos que contribuam para minimizar os efeitos nocivos deste herbicida à cultura (Volpe et al., 2013). Os antídotos, também conhecidos como *safeners*, têm distintos potenciais de uso, que inclui a proteção das culturas contra os danos causados por herbicidas (Davies & Caseley, 1999). A utilização de *safeners* pode ser realizada de formas distintas, sendo comum o tratamento de sementes ou em misturas nas formulações dos herbicidas para serem aplicados ao solo ou em pós-emergência (Hatzios & Hoagland, 1989; Oliveira Jr. & Constantin, 2001; Machado et al., 2017).

Milho, sorgo e arroz têm pouca tolerância aos herbicidas tiocarbamatos e cloroacetamidas. Apesar disto, o tratamento com *safeners*, tais como flurazole, dichlormid, benoxacor, fenclorim e anidrido naftálico elevam a tolerância das plantas a esses herbicidas por ativarem a atividade das enzimas Glutathione S-Transferase's (GST's) e, portanto, aumentam a taxa de desintoxicação devido à conjugação da Glutathione Peroxidase (GSH) com metabólitos de herbicidas (Galon et al., 2011). Sanchotene et al. (2010), apontaram a existência de fundamentos ao emprego do dietholate e o inseticida phorate como *safeners*, pois ao serem utilizados no tratamento de sementes de arroz atuaram como supressores da atividade da enzima citocromo P-450, impossibilitando que a mesma ativasse o herbicida clomazone, provendo maior seletividade quando comparado à testemunha que não recebeu proteção.

Volpe et al. (2013), estudaram a potencialidade de uso da sacarose, Stimulate® e ureia (45%), e concluíram que as pulverizações foliares com esses produtos pós

intoxicação com glyphosate, não foram capazes de promover a recuperação das plantas de café, além disso, constataram maiores prejuízos devido a presença de ureia na calda, o que não se observou na presença da sacarose. Alecrim (2016), verificou que mesmo fornecendo sacarose, as plantas intoxicadas com glyphosate não recuperaram seu desenvolvimento quando comparadas às plantas intoxicadas que não receberam sacarose.

Como apontaram Hamza & Suggars (2001), as substâncias húmicas influenciam muitos processos metabólicos nas plantas, tais como respiração, fotossíntese, síntese de ácidos nucléicos e absorção de íons. Estes produtos aumentam a atividade antioxidante nas plantas aumentando sua resistência, especialmente quando elas estão sob estresse hídrico, temperaturas severas e ação de herbicidas. Foloni & Souza (2010), ao estudarem a aplicação de ácidos húmicos à calda de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar, verificaram a ausência de toxicidade às plantas provocadas pelos herbicidas S-metolacoloro, ametryn, metribuzin, clomazone, mesotrione, tebuthiuron e sulfentrazone utilizados em diferentes combinações.

O Fertiactyl® classificado como fertilizante foliar, composto por uma fração orgânica selecionada para prover ácidos húmicos e fúlvicos, glicina-betaína, zeatina e uma fração mineral, atua na nutrição de plantas podendo ser usado em culturas agrícolas para evitar intoxicação destas pela deriva de herbicidas, incluindo o glyphosate (Tamac Agro, 2014). Machado et al. (2017), concluíram que a utilização de Fertiactyl Pós® aplicado em mistura com o glyphosate se mostrou eficiente na prevenção de danos causados pela deriva deste herbicida na cultura do eucalipto. Constantin et al. (2016), ao avaliarem a associação de Fertiactyl Pós® com o glyphosate em pós-emergência de soja RR, encontraram efeito positivo na prevenção da perda de produtividade causada pelo herbicida. Ainda na cultura da soja, Santos et al. (2015), constataram que o uso de Fertiactyl Pós® foi eficiente quando aplicado junto à calda da mistura de glyphosate + lactofen, reduzindo o estresse fitotóxico, hídrico e aumentando a produtividade da soja M-SOY 9144® em pelo menos 3,7 sacas ha<sup>-1</sup>, mesmo em condições de estresse hídrico equivalente a 27 dias. Silva (2015), constatou que o Fertiactyl GZ® atenuou a intoxicação do metribuzin na cultura da cenoura, apresentando aumento da produtividade comercial e redução da incidência de cenouras descarte.

Assim, diante da ampla utilização de herbicidas no controle de plantas daninhas e seus possíveis efeitos tóxicos ao cafeeiro, objetivou-se avaliar o efeito protetor de Fertiactyl sobre plantas jovens de café e no controle das plantas daninhas submetidas à aplicação de herbicidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, E. N.; CUNHA, R. L. DA.; SILVA, R. A. Manejo de mato em cafeeiro: métodos e coeficientes técnicos utilizados. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 247, p. 74-82, 2008.

ALECRIM, A. de O. **Sacarose na desintoxicação de plantas de cafeeiro com deriva de glyphosate**. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2016.

CAIXETA, G. Z. T.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Informe Agropecuário**. v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <<http://conab.gov.br>> Acesso em: 11/07/2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira café**. Safra 2017, primeiro levantamento, Janeiro/2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16/03/2017.

CONSTANTIN, J.; DE OLIVEIRA JR. R. S.; GHENO, E. A.; BIFFE, D. F.; BRAZ, G. B. P.; WEBER, F.; TAKANO, H. K. Prevention of yield losses caused by glyphosate in soybeans with biostimulant. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n.18, p. 1601-1607, 2016.

DAVIES, J.; CASELEY, J. C. Herbicide safeners: a review. **Pesticide Science**, Oxford, v.55, n.11, p. 1043-1058, 1999.

DIAS, G. L. S. **Sintomas de intoxicação de culturas por herbicidas**. 2015. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2015.

EMBRAPA. **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais disponibiliza publicações de tecnologias para promover a sustentabilidade da cafeicultura**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21262444/empresa-de-pesquisa-agropecuaria-de-minas-gerais-disponibiliza>>

[publicações-de-tecnologias-para-promover-a-sustentabilidade-da-cafeicultura](#)>. Acesso em 16 de mar. 2017.

FAGUNDES, A; MATIELLO, J.B. **Uso de herbicidas na lavoura cafeeira**. Disponível em:

<<http://fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/publicacoes/pdf/39%20CBPC%20Herbicidas%20Alysson%20-%20Quarta.pdf>> Acesso em: 06/02/2018.

FOLONI, L. L.; SOUZA, E. L. C. **Avaliação do Uso de Ácido Húmico na Redução do Uso de Herbicidas Pré-Emergentes na Cana Planta**. In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. Anais. 19 a 23 de julho de 2010 - Centro de Convenções - Ribeirão Preto – SP p. 2056-2060, 2010.

FRANÇA, A. C. **Ação do glyphosate sobre o crescimento e teores de nutrientes em cultivares de café arábica**. 2009. 57 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2009.

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, 2010.

GALON, L., MACIEL, C., AGOSTINETTO, D., CONCENÇO, G., & MORAES, P. Seletividade de herbicidas às culturas pelo uso de protetores químicos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 291-304, 2011.

GREEN, J. M. Review of glyphosate and ALS-inibiting herbicide crop resistance and resistant weed management. **Weed Technology**, v. 21, n. 2, p. 547-558, 2007.

HAMZA, B.; SUGGARS, A. **Biostimulants: myths and realities**. Turfgrass Trends, Newton, v. 10, p.6-10, 2001.

HATZIOS, K.K.; HOAGLAND, R.E. Crop safeners for herbicides: Development, uses, and metabolisms of action. **Academic Press**: San Diego, 404p, 1989.

MACHADO, M. S.; FERREIRA, L. R.; PAULA, J. L.; PEREIRA, G. A. M.; GONÇALVES, V. A. Use of liquid fertilizer to reduce the phytotoxic effects of glyphosate on eucalyptus. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 730 - 737, 2017.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 638p, 2006.

NELSON, S. **Glyphosate herbicide injury to coffee plants**. Disponível em <<https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-56.pdf>>. Acesso em 20 de mar. 2017.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Editora Agropecuária, 362p, 2001.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 94p, 2001.

RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.

SANCHOTENE, D. M.; KRUSE, N. D.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; NICOLODI, G. A.; DORNELLES, S. H. B. Phorate e dietholate protegem o arroz da fitotoxicidade do clomazone em doses elevadas. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p. 909-912, 2010.

SANTOS, A. C. M.; SOUZA, M. A. S.; FREITAS, G. A.; SANTOS, P. S. S.; SILVA, R. R. Substância húmica na redução da fitotoxicidade dos herbicidas roundup ready + lactofen na cultura da soja. **Tecnologia Ciência Agropecuária**, v.9, n.3, p 35-41, 2015.

SANTOS, I. C.; SANTOS, I. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; MIRANDA, G. V.; PINHEIRO, R. A. N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina difusa*. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.

SILVA, A. A. Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de café. In: TOMAZ, M. A. et al. (Eds.). **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: UFES. p. 251-268. 2008.

SILVA, G. S. **Fertilizantes foliares como atenuadores de intoxicação da cenoura pelo metribuzin**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2015.

TIMAC AGRO. **Dossiê Fertiactyl Pós®** - Dossiê Técnico-Científico. Disponível em: <<http://www.br.timacagro.com/timac/Portugues/institucional/index.php?acao=detalhar&cod=25>> Acesso em: 01 out. 2017.

TOLEDO, S. V.; MORAES, M. V.; BARROS, I. Efeito da frequência de capinas na produção do cafeeiro. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 317-324, 1996.

VICTORIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas, In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p. 349-363, 2000.

VOLPE, R.; CARMOZINI, P. A.; ÁVILA, M. A. P.; CARVALHO, C. A. M. Pulverizações foliares na recuperação de mudas de café arábica intoxicadas por glifosato. In: **5ª Jornada Científica e Tecnológica e 2º Simpósio da Pós-Graduação**, 2013.

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.

YAMASHITA, O. M.; MENDONÇA, F. S.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; KAPPES, C.; GUIMARÃES, S. C. Efeito de doses reduzidas de oxyfluorfen em cultivares de algodoeiro. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 917-921, 2008.

### **Efeito do Fertiactyl Pós na proteção de plantas de café atingidas por glyphosate**

**Resumo** - O glyphosate é o herbicida mais utilizado na cultura do café, entretanto, são comuns os relatos de sintomas de intoxicação às plantas em razão do problema de deriva durante a aplicação. Uma das alternativas que vem sendo pesquisada para outras culturas para reduzir esta intoxicação, é o uso de substâncias protetoras como o Fertiactyl, que é um fertilizante foliar que atua em diversas atividades fisiológicas das plantas. Assim, objetivou-se avaliar doses e épocas de aplicação de Fertiactyl na redução da intoxicação provocada pelo glyphosate em plantas jovens de café arábica da variedade Catuaí vermelho. O experimento foi conduzido em vasos contendo 14 dm<sup>3</sup> de latossolo vermelho-amarelo. Foram avaliadas quatro doses de glyphosate (0, 360, 720 e 1440 g ha<sup>-1</sup>), quatro doses de Fertiactyl Pós<sup>®</sup> (0, 1, 2 e 4 L ha<sup>-1</sup>) e três épocas de aplicação de Fertiactyl em relação ao glyphosate (7 dias antes; no mesmo dia em mistura no tanque; e 7 dias após), em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os tratamentos foram aplicados “over the top”, quando as plantas apresentavam cerca de 25 cm de altura, 114 dias após o transplântio. A intoxicação causada pelo glyphosate nas plantas de café foi avaliada aos 15, 36, 51 e 91 dias após a aplicação do herbicida, empregando-se a escala de 0 a 100%, em que 0 corresponde à ausência de sintomas visíveis e 100% à morte da planta. Observou-se sintomas característicos provocados pelo glyphosate, como, clorose, estreitamento do limbo foliar e encurtamento dos internódios, principalmente nas maiores doses de glyphosate e na ausência do Fertiactyl. O Fertiactyl Pós aplicado em mistura com o glyphosate se mostrou eficiente em diminuir os danos causados pelo herbicida ao cafeeiro, sendo constatado que para maior proteção conferida pelo Fertiactyl Pós foi necessário levar em consideração sua dose e a do glyphosate utilizada. Conclui-se que o Fertiactyl aplicado em mistura no tanque com o glyphosate tem potencial para ser usado na proteção dos danos provocados pelo glyphosate em plantas jovens de café. Para 720 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate, dose mais utilizada no campo recomenda-se 2 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl.

**Palavras-chave:** herbicida, intoxicação, e substâncias protetoras.

**Abstract** - Glyphosate is the most used herbicide on coffee production, however, there have been reports of plants injuries due to drift problem during spraying. As one of the alternatives that have been researched in other crops to reduce these injuries is the use of safeners substances such as Fertiactyl. It is a leaf fertilizer whose purpose is to act on the physiological activity of plants. The aim of this experiment was to evaluate different doses and application times of Fertiactyl® in the reduction of intoxication caused by glyphosate to young plants of red Catuai (lineage 44). The experiment was conducted at the experimental station Diogo Alves de Melo at UFV, in pots containing 14 dm<sup>3</sup> of red-yellow rhodic hapludox. Four doses of glyphosate (0, 360, 720 and 1440 g ha<sup>-1</sup>), four doses of Fertiactyl (0, 1, 2 and 4 L ha<sup>-1</sup>) and three application times of Fertiactyl were evaluated in relation to glyphosate: 7 days before, at the same day mixed in the tank and 7 days after, in completely randomizes design with three replicates. The treatments were applied over the top when the plants were approximately 25 cm high, 114 days after transplanted. Intoxication caused by glyphosate in coffee plants was evaluated at 15, 36, 51 and 91 days after application of the herbicide, using the scale from 0 up to 100%, which 0 corresponds to the absence of visible symptoms and 100% to plant death. Significant glyphosate symptoms were observed, such as chlorosis, foliar limb narrowing and shortening of the internodes, mainly in the higher dose of glyphosate in the absence of Fertiactyl. Fertiactyl Pos applied mixed in the tank with glyphosate showed to be efficient in reducing the glyphosate damage to the coffee plants, and it was verified that for greater protection conferred by the Fertiactyl Pos it was necessary to take into account its dose and the glyphosate dose used. It is concluded that Fertiactyl has potential to be used to protect the damage caused by glyphosate in young coffee plants, being necessary mixing them in the tank. It was found that 2 L ha<sup>-1</sup> of Fertiactyl mixed with 720 g ha<sup>-1</sup> of glyphosate were sufficient to minimize the herbicide toxic effects.

**Keywords:** herbicide, intoxication, and safeners substances.

## **Introdução**

Quando as plantas daninhas e o cafeeiro se desenvolvem na mesma área ocorre grande declínio na produção de grãos (Toledo et al., 1996). A competição entre ambas tem sido apontada como uma das principais causas de redução da produtividade dos cafezais (Santos et al., 2001), tendo em vista que as espécies daninhas utilizam os mesmos recursos (água, luz e nutrientes) demandados pelas plantas de café. Blanco et al. (1982), constataram que o cafeeiro em formação após quatro anos de concorrência com o mato, apresentou queda na produção entre 55,9 a 77,2%.

Quando ainda jovens, as plantas de café não toleram a interferência de plantas daninhas que crescem juntas a elas na linha de plantio, o que compromete seu crescimento e ciclo reprodutivo, caso o manejo não seja realizado de maneira efetiva (Ronchi & Silva, 2003). Assim, é importante manejar adequadamente as plantas daninhas, através da adoção de métodos de controle manuais, mecânicos, químicos e/ou a combinação destes. A escolha do método a ser empregado deve considerar a eficiência e custo no controle das plantas daninhas, além do aspecto ambiental (Alcântara & Mozart, 2007).

Por apresentar baixo custo por área tratada, possibilidade de uso em épocas chuvosas, rapidez na operação e eficiência, o controle químico tem sido bastante empregado pelos cafeicultores. Além disso, quando o controle químico é realizado em pós-emergência das plantas daninhas, permite-se que a cobertura morta se mantenha por mais tempo sobre o solo, resultando num período de controle mais prolongado, maior disponibilidade de água e menor oscilação da temperatura do solo (Ronchi et al., 2001).

Devido a reduzida quantidade de herbicidas seletivos ao cafeeiro, os produtores têm empregado herbicidas não seletivos aplicados em jato dirigido sobre as plantas daninhas, para evitar que as gotas pulverizadas entrem em contato com a cultura (França et al., 2010). A principal alternativa empregada pelos cafeicultores tem sido o glyphosate [N-(fosfometil)glicina], caracterizando-se por ser de baixo custo por aplicação, amplo espectro de controle das plantas daninhas, flexibilidade de aplicação e pequena toxicidade para mamíferos e organismos aquáticos (Green, 2007).

Um dos principais entraves advindo da aplicação do glyphosate em plantios de café jovem, é a injúria causada pela deriva das gotas (Ronchi et al., 1999a; Ronchi et al., 1999b). A ação do glyphosate resulta na inibição da síntese de três aminoácidos aromáticos essenciais, sendo eles, triptofano, fenilalanina e tirosina (Zablotowicz & Reddy, 2004).

De acordo com Yamada & Castro (2007), os sintomas comuns observados após a aplicação de glyphosate são clorose foliar seguida de necrose. Há inúmeros relatos na literatura que apontam os danos provocados pela deriva de glyphosate em diversas culturas: algodoeiro (Yamashita & Guimarães, 2006), citros (Gravena et al., 2009), cafeeiro (França et al., 2010; 2012) coqueiro (Procópio et al., 2009), eucalipto (Tuffi Santos et al., 2009) e tomate (Santos et al., 2007).

Uma alternativa que vem sendo pesquisada para minimizar os impactos negativos da deriva de herbicidas é o emprego de substâncias protetoras a base de aminoácidos e ácidos húmicos (Zobiolo et al., 2011; Serciloto et al., 2014). Em experimento conduzido por Karam et al. (2010), no qual aplicou-se um aminoácido potássico (Kadostim AA-K) 7 dias após a pulverização de doses elevadas de nicosulfuron, verificou-se que o produto possibilitou a recuperação das plantas de milho. O uso de Codamin – BR (aminoácidos) reverteu os sintomas causados pela aplicação de glyphosate em feijoeiro (Serciloto & Castro, 2005).

O Fertiactyl, classificado como fertilizante foliar a base de aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos, tem sido pesquisado e apontado como antídoto na redução dos danos causados pelo glyphosate (Timac Agro, 2014). Seu propósito é agir sobre a atividade fisiológica das plantas mantendo a sua capacidade de sintetizar fotoassimilados mesmo sob estresse provocado pelo herbicida. Existem na literatura relatos de seu efeito protetor nas culturas da soja (Timac Agro, 2014; Constantin et al., 2016) e recentemente para a cultura do eucalipto (Machado et al., 2017).

Embora o Fertiactyl já esteja sendo utilizado por cafeicultores em cultivos comerciais no país, há escassez de pesquisas científicas que atestem a forma de aplicação e as doses recomendadas para reduzir os impactos negativos da deriva do glyphosate sobre o cafeeiro. Diante do exposto, objetivou-se avaliar doses e época de aplicação do Fertiactyl Pós® na proteção de plantas jovens de café contra a ação do glyphosate.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido à céu aberto na Universidade Federal de Viçosa entre os meses de outubro de 2016 a maio de 2017. No mês de outubro de 2016, as mudas foram transplantadas em vasos de 14 dm<sup>3</sup> preenchidos com latossolo vermelho-amarelo da região de Viçosa, corrigido e adubado, conforme a análise de solo (Quadro 1) e recomendação para a cultura. Cada unidade experimental foi composta por uma planta de café (Catuaí vermelho - linhagem 44).

**Quadro 1** - Características químicas e físicas do solo usado no experimento em Viçosa-MG

Análise Química									
pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC (t)	CTC (T)
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
6,53	5	73	4	0,5	0	1,2	4,69	4,69	5,89
V	m	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
%		dag Kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>				
79,6	0	2,02	15,5	29,28	67,9	41,5	3,23	-	
Análise física									
Análise granulométrica e classificação textural									
Argila	Silte	Areia	Classificação textural						
%			Muito argilosa						
61,2	6,4	32,4							

Análise realizada no Laboratório de análises de solos no departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa.

Foram avaliadas quatro doses de glyphosate (0, 360, 720 e 1440 g ha<sup>-1</sup>), quatro doses de Fertiactyl Pós® (0, 1, 2 e 4 L ha<sup>-1</sup>) e três épocas de aplicação do Fertiactyl em relação ao glyphosate (7 dias antes – época 1; no mesmo dia em mistura no tanque – época 2; e 7 dias após – época 3), em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. O glyphosate foi aplicado 114 dias após o transplante das mudas, quando estas apresentavam altura média de 25,3 cm e diâmetro médio do caule de 5,43 mm.

Para aplicação da calda foi utilizado um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub> com pressão constante, munido de barra com duas pontas tipo leque TTI 11002, espaçados de 0,5 m entre si, 250 kPa de pressão e volume de calda correspondente a 150 L ha<sup>-1</sup>. No momento da aplicação dos tratamentos referentes à época 1 a temperatura ambiente era 23,8 °C, a umidade relativa do ar 79% e a velocidade do vento 3,9 Km h<sup>-1</sup>; no momento da aplicação referente à época 2, a temperatura ambiente era 26,3 °C, a umidade relativa do ar 62% e a velocidade do vento 3,0 Km h<sup>-1</sup>; e no momento da aplicação dos tratamentos da época 3, a temperatura ambiente era 26,9 °C, a umidade relativa do ar 69% e a velocidade do vento 2,8 Km h<sup>-1</sup>. As aplicações foram realizadas sobre todo o dossel das plantas (*over the top*) de modo que todas as folhas do cafeeiro receberam a calda aplicada. Após a pulverização, as plantas permaneceram em local protegido de modo a evitar-se contato com água da chuva ou irrigação, por 24 horas, visando impedir a lavagem da calda pulverizada.

A porcentagem de intoxicação foi quantificada por meio de avaliações visuais obtidas pela média de dois avaliadores, atribuindo-se notas em relação à testemunha (Tabela 1), sendo considerada zero a ausência de sintomas e 100 a morte da planta (SBCPD, 1995). Estas avaliações ocorreram aos 15, 36, 51 e 91 dias após a aplicação (DAA). Ademais, em ocasião da última avaliação, a área foliar foi mensurada por meio do medidor de área Licor Equipamentos - modelo LI-3100. Avaliações visuais comparando-se com a testemunha para avaliar a presença de plantas superbrotadas e com internódios curtos também foram realizadas. O volume de raízes foi quantificado pelo deslocamento da água proveniente de uma proveta com volume de água previamente conhecido. E por fim, folhas, caules e raízes foram acondicionados separadamente em sacos de papel, e levados à estufa com circulação forçada de ar a 65° C ( $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) até atingir massa constante, para determinação das respectivas massas secas da parte aérea e das raízes.

**Tabela 1** – Escala de notas para avaliação visual de intoxicação sobre as plantas de café, após tratamento com herbicidas

CONCEITO	NOTAS	OBSERVAÇÃO
Muito leve	0-5	Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota zero quando não se observam quaisquer alterações na planta.
Leve	6-10	Sintomas nítidos, de baixa intensidade.
Moderada	11-20	Sintomas nítidos, mais intensos que na classe anterior.
Aceitável	21-35	Sintomas pronunciados, mas totalmente tolerados pela planta.
Preocupante	36-45	Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação.
Alta	46-60	Danos irreversíveis, com redução drástica no desenvolvimento da planta.
Muito alta	61-100	Danos irreversíveis muito severos. Nota cem para morte da planta.

Adaptado de SBCPD (1995)

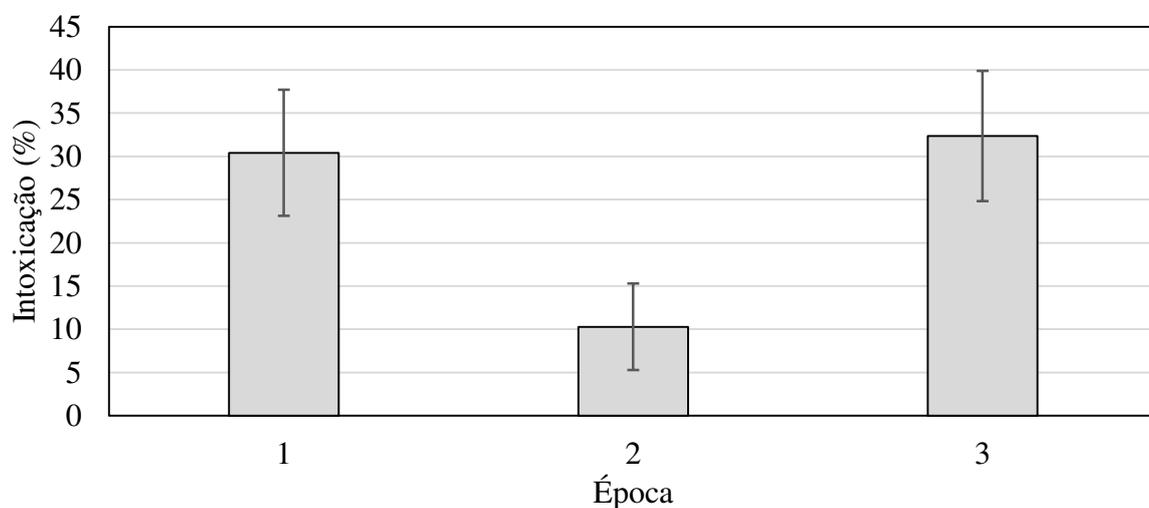
Para determinar a melhor época de aplicação do Fertiactyl Pós, considerou-se o fatorial 4 X 3 com os seguintes tratamentos: 0, 360, 720 e 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 1, 2 e 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl. Para isso quantificou-se a porcentagem de intoxicação aos 51 DAA, cujos dados foram apresentados de forma descritiva considerando um intervalo de confiança de 95%.

Uma vez definida a melhor época de aplicação do Fertiactyl, realizou-se uma nova análise utilizando-se o fatorial 4 X 4 com os seguintes tratamentos aplicados em mistura no tanque: 0, 360, 720 e 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 0, 1, 2 e 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl visando encontrar qual a dose ideal do Fertiactyl para cada dose de glyphosate aplicada. Apresentou-se os resultados da porcentagem de intoxicação de forma descritiva considerando  $\pm$  um intervalo de confiança de 95%. E as demais variáveis foram submetidas à análise de variância a 5% de significância e, se significativas, foram ajustadas equações de regressão.

## Resultados e discussão

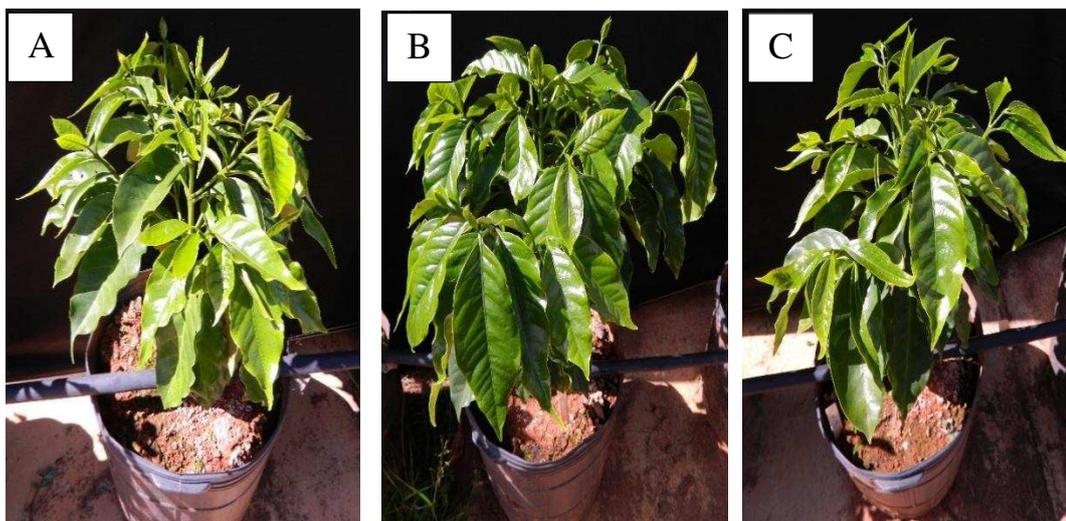
### Épocas de aplicação

Houve diferença quanto a época de aplicação do Fertiactyl Pós sobre a porcentagem de intoxicação das plantas de café aos 51 DAA, sendo a menor intoxicação observada quando o Fertiactyl foi aplicado no mesmo dia em mistura no tanque com o glyphosate (época 2). As aplicações do Fertiactyl 7 dias antes (época 1) ou 7 dias depois (época 3) do glyphosate não surtiram efeito protetor, sendo que as plantas apresentaram intoxicação acima de 30% (Figura 1).



**Figura 1** - Médias da porcentagem de intoxicação das plantas de café 51 DAA.

Sintomas como clorose e afilamento do limbo foliar foram observados nas plantas que receberam a aplicação do Fertiactyl isolado (Figuras 2A e C).



**Figura 2** – Plantas de café tratadas com  $2 \text{ L ha}^{-1}$  de Fertiactyl Pós, 7 dias antes (A), no mesmo dia misturado no tanque (B), 7 dias após (C), com  $720 \text{ g ha}^{-1}$  de glyphosate, aos 51 DAA.

Das plantas tratadas com o glyphosate, em mistura com o Fertiactyl, apenas 2,8% apresentaram sintomas de superbrotamento, já nos tratamentos em que a aplicação do protetor ocorreu 7 dias antes e 7 dias depois do herbicida, a superbrotação foi observada em 25 e 27,8% das plantas, respectivamente (Figura 3). Uma das mais importantes características do glyphosate é a sua rápida translocação das folhas da planta tratada para os meristemas apicais (Yamada & Castro, 2007), provocando a perda da dominância apical. Além da superbrotação, também observou-se maior ocorrência de encurtamento dos internódios nas plantas tratadas com o glyphosate aplicado isoladamente.



**Figura 3** - Sintomas de intoxicação do cafeeiro causados pelo glyphosate, clorose (A), afilamento do limbo foliar (B), e superbrotamento (C).

Além da melhor performance na proteção das plantas de café, observada na aplicação do Fertiactyl em mistura com o glyphosate, há ainda o ganho do ponto de vista operacional e econômico, uma vez que não há necessidade de se realizar duas operações

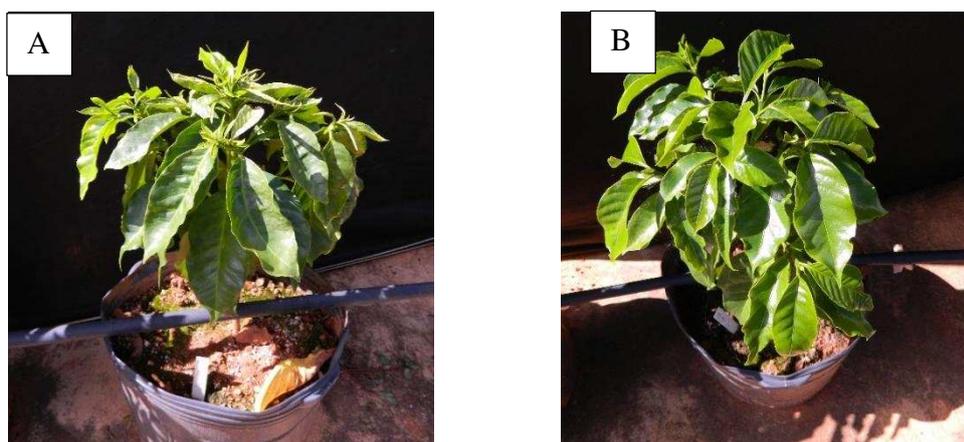
como nas demais épocas. Outro aspecto importante, é que os antídotos previnem, mas não são capazes de reverter danos de herbicidas às culturas (Galon et al., 2011), portanto, como comprovaram os resultados acima, a época 3 foi a menos eficiente em proteger a cultura da ação do glyphosate.

### **Doses de Fertiactyl**

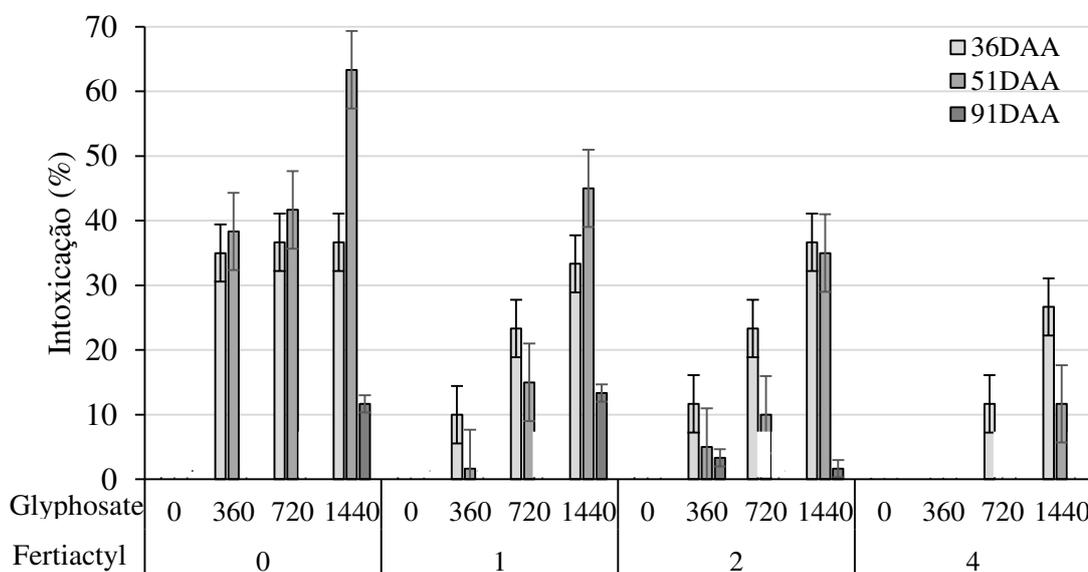
Após o primeiro experimento desta pesquisa que definiu a melhor época de aplicação do Fertiactyl para a proteção dos danos causados pelo glyphosate ao café, partiu-se para o segundo experimento, que consistiu em verificar a influência das doses do Fertiactyl e do glyphosate nos danos causados à cultura do café quando os mesmos foram aplicados em mistura no tanque.

De modo geral, a intoxicação das plantas de café pelo glyphosate resultou em maiores injúrias na parte aérea durante os primeiros 51 DAA, apresentando os sintomas característicos de clorose e estreitamento do limbo foliar. O estreitamento do limbo foliar foi observado na maioria das plantas aos 36 DAA, sendo que as doses de 1, 2 e 4 L ha<sup>-1</sup> do Fertiactyl Pós protegeram as plantas contra esta injúria, quando em mistura com 360 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate. Modificações anatômicas ocorrem devido a alteração na produção de compostos fenólicos promovida pela deriva do glyphosate para culturas não-alvo, que provocam oscilações na produção de hormônios e de metabólitos secundários, alterando os mecanismos de defesa da planta (Davis & Hahlbrock, 1987). Tais alterações também foram observadas por França (2009), Schrübbers et al. (2014) e Voltolini et al. (2015).

Observa-se que o uso do Fertiactyl Pós quando aplicado em mistura com o glyphosate, reduziu os efeitos tóxicos deste (Figura 4). A maior dose do herbicida (1440 g ha<sup>-1</sup>) sem a adição de Fertiactyl Pós causou intoxicação acima de 60% aos 51 DAA. Esta mesma concentração do herbicida quando em mistura com 4 L ha<sup>-1</sup> do Fertiactyl Pós provocou intoxicação inferior à 20% (Figura 5). A maior dose do Fertiactyl Pós em mistura com 360 e 720 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate praticamente suprimiu os efeitos deletérios do herbicida (Figura 5). Machado (2017), observou nível de intoxicação inferior a 20% em mudas de eucalipto quando aplicou diferentes doses do Fertiactyl Pós misturadas a 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate aos 49 DAA. Semelhante ao que França et al. (2010) descreveram, a intoxicação das plantas de café pelo glyphosate resultou em maiores injúrias na parte aérea durante os primeiros 45 dias após aplicação.

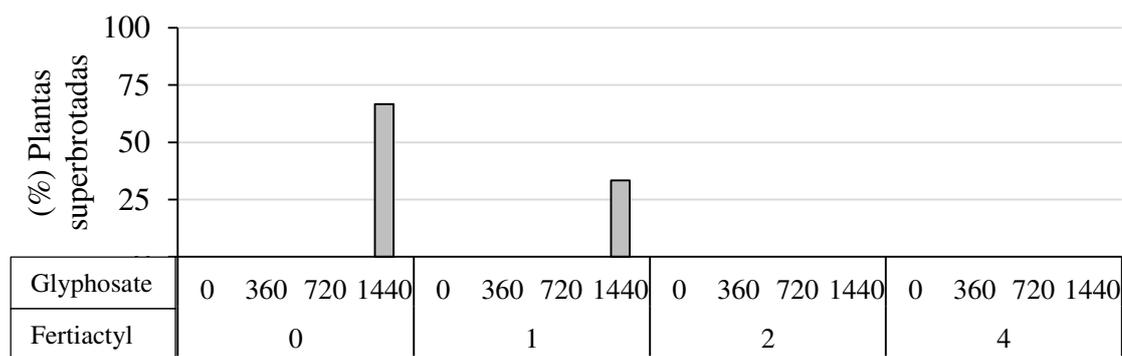


**Figura 4** – Plantas de café tratadas com 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate sem o Fertiactyl Pós (A) e em mistura com 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl Pós (B), aos 51 DAA.



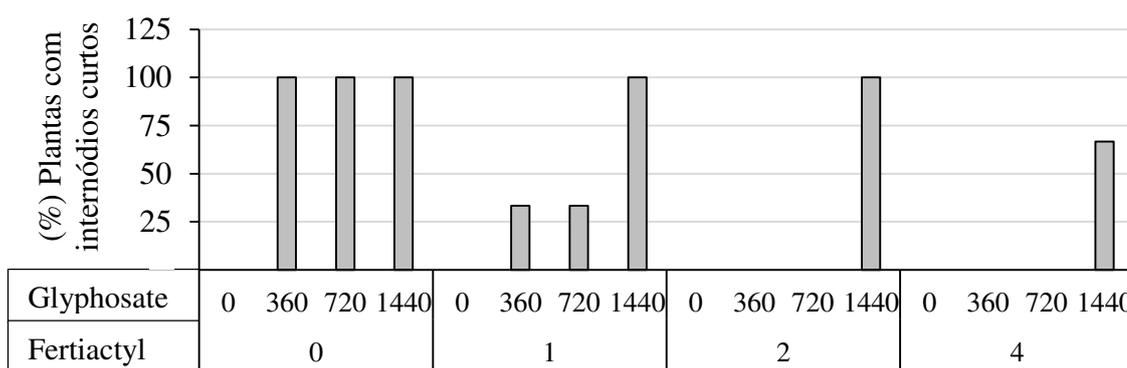
**Figura 5** – Porcentagem de intoxicação das plantas de café submetidas a aplicação de Fertiactyl (L ha<sup>-1</sup>) em mistura no tanque com o glyphosate (g ha<sup>-1</sup>), aos 36, 51 e 91 DAA.

Superbrotamento do caule foi observado em 66% das plantas que receberam a aplicação de 1440 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate aplicado sem o Fertiactyl, porém, quando aplicado em mistura com 2 e 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl Pós não se constatou tal injúria nas plantas (Figura 6). Tuffi Santos et al. (2006; 2009), também observaram superbrotamento pela morte do meristema apical em plantas de eucalipto tratadas com esse herbicida.



**Figura 6** – Porcentagem de plantas de café que apresentaram sintomas de superbrotação aos 91 DAA.

O encurtamento dos internódios foi observado em todas as plantas que receberam o glyphosate sem o Fertiactyl. Quando em mistura com as doses de 2 e 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl, esta injúria não foi observada nas plantas tratadas com 360 e 720 g ha<sup>-1</sup> do herbicida (Figura 7). O zinco é um micronutriente pouco móvel na planta e sua deficiência pode ser constatada, dentre outros, pelo encurtamento dos internódios (Santos, 2014). França (2009), ao analisar o teor foliar de zinco em três cultivares de café (Topázio, Oeiras e Catucaí) tratadas com glyphosate, observou que independentemente do cultivar, o teor desse nutriente reduziu com o aumento da dose do herbicida aos 120 DAA. Zobiolo et al. (2010) e Pereira et al. (2014), verificaram que a aplicação de glyphosate diminui a absorção de zinco pelas raízes da soja. Após a absorção do glyphosate pela planta, a absorção e o transporte de micronutrientes catiônicos pode ser inibida pela formação de complexos glyphosate-metal pouco solúveis dentro dos tecidos da planta (Eker et al., 2006).



**Figura 7** – Porcentagem de plantas de café com internódios curtos em função da aplicação de Fertiactyl Pós (L ha<sup>-1</sup>) em mistura no tanque com o glyphosate (g ha<sup>-1</sup>), aos 91 DAA.

Verificou-se que não houve interação significativa entre o glyphosate e o Fertiactyl para as características mensuradas, porém houve efeito do glyphosate e do Fertiactyl isoladamente (Tabela 2). O herbicida influenciou significativamente todas as

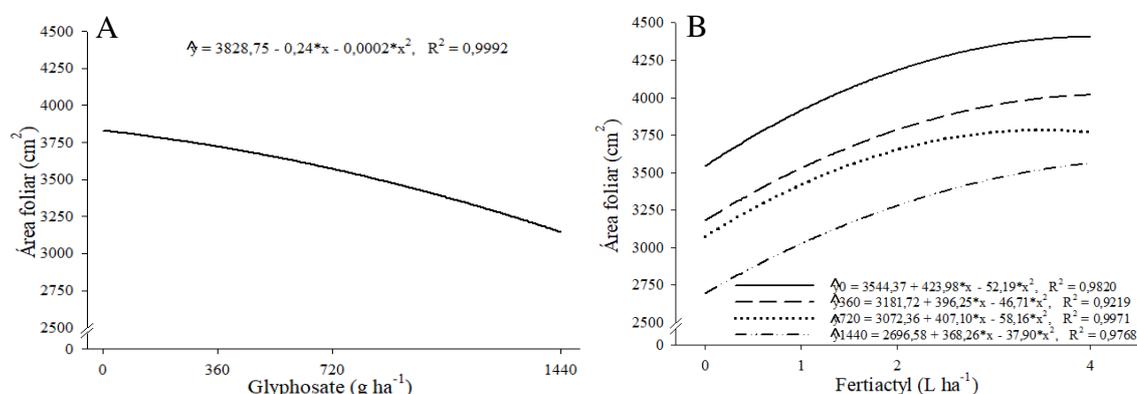
características avaliadas. Já o Fertiactyl não influenciou a massa seca da parte aérea (Tabela 2).

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância para as variáveis área foliar (AF), volume de raízes (VR), massa seca de raízes (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de plantas de café (*Coffea arabica*) submetidas a diferentes doses da mistura entre glyphosate e Fertiactyl Pós

FV	GL	Quadrado Médio				
		AF	VR	MSR	MSPA	MST
Glyphosate	3	1087647,3*	4731,6*	76,67*	375,4*	775,6*
Fertiactyl	3	1260659,3*	4177,1*	74,02*	329,8	714,6*
Glyphosate*Fertiactyl	9	253196	558,6	11,90	43,7	94,9
Resíduo	32	356265	786,6	8,48	117,56	177,1
CV (%)		16,74	19,03	16,33	23,25	20,64

\* Significativo a ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

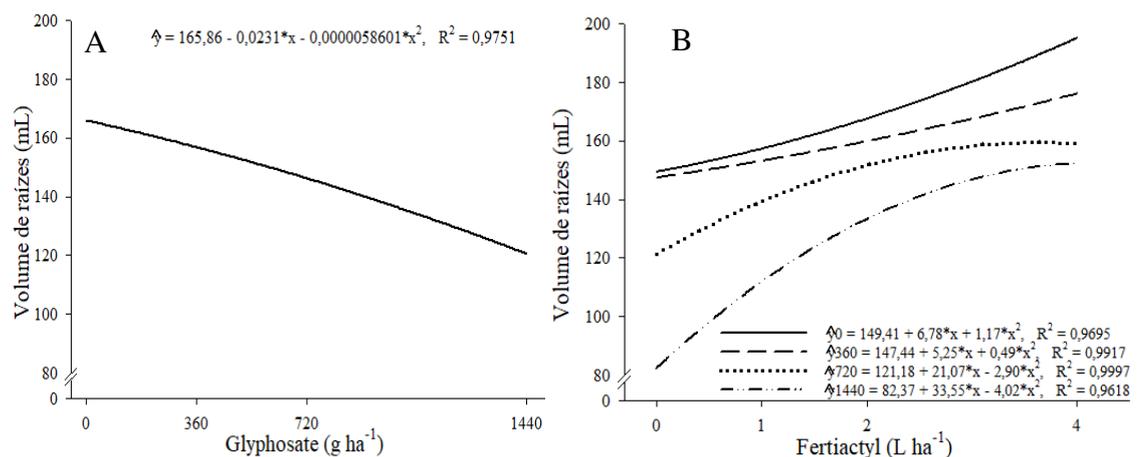
A área foliar das plantas nas doses de 360, 720 e 1440 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate, foi reduzida em 3,20, 6,62 e 18,02%, respectivamente (Figura 8A). França et al. (2010; 2012), Carvalho et al. (2011) e Schrübbers et al. (2014), também verificaram redução da área foliar de cultivares de café arábica com o aumento da dose de glyphosate. O uso do Fertiactyl proporcionou aumento com efeito quadrático dessa variável, pois na ausência do glyphosate, a maior dose do Fertiactyl a aumentou em 23%. Observou-se que o aumento da dose do Fertiactyl promoveu acréscimo de área foliar independente das doses do glyphosate, isto ficou evidente com a combinação de 1440 g ha<sup>-1</sup> do herbicida com 4 L ha<sup>-1</sup> do Fertiactyl Pós, que apresentou área foliar 33% maior quando comparada com o uso da mesma concentração do glyphosate sem o protetor (Figura 8B). Na dose de 720 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate, que é comumente utilizada à nível de campo, foi necessário 1,58 L ha<sup>-1</sup> do Fertiactyl Pós para promover acúmulo de área foliar igual à testemunha (Figura 8B).



**Figura 8** – Estimativas da área foliar das plantas de café em função das doses de glyphosate (A) e Fertiactyl Pós (B) aos 91 DAA. O número à frente do y indica a dose em g ha<sup>-1</sup> de glyphosate.

A influência do glyphosate sobre o volume de raízes seguiu tendência de comportamento quadrático, sendo que, a redução foi de 8,81, 10,80 e 28,32% para as doses de 360, 720 e 1440 g ha<sup>-1</sup> do herbicida, respectivamente (Figura 9A). A diminuição do volume radicular sob a interferência do glyphosate pode ser explicado pela translocação deste no floema, o qual segue a mesma rota dos fotoassimilados, movimentando em direção às partes das plantas que utilizam os produtos da fotossíntese para crescimento, manutenção e metabolismo, ou armazenamento para uso futuro, como raízes em zonas meristemáticas, acumulando-se nessas regiões (Monquero et al., 2004).

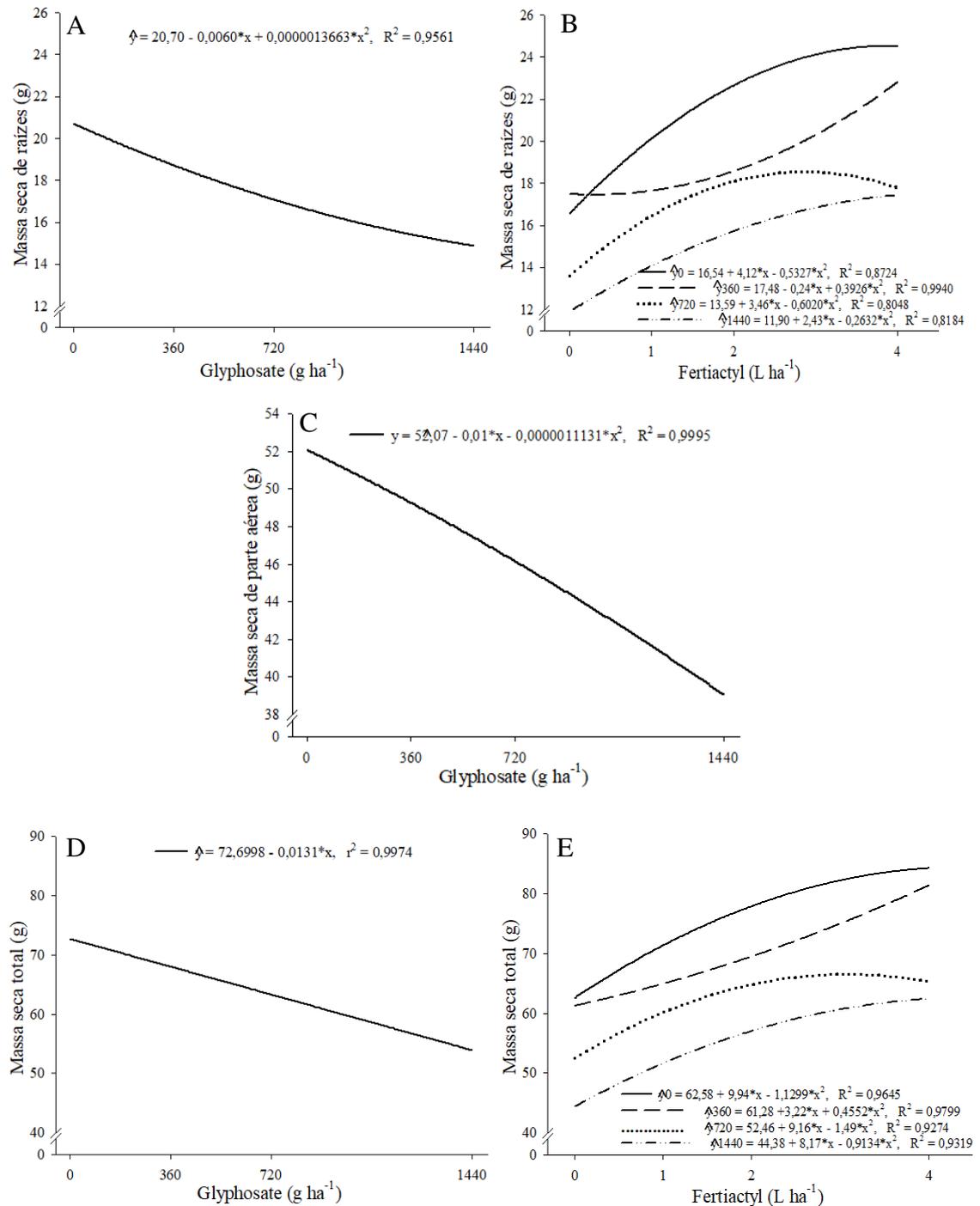
França et al. (2010), observaram que a densidade radicular das plantas dos cultivares Catucaí e Oeiras foi reduzida diretamente, e do cultivar Topázio foi reduzido exponencialmente pelo aumento das doses de glyphosate aos 120 DAA. Os mesmos autores justificam que o comprometimento do sistema radicular pelo glyphosate pode ser explicado, pela translocação de carboidratos das raízes para recuperação da parte aérea. De forma semelhante ao que foi constatado para área foliar, o Fertiactyl reduziu os efeitos danosos do glyphosate sobre o cafeeiro. Com o uso de 1440 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate, a dose de 4 L ha<sup>-1</sup> Fertiactyl Pós promoveu volume de raiz 77% maior do que a mesma dose do herbicida aplicado puro (Figura 9B). Isto provavelmente ocorreu devido ao fato do Fertiactyl diminuir a absorção e/ou translocação do glyphosate para o meristema radicular das plantas (Gronwald et al., 1987). A mistura de 1,94 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl com 720 g ha<sup>-1</sup> promoveu volume de raízes igual à testemunha (Figura 9B).



**Figura 9** – Estimativas do volume de raízes das plantas de café em função das doses do glyphosate (A) e Fertiactyl Pós (B) aos 91 DAA. O número à frente do y indica a dose em g ha<sup>-1</sup> de glyphosate.

Doses crescentes do glyphosate, na ausência do Fertiactyl Pós, prejudicaram o acúmulo de massa seca da parte aérea, de raízes e do total do cafeeiro (Figura 10A, C e D). Esse resultado corrobora com os obtidos por França et al. (2010; 2012), nos quais

foram observadas reduções nas massas secas das plantas em função do aumento da dose de glyphosate aos 120 DAA. Por outro lado, na presença do Fertiactyl Pós, observou-se que o café tolerou mais o glyphosate. Foi necessário 1,64 L ha<sup>-1</sup> do Fertiactyl Pós combinado à 720 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate para promover acúmulo de massa seca total igual à testemunha (Figura 10E).



**Figura 10** – Estimativas das massas secas de raízes em função do glyphosate (A) e do Fertiactyl (B); parte aérea em função do glyphosate (C); e total em função do glyphosate (D) e do Fertiactyl (E) aos 91 DAA. O número à frente do y indica a dose em g ha<sup>-1</sup> de glyphosate.

O Fertiactyl aplicado em mistura com o glyphosate se mostrou eficiente em diminuir os danos causados pelo herbicida ao cafeeiro, sendo constatado que para maior proteção conferida pelo Fertiactyl Pós foi necessário levar em consideração sua dose e a do glyphosate utilizada. No entanto, novas pesquisas tanto em laboratório (utilização de glyphosate em mistura com carbono marcado) quanto à nível de campo, ainda são necessárias para melhor explicar e fomentar a utilização dessa tecnologia na cultura do café.

### **Conclusão**

O Fertiactyl aplicado em mistura no tanque com o glyphosate tem potencial para ser usado na proteção dos danos provocados pelo glyphosate em plantas jovens de café. Para 720 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate, dose mais utilizada no campo recomenda-se 2 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl.

### **Referências bibliográficas**

ALCÂNTARA, J. C. A. N.; MOZART, M. F. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 31, n. 6, p. 1525-1533, 2007.

BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; PUPO, E.I.H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **Biológico**, v. 48, p.920, 1982.

CASTRO, P. R. C.; CARVALHO, M. E. A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, (Série Produtor Rural, 57), 58p. 2014.

CONSTANTIN, J.; DE OLIVEIRA JR. R. S.; GHENO, E. A.; BIFFE, D. F.; BRAZ, G. B. P.; WEBER, F.; TAKANO, H. K. Prevention of yield losses caused by glyphosate in soybeans with biostimulant. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n.18, p. 1601-1607, 2016.

DAVIS, K. R.; HAHLBROCK, K. Induction of defense responses in cultured parsley cells by plant cell wall fragments. **Plant Physiology**, [S.l.], v. 84, n. 4, p. 1286-1290, 1987.

EKER, S.; OZTURK, L.; YAZICI, A.; ERENOGLU, B.; ROMHELD, V.; CAKMAK, I. Foliar-applied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and

manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 26, p. 10019-10025, 2006.

FRANÇA, A. C. **Ação do glyphosate sobre o crescimento e teores de nutrientes em cultivares de café arábica**. 2009. 57 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2009.

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, 2010.

FRANÇA, A. C., CARVALHO, F. P., FIALHO, C. M. T., D'ANTONINO, L., SILVA, A. A., SANTOS, J. B., FERREIRA, L. R. Deriva simulada do glyphosate em cultivares de café Acaiaí e Catucaí. **Planta Daninha**, v. 31 n. 2, p. 443-451, 2012.

GALON, L.; DE GOES MACIEL, C. D.; AGOSTINETTO, D.; CONCENÇO, G.; MORAES, P. V. D. Seletividade de herbicidas às culturas pelo uso de protetores químicos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 291-304, 2011.

GRAVENA, R.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C.; MAZZAFERA, P.; GRAVENA, A. R. Low glyphosate rates do not affect *Citrus limonia* (L.) osbeck seedlings. **Pesticide Management Science**, v. 65, n.4, p. 420-425, 2009.

GREEN, J. M. Review of glyphosate and ALS-inibiting herbicide crop resistance and resistant weed management. **Weed Technology**, v. 21, n.2, p. 547-558, 2007.

GRONWALD, J.W. et al. Effect of herbicide antidotes on glutathione content and glutathione S-transferase activity of sorghum shoots. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 29, n.1, p.66-76, 1987.

KARAM, D.; SILVA, J.A.A.; COELHO, A.M.; MAGALHÃES, P.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VARGAS, L. **Aminoácido potássico como recuperador de milho intoxicado por nicosulfuron**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 4 p. (Circular Técnica, 142).

MACHADO, M.S. **Efeito protetor em plantas de eucalipto e controle de *Urochloa brizantha* tratadas com glyphosate em mistura com o Fertiactyl Pós**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2015.

MACHADO, M. S.; FERREIRA, L. R.; PAULA, J. L.; PEREIRA, G. A. M.; GONÇALVES, V. A. Use of liquid fertilizer to reduce the phytotoxic effects of glyphosate on eucalyptus. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 730 - 737, 2017.

- MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. A. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 445-451, 2004.
- PEREIRA, L.; CAVALLARI, L.; MOREIRA, A.; MORAES, L. Efeito do glifosato na absorção de zinco pela soja. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 9, 2014, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2014.
- PROCOPIO, S. D. O.; FONTES, H. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; FERREIRA, J. M. S.; FERNANDES, M. F. Influência da aplicação de glyphosate na queda de frutos e de folhas de coqueiros. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 337-344, 2009.
- RONCHI, C. P., SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeito dos bicos Turbo Floodjet e Espuma na eficácia e seletividade do glyphosate em aplicação dirigida na linha de café (*Coffea arabica* L.) com um ano de idade. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, 1999, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, p. 225, 1999a.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; MELO, H. B. Efeito da deriva simulada de diversos herbicidas sobre mudas de café (*Coffea arabica* L.) com nove meses de idade a campo. In: SIMPOSIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, 8, 1999b, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, p. 229, 1999b.
- SANTOS, B. M.; GILREATH, J. P.; ESMEL, C. E.; SIHAM, M. N. Effects of sublethal glyphosate rates on fresh market tomato. **Crop Protection**, v. 26, n. 2, p. 89-91, 2007.
- SANTOS, I. C. D.; SILVA, A. A. D.; FERREIRA, F. A.; MIRANDA, G. V.; PINHEIRO, R. A. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.
- SANTOS, J. O. **Deficiência e excesso de zinco em mudas de cafeeiro: metabolismo de carboidratos e respostas antioxidantes**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2014,

- SERCILOTO, C. M.; CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. C. Mitigation of glyphosate side effects on non-target plants: use of different agrochemicals as protectants in common bean plants. **Ambiência**, v. 10, n. 2, p. 615–623, 2014.
- SERCILOTO, C.M.; CASTRO, P.R.C. Interações entre diferentes substâncias aplicadas às plantas de feijoeiro e o glifosato. In: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ CODA (ESALQ/CODA). **Relatório técnico**. Piracicaba, p. 12-16, 2005.
- SCHRÜBBERS, L. C.; VALVERDE, B. E.; SØRENSEN, J. C.; CEDERGREEN, N. Glyphosate spray drift in *Coffea arabica*—Sensitivity of coffee plants and possible use of shikimic acid as a biomarker for glyphosate exposure. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 115, p. 15-22, 2014.
- TIMAC AGRO. **Dossiê Fertiactyl Pós®** - Dossiê Técnico-Científico. Disponível em: <<http://www.br.timacagro.com/timac/Portugues/institucional/index.php?acao=detalhar&cod=25>>. Acesso em: 01 out. 2017.
- TOLEDO, S. V.; MORAES, M. V.; BARROS, I. Efeito da frequência de capinas na produção do cafeeiro. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 317-324, 1996.
- SANTOS, L. T.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M.; TIBURCIO, R. A. S.; SANTOS, M. V. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.
- TUFFI SANTOS, L. D.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; FERREIRA, F. A.; TIBURCIO, R. A. S.; MACHADO, A. F. L. Leaf anatomy and morphometry in three eucalypt clones treated with glyphosate. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 129-136, 2009.
- VOLTOLINI, G. B.; CASTANHEIRA, D. T.; GUIMARÃES, R. J.; ALCÂNTARA, E. N. D.; REZENDE, T. T.; PAULINO, R. N. L.; CARNEIRO, A. H. C. **Sintomas de fitotoxidez causados pela deriva do herbicida glyphosate em mudas de cafeeiro**. 2015. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Curitiba, 2015.
- 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.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Deriva simulada de glyphosate em algodoeiro: efeito de dose, cultivar e estágio de desenvolvimento. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 821- 826, 2006.

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.

ZAIDI, A.; KHAN, M. S.; RIZVI, P. Q. Effect of herbicides on growth, nodulation and nitrogen content of greengram. **Agronomy Sustainable Development**, v. 25, p. 497-504, 2005.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; HUBER, D.M.; CONSTANTIN, J.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant Soil**, v.328, p.57-69, 2010.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JR. R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F. Prevenção de injúrias causadas por glyphosate em soja RR por meio do uso de aminoácido. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 195–205, 2011.

## **Impacto da mistura em tanque de Fertiactyl com glyphosate no controle de plantas daninhas**

**Resumo** – Quando se trata de um produto com característica protetora eficaz, aplicado junto ao herbicida, o que se espera é que ele proteja a cultura das injúrias provocadas pelo herbicida, contudo, sem acometer sua ação no controle das plantas daninhas. Diante disso, objetivou-se avaliar o controle da tiririca (*Cyperus rotundus*), apaga-fogo (*Althernanthera tenella*) e grama-seda (*Cynodon dactylon*), submetidas a aplicação da mistura do glyphosate e o Fertiactyl. Plantas das três espécies foram transplantadas em vasos de 3,6 dm<sup>3</sup> preenchidos com latossolo vermelho-amarelo em casa de vegetação. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, no esquema fatorial 5 X 4, sendo respectivamente, doses de glyphosate (0, 360, 720, 1440 e 2880 g ha<sup>-1</sup>) e doses de Fertiactyl (0, 1, 2, e 4 L ha<sup>-1</sup>). Cada espécie constituiu um experimento, sendo que, cada vaso com três plantas representou uma parcela experimental. A aplicação foi realizada aos 30 dias após o transplântio, sendo a porcentagem de controle avaliada aos 14, 28 e 50 dias após a aplicação. As médias gerais da porcentagem de controle da tiririca e do apaga-fogo foram de 98% e 99,5%, respectivamente. Para ambas as espécies, a menor dose do herbicida foi o bastante para promover controle acima de 90%. De outro modo, a média da porcentagem de controle da grama-seda foi de 81%, considerando que a concentração de 2880 g ha<sup>-1</sup> do herbicida foi a única eficiente em seu controle, de maneira independente às doses de Fertiactyl. As demais doses de 360, 720, 1440 g ha<sup>-1</sup> não foram o bastante para controlá-la, apresentando média de controle de 74%, e o Fertiactyl pode ter reduzido a eficácia do herbicida, atuando como protetor às plantas de grama-seda. Concluiu-se que o Fertiactyl Pós apenas retardou o controle na menor dose do glyphosate, no entanto, não alterou o controle da tiririca e do apaga-fogo na avaliação final. Por outro lado, para controlar a grama-seda houve necessidade de maior dose do glyphosate na presença e ausência do Fertiactyl.

**Palavras-chave:** antídoto; tecnologia de aplicação; intoxicação.

**Abstract** – Considering an effective safener product applied with a herbicide, what is expected is that it protects the crop against the injuries caused by the herbicide, however, without undertaking its action on weeds control. The objective of this research was to evaluate the control of *Cyperus rotundus*, *Althernanthera tenella* and *Cynodon dactylon*, submitted to the spraying of glyphosate mixed with Fertiactyl Pos. Plants of the three species were transplanted into pots of 3.6 dm<sup>3</sup> filled with red-yellow rhodic hapludox. A completely randomized design in the 5 X 4 factorial scheme, with a range of doses of glyphosate (0, 360, 720, 1440 and 2880 g ha<sup>-1</sup>) and doses of Fertiactyl Pos (0, 1, 2, and 4 L ha<sup>-1</sup>). One experiment was carried out with each specie, and each pot had three plants representing an experimental plot. The spraying was made at 30 days after transplanting and the control percentage was evaluated at 14, 28 and 50 days after application. The general average intoxication percentage of *Cyperus rotundus* and *Althernanthera tenella* was 98% and 99.5%, respectively. For both species, the lowest dose of the herbicide was enough to control above 90%. Otherwise, the average percentage of control to *Cynodon dactylon* was 80.5%, considering that the dose of 2880 g ha<sup>-1</sup> was the only one effective in controlling this specie regardless the Fertiactyl dose. The other glyphosate concentrations of 360, 720, and 1440 g ha<sup>-1</sup> were not enough to control it, with an average control of 74%; for this specie, the Fertiactyl may have reduced the effectiveness of the herbicide control, acting as a safener to it. It was concluded that the Fertiactyl Pos only delayed the *Cyperus rotundus* and *Althernanthera tenella* control in the lowest dose of glyphosate, however, did not change their control on the final evaluation. On the other hand, for *Cynodon dactylon*, needed a higher dose of glyphosate in the presence of Fertiactyl to be killed.

**Keywords:** antidote; application technology; intoxication.

## **Introdução**

Na fase de implantação do cafezal, a interferência das plantas daninhas normalmente é mais elevada, pois nessa fase o cafeeiro apresenta desenvolvimento lento quando comparado às espécies daninhas, sendo afetado pela intensa competição pelos recursos disponíveis (Kogan, 1992; citado por Alecrim, 2016). Diante disto, é essencial que se faça o manejo correto das plantas daninhas que pode ser efetuado por métodos manuais, mecanizados, químicos e bem como suas combinações (Alcântara & Mozart, 2007), sendo o controle químico o mais utilizado (Tiburcio et al., 2012).

Devido à reduzida quantidade de herbicidas seletivos à cultura do café, os cafeicultores empregam herbicidas não seletivos aplicados em jato dirigido sob a copa do cafeeiro na linha de plantio, de modo a evitar o contato das gotas pulverizadas nas folhas das plantas (França et al., 2010). Dentre os herbicidas recomendados, o glyphosate é o mais utilizado na cultura (Lemes et al., 2010). Ao penetrar nos cloroplastos da planta, o glyphosate atua inibindo a biossíntese dos aminoácidos aromáticos, paralisando a síntese de proteínas, acarretando perturbações metabólicas e morte da planta (Reddy et al., 2010). Em consequência da ausência de seletividade deste herbicida para o cafeeiro, existem riscos de ocorrer injúrias devido à intoxicação por deriva. Assume-se que até 10% da calda herbicida aplicada possa atingir culturas não-alvos na forma de deriva (Schrübbbers et al., 2014), podendo esse percentual ser muito maior dependendo da tecnologia de aplicação utilizada.

De acordo com Silva (2015), alguns produtos utilizados como estimuladores do crescimento de plantas, podem também atuar como antídotos/protetores, reduzindo a intoxicação das plantas por herbicidas em casos de deriva, dentre estes, os fertilizantes foliares contendo aminoácidos e ácidos orgânicos – fúlvicos e húmicos. Os protetores exibem elevado grau de especificidade botânica e química, protegendo, mas não revertendo as injúrias e/ou danos causados pelos herbicidas às culturas (Ferreira & Cataneo, 2001). Vários autores vêm relatando o benefício do uso de antídotos na proteção de algumas culturas (Gresshoff, 1979; Serciloto et al., 2014; Machado, 2017; Silva, 2015). Diante disso, o que se espera de um protetor aplicado junto aos herbicidas, é que ele proteja a cultura agrícola em detrimento de não alterar sua ação no controle das plantas daninhas.

Segundo Hamza & Suggars (2001), as substâncias húmicas influenciam muitos processos metabólicos nas plantas, tais como respiração, fotossíntese, síntese de ácidos

nucléicos e absorção de íons. Estes produtos aumentam a atividade antioxidante nas plantas aumentando sua resistência, especialmente quando elas estão sob estresse hídrico, temperaturas severas e ação de herbicidas. Todavia, segundo Machado (2017), a presença desses compostos pode de maneira indesejável resultar em proteção no controle de algumas espécies de plantas daninhas, principalmente as consideradas de difícil controle. Portanto, a utilização de protetores com o propósito de proteger as plantas de café dos danos causados pelo glyphosate, sem prejudicar sua ação herbicida precisa ser melhor averiguada. Para tanto, objetivou-se avaliar o impacto da mistura em tanque de Fertiactyl com o glyphosate no controle do apaga-fogo, tiririca e grama-seda.

## Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa entre os meses de abril de 2017 e agosto de 2017. As plantas daninhas foram coletadas no campo experimental Diogo Alves de Melo e posteriormente transplantadas em vasos de 3,6 dm<sup>3</sup> preenchidos com latossolo vermelho-amarelo da região de Viçosa, corrigido e adubado conforme a análise de solo (Quadro 1).

**Quadro 1** - Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento em Viçosa-MG

Análise Química									
pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC (t)	CTC (T)
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
6,53	5	73	4	0,5	0	1,2	4,69	4,69	5,89
V	m	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
%		dag Kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>				
79,6	0	2,02	15,5	29,28	67,9	41,5	3,23	-	
Análise física									
Análise granulométrica e classificação textural									
Argila	Silte	Areia	Classificação textural						
%			Muito argilosa						
61,2	6,4	32,4							

Análise realizada no Laboratório de análises de solos no departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa.

Cada espécie constituiu um experimento em delineamento inteiramente casualizado com três repetições e três plantas por vaso, em esquema fatorial 5 X 4, sendo respectivamente, doses de glyphosate - (0, 360, 720 e 1440 e 2880 g e.a. ha<sup>-1</sup>) e doses do produto comercial Fertiactyl Pós<sup>®</sup> (0, 1, 2, e 4 L ha<sup>-1</sup>).

Os tratamentos foram aplicados 30 dias após o transplântio das espécies, utilizando pulverizador costal, munido de barra com dois bicos com pontas tipo leque TTI 11002, espaçados de 0,5 m entre si, operando a 250 kPa de pressão e com volume de calda correspondente a 150 L ha<sup>-1</sup>. No momento da aplicação a temperatura ambiente era 25,4 °C, a umidade relativa do ar 69% e a velocidade do vento 2,7 Km h<sup>-1</sup>. Após a aplicação dos tratamentos, as plantas permaneceram protegidas do contato com água da chuva ou da irrigação durante 24 horas, visando-se evitar a lavagem da calda pulverizada.

Aos 14, 28 e 50 DAA avaliou-se a porcentagem de controle, baseada na metodologia adaptada por Rolim (1989), que consiste na análise visual das plantas daninhas antes e depois da aplicação, atribuindo-se percentuais de controle entre 1 e 9 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Método de avaliação de controle de plantas infestantes segundo a escala de avaliação de EWRC (European Weed Research Council) adaptada (Rolim, 1989)

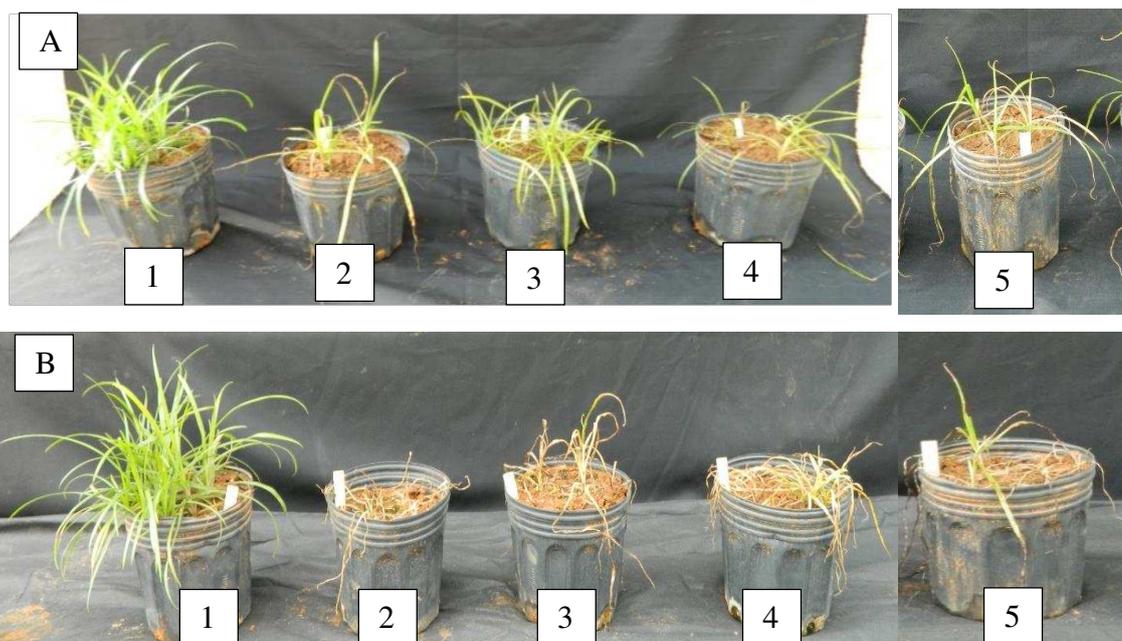
<b>Efeito herbicida sobre as plantas infestantes</b>	
<b>% de controle</b>	<b>Avaliação</b>
9 - (99,1 – 100 %)	Excelente
8 - (96,6 – 99,0%)	Muito bom
7 - (92,6 – 96,5 %)	Bom
6 - (85,1 – 92,5 %)	Suficiente
5 - (75,1 – 85,0 %)	Duvidoso
4 - (60,1 – 75,0 %)	Insuficiente
3 - (40,1 – 60,0 %)	Mau
2 - (15,1 – 40,0 %)	Péssimo
1 - (00,0 – 15,0 %)	Sem efeito

Os dados de porcentagem de controle foram apresentados de forma descritiva considerando o intervalo de confiança de 95%.

## **Resultados e discussão**

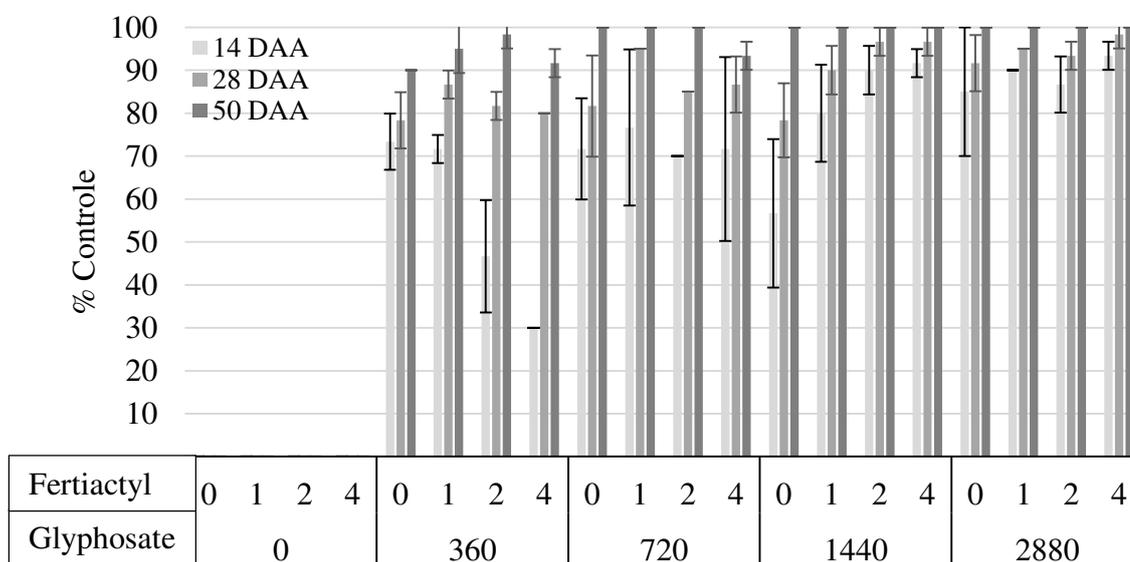
### **Tiririca**

De maneira geral, a média de controle das plantas de tiririca referente aos tratamentos que receberam o glyphosate foi de 98%, sendo portanto, avaliado como muito bom. Ficou evidente que o aumento da dose do glyphosate promoveu controle excelente da planta daninha, independentemente das doses de Fertiactyl. As doses de Fertiactyl causaram certa redução no nível de controle quando combinadas com 360 g ha<sup>-1</sup> do herbicida. Não obstante, 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl em mistura com 720 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate também diminuiu a taxa de controle (Figuras 1 e 2).



**Figura 1** – Intoxicação das plantas de tiririca aos 14 DAA (A) e 50 DAA (B); testemunha (1), 1 L ha<sup>-1</sup> (2), 2 L ha<sup>-1</sup> (3), 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl (4) e glyphosate puro (5). Todas as plantas, exceto a testemunha receberam 720 g ha<sup>-1</sup> do herbicida.

Observou-se que na avaliação realizada aos 14 DAA, o aumento da dose de Fertiactyl combinada com 360 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate diminui o controle, todavia, nas demais épocas de avaliação o controle foi semelhante ao tratamento que recebeu o glyphosate puro (Figura 2).



**Figura 2** – Porcentagem de controle das plantas de tiririca submetidas a aplicação do glyphosate (g ha<sup>-1</sup>) em mistura com o Fertiactyl (L ha<sup>-1</sup>), aos 14, 28 e 50 dias após a aplicação.

Segundo Harri (2014), a tiririca é altamente suscetível (mais de 95% de controle) ao glyphosate aplicado em pós-emergência. Consulta realizada no site Agrofit (2017), demonstrou que a dose recomendada em g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate para o controle da

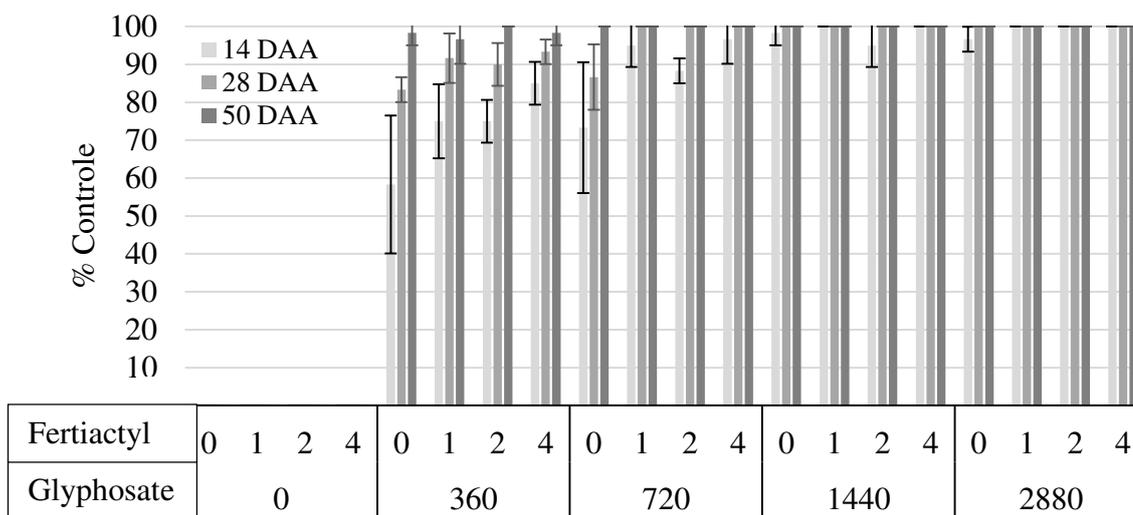
tiririca é de 1440 g ha<sup>-1</sup>. Entretanto, as médias gerais de controle referentes aos tratamentos que receberam 360 e 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate foram de 93,75% e 98,3%, sendo avaliadas como muito boa e boa, respectivamente (Tabela 1). Como ponderaram Freitas et al. (2015), a alta eficiência de um herbicida no controle da tiririca em vasos pode ser explicada pela homogeneidade dos tubérculos em tamanho e profundidade de transplante, o que normalmente é desigual em condições de campo.

### Apaga-fogo

De maneira geral, a média de controle das plantas de apaga-fogo foi de 99,5%, sendo portanto, avaliada como excelente. Apesar de não ter controlado completamente todas as plantas, a dose de 360 g ha<sup>-1</sup> proporcionou controle de 98% (Figuras 3 e 4). Segundo Harri (2014), o apaga-fogo também é altamente suscetível (mais de 95% de controle) ao glyphosate aplicado em pós-emergência. Consulta realizada no site Agrofite (2017), demonstrou que a dose recomendada para o controle do apaga-fogo é de 360 g e.a. ha<sup>-1</sup> de glyphosate.



**Figura 3** – Intoxicação das plantas de apaga-fogo aos 14 DAA (A) e 50 DAA (B); testemunha (1), 1 L ha<sup>-1</sup> (2), 2 L ha<sup>-1</sup> (3), 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl (4) e glyphosate puro (5). Todas as plantas, exceto a testemunha receberam 360 g ha<sup>-1</sup> do herbicida.

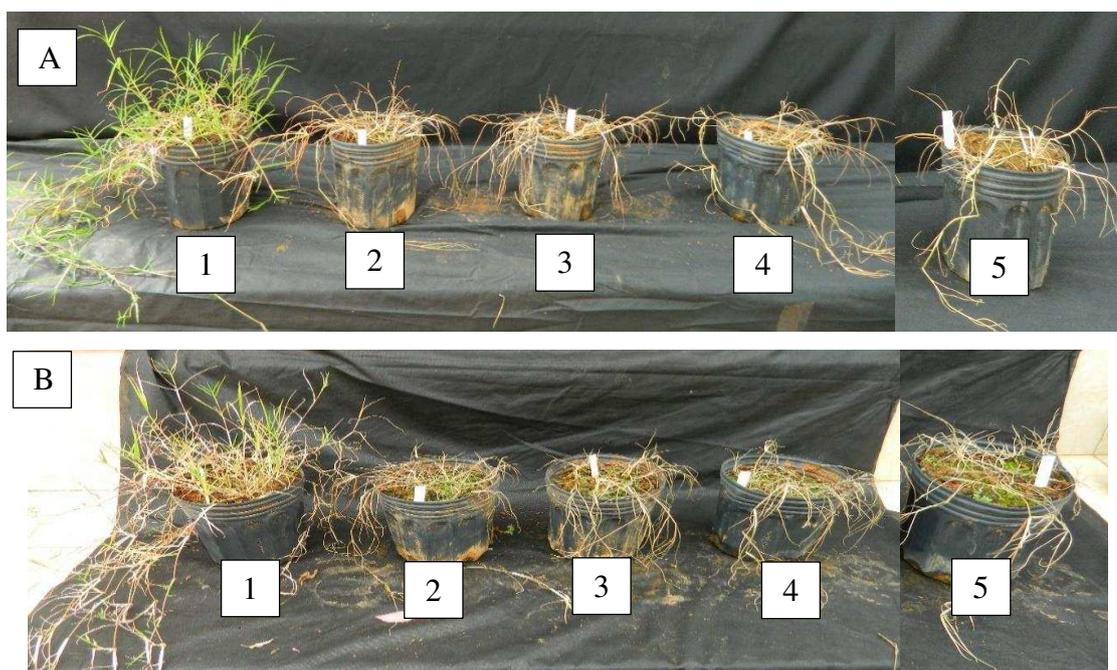


**Figura 4** – Porcentagem de controle das plantas de apaga-fogo submetidas a aplicação do glyphosate ( $\text{g ha}^{-1}$ ) em mistura com o Fertiactyl ( $\text{L ha}^{-1}$ ), aos 14, 28 e 50 dias após a aplicação.

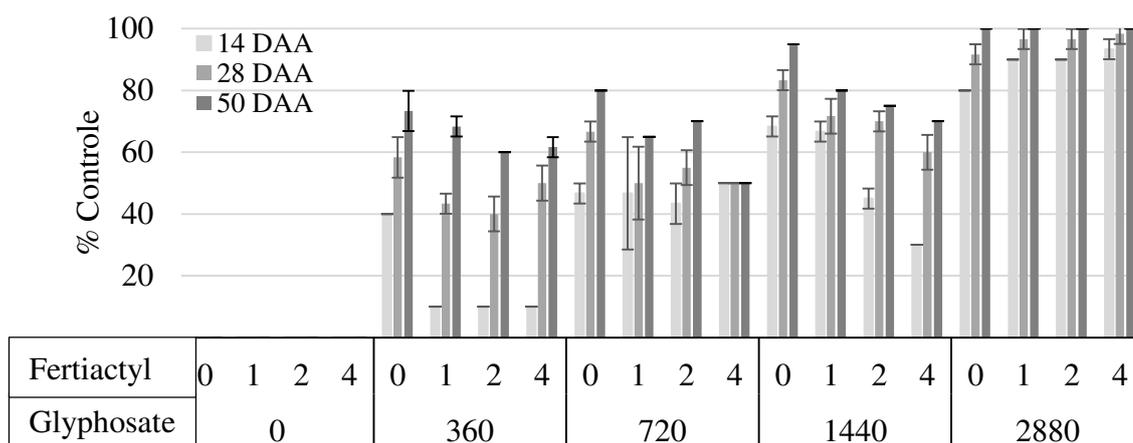
Em experimento conduzido por Canossa et al. (2007), as doses de 540 e 1440  $\text{g ha}^{-1}$  de glyphosate promoveram controle de 100% aos 28 DAA. De Carvalho et al. (2008), testaram doses de 360 e 720  $\text{g ha}^{-1}$  de glyphosate em área densamente infestada por plantas daninhas ( $40 \text{ plantas m}^{-2}$ ), com destaque para o apaga-fogo em pleno florescimento, que foi apontada como a espécie dominante (85%), o controle percentual respectivo às doses supracitadas foi de 87,5 e 96,3%, aos 28 DAA.

### Gramma-seda

A média de controle das plantas de grama-seda foi de 81%, sendo portanto, avaliada como duvidosa. A única dose do glyphosate que promoveu 100% de controle foi 2880  $\text{g ha}^{-1}$ , independentemente da presença do Fertiactyl Pós. No que concerniu às demais doses, os resultados foram bastante variados, a presença do Fertiactyl alterou o controle em alguns tratamentos. Pode-se inferir que a mistura de Fertiactyl às doses não letais do glyphosate reduziu a eficiência de controle, sendo que a combinação de 4  $\text{L ha}^{-1}$  de Fertiactyl ao herbicida foi a que mais diminuiu o controle (Figuras 5 e 6). Segundo Harri (2014), plantas adultas de grama-seda são pouco suscetíveis (de 50 a 85% de controle) ao glyphosate aplicado em pós-emergência. Consulta realizada no site Agrofitec (2017), demonstrou que a dose recomendada em g e.a.  $\text{ha}^{-1}$  de glyphosate para o controle da grama-seda pode variar de 1440 a 1800  $\text{g ha}^{-1}$ .



**Figura 5** – Intoxicação das plantas de grama-seda aos 14 DAA (A) e 50 DAA (B); testemunha (1), 1 L ha<sup>-1</sup> (2), 2 L ha<sup>-1</sup> (3), 4 L ha<sup>-1</sup> de Fertiactyl (4) e glyphosate puro (5). Todos as plantas, exceto a testemunha receberam 2880 g ha<sup>-1</sup> do herbicida.



**Figura 6** – Porcentagem de controle das plantas de grama-seda submetidas a aplicação do glyphosate (g ha<sup>-1</sup>) em mistura com o Fertiactyl Pós (L ha<sup>-1</sup>), aos 14, 28 e 50 dias após a aplicação.

A grama-seda se reproduz por meio de propagação vegetativa, produzindo grande número de rizomas e estolões, fato que a torna uma planta daninha de difícil controle (Mitich, 1989). Além do que já foi descrito, outro aspecto é a capacidade de rebrota precoce desta planta, portanto, alguns herbicidas necessitam de aplicações sequenciais, feitas em plantas jovens e posteriormente quando adultas, repetidas ao longo dos anos com o objetivo de maximizar seu controle e diminuir a reinfestação na área (Grichar, 1995).

Martini et al. (2002), testaram a eficácia de diferentes concentrações de glyphosate potássico para o controle da grama-seda com 20 a 25 cm de altura em uma área com 70% de infestação. A dose mais efetiva foi 2500 g ha<sup>-1</sup> que conferiu um controle equivalente a 91,2% aos 43 DAA. O controle proporcionado pelas menores doses foi significativamente menor, sendo que 1050 e 2100 g ha<sup>-1</sup> controlaram 65 e 80%, respectivamente. Corroborando com os resultados dessa pesquisa, Campbell (2008), obteve valor médio de controle de aproximadamente 80% ao testar doses de 1440, 2160 e 2880 g ha<sup>-1</sup> do glyphosate.

## **Conclusão**

O Fertiactyl Pós apenas retardou o controle na menor dose do glyphosate, no entanto, não alterou o controle da tiririca e do apaga-fogo na avaliação final. Por outro lado, para controlar a grama-seda houve necessidade de maior dose do glyphosate na presença do Fertiactyl.

## **Referências bibliográficas**

ALCÂNTARA, J. C. A. N.; MOZART, M. F. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 31, n. 6, p. 1525-1533, 2007.

ALECRIM, A. O. **Sacarose na desintoxicação de plantas de cafeeiro com deriva de glyphosate**. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**: consulta de produtos formulados. Disponível em: < [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 07 nov. 2017.

CAMPBELL, P. L. Efficacy of glyphosate, alternative post-emergence herbicides and tillage for control of *Cynodon dactylon*. **South African Journal of Plant and Soil**, v. 25, n. 4, p. 220-228, 2008.

CANOSSA, R. S.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; RIOS, F. A.; CAVALIERI, S. D. Efetividade de herbicidas no controle de *Alternanthera tenella*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2007.

- DE CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; DAMIN, V.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Glifosato aplicado com diferentes concentrações de uréia ou sulfato de amônio para dessecação de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1501-1508, 2008.
- DE FREITAS, R. S.; DA SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; SEDIYAMA, T. Efeitos do flazasulfuron e do glyphosate em aplicações única e sequencial sobre o controle da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). **Revista Ceres**, v. 44, n.º. 256, 2015.
- FERREIRA, L.C.; CATANEO, A.C. Aspectos bioquímicos da ação de “safeners”. **Boletim informativo da SBPCPD**. São Paulo: SBPCPD, v. 8, n. 2, p. 5-6, 2001.
- 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, 2010
- GRESSHOFF, P. M. Growth inhibition by glyphosate and reversal of its action by phenylalanine and tyrosine. **Functional Plant Biology**, v. 6, n. 2, p. 177-185, 1979.
- GRICHAR, W.J. Comparison of postemergence herbicides for common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) control in peanut (*Arachis hypogea*). **Weed Technology**, v. 9, p.825-828, 1995.
- HAMZA, B.; SUGGARS, A. **Biostimulants: myths and realities**. Turfgrass Trends, Newton, v. 10, p.6-10, 2001.
- KOGAN M. A. Interferencia de las malezas en plantaciones forestales y estrategias de control. In: KOGAN, M. A. (Ed.). **Avances en manejo de malezas en producción agrícola y forestal**. Santiago: UCC, p. 119-124, 1992.
- LEMES, L. N.; CARVALHO, L. B.; SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. **African Journal of Agricultural Research**, p. 1138-1143, 2010.
- LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7. ed. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 379 p. 2014.
- MACHADO, M. S.; FERREIRA, L. R.; PAULA, J. L.; PEREIRA, G. A. M.; GONÇALVES, V. A. Use of liquid fertilizer to reduce the phytotoxic effects of glyphosate on eucalyptus. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 730 - 737, 2017.

MARTINI, G.; JUNIOR, P.; FERRARI, A. F.; FELICI, G. V.; PIVA, F. M.; DURIGAN, J. C. Eficácia de uma nova formulação de glifosato para o controle de grama-seda (*Cynodon dactylon*), em pomar de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 683-686, 2002.

MITICH, L.W. Bermudagrass. **Weed Technology**, v.3, p.433-435, 1989.

REDDY, K. N.; BELLALOU, N.; ZABLOTOWICZ, R. M. Glyphosate effect on shikimate, nitrate reductase activity, yield, and seed composition in corn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 6, p. 3646-3650, 2010.

ROLIM, J.C. **Proposta de utilização da escala EWRC modificada em ensaios de campo com herbicidas**. Araras: IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul, 3 p. 1989.

SCHRÜBBERS, L. C.; VALVERDE, B. E.; SØRENSEN, J. C.; CEDERGREEN, N. Glyphosate spray drift in *Coffea arabica* – Sensitivity of coffee plants and possible use of shikimic acid as a biomarker for glyphosate exposure. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 115, p. 15-22, 2014.

SERCILOTO, C. M.; CARVALHO, M. E. A.; DE CAMARGO, P. R. Mitigation of glyphosate side effects on non-target plants: use of different agrochemicals as protectants in common bean plants. **Ambiência**, v. 10, n. 2, p. 615-623, 2014.

SILVA, G. S. **Fertilizantes foliares como atenuadores de intoxicação da cenoura pelo metribuzin**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2015.

TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; PAES, F. A. S. V.; MELO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N. Crescimento de mudas de clones de eucalipto submetidos à deriva simulada de diferentes herbicidas. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 65-73, 2012.

## **Tolerância de plantas jovens de café a herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura com o Fertiactyl**

**Resumo** - Existem poucos herbicidas comprovadamente seletivos para o cafeeiro em fase de implantação. Uma alternativa para contornar os danos causados pelos herbicidas é o uso de antídotos com capacidade de minimizar a intoxicação dos herbicidas. Objetivou-se avaliar a seletividade de herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura no tanque com o Fertiactyl Sweet® para plantas de café (Catuaí vermelho – linhagem 44) recém-transplantadas. O experimento foi realizado em vasos contendo 14 dm<sup>3</sup> de latossolo vermelho-amarelo, no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 10 X 2 com quatro repetições, sendo que o primeiro fator constou de nove herbicidas (oxyfluorfen, sulfentrazone, flumioxazin, [isoxaflutole+indaziflam], isoxaflutole, indaziflam, [indaziflam+metribuzin], chlorimuron-etílico e metsulfuron-metílico) e uma testemunha; o segundo fator constou da presença ou ausência do Fertiactyl Sweet. Os tratamentos foram aplicados em “over the top” aos 30 dias após o transplante, quando as mudas tinham aproximadamente 11 cm de altura e 7 meses de idade. Aos 7, 25, 62, 75 e 172 dias após a aplicação (DAA), avaliou-se a porcentagem de intoxicação. E aos 172 DAA, mensurou-se o diâmetro do caule, altura, massa seca de folhas, caules e raízes, área foliar, volume de raízes, números de nós, número de ramos plagiotrópicos e comprimento médio dos dois primeiros ramos plagiotrópicos. A adição do Fertiactyl Sweet junto à calda dos herbicidas não modificou a tolerância das plantas aos mesmos. Os herbicidas mais seletivos para o café foram o oxyfluorfen e o sulfentrazone, enquanto que, o único herbicida que matou as mudas foi a mistura comercial de [indaziflam+metribuzin]. Conclui-se que o Fertiactyl não influenciou a tolerância das mudas de café aos herbicidas testados, e que o sulfentrazone e o oxyfluorfen foram os mais tolerados pelas plantas de café recém-transplantadas.

**Palavras-chave:** seletividade, antídoto, controle químico e pré-emergentes.

**Abstract** - There is a few herbicides which are proven to be selective for newly transplanted coffee plants. An alternative which has been occurring to deal the damaged caused by the herbicides is the used of antidotes with capacity of minimize herbicides intoxication. The aim of this research was to evaluate the selectivity of herbicides applied alone or mixed in the tank mixed with Fertiactyl Sweet<sup>®</sup> for newly transplanted coffee plants (red Catuai - lineage 44). The experiment was conducted in pots containing 14 dm<sup>3</sup> of red-yellow rhodic hapludox, in a completely randomized design with four replications in a factorial 10 X 2. The first factor consisted of nine herbicides (oxyfluorfen, sulfentrazone, flumioxazin, [isoxaflutole+indaziflam], isoxaflutole, indaziflam, [indaziflam+metribuzin], chlorimuron-ethyl and metsulfuron-methyl) and a control treatment; the second factor was the presence or not of the Fertiactyl Sweet. The treatments were applied "over the top" 30 days after transplanting, when the seedlings were approximately 11 cm tall (7 months old). At 172 days after application (DAA), the percentage of intoxication, stem diameter, plant height, dry matter of stem, leaves and roots, leaf area, root volume, number and length of plagiotropic branches, and number of nodes were measured. The mixing of Fertiactyl with the herbicides did not modify the tolerance of the plants to them. The most selective herbicides for the coffee plants were oxyfluorfen and sulfentrazone, while the only one which killed the seedlings was the commercial mixture of [indaziflam+metribuzin]. We concluded that Fertiactyl did not enhanced the coffee plants tolerance to the evaluated herbicides and oxyfluorfen and sulfentrazone were tolerated by the newly transplanted coffee plants.

**Keywords:** selectiviness, antidote, chemical control and pre-emergence.

## Introdução

Além da diminuição da produção, as plantas daninhas também causam baixa eficiência de uso da terra, dificuldade de se realizar práticas culturais, elevado custo de proteção fitossanitária, entraves no manejo da água, redução da qualidade do produto colhido e colheita dificultada (Souza et al., 1985; citados por Siqueira, 2013). Ademais, as plantas daninhas demonstram maior eficiência na absorção de nutrientes em detrimento das plantas de café, apresentado assim, maiores quantidades de nutrientes em seu interior, levando vantagem sobre o crescimento do cafeeiro (Ronchi et al., 2007).

O período situado entre o transplântio das mudas até o início da fase reprodutiva, que normalmente ocorre no segundo ano após o plantio, é tido como crítico em relação à competição entre a cultura e as plantas daninhas, principalmente, quando estas crescem na linha do cafeeiro (Ronchi et al., 2003). Todavia, com o avançar do tempo, as plantas de café se tornam aparentemente mais tolerantes à competição com as espécies daninhas (Fialho et al., 2010).

Como citado anteriormente, o manejo das plantas daninhas em ambos os lados na linha de plantio das mudas de café até o segundo ano pós-plantio é essencial para o desenvolvimento da cultura. Araújo et al. (2012), concluíram que a faixa ideal que deve ser mantida livre de competição aumenta à medida que as plantas de café envelhecem. A manutenção desta faixa livre pode ser realizada com o uso de herbicidas seletivos aplicados em pré ou pós-emergência das espécies daninhas, ou através da utilização de herbicidas não-seletivos, que por sua vez devem ser aplicados em jato dirigido, evitando-se o contato das gotas pulverizadas nas plantas de café (Ronchi et al., 2001).

Atualmente, existem 27 ingredientes ativos registrados para uso na cafeicultura (Agrofit, 2017). Porém, poucos deles são comprovadamente seletivos ao cafeeiro. Dentre os produtos ou misturas de herbicidas comercializados para uso em cafezais jovens, seja em pré ou pós-emergência das plantas daninhas, têm-se o fluazifop-p-butyl, oryzalin e o oxyfluorfen, sendo este último utilizado em pré-emergência (Rodrigues & Almeida, 1998).

Frequentemente ocorrem problemas devido à intoxicação das plantas, seja pela inadequação das doses, tolerância da cultivar ao herbicida e inadequada tecnologia de aplicação (Magalhães et al., 2012). Protetores químicos podem ser utilizados para potencializar a tolerância de culturas reduzindo os efeitos tóxicos dos herbicidas. Também conhecidos como *safeners* ou antídotos, estas substâncias estão relacionadas à

redução da absorção e/ou translocação, a metabolização e a competição com o local de ação dos herbicidas. Uma de suas atribuições é permitir a utilização de herbicidas não seletivos às culturas (Galon et al., 2011). O caráter protetor do Fertiactyl vem sendo pesquisado para minimizar os efeitos tóxicos causados por herbicidas em algumas culturas como cenoura (Silva, 2015), soja (Santos et al., 2015) e eucalipto (Machado et al., 2017).

Com isso, tendo em vista a carência de herbicidas seletivos para serem utilizados na fase de implantação do cafezal e o potencial efeito protetor do Fertiactyl, objetivou-se avaliar a seletividade de herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura com o Fertiactyl Sweet® para plantas de café recém-transplantadas.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido à céu aberto na Universidade Federal de Viçosa entre os meses de outubro de 2016 a maio de 2017. As mudas foram transplantadas em vasos de 14 dm<sup>3</sup> preenchidos com latossolo vermelho-amarelo da região de Viçosa, corrigido e adubado conforme a análise de solo (Quadro 1) e recomendação para a cultura. Cada unidade experimental foi composta por uma planta de café arábica (Catuaí vermelho - linhagem 44) com aproximadamente sete meses de idade.

**Quadro 1** - Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento em Viçosa-MG

<b>Análise Química</b>									
<b>pH</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>H+Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC (t)</b>	<b>CTC (T)</b>
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
6,53	5	73	4	0,5	0	1,2	4,69	4,69	5,89
<b>V</b>	<b>m</b>	<b>MO</b>	<b>P-rem</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>B</b>	
%		dag Kg <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>				
79,6	0	2,02	15,5	29,28	67,9	41,5	3,23	-	
<b>Análise física</b>									
<b>Análise granulométrica e classificação textural</b>									
<b>Argila</b>	<b>Silte</b>	<b>Areia</b>	<b>Classificação textural</b>						
%			Muito argilosa						
61,2	6,4	32,4							

Análise realizada no Laboratório de análises de solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 10 X 2 com quatro repetições, sendo que o primeiro fator constou de nove herbicidas e uma testemunha, e o segundo fator constou da presença ou ausência do Fertiactyl Sweet. Os

herbicidas avaliados foram oxyfluorfen (960 g ha<sup>-1</sup>); sulfentrazone (500 g ha<sup>-1</sup>); flumioxazin (100 g ha<sup>-1</sup>); [isoxaflutole+indaziflam] (22,5 g + 67,5 g ha<sup>-1</sup>); isoxaflutole (150 g ha<sup>-1</sup>); indaziflam (75 g ha<sup>-1</sup>); [metribuzin+indaziflam] (960 + 75 g ha<sup>-1</sup>); chlorimuron-etílico (25 g ha<sup>-1</sup>) e metsulfuron-metílico (6 g ha<sup>-1</sup>). A dose do Fertiactyl Sweet® foi de 3 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial, dose esta escolhida de acordo com ensaios preliminares.

Aos 30 dias após o transplântio, quando as plantas estavam com aproximadamente 11 cm de altura (de dois a três pares de folhas), foi realizada a aplicação das caldas de modo molhar toda planta de café, ou seja a aplicação foi “over the top”. Utilizou-se um pulverizador costal munido de barra com dois bicos com pontas tipo leque TTI 11002, espaçados de 0,5 m entre si, operando a 250 kPa de pressão e com volume de calda correspondente a 150 L ha<sup>-1</sup>. No momento da aplicação a temperatura ambiente era 27,1 °C, a umidade relativa do ar 66% e a velocidade do vento 3,0 Km h<sup>-1</sup>. Após a aplicação em “over the top”, as plantas permaneceram protegidas do contato com água de chuva ou irrigação durante 24 horas, visando-se evitar a lavagem da calda aplicada.

A porcentagem de intoxicação das plantas foi avaliada aos 7, 25, 62, 75, 172 dias após a aplicação (DAA). A intoxicação foi quantificada por meio de avaliação visual, atribuindo-se notas percentuais em relação à testemunha (Tabela 1), sendo considerada zero a ausência de sintomas e 100 a morte da planta (SBCPD, 1995). Ademais, em ocasião da última avaliação (172 DAA), foram avaliadas a altura, diâmetro do caule, área foliar (por meio do medidor de área Licor Equipamentos - modelo LI-3100), volume de raízes, número de nós, comprimento dos dois primeiros ramos plagiotrópicos e o número de ramos plagiotrópicos. Posteriormente, folhas, caules e raízes foram acondicionados separadamente em sacos de papel e levados à estufa com circulação forçada de ar (65 ± 3 °C), até atingir massa constante para quantificação da massa seca.

**Tabela 1** – Escala de notas para avaliação visual de intoxicação sobre as plantas de café

CONCEITO	NOTAS	OBSERVAÇÃO
Muito leve	0-5	Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota zero quando não se observam quaisquer alterações na planta.
Leve	6-10	Sintomas nítidos, de baixa intensidade.
Moderada	11-20	Sintomas nítidos, mais intensos que na classe anterior.
Aceitável	21-35	Sintomas pronunciados, mas totalmente tolerados pela planta.
Preocupante	36-45	Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação.
Alta	46-60	Danos irreversíveis, com redução drástica no desenvolvimento da planta.
Muito alta	61-100	Danos irreversíveis muito severos. Nota cem para morte da planta.

Adaptado de SBCPD (1995).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

### Resultados e discussão

Verificou-se que não houve efeito significativo do Fertiactyl, assim como também da interação Fertiactyl x herbicidas para as características avaliadas nas plantas de café (Tabelas 2, 3 e 4). Este resultado mostra que o Fertiactyl Sweet não interagiu com os herbicidas testados e não modificou a tolerância das plantas aos mesmos (Tabela 2). Todavia, houve efeito dos herbicidas para todas as características avaliadas (Tabelas 2, 3 e 4). A mistura entre [metribuzin+indaziflam] foi incluída apenas na análise de variância da porcentagem de intoxicação, uma vez que eliminou todas as plantas do respectivo tratamento.

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância para a porcentagem de intoxicação das plantas de café aos 7, 25, 62, 75 e 172 DAA

FV	GL	Quadrado Médio				
		7 DAA	25 DAA	62 DAA	75 DAA	172 DAA
Herbicida	9	1608,23*	4265,68*	4254,91*	5602,47*	0
Fertiactyl	1	2,38	10,62	12,92	24,26	0
Herb*Fertiactyl	9	20,49	7,45	5,21	6,43	0
Resíduo	60	73,59	46,22	41,77	30,47	0
C.V. (%)		32,09	15,50	18,93	23,09	0,00

\* Significativo a ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

**Tabela 3** - Resumo da análise de variância para as variáveis volume de raízes (VR), massa seca de raízes (MSR), folhas (MSF), caule (MSC) e área foliar (AF) das plantas de café aos 172 DAA

FV	GL	Quadrado Médio				
		VR	MSR	MSF	MSC	AF
Herbicida	8	1762,89*	41,36*	187*	68,3*	1777541,92*
Fertiactyl	1	703,12	10,58	6,48	0,27	61206,84
Herb*Fertiactyl	8	192,28	4,98	20,52	8,95	260529,70
Resíduo	54	745,99	10,34	48,31	14,78	559004,89
C.V. (%)		24,10	22,72	21,74	25,35	20,31

\* Significativo a ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

**Tabela 4** - Resumo da análise de variância para as variáveis altura (ALT), diâmetro do caule (DC), número de nós (NN), número de ramos plagiotrópicos (NRP) e comprimento médio dos dois primeiros ramos plagiotrópicos (CRP) aos 172 DAA

FV	GL	Quadrado Médio				
		ALT	DC	NN	NRP	CRP
Herbicida	8	64,69*	4,65*	159,26*	6,01*	28,1*
Fertiactyl	1	12,5	0,48	7,34	0,34	4,4
Herb*Fertiactyl	8	14,86	1,33	18,47	1,40	5,44
Resíduo	54	13,0	1,15	43,51	1,44	9,49
C.V. (%)		9,40	10,18	15,79	12,36	11,83

\* Significativo a ( $p < 0,05$ ) pelo teste F.

Aos 7 DAA, todos os herbicidas provocaram sintomas de intoxicação variando de moderado a alto. Nesta avaliação, o isoxaflutole causou intoxicação moderada (8,8%), enquanto que o flumioxazin intoxicou as plantas em 53,8% (alta). Os demais herbicidas causaram graus de intoxicação intermediários entre os dois tratamentos mencionados anteriormente. Observou-se que aos 25 DAA, a mistura pronta [metribuzin+indaziflam] eliminou todas as plantas, e que para os demais tratamentos, os sintomas de intoxicação se intensificaram, variando de 20,0 a 58,1%. Desta avaliação em diante, as plantas de café apresentaram sinais gradativos de recuperação dos efeitos tóxicos ocasionados pelos herbicidas, pois na última avaliação (172 DAA) já não havia sinais aparentes de intoxicação em nenhuma planta (Tabela 5).

**Tabela 5** – Porcentagem de intoxicação (%) de mudas de café arábica tratadas com herbicidas

Tratamento	Dias após aplicação (DAA) <sup>1/</sup>			
	7	25	62	75
Testemunha	0a	0a	0a	0a
Oxyfluorfen <sup>2/</sup>	41,2d	57,5c	23,1bcd	1,25ab
Sulfentrazone <sup>3/</sup>	47,5d	55,0c	29,3cde	13,1c
Flumioxazin <sup>4/</sup>	53,8d	56c	34,4def	13,1c
[Isoxaflutole+Indaziflam] <sup>5/</sup>	21,2bc	58,1c	45,0e	28,1d
Isoxaflutole <sup>6/</sup>	8,8ab	50,6c	26,8bcde	10,6bc
Indaziflam <sup>7/</sup>	16,2bc	54,3c	40,6ef	36,2d
Chlorimuron-etílico <sup>8/</sup>	16,9bc	23,8b	15,6bc	11,2bc
Metsulfuron-metílico <sup>9/</sup>	15bc	20,0b	13,1ab	0a
[Metribuzin+Indaziflam] <sup>10/</sup>	26,2c	100d	100g	100e
C.V. (%)	36,02	21,34	26,09	29,19

<sup>1/</sup> Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; <sup>2/</sup> Goal; <sup>3/</sup> Boral; <sup>4/</sup> Flumyzin; <sup>5/</sup> Provence total; <sup>6/</sup> Fordor; <sup>7/</sup> Alion; <sup>8/</sup> Classic; <sup>9/</sup> Ally e <sup>10/</sup> Alion Pró.

De forma semelhante ao relatado por Ronchi & Silva (2003) e Magalhães et al. (2012), os principais sintomas visuais causados pelo oxyfluorfen às mudas de café foram queimaduras e necroses espalhadas pela lâmina foliar. Estas injúrias típicas são conferidas pela peroxidação de lipídios devido a presença de oxigênio reativo produzido pelos inibidores da PROTOX (Hess & Weller, 2000). Aos 25 DAA, a toxidez causada por este herbicida foi de 57,5%, entretanto, na avaliação feita ao final do experimento (172 DAA) não se verificou sinais de intoxicação (Tabela 5). Ronchi & Silva (2004), constataram que a aplicação de oxyfluorfen (480 g ha<sup>-1</sup> – metade da dose utilizada neste experimento) diretamente sobre o dossel do cafeeiro (*C. arabica* cv. Catuaí Vermelho) com seis a oito pares de folhas, aos 21 dias após o transplântio para o campo, causou leve toxicidade ao cafeeiro (26,3%), sem comprometer o crescimento das mudas, avaliado aos 130 dias após o transplântio.

O sulfentrazone causou intoxicação de 55% às plantas de café aos 25 DAA. Ao final do experimento, de forma similar ao oxyfluorfen, as plantas já haviam se recuperado completamente da intoxicação (Tabela 5). Os sintomas visuais de toxicidade conferidos pelo sulfentrazone foram queimaduras nas folhas, manchas cloróticas e encarquilhamento das folhas apicais. Igualmente ao oxyfluorfen, esse herbicida inibe a PROTOX (Hess & Weller, 2000). Magalhães et al. (2012), constataram níveis de intoxicação elevados de 52,4 e 61,8% quando utilizaram doses de 400 e 600 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente, aos 36 DAA. Avaliando a tolerância de mudas de café a herbicidas, Ronchi & Silva (2003), observaram

que o sulfentrazone causou toxicidade moderada aos 16 DAA, denotada pelo enrugamento e necrose nas folhas mais novas, e que aquelas que surgiram posteriormente também apresentaram sintomas idênticos, porém com menor intensidade.

Segundo Carvalho & López-Ovejero (2008), citados por Gonçalves & De Carvalho (2017), geralmente, a tolerância natural de espécies vegetais aos herbicidas inibidores da protox está relacionada com o acelerado metabolismo do herbicida nas plantas (comumente via citocromo P-450 ou conjugação com glutatona), pode ocorrer também menor absorção foliar ou radicular, menor translocação, super produção ou insensibilidade enzimática e sequestro do herbicida.

Vale ressaltar que o oxyfluorfen é registrado e recomendado para controle de plantas daninhas em aplicações em pré-emergência ou pós-emergência inicial na cultura do café após seu transplântio, em jato dirigido sob o dossel das plantas. Já o sulfentrazone é recomendado apenas para cafeeiros adultos, em aplicação sob a copa das plantas (Rodrigues & Almeida, 2005). Contudo, os resultados desta pesquisa evidenciaram a possibilidade de uso do sulfentrazone em área total em lavouras de café em fase de implantação. Resultado semelhante foi encontrado por Gonçalves & De Carvalho (2017), em que os autores verificaram que o sulfentrazone possui características seletivas às plantas de café recém-transplantadas, com destaque para a dose de 400 g ha<sup>-1</sup>.

Diferentemente da metodologia adotada neste experimento, em que a aplicação dos herbicidas se deu sobre o dossel das plantas, Magalhães et al. (2012), avaliaram a aplicação dos herbicidas oxyfluorfen e sulfentrazone em jato dirigido sob a copa de plantas de café após dez meses de sua implantação no campo. E não constataram qualquer sintoma de toxicidade. Ademais, constatou-se que decorridos 105 dias da aplicação, na média de todos os tratamentos, houve aumento de crescimento de 16,4 cm na altura das plantas, 5,63 mm no diâmetro do caule, 204,2 cm<sup>2</sup> (ou 12 folhas) na área fotossintética, 3,83 nos nós produtivos e 20,54 cm no comprimento do ramo plagiotrópico.

A morte das plantas que receberam a mistura comercial [metribuzin+indaziflam] possivelmente deu-se pela ação do primeiro herbicida (Tabela 5). O mecanismo de ação do metribuzin caracteriza-se pela inibição do fotossistema II, que por meio de reações químicas inicia-se o processo de peroxidação das membranas, que culmina em necroses foliares (Silva et al., 2009). Oliveira et al. (2002), observaram reduções severas em massa seca, número de folhas, diâmetro do caule e altura de plantas de café após o tratamento com metribuzin. Em estudo conduzido por Ronchi & Silva (2003), viu-se que as mudas

apresentaram intoxicação muito alta (86,25%) aos 16 DAA após receberem 240 g ha<sup>-1</sup> do referido herbicida.

Com exceção da mistura comercial [metribuzin+indaziflam], as plantas que receberam os tratamentos contendo o herbicida indaziflam puro e a sua mistura comercial com o isoxaflutole já não apresentavam sinais visíveis de sintomas aos 172DAA, apesar da elevada intoxicação causada aos 25DAA, de 54,3 e 58,1%, respectivamente (Tabela 5). O indaziflam pertence à classe química denominada alkylazine, que por sua vez atua na biossíntese da parede celular, sendo considerado o mais potente inibidor desta estrutura já descoberto (Myers et al., 2009; Kaapro & Hall, 2012; citados por Guerra et al., 2013). Silva (2016), estudando o efeito da deriva do indaziflam sobre mudas de café conilon vitória incaper 8134, verificou que 40% de deriva da dose recomendada para a cultura (150 g ha<sup>-1</sup>), causou intoxicação leve (20%) aos 28 dias após a simulação da deriva, e não houve diferenças significativas em relação a testemunha para área foliar, diâmetro e volume radicular. Sua seletividade vem sendo avaliada por pesquisadores brasileiros, principalmente em relação aos seus efeitos de longo prazo em culturas perenes. As culturas do café (Blanco & Ramos, 2012) e de citros (Nicolai et al., 2012; Blanco et al., 2012), citados por Guerra et al. (2013), não apresentaram qualquer injúria após a aplicação de doses entre 75 e 150 g ha<sup>-1</sup> de indaziflam.

No decorrer das avaliações, o metsulfuron-metílico foi o que apresentou os menores níveis de intoxicação, sendo o único herbicida a equivaler 0 na avaliação feita aos 75DAA (Tabela 5). Em experimento conduzido por Ronchi & Silva (2004), constatou-se que o herbicida flazasulfuron pertencente ao mesmo grupo químico do metsulfuron-metílico – sulfoniluréias (Oliveira Jr et al., 2011), causou intoxicação leve (25%) e não prejudicou as variáveis altura de planta e diâmetro do caule do cafeeiro aos 130 DAA. Por outro lado, apesar de também integrar o grupo químico das sulfoniluréias, o chlorimuron-etílico mesmo causando intoxicação muito leve aos 172 DAA (Tabela 5), afetou negativamente a maioria das variáveis avaliadas neste experimento (Tabelas 6 e 7). Resultado diferente foi encontrado por Ronchi & Silva (2003), em que o chlorimuron-etílico se apresentou como de maior seletividade às mudas de café.

**Tabela 6** - Médias do volume de raízes (VR), massa seca de raízes (MSR), de folhas (MSF), de caule (MSC) e área foliar (AF) das plantas de café, aos 172 DAA

Tratamento	Variáveis*				
	VR (mL)	MSR (g)	MSF (g)	MSC (g)	AF (cm <sup>2</sup> )
Testemunha	145a	19,31a	40,30a	21,29a	4555,9a
Oxyfluorfen	114ab	13,75ab	36,29ab	16,72ab	4089,2ab
Sulfentrazone	118ab	15,40ab	35,51abc	16,83ab	3955,36ab
Flumioxazin	102b	12,16b	30,12abc	13,53b	3402,5b
Isoxaflutole+Indaziflam	102b	12,33b	24,96c	11,68b	2973,0b
Isoxaflutole	95b	12,31b	29,76abc	13,77b	3358,8b
Indaziflam	112ab	14,79ab	27,50bc	12,18b	3434,5ab
Chlorimuron-etílico	108ab	12,81b	29,52bc	15,37ab	3566,1ab
Metsulfuron-metílico	124ab	14,57ab	33,72abc	15,11b	3798,1ab
C.V. (%)	22,92	21,96	20,78	24,50	19,46
[metribuzin+indaziflam]	-	-	-	-	-

\* Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Flumioxazin, [isoxaflutole+indaziflam] e isoxaflutole reduziram o volume de raízes em 29,7, 29,7 e 34,5% comparados à testemunha, respectivamente (Tabela 7). Com menor desenvolvimento das raízes a absorção de água e nutrientes fica prejudicada, comprometendo o desenvolvimento inicial do cafeeiro. Resultado diferente foi encontrado por Carvalho et al. (2014), em que foi verificado redução do volume de raízes em detrimento da aplicação de chlorimuron-etílico e oxyfluorfen.

À exceção do oxyfluorfen, sulfentrazone, indaziflam e o metsulfuron-metílico, os demais herbicidas reduziram a massa seca de raízes (Tabela 6). Gonçalves & De Carvalho (2017), testando doses de sulfentrazone em mudas de café (*Coffea arabica*), cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, verificaram que 400 g ha<sup>-1</sup> não prejudicou as raízes do cafeeiro aos 45 DAA. Resultado semelhante encontrado por Carvalho et al. (2014), em que os autores observaram que o chlorimuron-etílico causou redução da massa seca de raízes do cafeeiro aos 60 DAA. Yamashita et al. (2013), estudaram sub-doses de oxyfluorfen (120 e 240 g ha<sup>-1</sup> - doses 8 e 4 vezes menores à utilizada neste experimento, respectivamente) em mudas de café conillon (*Coffea canephora*), e não encontraram diferenças significativas para massa seca de raízes.

A massa seca de folhas foi influenciada de forma negativa pelos herbicidas [isoxaflutole+indaziflam], indaziflam e chlorimuron-etílico, havendo reduções de 38,1, 31,8 e 26,7%, respectivamente (Tabela 6). No mesmo experimento conduzido por Gonçalves & De Carvalho (2017), verificou-se que a aplicação de 15 g ha<sup>-1</sup> de

chlorimuron-etílico também diminuiu esta variável. Já a massa seca de caule foi reduzida pela aplicação de flumioxazin, [isoxaflutole+indaziflam], isoxaflutole, indaziflam e metsulfuron-metílico (Tabela 6).

Houve redução significativa para área foliar pela aplicação de flumioxazin [isoxaflutole+indaziflam] e isoxaflutole, alcançando valores de 25,3, 34,7 e 26,3%, respectivamente (Tabela 6). Esta característica é um dos componentes de produção mais importantes para as plantas, uma vez que a produtividade está correlacionada com a fotossíntese, que depende da interceptação da energia luminosa, e esta depende dentre outros fatores, da área foliar (Aquino et al., 2011).

**Tabela 7** - Médias da altura (ALT), diâmetro do caule (DC), número de nós (NN), número de ramos plagiotrópicos (NRP) e comprimento médio dos dois primeiros ramos plagiotrópicos (CRP) aos 172 DAA

Tratamento	Características*				
	ALT (cm)	DC (mm)	NN	NRP	CRP (cm)
Testemunha	42,3a	12,23a	48,1a	10,9a	29,4a
Oxyfluorfen	40,6ab	10,68ab	45,5ab	11a	27,7ab
Sulfentrazone	39,9ab	10,89ab	44,8abc	9,9ab	27,4ab
Flumioxazin	39,2ab	10,11b	36,4bc	9,9ab	25,7ab
[Isoxaflutole+Indaziflam]	35,9ab	9,54b	35,1c	8,4b	23,4b
Isoxaflutole	37,6abc	10,93ab	40,9abc	9,4ab	25,2ab
Indaziflam	32,5c	10,29b	38,5abc	9,5ab	24,5b
Chlorimuron-etílico	39,0ab	10,11b	41,5abc	8,8b	24,8ab
Metsulfuron-metílico	38,3abc	10,28b	45,1abc	10ab	26,1ab
C.V. (%)	9,49	10,24	15,10	12,27	11,46
[Metribuzin+Indaziflam]	-	-	-	-	-

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A altura de plantas foi significativamente prejudicada pelos tratamentos [isoxaflutole+indaziflam] e indaziflam, com reduções de 15,1 e 23,2%, respectivamente (Tabela 7). Brito (2012), ao aplicar oxyfluorfen sobre o dossel de plantas jovens de café, notou que nas doses de 480 g ha<sup>-1</sup> e 840 g ha<sup>-1</sup> aos 42 DAA, as mudas estavam maiores do que a testemunha. Neste trabalho, este comportamento não foi observado nas plantas que foram tratadas com o oxyfluorfen, apesar de não ter ocorrido diferença significativa em relação à testemunha (Tabela 7). França et al. (2010), observaram aumento na altura de plantas de café arábica quando submetidas à exposição de baixas doses de glyphosate, assim como Furlani Júnior et al. (2011), confirmaram haver incremento na produtividade de algodoeiro com o uso de subdoses de 2,4-D. Segundo os autores, muitos herbicidas foram desenvolvidos como reguladores de crescimento, e isso dá suporte a hipótese de

hormese, efeito este, relacionado ao uso de substâncias consideradas tóxicas no estímulo ao desenvolvimento das plantas. Avaliando características de crescimento vegetativo de 25 cultivares de *Coffea arabica* após 12 meses de implantação da cultura, e a produtividade após 30 meses, Carvalho et al. (2011), verificaram que a altura apresentou correlação fenotípica com a produtividade equivalente a 0,69.

Analisando o efeito dos herbicidas sobre o diâmetro do caule, apenas o oxyfluorfen, sulfentrazone e o isoxaflutole não promoveram resultados inferiores em relação à testemunha, (Tabela 7). Carvalho et al. (2011), verificaram que o diâmetro do caule apresentou correlação fenotípica com a produtividade no valor de 0,54.

Flumioxazin e [isoxaflutole+indaziflam] também reduziram o número de nós em 24,3 e 27%, em relação à testemunha, respectivamente (Tabela 7). Segundo Silvarolla et al. (1997) e Bonomo et al. (2004), citados por Carvalho et al. (2011), o número de nós é um bom indicador da quantidade disponível de gemas produtivas, já que é considerado um dos principais componentes de produtividade.

O número de ramos plagiotrópicos foi diminuído em 22,9 e 19,3%, pelos herbicidas [isoxaflutole+indaziflam] e chlorimuron-etílico, respectivamente (Tabela 7). Carvalho et al. (2011), verificaram que esta variável apresentou correlação fenotípica com a produtividade equivalente a 0,72.

Os herbicidas [isoxaflutole+indaziflam] e indaziflam causaram diminuições significativas no comprimento médio dos dois primeiros ramos plagiotrópicos, diminuindo-o em 20,4 e 16,7% quando comparados à testemunha, respectivamente (Tabela 7). Carvalho et al. (2011), verificaram que o comprimento de ramos plagiotrópicos apresentou correlação fenotípica com a produtividade, sendo igual a 0,73.

Resultados como esses não elucidam de uma vez por todas a pergunta inicial, pois a seletividade de um herbicida e conseqüentemente a tolerância das plantas a este é sempre relativa, pois como afirmaram Silva et al. (2009), tal atributo depende do estágio de desenvolvimento das plantas, das condições climáticas, do tipo de solo, da dose aplicada, etc.

## **Conclusão**

Conclui-se que o Fertiactyl não aumentou a tolerância das mudas de café aos herbicidas testados, e que o sulfentrazone e o oxyfluorfen foram os mais tolerados pelas plantas de café recém-transplantadas.

## Referências bibliográficas

ALMEIDA, W. L.; ARAÚJO, F. C.; RONCHI, C. P.; RUAS, R. A. A.; SILVA, M. A. A.; MAGALHÃES, C. E. O. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavoura de café. **Planta daninha**, v. 30, n. 3, p. 607-616, 2012.

AQUINO, L. A.; JÚNIOR V. C. S.; GUERRA, J. V. S.; COSTA, M. M. Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 832-836, 2011.

ARAÚJO, F. C.; RONCHI, C. P.; ALMEIDA, W. L.; SILVA, M. A. A.; MAGALHÃES, C. E. O.; GOOD-GOD, P. I. V. Optimizing the width of strip weeding in Arabica coffee in relation to crop age. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 129-138, 2012.

BLANCO, F.M.G. et al. Determinação da seletividade do herbicida indaziflam sobre mudas de citros avaliando dois tipos de transplantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28, 2012, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p.70-75. 2012.

BLANCO, F.M.G.; RAMOS, Y.G. Avaliação da seletividade do herbicida indaziflam sobre as raízes e parte epígeas da cultura de café cv. Catuaí. Resultado do primeiro ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28, 2012, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p.54-59, 2012.

BONOMO, P.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R. de; CARNEIRO, P.C.S. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, v.63, p.207-219, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**: consulta de produtos formulados. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Acesso em: 15/08/ 2017.

BRITO, I. P. F. S. **Toxicidade do oxyfluorfen aplicado via água de irrigação na cultura do café**. 2012, 117p, Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, 2012.

CARVALHO, F. P.; FRANÇA, A. C.; FRANCO, M. H. R.; AVELAR, M.; MOREIRA, S. D.; ALECRIM, A. O.; DOS SANTOS, J. B. Sensibilidade de plantas de café micorrizadas a herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p. 134-142, 2014.

CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência das plantas daninhas aos herbicidas inibidores da protox (Grupo E). In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: HRAC-BR, p. 69-77, 2008.

CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; GONÇALVES, F. A.; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 269-275, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR 5.6: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FIALHO, C. M. T.; SILVA, G. R.; FREITAS, M. A. M.; FRANÇA, A. C.; MELLO, C. A. D.; SILVA, A. A. Competição de plantas daninhas com a cultura do café em duas épocas de infestação. **Planta Daninha**, v. 28, p. 969-978, 2010.

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. 2010.

FURLANI JÚNIOR, E.; ROSA, C. E.; FERRARI, S.; FERRARI, J. V.; SANTOS, D. M. A.; LUQUES, A. P. P. G.; VIEIRA, H. S. S. Efeito de sub doses de 2,4-D sobre componentes da produção do algodoeiro. CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8; COTTON EXPO, 1. **Anais...** Embrapa Algodão. Campina Grande-PB. 2011.

GALON, L.; DE GOES MACIEL, C. D.; AGOSTINETTO, D.; CONCENÇO, G.; MORAES, P. V. D. Seletividade de herbicidas às culturas pelo uso de protetores químicos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 291-304, 2011.

GONÇALVES, M. F.; DE CARVALHO, S. J. P. Seletividade do herbicida sulfentrazone em pós-emergência sobre mudas de café recém implantadas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 9, n. 1, 2017.

GUERRA, N.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; DE OLIVEIRA NETO, A. M.; BRAZ, G. B. P. Aminocyclopyrachlor e indaziflam: Seletividade, controle

e comportamento no ambiente. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 3, p. 285-295, 2013.

HESS, F. D.; WELLER, S. C. Inhibitors of protoporphyrinogen oxidase: diphenyl ethers and oxadiazon. In: **Herbicide action**. West Lafayette: Purdue University, p. 225-243, 2000.

KAAPRO, J.; HALL, J. Indaziflam, a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Pakistan Journal Weed Science Research**, v.18, n.esp., p.267-270, 2012.

MACHADO, M.S. **Efeito protetor em plantas de eucalipto e controle de Urochloa brizantha tratadas com glyphosate em mistura com o Fertiactyl Pós**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2015.

MACHADO, M. S.; FERREIRA, L. R.; DE PAULA, J. L.; PEREIRA, G. A. M.; GONÇALVES, V. A. Uso de fertilizante líquido na redução dos efeitos fitotóxicos do glyphosate no eucalipto. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 730-737, 2017.

MYERS, D. F.; HANRAHAN, R.; MICHEL, J.; MONKE, B.; MUDGE, L.; OLSEN, C.; SPAK, D. Indaziflam/BCS AA170717 - a new herbicide for preemergent control of grasses and broadleaves in turf and ornamentals. **Proceeding South Society Weed Science Abstracts**, v.62, p.393, 2009.

NICOLAI, M. et al. Avaliação da seletividade do herbicida indaziflam ao longo de três anos para a cultura do citros. In: Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas, 28, 2012, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p.81-85, 2012.

NJOROGE, J. M. Weeds and weed control in coffee. **Experimental Agriculture**, v. 30, n. 4, p. 421-429, 1994.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Mecanismo de ação de herbicidas**. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Ominipax, Curitiba-PR, Brasil, p. 141-192, 2011.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P.; VIEIRA, H. D. Tolerância de mudas de café aos herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas. In: Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas, 23, 2002, Gramado, RS. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD/EMBRAPA Clima Temperado, p. 462, 2002.

- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: PbR, 648 p. 2005.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 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.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 94 p. 2001.
- SANTOS, A. C. M.; SOUZA, M. A. S.; FREITAS, G. A.; SANTOS, P. S. S.; SILVA, R. R. Substância húmica na redução da fitotoxicidade dos herbicidas roundup ready + lactofene na cultura da soja. **Tecnologia Ciência Agropecuária**, v.9, n.3, p 35-41, 2015.
- SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Herbicidas: Classificação e Mecanismos de Ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.83-148, 2009.
- SILVA, G. S. **Fertilizantes foliares como atenuadores de intoxicação da cenoura pelo metribuzin**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2015.
- SILVA, W. C. **Desempenho dos herbicidas indaziflam e glifosato na cultura do café Conilon**. 2016, 60p, Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2016.
- SILVAROLLA, M.B.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M.M.A. de; FAZUOLI, L.C. Avaliação de progênies derivadas do híbrido de Timor com resistência ao agente da ferrugem. **Bragantia**, v.56, p.47-58, 1997.

SIQUEIRA, R. H. S. **Métodos de controle de plantas invasoras em cafeeiros e seus efeitos nos atributos físicos do solo**. 2013, 97p, Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 42 p. 1995.

SOUZA, I. F.; MELLES, C. C. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Plantas daninhas e seu controle. **Informe Agropecuário**, v. 11, p. 59-65, 1985.

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; DA SILVA MENDONÇA, F.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A.; ALBERGUINI, A. L. Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 2, p.148-156, 2013.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação do glyphosate já é bastante conhecida, no entanto, o mecanismo de ação dos fertilizantes foliares compostos por aminoácidos e ácidos orgânicos como mitigadores da intoxicação por deriva de herbicidas ainda não está devidamente elucidado, sendo necessário ainda entender como ocorre a proteção da planta de café com o efeito herbicida no caso da aplicação em mistura no tanque. Os resultados observados nesta pesquisa permitem considerar o Fertiactyl Pós como possível redutor dos danos causados pelo contato do glyphosate nas plantas de café, sobretudo, quando misturados no tanque e em função da dose do herbicida.

A utilização dessa tecnologia deve estar pautada sob uma análise de viabilidade econômica de seu uso nas aplicações do glyphosate na cultura do café.

A presença do Fertiactyl junto ao glyphosate não reduziu a ação herbicida sobre o controle das plantas daninhas, quando o herbicida foi utilizado na dose recomendada, todavia, quando em menores doses, houve o decréscimo de controle da grama seda.

As misturas dos herbicidas testados com o Fertiactyl Sweet não proporcionaram resultados efetivos. Dentre os herbicidas aplicados em mudas recém transplantadas, os resultados confirmaram a seletividade do oxyfluorfen e do sulfentrazone para plantas jovens de café.