

SINTOMAS DE FITOTOXICIDADE E CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ SUBMETIDAS AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA PROTOX

Lucas Guedes Silva¹, Dalysse Toledo Castanheira², Giovani Belutti Voltolini³,
Itamar Ferreira de Souza⁴, Adenilson Henrique Gonçalves⁵, Rubens José Guimarães⁶

(Recebido: 28 de junho de 2016; aceito: 30 de janeiro de 2017)

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência dos herbicidas flumioxazin, oxyfluorfen e carfentrazone-ethyl no crescimento inicial de mudas de cafeeiro, sob condições de campo, identificando os sintomas de fitotoxicidade causados nas plantas. Os experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, e seis doses de herbicida (0%, 10%, 40%, 70%, 100% e 200% da dose recomendada). As aplicações foram feitas diretamente sobre as plantas por meio de um pulverizador costal pressurizado por CO₂, regulado a 45 kgf/cm². As mudas permaneceram no campo por 45 dias após as pulverizações, sendo realizada a identificação e observação dos sintomas de fitotoxicidade. A observação dos sintomas de fitotoxicidade foi feita a cada dois dias, por meio da captura de imagens e comparação das plantas que receberam os herbicidas com a testemunha. Ao final do experimento foram avaliados o número de folhas, o diâmetro de caule e a massa seca da parte aérea das plantas. Nos herbicidas oxyfluorfen, carfentrazone – ethyl e flumioxazin, a partir da dose de 10%, o principal sintoma de fitotoxicidade observado foi a formação de manchas necróticas irregulares no limbo foliar, principalmente nas regiões apicais. Os herbicidas oxyfluorfen e carfentrazone-ethyl, em todas as doses estudadas, apesar de causarem fitotoxicidade e injúrias leves nas mudas de cafeeiro, não afetaram o seu crescimento. O herbicida flumioxazin apresentou maior fitotoxicidade nas mudas, reduzindo significativamente seu crescimento em relação à testemunha, a partir da dose de 10%.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, controle químico, planta daninha.

COFFEE SEEDLINGS PHYTOTOXICITY SYMPTOMS AND GROWING SUBMITTED TO PROTOX'S INHIBITOR HERBICIDES

ABSTRACT: This research aimed to evaluate the influence of the herbicides flumioxazin, oxyfluorfen and carfentrazone-ethyl in initial growth of coffee seedlings under field conditions, identifying the phytotoxicity symptoms caused in plants. The experiments were performed in a randomized block design with four replicates and six doses of the herbicides (0%, 10%, 40%, 70%, 100% and 200% of the recommended dose). The herbicides were applied directly onto the plants using a knapsack sprayer pressurized by CO₂ and regulated to 45 kgf/cm². After the pulverization, the seedlings remained in field for 45 days, being performed the identification and observation of the symptoms of phytotoxicity. The observation of the phytotoxicity symptoms was done each two days, by the capture of images and the comparison of plants that received herbicides against the pattern. At the end of the experiment were evaluated the number of leaves, stem diameter and plant dry weight. In the herbicides oxyfluorfen, carfentrazone-ethyl and flumioxazin, from the dose of 10%, the main symptom of phytotoxicity observed was the formation of irregular necrotic spots on the leaf surface, mainly in the apical regions. The oxyfluorfen and carfentrazone-ethyl herbicides, on all studied doses, despite causing phytotoxicity and light injuries in coffee seedlings did not affect its growing. The flumioxazin herbicide showed higher phytotoxicity in plants, significantly reducing their growing compared to control, starting at the 10% dose.

Index terms: *Coffea arabica*, chemical control, weed.

1 INTRODUÇÃO

O café tem posição de destaque na balança comercial do Brasil há muitos anos, constituindo uma das commodities mais importantes para o país e desempenhando um importante papel no cenário social e econômico de muitas famílias brasileiras. Com área plantada superior a 2,2 milhões de hectares e com produção estimada em 49,6 milhões de sacas, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. Entretanto, a produtividade média brasileira é baixa (25,46 sacas

ha⁻¹), considerando todo o potencial que apresenta (CONAB, 2016; FIALHO et al., 2010). Essa baixa produtividade deve-se, em parte, a lavouras antigas e depauperadas, deficiências nutricionais, baixa tecnologia de produção, estresses abióticos e bióticos e problemas no manejo da cultura (CAIXETA; GUIMARÃES; ROMANIELLO, 2008).

A interferência imposta pelas plantas daninhas no cafeeiro destaca-se como um dos principais problemas no manejo da cultura, pois a ocorrência destas pode acarretar perdas em

¹Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Fitopatologia/DFP - Cx.P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG

^{2,3,4,5,6}Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.200-000 - Lavras - MG
dalyssecastanheira@hotmail.com, giovanibelutti77@hotmail.com, ferreiras@dag.ufla.br, adenilsonhg@dag.ufla.br, rubensjg@dag.ufla.br

produtividade e na qualidade do produto final (CARVALHO et al., 2014), e oneram os custos de produção (PAIS et al., 2011; RONCHI; SILVA, 2003). Isso ocorre por meio da competição pelos recursos disponíveis, como, água, radiação solar, espaço e nutrientes, além de interferirem na realização de práticas culturais, como fertilizações e colheita, e no controle de pragas e doenças (RONCHI et al., 2003; SILVA et al., 2006).

A fase inicial de crescimento do cafeeiro, compreendida entre o transplantio das mudas até o segundo ano pós-plantio, é considerada a mais sensível à interferência das plantas daninhas, sobretudo quando estão na linha de plantio da cultura (RONCHI; TERRA; SILVA, 2007), visto que, o cafeeiro apresenta um crescimento lento, comparativamente ao das plantas daninhas, sofrendo, portanto, os efeitos da intensa competição pelos recursos do ambiente (RONCHI; SILVA, 2003).

O manejo de plantas daninhas é de extrema importância na busca por uma cafeicultura mais rentável e produtiva. Nesse contexto, o controle adequado de plantas daninhas preconiza a realização do manejo integrado, associando os diversos métodos de controle utilizados na cafeicultura (RONCHI; TERRA; SILVA, 2007).

Dentre os métodos de controle, pode-se citar o método mecânico, por meio de roçadas, o método físico, por meio do acúmulo de resíduos vegetais ou também pela utilização do *mulching*, o método cultural, por meio de práticas fitotécnicas como o adensamento, e adubações equilibradas, o método biológico, por meio da alelopatia, e também o método químico, por meio da utilização de herbicidas (LORENZI, 2014). Entretanto, a escolha do método de controle mais adequado a se utilizar está diretamente relacionado com a comunidade de plantas daninhas infestantes na área, com a fase fenológica da cultura e com o nível de tecnificação do cafeicultor, buscando sempre a integração entre os métodos (RONCHI et al., 2010).

Com relação ao controle químico existe a necessidade de desenvolver herbicidas seletivos, principalmente para uso na fase inicial da cultura e também de tecnologias adequadas de aplicação, buscando sempre a sua utilização de forma técnica e criteriosa, para maximizar suas vantagens e minimizar seus riscos toxicológicos e ambientais (BLANCO; VELINI, 2005).

Embora existam vários herbicidas registrados, poucos apresentam seletividade para serem aplicados diretamente sobre a planta, em pós-emergência das plantas daninhas. De modo

geral, é necessário evitar que a calda herbicida atinja diretamente as folhas da cultura, o que implica o uso de adequada tecnologia de aplicação (RONCHI; SILVA, 2003).

Porém, apesar de cada vez mais se exigir a utilização correta e criteriosa dos defensivos agrícolas, o que se observa na prática é a falta de informações a respeito de tecnologias de aplicação (COSTA et al., 2007). Fato este, que pode ser comprovado devido a frequente ocorrência de plantas intoxicadas por herbicidas na cafeicultura, mesmo com o uso de herbicidas recomendados. Essa intoxicação é caracterizada por alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas, que muitas vezes causam sintomas semelhantes aos de distúrbios nutricionais, como deficiência de N, B, Fe e Zn, que são caracterizados pelo aparecimento de folhas cloróticas, pequenas e quebradiças (MALAVOLTA, 2006), além de reduzirem o crescimento das plantas.

Aliado a este fato, também é frequente a ocorrência de intoxicação por parte dos aplicadores, demandando assim uma maior conscientização, de modo que a aplicação seja realizada da maneira correta, com a utilização de EPI's, proporcionando maior eficiência e segurança ao operador (OLIVEIRA-SILVA et al., 2001).

Assim, objetivou-se avaliar a influência dos herbicidas flumioxazin, oxyfluorfen e carfentrazone-ethyl no crescimento inicial de mudas de cafeeiro, sob condições de campo, identificando os sintomas de fitotoxicidade causados nas plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras-MG. O município de Lavras está localizado na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 918 m, com latitude 21°14'S e longitude 45°00'W GRW. As médias anuais de temperatura do ar, máxima e mínima, são respectivamente de 26,1° C e 14,4° C, sendo que a temperatura média anual é de 19,4° C. O Clima regional é do tipo Cwa, mas apresenta características de Cwb com duas estações distintas: seca de abril a setembro e chuvosa, de outubro a março, segundo a classificação de Koppen.

Foram utilizadas mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), da cultivar Mundo Novo IAC 479/19. Para a instalação do experimento, foi realizado a padronização das mudas de acordo com tamanho

e número de folhas. As plantas foram fixadas sob o solo, no campo, amarradas em estacas de bambu, para evitar o tombamento, espaçadas de 0,40 x 0,40 m.

Durante a condução do experimento as plantas foram irrigadas por aspersão de 3 a 5 vezes por dia, observando a umidade no saquinho. O manejo das plantas daninhas que ocorreram entre os saquinhos foi feito por meio de capina manual.

As aplicações dos herbicidas, em todos os ensaios, foram feitas na área experimental no período entre 08 e 11 horas da manhã, em um mesmo dia, diretamente sobre as plantas por meio de um pulverizador costal pressurizado por CO₂, regulado a 45 kgf/cm². Foram utilizados três herbicidas pertencentes ao grupo dos inibidores da PROTOX: oxyfluorfen (dose recomendada: 3,0 L.ha⁻¹), carfentrazone-ethyl (dose recomendada: 100 mL.ha⁻¹) e flumioxazin (dose recomendada: 100 g.ha⁻¹).

Para cada herbicida foi realizado um experimento. O delineamento experimental utilizado em cada experimento, foi em blocos casualizados com seis doses: D1 = 0 (apenas água); D2 = 10% da dose recomendada; D3 = 40% da dose recomendada; D4 = 70% da dose recomendada; D5 = 100% da dose recomendada; D6 = 200% da dose recomendada, e quatro repetições, com cinco plantas por parcela.

As mudas permaneceram no campo por 45 dias após a aplicação dos herbicidas, sendo realizada a identificação e observação dos sintomas de fitotoxicidade a cada dois dias, por meio da captura de imagens e comparação das plantas que receberam os herbicidas com a testemunha (padrão). Ao final do experimento foi determinado o número de folhas, o diâmetro de caule e massa seca da parte aérea das plantas.

Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise de variância a ($p > 0,05$). Procedeu-se o estudo dos herbicidas de forma individual, obtendo uma análise de variância para cada herbicida estudado. Na análise de regressão, foram ajustados os modelos estatísticos e a suas significâncias foram testadas ao nível de 1% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dia após a aplicação dos herbicidas, observou-se, em todos os ensaios e tratamentos

o aparecimento dos primeiros sintomas de fitotoxicidade. Os herbicidas, inicialmente, promoveram o surgimento de queimaduras nas folhas e de pontos de coloração verde-escura (Figura 1), o que pode ser explicado pelo rompimento da membrana celular e, conseqüentemente, o extravasamento do líquido citoplasmático nos intervalos celulares (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Ronchi e Silva (2003), estudando a tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência, observaram que o herbicida oxyfluorfen, aplicado diretamente sob as plantas, também ocasionou efeitos fitotóxicos nas plantas, caracterizados por queimaduras e deformações em toda a lâmina foliar atingida pelo herbicida.

No presente trabalho, tal característica se mostrou mais presente em folhas novas e em pontos de intenso crescimento, como em novas brotações e no meristema apical caulinar, enquanto nas folhas mais velhas, o sintoma mais predominante foi o surgimento de pontos cloróticos (Figura 1). Segundo Rodrigues e Almeida (2011) herbicidas como oxyfluorfen, carfentrazone-ethyl e flumioxazin apresentam modo de ação não sistêmico, justificando assim, a presença dos sintomas de fitotoxicidade predominantemente no ápice das mudas, visto que, foram estes os locais de maior contato do produto com as plantas.

É importante ressaltar que mesmo sendo observadas injúrias em níveis variados nas folhas, as plantas, após cerca de 20 a 26 dias, se recuperaram sem danos significativos ao seu desenvolvimento, com emissão de folhas novas sem nenhum sintoma de fitotoxicidade (Figura 2).

De acordo com as análises estatísticas, para os herbicidas oxyfluorfen e carfentrazone-ethyl as variáveis diâmetro de caule, número de folhas e massa seca da parte aérea não apresentaram diferenças significativas a ($p < 0,05$) entre as doses (Tabela 1), indicando uma possível tolerância das mudas a esses herbicidas. Resultados similares foram encontrados por Ronchi e Silva (2004) em um trabalho realizado com mudas de cafeeiro recém implantadas, onde foram observadas apenas leves injúrias nas folhas mais novas, porém, sem danos significativos do herbicida oxyfluorfen, na dose de 480 g i.a. ha⁻¹, sob o crescimento das plantas. Já para o herbicida flumioxazin, as variáveis diâmetro de caule e massa seca da parte aérea apresentaram diferença significativa a ($p < 0,05$) (Tabela 1).



FIGURA 1 - Sintomas de fitotoxicidade observados em mudas de café sob ação dos herbicidas, com um dia após a aplicação. A) Carfentrazone-ethyl (10 ml.ha⁻¹); B) Oxifluorfen (0,3 L.ha⁻¹); C) Flumioxazin (10g.ha⁻¹).



FIGURA 2 - Sintomas de fitotoxicidade observados em mudas de café sob ação dos herbicidas, com 25 dias após a aplicação. A) Carfentrazone-ethyl (10 ml.ha⁻¹); B) Oxifluorfen (0,3 L.ha⁻¹); C) Flumioxazin (10g.ha⁻¹).

TABELA 1 - Resumo da análise de variância individual para diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA), em função da fonte de variação (FV) herbicidas oxyfluorfen, carfentrazone-ethyl e flumioxazin. Lavras - MG, 2015.

FV	GL	QM		
		DC (mm)	NF	MSPA (g)
Oxyfluorfen	5	0,04 ^{ns}	3,34 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Bloco	3	0,37	1,28	0,24
Erro	15	0,05	1,61	0,11
CV (%)		5,51	8,46	10,66
Carfentrazone-ethyl	5	0,06 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Bloco	3	0,04	0,41	0,17
Erro	15	0,06	0,72	0,10
CV (%)		5,17	5,34	8,59
Flumioxazin	5	0,21*	9,06 ^{ns}	0,45*
Bloco	3	0,02	3,03	0,03
Erro	15	0,04	4,00	0,13
CV (%)		4,24	12,88	10,82

^{ns}Não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.

*Significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade.

No entanto Yamashita et al. (2013), trabalhando com mudas de cafeeiro *Coffea canephora*, observaram resultados distintos, onde plantas de café tratadas com oxyfluorfen, na dosagem de 240 g i.a. ha⁻¹, sofreram fortes injúrias e foram influenciadas negativamente pela ação do herbicida. Já Christoffoleti et al. (2006), avaliando a eficiência do carfentrazone-ethyl no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, verificaram que o mesmo foi seletivo à cultura da cana-de-açúcar em todas as doses utilizadas. No entanto, Karamet al. (2004) observaram níveis de fitotoxicidade significativos na cultura do milho aos sete dias após a aplicação do carfentrazone-ethyl na dose de 25,0 g i.a. ha⁻¹.

Apenas o herbicida flumioxazin causou reduções significativas ao crescimento das mudas, proporcionando decréscimos da biomassa vegetal na ordem de 22% em maiores concentrações do produto, quando comparado à testemunha

pulverizada com água. A resposta das plantas nas diferentes concentrações do herbicida flumioxazin foi de maneira linear, onde as maiores doses proporcionaram maiores perdas de biomassa vegetal (Figura 3). Isso pode ter ocorrido devido à menor metabolização da molécula do herbicida flumioxazin, que favorece a ação do herbicida na planta e ocasiona a degradação de lipídeos da membrana celular e, conseqüentemente, provoca perdas na massa seca das plantas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Assim como para a variável massa seca da parte aérea das plantas, o diâmetro do caule também foi afetado significativamente pela ação do herbicida, onde as maiores doses proporcionaram maiores reduções de seus valores médios, chegando na dose máxima a suprimir em até 11% o desenvolvimento do caule das plantas, em comparação a testemunha (Figura 4).

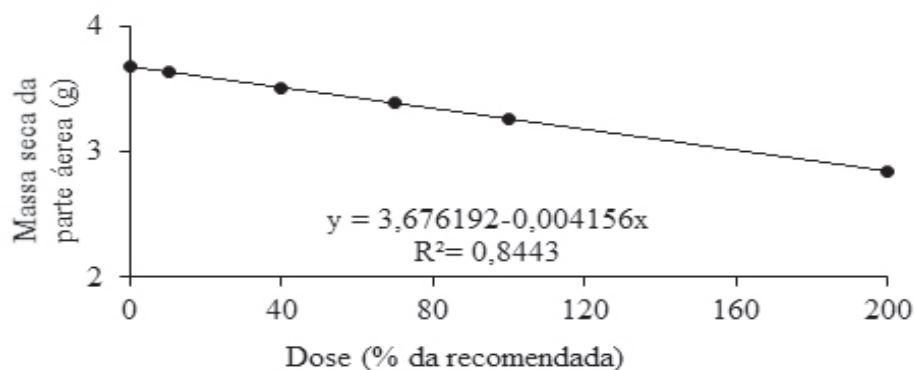


FIGURA 3 - Massa seca da parte aérea das plantas em função das doses de flumioxazin. Lavras - MG, 2015.

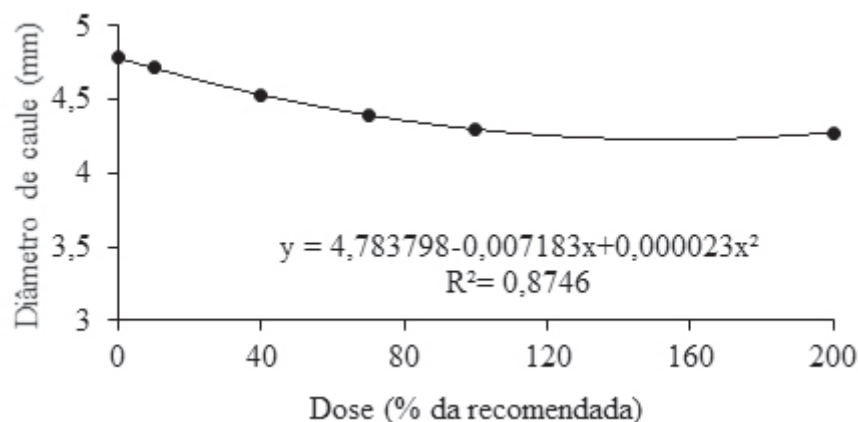


FIGURA 4 - Diâmetro do caule das plantas em função das doses de flumioxazin. Lavras - MG, 2015.

Tendo em vista que a ação do herbicida na planta está relacionada à absorção, translocação e, conseqüente, metabolização do mesmo, os menores valores observados podem indicar um metabolismo diferencial do flumioxazin, que ocasiona menor incremento no diâmetro de caule das plantas intoxicadas (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Os sintomas descritos para os herbicidas testados neste trabalho, assim como as perdas decorrentes de sua ação sobre as mudas, estão estreitamente relacionados com seus respectivos mecanismos de ação (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011). A ação herbicida dos três produtos estudados se faz possível pela a inibição competitiva da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), que se acumula no cloroplasto e é difundida para o citoplasma da célula, onde é rapidamente convertida para protoporfirina-IX.

Porém, devido à sua elevada natureza lipofílica, a protoporfirina-IX não entra novamente no cloroplasto para a síntese da clorofila (LEHNEN et al., 1990), e por se tratar de um pigmento fotodinâmico (protoporfirina-IX), quando em presença de radiação solar e oxigênio molecular no citoplasma, origina oxigênio 'singlet' (O⁻). Esse radical livre, altamente reativo, provoca a peroxidação dos lipídeos das membranas, levando a célula à morte (BECERRIL; DUKE, 1989).

De forma geral, para ambos os herbicidas, o principal sintoma de fitotoxicidade observado foi a formação de manchas necróticas irregulares no limbo foliar (queimaduras), principalmente nas regiões apicais (Figura 1). O progresso do sintoma ocorreu de maneira rápida, de modo que aos 14 DAA as plantas já apresentavam perda dos primeiros pares de folhas. Contudo, devido à rápida metabolização dos herbicidas nas plantas, aos 25 DAA o cafeeiro já emitiu novos pares de folhas, apresentando ausência de fitotoxicidade (Figura 2).

A ocorrência destes sintomas pode ser associada também à deficiência nutricional (SANTOS et al., 2007), à incidência de doenças, como mancha de phoma, e, também, por equívocos na aplicação de insumos agrícolas. Desta forma, a adoção de técnicas como a anamnese devem ser utilizadas como uma ferramenta de diagnose, visando assim, a correta identificação destes sintomas nas lavouras.

Contudo, cuidados devem ser tomados para efetuar o controle de plantas daninhas em pós-emergência na cultura do café, visto que, a deriva destes herbicidas pode afetar o crescimento das plantas, principalmente quando se trata de lavouras em formação.

4 CONCLUSÕES

Os sintomas de fitotoxicidade causados pelos herbicidas flumixazim, carfentrazone – ethyl e oxyfluorfen foram pontos necróticos irregulares no limbo foliar, principalmente nas regiões apicais de mudas de cafeeiros da cultivar 'Mundo Novo'.

Os herbicidas oxyfluorfen e carfentrazone-ethyl não prejudicaram o crescimento das mudas de cafeeiro. Já o herbicida flumioxazin apresentou-se danoso às plantas, tendo em vista os sintomas de fitotoxicidade observados e as conseqüentes perdas ao seu crescimento.

5 REFERÊNCIAS

- BECERRIL, J. M.; DUKE, S. O. Protoporphyrin IX content correlates with activity of photobleaching herbicides. **Plant Physiology**, Washington, v. 90, p. 1175-1181, 1989.
- BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 693-700, 2005.
- CAIXETA, G. Z. T.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.
- CARVALHO, F. P. et al. Sensibilidade de plantas de café micorrizadas à herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.13, n. 2, p. 134-142, 2014.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de Ipomea spp. e Commelina benghalensis na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2006.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 7out. 2016.
- COSTA, A. G. F. et al. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, n. 2, p.36-41, 2008.

- FIALHO, C. M. T. et al. Competição de plantas daninhas com a cultura do café em duas épocas de infestação. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, p. 969-978, 2010.
- KARAM, D. et al. Seletividade de carfentrazone-ethyl aos milhos doce e normal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 62-68, 2004.
- LEHNEN, L. P. et al. Tissue and cellular localization of acifluorfen-induced porphyrins in cucumber cotyledons. **Pesticide Biochemistry Physiology**, Amsterdam, v. 37, p. 239-248, 1990.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 384p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. cap. 7, p. 141-192.
- OLIVEIRA-SILVA, J. J. et al. Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 130-135, 2001.
- PAIS, P. S. M. et al. Compactação causada pelo manejo de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1949-1957, 2011.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: [s.n.], 2011. 697 p.
- RONCHI, C. P. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.
- _____. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 215-228, 2010.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.
- _____. Weed control in young coffee plantations through post emergence herbicide application onto total area. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 607-615, dez. 2004.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.
- SANTOS, L. D. T. et al. Crescimento e concentração de nutrientes na parte aérea de eucalipto sob efeito da deriva do glyphosate. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 347-352, 2007.
- SILVA, S. O. et al. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevileas. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 126-134, 2006.
- YAMASHITA, O. M. et al. Deriva simulada de herbicidas em mudas de Coffea canephora. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 12, n. 2, p.148-156, 2013.