



**RAFAEL JORGE ALMEIDA RODRIGUES**

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS ISOLADOS E  
EM ASSOCIAÇÕES NO CAFEIRO**

**LAVRAS-MG  
2017**

**RAFAEL JORGE ALMEIDA RODRIGUES**

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS ISOLADOS E EM  
ASSOCIAÇÕES NO CAFEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador  
Prof. Dr. Adenilson Henrique Gonçalves  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Almeida Rodrigues, Rafael Jorge.

Eficácia e seletividade de herbicidas isolados e em associações  
no cafeeiro / Rafael Jorge Almeida Rodrigues. - 2017.

108 p. : il.

Orientador(a): Rubens José Guimarães.

Coorientador(a): Adenilson Henrique Gonçalves.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Planta Daninha. 2. Fitotoxidez. 3. Controle Químico. I. José  
Guimarães, Rubens . II. Henrique Gonçalves, Adenilson . III.  
Título.

**RAFAEL JORGE ALMEIDA RODRIGUES**

**EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÕES  
NO CAFEIEIRO  
EFFICACY AND SELECTIVITY OF ISOLATED HERBICIDES AND IN  
ASSOCIATIONS IN COFFEE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de março de 2017

Dr. Elifas Nunes de Alcântara

EPAMIG

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho

EPAMIG

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2017**

## RESUMO

O controle químico é o principal sistema de manejo de plantas daninhas na cafeicultura. Contudo, poucos herbicidas são eficientes e ao mesmo tempo seletivos ao cafeeiro. Em função disto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência sobre as principais plantas daninhas e a seletividade de herbicidas aplicados isoladamente e em associações no cafeeiro. Foram conduzidos dois experimentos em blocos ao acaso com quatro repetições no município de Carmo de Minas (MG) em plantio comercial da cultivar Catucaí Amarelo 20/15 para avaliação da eficácia do controle químico no manejo de plantas daninhas na entrelinha da cultura. Primeiramente, realizou-se a identificação das espécies de plantas daninhas por meio do perfil fitossociológico e, posteriormente, foram utilizadas aplicações em pós-emergência dos herbicidas saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ) e pyrazosulfuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ) isolados e em associações com glyphosate ( $1080 \text{ g ha}^{-1}$ ) ou sethoxydim ( $184 \text{ g ha}^{-1}$ ), acrescidos de imazethapyr ( $100 \text{ g ha}^{-1}$ ) ou chlorimuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ) ou flumioxazin ( $120 \text{ g ha}^{-1}$ ), respeitando a presença de mecanismos de ação diferentes em todas as associações. Foram realizadas avaliações de porcentagem de controle aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos. As espécies de plantas daninhas com maior importância foram: *Digitaria horizontalis*, *Spermacoce latifolia*, *Amaranthus retroflexus*, *Commelina benghalensis* e *Bidens pilosa*. De maneira geral, as associações entre herbicidas, principalmente as que continham glyphosate, se mostraram mais eficientes aos 28 DAA que as aplicações isoladas e em misturas contendo sethoxydim. O segundo experimento (de seletividade) foi conduzido no setor de cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (MG). Foram utilizadas mudas de cafeeiro cultivar Topázio MG 1190 em delineamento blocos ao acaso com quatro repetições, em que, foram aplicados diretamente sobre as folhas das mudas os herbicidas isolados saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ), pyrazosulfuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ), imazethapyr ( $100 \text{ g ha}^{-1}$ ), chlorimuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ), iodosulfuron-methyl ( $3,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), metsulfuron-methyl ( $6 \text{ g ha}^{-1}$ ) e sethoxydim ( $184 \text{ g ha}^{-1}$ ), este último foi utilizado nas associações com os seis primeiros herbicidas. Foram avaliados os sintomas de fitotoxicidade aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a aplicação (DAA) e aos 65 DAA foram determinadas as características morfológicas. Observou-se que os herbicidas pyrazosulfuron-ethyl, sethoxydim isolados e a mistura entre ambos não causaram sintomas de fitotoxicidade até os 49 DAA e não influenciaram nas características morfológicas e variáveis fisiológicas, ou seja, foram seletivos aos cafeeiros jovens. Sintomas de fitotoxicidade leves foram observados nas aplicações isoladas de imazethapyr e chlorimuron-ethyl aos 7 DAA e de iodosulfuron-methyl aos 14 DAA. Com o uso desses três herbicidas, o caule apresentou menor diâmetro aos 65 DAA em relação à testemunha. As associações entre chlorimuron-ethyl e iodosulfuron-ethyl com sethoxydim promoveram sintomas de fitotoxicidade aos 7 DAA e menor diâmetro de caule respectivamente. O saflufenacil isolado e em mistura com sethoxydim provocaram sintomas de fitotoxicidade visual das folhas e menor diâmetro de caule em comparação à testemunha, já o metsulfuron-methyl foi responsável por fitotoxicidade tardia e interferiu negativamente no crescimento dos cafeeiros jovens.

Palavras-chave: Controle químico. Plantas daninhas. Fitotoxicidade.

## ABSTRACT

Chemical control is the main weed management system in coffee cultivation. However, few herbicides are efficient and at the same time selective to coffee trees. The objective of this work was to evaluate the efficiency of herbicides applied alone and in associations and their selectivity in the main weeds present in coffee trees. Two experiments were carried out in randomized blocks with four replications in the municipality of Carmo de Minas (MG - Brazil) in a commercial plantation of the cultivar Catucaí Amarelo 20/15 to evaluate the effectiveness of chemical control in the weed management in the crop line. Firstly, the weed species were identified through the phytosociological profile and, afterwards, post-emergence herbicides saflufenacil (49 g ha<sup>-1</sup>) and pyrazosulfuron-ethyl (15 g ha<sup>-1</sup>) were isolated and in association with glyphosate (1080 g ha<sup>-1</sup>) or sethoxydim (184 g ha<sup>-1</sup>), plus imazethapyr (100 g ha<sup>-1</sup>) or chlorimuron-ethyl (15 g ha<sup>-1</sup>) or flumioxazin (120 g ha<sup>-1</sup>), respecting the presence of different mechanisms of action in all associations. Percentage of control evaluations were performed at 14, 21 and 28 days after application (DAA) of the treatments. The most important species of weeds were: *Digitaria horizontalis*, *Spermacoce latifolia*, *Amaranthus retroflexus*, *Commelina benghalensis* and *Bidens pilosa*. In general, associations between herbicides, especially those containing glyphosate, were more efficient at 28 DAA than isolated applications and mixtures containing sethoxydim. The second experiment (of selectivity) was conducted in the coffee sector of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras. Coffee cultivars Topázio MG 1190 were used in a randomized complete block design with four replicates, in which the isolated herbicides saflufenacil (49 g ha<sup>-1</sup>), pyrazosulfuron-ethyl (15 g ha<sup>-1</sup>), imazethapyr (100 g ha<sup>-1</sup>), chlorimuron-ethyl (15 g ha<sup>-1</sup>), iodosulfuron-methyl (3.5 g ha<sup>-1</sup>), metsulfuron-methyl (6 g ha<sup>-1</sup>), the latter was used in the associations with the first six herbicides. The phytotoxicity symptoms were evaluated at 7, 14, 21, 28, 35, 42 and 49 days after application (DAA), at 65 DAA the morphological characteristics and physiological variables of gas exchange were determined. It was observed that the herbicides pyrazosulfuron-ethyl, sethoxydim isolated and the mixture between them did not cause symptoms of phytotoxicity up to 49 DAA and did not influence the morphological characteristics and physiological variables, that is, they were selective to the young coffee plants. Mild phytotoxicity symptoms were observed in the isolated applications of imazethapyr and chlorimuron-ethyl at 7 DAA and iodosulfuron-methyl at 14 DAA. With the use of these three herbicides, the stem had a smaller diameter at 65 DAA than the plant without the application. The associations between chlorimuron-ethyl and iodosulfuron-ethyl with sethoxydim promoted phytotoxicity symptoms at 7 DAA and smaller stem diameter respectively. The saflufenacil isolated and in mixture with sethoxydim caused symptoms of visual phytotoxicity of the leaves and smaller diameter of stem in comparison to the control. Metsulfuron-methyl was responsible for late phytotoxicity, negatively interfering with growth and negatively affected the growth of young coffee trees.

Keywords: Chemical control. Weeds. Phytotoxicity.

A minha mãe Clemência (*in memória*), meu pai José, minhas irmãs Simélia, Daniela e Fernanda pelo amor, apoio e por serem as maiores inspirações da minha vida.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus divino e criador por estar sempre ao meu lado, guiando-me e iluminando-me em todos os momentos e por conceder minha família, a maior bênção que eu poderia receber.

À minha mãe Clemência, apesar da imensa saudade não posso esquecer-me da sua dedicação, do seu amor e proteção à minha vida. Sei que hoje, ela me acompanha do céu. Ao meu pai José, minhas irmãs e ao mesmo tempo mães Simélia, Daniela e Fernanda, por serem minha sustentação, pelo amor, amizade, educação e por me ensinarem a optar sempre pelo bem.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG) e ao programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia pela oportunidade e apoio concedido para realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Agencia de Inovação do Café (INOVACAFÉ) por toda estrutura fornecida para elaboração e condução dos experimentos.

Ao professor Dr. Adenilson Henrique Gonçalves pela amizade, orientação, colaboração, confiança e principalmente pelos ensinamentos que contribuíram para minha formação.

A todos os professores dos Departamentos de Agricultura pelos ensinamentos, confiança e apoio.

Agradeço aos senhores Edward Dias de Castro e Luiz Carlos Pereira de Castro por ceder área experimental e pelo auxílio na implantação e avaliação dos experimentos.

Ao senhor José Antônio e sua família pela amizade desde a época do Educampo e por me acolherem em sua residência.

A todos os integrantes do Grupo de Estudo em Herbicidas, Plantas Daninhas e Alelopatia (GHPD) que participaram na condução dos experimentos, em especial ao Arthur Cruvinel, Pedro Menicucci, Dalysse Castanheira e Giovanni Belutti.

Aos pesquisadores Dr. Elifas Nunes de Alcântara da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e Milene Alves de Figueiredo Carvalho da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Café) pelos ensinamentos, conselhos e pelo apoio no planejamento, implantação e condução das pesquisas.

À Basf S/A Proteção de Cultivos e Iharabras S/A em nome dos funcionários Danilo Souza e Pedro Mendonça e Ximena Vilela pelo profissionalismo, por fornecerem os herbicidas e pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos funcionários do setor de cafeicultura, Alexandre, Filipe e senhor José pela colaboração.

Aos amigos Marcus Vinícius Carvalho, Márcio Heleno, Samir Matuck, Arlem e Warley por tantos anos de amizade e apoio e aos amigos Marco Túlio e Henrique Martins pela amizade durante o mestrado.



Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF) pelo apoio na condução dos experimentos.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Marli dos Santos e do InovaCafé Débora Souza, pelo profissionalismo e disposição em ajudar.

À Cooperativa Regional dos Cafeicultores do Vale do Rio Verde – LTDA (COCARIVE) pelo suporte fornecido para condução dos experimentos.

E, por fim, a cada um que, de alguma forma, seguiu me incentivando e colaborando no decorrer da minha vida.

**MUITO OBRIGADO!**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Artigo 1

Figura A1.1 - Temperatura média (C°) e Precipitação (mm) entre janeiro de 2010 a dezembro de 2016 em Carmo de Minas-MG. ....47

### Artigo 2

Figura A2.1 - Temperatura, máxima, mínima, média (C°) e precipitação (mm) entre janeiro a dezembro de 2016. Lavras-MG. ....69

Figura A2.2 - Necrosamento e deformação observados aos 7 DAA da associação entre saflufenacil + sethoxydim (a e b) e aplicação isolada de saflufenacil (c) em mudas de cafeeiro arábica. Lavras-MG, 2016. ....75

Figura A2.3 - Deformação e necrose observados aos 49 DAA da aplicação isolada entre metsulfuron-methyl (a e b) e sua associação com de sethoxydim (c) em mudas de cafeeiro arábica. Lavras-MG, 2016.....77

Figura A2.4 - Incremento (%) das variáveis número de folhas, altura e diâmetro do caule entre o período que precedeu a aplicação dos tratamentos e avaliação final aos 65 DAA. Lavras MG, 2016. ....80

Figura A2.5 - Diferenças entre o sistema radicular de mudas de cafeeiro aos 65 DAA dos tratamentos com metsulfuron-methyl (a), metsulfuron-methyl + sethoxydim (b) e testemunha (c). Lavras-MG, 2016.....81

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

- Tabela A1.1 - Tratamentos herbicidas testados em café arábica e suas respectivas doses. Carmo de Minas-MG, safra 2015/2016. Experimento 1.....47
- Tabela A1.2 - Tratamentos herbicidas testados em café arábica e suas respectivas doses. Carmo de Minas-MG, safra 2015/2016. Experimento 2. ....48
- Tabela A1.3 - Escala da eficiência SBCPD (1995) dos tratamentos herbicidas utilizada nas avaliações. ....49
- Tabela A1.4 - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécie de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG ..... 51
- Tabela A1.5 - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. .... 54
- Tabela A1.6 -Valores médio de percentagem (%) de controle de plantas daninhas em função da aplicação de herbicidas (Experimento 1). Carmo de Minas-MG, 2016. .... 58
- Tabela A1.7 - Valores médio de percentagem (%) de controle de plantas daninhas em função da aplicação de herbicidas (Experimento 2). Carmo de Minas-MG, 2016. .... 60

### Artigo 2

- Tabela A2.1 - Tratamentos herbicidas testados na avaliação de seletividade em mudas de cafeeiro arábica da cultivar Topázio MG 1190 e suas respectivas doses. Lavras-MG, 2016. .... 71
- Tabela A2.2 - Escala visual de fitotoxidez EWRC (1964) utilizada nas avaliações de seletividade em mudas de cafeeiro arábica, cultivar Topázio MG 1190. Lavras-MG, 2016..... 72
- Tabela A2.3 - Valores médio de fitotoxidez nas mudas de cafeeiro arábica cultivar Topázio MG 1190 em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016..... 74

Tabela A2.4 - Altura de planta (cm), diâmetro do caule (cm), número de folhas (por planta) e área foliar (cm <sup>2</sup> ) de mudas de cafeeiro arábica em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016. ....	78
Tabela A2.5 - Volume (mm <sup>3</sup> ), área superficial (mm <sup>2</sup> ), diâmetro médio ponderado (mm) e comprimento (mm) do sistema radicular de mudas de cafeeiro arábica em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016. ....	82
Tabela A2.6 - Acúmulo de biomassa seca (g) de mudas de cafeeiro arábica em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016. ....	83

## **Anexo**

Tabela 1A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. ....	857
Tabela 2A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. ....	88
Tabela 3A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. ....	879
Tabela 4A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. ....	90

- Tabela 5A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + chlorimuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. .... 91
- Tabela 6A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + imazethapyr, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG..... 93
- Tabela 7A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. .... 95
- Tabela 8A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl + flumioxazin, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. .... 96
- Tabela 9A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento sem capina, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG..... 97
- Tabela 10A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG..... 98

- Tabela 11A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG..... 99
- Tabela 12A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG..... 100
- Tabela 13A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG... 101
- Tabela 14A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + saflufenacil + chlorimuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. .... 102
- Tabela 15A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + saflufenacil + imazethapyr, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG..... 103
- Tabela 16A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl + saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. .... 104

Tabela 17A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl + flumioxazin, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. .... 105

Tabela 18A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento sem capina, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG..... 106

Tabela 19A - Insumos utilizados na condução das mudas de cafeeiro arábica da cultivar Topázio MG 1190. Lavras-MG, 2016. .... 107

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE: Revisão de Literatura .....</b>	<b>18</b>
	<b>EFICÁCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÕES NO CAFEIEIRO</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1</b>	<b>O Cafeeiro .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2</b>	<b>Matocompetição .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3</b>	<b>O controle químico de plantas daninhas .....</b>	<b>27</b>
<b>1.4</b>	<b>Caracterização dos herbicidas .....</b>	<b>29</b>
<b>1.5</b>	<b>Seletividade de herbicidas .....</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>
	<b>SEGUNDA PARTE: Artigos .....</b>	<b>43</b>
	<b>ARTIGO 1 – Eficácia de herbicidas.....</b>	<b>43</b>
	<b>EFICÁCIA DO SAFLUFENACIL E PYRAZOSULFURON-ETHYL ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÕES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO CAFEIEIRO .....</b>	<b>43</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>46</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>50</b>
<b>3.1</b>	<b>Perfil fitossociológico .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2</b>	<b>Eficácia do saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl isolados e em associações .....</b>	<b>57</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
	<b>ARTIGO 2– Seletividade .....</b>	<b>66</b>
	<b>SELETIVIDADE DE HERBICIDAS ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÕES NO ESTÁGIO INICIAL DO CAFEIEIRO .....</b>	<b>66</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>68</b>
<b>2.1</b>	<b>Local e materiais .....</b>	<b>68</b>
<b>2.2</b>	<b>Implantação e condução .....</b>	<b>70</b>
<b>2.3</b>	<b>Avaliação da seletividade .....</b>	<b>71</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>73</b>
<b>3.1</b>	<b>Fitotoxicidade de herbicidas .....</b>	<b>73</b>
<b>3.2</b>	<b>Características morfológicas .....</b>	<b>77</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>84</b>



<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>

## **PRIMEIRA PARTE: Revisão de literatura**

### **EFICIÊNCIA E SELETIVIDADE DE HERBICIDAS ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÕES NO CAFEIEIRO**

#### **INTRODUÇÃO GERAL**

O café, desde a primeira metade do século dezenove, é uma das principais *commodities* do agronegócio brasileiro, geradora de divisas, responsável por desenvolvimento socioeconômico e de infraestrutura em diversas regiões do país. Atualmente, a cafeicultura brasileira se concentra na região Centro-Sul, na qual quatro estados produtores se destacam: Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Espírito Santo, sendo que, nos três primeiros, o plantio é, em grande maioria, de café arábica e o último com predomínio do plantio de café Robusta. Os estados de Rondônia e Bahia despontam como produtores em ascensão, em tendência de ocupação da cafeicultura em áreas de cerrado brasileiro por possuírem topografia adequada para a mecanização, objetivando suprir a falta de mão-de-obra no meio rural e a redução dos custos de produção.

A produção mundial de café em 2016 foi estimada em 143,4 milhões de sacas beneficiadas (60 kg) sendo que, os principais produtores que representam 66,4 % do café produzido são em ordem decrescente, Brasil, Vietnã, Colômbia e Indonésia.

O Brasil além de ser o maior produtor também é o maior exportador e o segundo maior consumidor de café. A cafeicultura apresenta grande importância socioeconômica, pois o café verde é o quinto produto com maior valor (US\$ 5,47 bilhões) em participação das exportações do agronegócio em 2016. A produção brasileira de café em 2016 foi de mais de 51,37 milhões de sacas beneficiadas, sendo 43,38 milhões da espécie *Coffea arabica* L., o que correspondeu a 84,5% da produção nacional e 87,4% das receitas das exportações acumuladas durante o ano. Minas Gerais é o maior estado produtor de café arábica, correspondendo a 70,1% da produção nacional, com uma área total de 1,184 milhões de hectares plantados e produção de 30,74 milhões de sacas em 2016 e estimativa superior de 25 milhões de sacas para a safra 2017 (CONAB, 2017).

Após a adesão técnica ao Plano de Renovação de Cafezais e a geada de 1975 no Paraná, o estado de Minas Gerais se tornou o maior produtor nacional de café. A cafeicultura em Minas

Gerais é praticada em todas as regiões do estado. Dentre as mesorregiões que ofertam maior volume de produção, ocorre preeminência de pequenas lavouras na Zona da Mata, Oeste de Minas e na mesorregião Sul/Sudoeste. Nas regiões tradicionais de produção, a cafeicultura caracteriza-se como atividade de importância fundamental sob o aspecto socioeconômico, em face da significativa geração de renda e ocupação de grande contingente de mão-de-obra. As áreas de cultivo de café estabelecidas na mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba apresentam médias de áreas significativamente maiores do que as pesquisadas na Zona da Mata e no Sul/Sudoeste do Estado, e caracterizam-se, especialmente, pelo elevado investimento na adequação da fertilidade do solo, incremento marcante da mecanização, inclusive no que diz respeito à operação de colheita, e pela frequente adoção de práticas de irrigação (PELEGRINE; SIMÕES, 2010).

O aumento da competitividade, demanda populacional por alimento, escassez de recursos humanos na agropecuária, dentre outros fatores, instigam as empresas cafeeiras a pesquisar novas tecnologias em proveito de ganhos em produção e qualidade. Na cafeicultura, observa-se uma intensificação pela adoção sistemas mecanizados de tratos culturais e colheita, em busca de rapidez e precisão. Tal prática é realizada mesmo em regiões com topografia acidentada, a exemplo no Sul de Minas Gerais.

O advento da mecanização proporcionou ao produtor a busca por materiais genéticos mais produtivos e adaptados ao manejo, metodologias de poda, irrigação e novos espaçamentos, esse último, o alargamento nas entrelinhas de plantio se tornou necessário pois, facilita o trânsito de máquinas e implementos. Entretanto, o aumento do espaçamento de plantio também acresceu a área para o desenvolvimento de plantas daninhas, ou seja, conferiu condições favoráveis ao desenvolvimento e estabelecimento de plantas daninhas, que nessas circunstâncias são consideradas um dos principais fatores que influenciam negativamente no manejo e produtividade das plantas cultivadas.

Diversos fatores podem influenciar a fisiologia do cafeeiro refletindo nos padrões de crescimento vegetativo e reprodutivo, dentre estes fatores estão os edafoclimáticos, fatores internos a planta e o ataque de pragas, doenças e a competição com plantas daninhas. Recursos essenciais ao crescimento das plantas como a água, luz, nutrientes e espaço são também demandados pelas plantas daninhas para sua perpetuação. Os estágios iniciais de desenvolvimento do cafeeiro devido ao seu crescimento lento lhe conferem alta sensibilidade à

presença de plantas daninhas nas linhas de plantio, pois, estas últimas tendem a levar vantagens por apresentar rápido crescimento inicial e elevada capacidade de extração de água e nutrientes.

O cafeeiro adulto poderá ter queda significativa da produção em detrimento da interferência de plantas daninhas. Práticas de manejo como pulverizações, desbrota e colheita também podem ser prejudicadas pela infestação de plantas do tipo das “trepadeiras”, como exemplo a corda-de-viola (*Ipomoea* spp, amplamente encontrada nos cafezais brasileiros). Nesse propósito, o manejo do mato deve ser praticado durante todo o ano, evitando a concorrência por nutrientes durante o período chuvoso e por água durante o período de seca, tornando-se, ferramenta essencial na obtenção de uma cafeicultura sustentável (ALCÂNTARA; SILVA, 2010)

O controle de plantas infestantes na cafeicultura pode ser realizado por diversos métodos, sendo esses mecânicos, físicos, culturais, manuais e químicos ou mesmo a integração de um ou mais métodos citados. O cultivo de espécies vegetais como o capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) nas entrelinhas de plantio é praticado por muitos produtores e técnicos e tem se tornado uma tendência de supressão de plantas daninhas nas entrelinhas. Já os métodos mecânicos e manuais eliminam as plantas daninhas pelo efeito físico, através de ferramentas ou implementos. Os métodos físicos são os mais populares na propriedade cafeeira desde fazendas de baixo a alto nível tecnológico.

O controle químico de plantas daninhas na cafeicultura se tornou público através da substituição do herbicida ‘paraquat’, de ação total, aplicado em pós-emergente, não sistêmico e de elevada toxicidade, pelo glyphosate, herbicida sistêmico, também não seletivo ao cafeeiro e aplicado em pós-emergente e de baixa toxicidade, (ALCÂNTARA; SILVA, 2010). Com cerca de seis marcas comerciais registrados para a cafeicultura, por apresentar custo baixo e elevada eficácia, o *glyphosate* é amplamente utilizado no controle de plantas daninhas, seja em aplicações isoladas ou em associações com outros herbicidas. Todavia, aplicações repetitivas do *glyphosate* podem proporcionar aumento na pressão de seleção de biotipos de plantas daninhas resistentes ao seu mecanismo de ação.

A utilização de herbicidas pré-emergentes na cafeicultura, apesar de serem utilizados em menor escala que os herbicidas pós-emergentes, é um dos métodos mais eficazes no controle de plantas daninhas, principalmente nos estágios iniciais do desenvolvimento dos cafeeiros uma vez que, oferece a vantagem de controlar o mato antes que o mesmo possa competir com o cafeeiro e, conseqüentemente, influenciar no crescimento vegetativo e na produção. Entretanto,

a aplicação de herbicidas pré-emergentes deverá seguir critérios que garantam sua efetividade, como o conhecimento das espécies infestantes, tipo de solo e a necessidade que esses estejam livres de plântulas e se possuem registro no Ministério da Agricultura para utilização do cafeeiro.

Um fator negativo do uso de herbicidas no manejo de plantas daninhas em cafezais é que poucos são os princípios ativos que são seletivos ao cafeeiro, principalmente em plantas no estágio de mudas, em que, necessitam os maiores cuidados durante as operações com herbicidas. Consequentemente, essa prática refletirá no aumento do custo do manejo pois, a demanda por métodos culturais (utilização de mão de obra e hora/máquina) serão intensivos.

Desta forma, objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência de herbicidas isolados e em mistura no controle e o potencial de serem seletivos ao cafeeiro, como forma de contribuir para o manejo de plantas daninhas.

## 1.1 O cafeeiro

O sucesso da cafeicultura no Brasil deu-se devido a grande adaptabilidade que o cafeeiro possui pois, desde sua introdução no país no ano de 1727, vem sendo conduzido em variados tipos de solo e clima, diferentes práticas de manejo, espaçamentos de plantio e submetidos a estresses bióticos e abióticos. Tais circunstâncias são contrastantes com a temperatura amena, umidade elevada e sombreamento, condições estas provenientes dos locais de sua origem, ou seja, dos sub-bosques das florestas da Etiópia e Sul do Sudão.

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é um arbusto de crescimento contínuo, perene, fenologia dividida entre crescimento vegetativo e reprodutivo, com padrão sazonal de crescimento influenciado por fatores edafoclimáticos e inerentes à própria planta.

A morfologia da parte aérea do cafeeiro é formada por um conjunto de ramos divididos em dois grupos: o primeiro é o ramo ortotrópico, que é o caule principal, se desenvolve perpendicular ao solo e é incumbido de dar sustentação ao segundo grupo de ramos que são os plagiotrópicos, sendo estes, responsáveis pela produção das plantas. As folhas persistentes possuem padrão de distribuição dística oposta nos ramos, o limbo foliar é delgado e ondulado, sua forma é elíptica à lanceolada e estômatos concentrados na face inferior ou abaxial (hipoestomático). As inflorescências se dispõem em glomérulos axilares das folhas dos ramos plagiotrópicos, é uma flor perfeita e hermafrodita. O fruto é uma drupa com ovário bilocular onde ficam as sementes, podem ocorrer casos influenciados por fatores genéticos ou estresses

bióticos e abióticos em que, são observados lóculos vazios, ou a presença de apenas em semente (moca). O sistema radicular do cafeeiro é bastante diversificado devido a inúmeras condições que podem afetar seu crescimento e distribuição. Diante disto, as raízes podem ser caracterizadas como: presença de raiz pivotante pouco proeminente ou ausente, presença de grande maioria de raízes laterais nos primeiros 50 cm de profundidade e concentração na região da projeção da copa das plantas (LIVRAMENTO, 2010, p. 92).

Para o progresso do seu potencial produtivo do cafeeiro é obtido quando a lavoura é implantada em temperatura média anual entre 18 a 22 °C, maior exposição ao sol da tarde e precipitação anual bem distribuída entre 1200 a 1800 mm, todavia, atualmente é possível o plantio em regiões mais quentes e com deficiências hídricas anuais superiores a 150 mm, através do uso de da irrigação. Altitudes entre 500 a 1300 metros ao nível do mar são consideradas aptas, entretanto novamente por intermédio da irrigação é possível o cultivo do cafeeiro em altitudes inferiores a 500 metros. Melhores desempenhos no desenvolvimento são obtidos por solo com baixa pedregosidade, bem drenados, com estrutura granular ou em blocos e solos ricos em húmus e levemente ácidos (BOTELHO et al. 2010).

O metabolismo fotossintético do cafeeiro é do tipo C3, com baixos valores de assimilação líquida de carbono devido, principalmente à fotorrespiração e a limitações difusivas até os sítios de carboxilação, sendo que tais fatos dependem da presença de frutos, temperatura ambiental, posição espacial das folhas. Elevados níveis de competição de plantas daninhas com as culturas influenciam negativamente nas taxas fotossintéticas, pois, ocorrem diferenças no aproveitamento dos recursos do ambiente, principalmente no uso da água, que influencia de modo direto a concentração de carbono interno e a temperatura foliar (CONCENÇO et al., 2007).

No decorrer dos estádios de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do cafeeiro há necessidade de maior demanda por fotoassimilados, disponibilidade hídrica e temperaturas mais elevadas. A emissão de folhas novas, crescimento em altura, de ramos laterais e desenvolvimento de gemas vegetativas ocorrem basicamente durante o período chuvoso. As etapas de floração e frutificação que compreendem uma série de eventos que vai desde a indução e diferenciação floral, antese, passando pelo vingamento floral, desenvolvimento e maturação dos frutos e totalmente dependente de disponibilidade de água e mobilização de assimilados da fotossíntese corrente. A presença de plantas daninhas pela maior capacidade de extração de água e nutrientes, somados a períodos de déficit hídrico, resultará em restrições à

assimilação de CO<sub>2</sub> e estresse oxidativo, nos quais, certamente limitarão os padrões de crescimento.

Neste contexto, o cafeeiro com o mato bem manejado, da mesma maneira, que os demais tratamentos culturais realizados adequadamente, podem promover aumento significativo nos teores de açúcares solúveis totais e amido em caule, raízes e folhas, contribuindo para maiores taxas de crescimento e produções elevadas. Contrariamente, plantas depauperadas, ou seja, com manejo deficiente, apresentam esgotamento gradativo das reservas de carboidratos, resultando em seca de ramos, aumento da bienalidade, menor crescimento e incapacidade de suportar elevada carga pendente (LIVRAMENTO, 2010, p. 102).

Atualmente a utilização de herbicida é o principal método de controle de plantas daninhas na cafeicultura, devido à aplicação prática e rápida, eficiência mesmo em períodos chuvosos e custo relativamente baixo. De acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários do Ministério da Agricultura existem aproximadamente dezoito princípios ativos registrados para o cafeeiro com uma dezena de marcas comerciais, nas modalidades de aplicação em pré e pós-emergência das plantas daninhas. Apesar do número considerável de herbicidas registrados para a cultura, há uma necessidade constante de pesquisas que busquem novas moléculas que sejam eficazes e seletivas em ambas a modalidade de aplicação.

## **1.2 Matocompetição**

As plantas daninhas são espécies vegetais indesejáveis que apresentam relação interespecífica competitiva com as culturas pelos recursos do ambiente. Essas relações podem ocorrer acima ou abaixo do solo e as plantas daninhas tendem a levar vantagem, pois detêm características peculiares que garantem sua sobrevivência e manutenção, tais como: rápida germinação e crescimento inicial, habilidade de dispersão, grande capacidade de absorção de água e nutrientes devido ao seu sistema radicular abundante, adaptação às práticas de manejo e tolerância frente às variações ambientais (AGOSTINETTO et al., 2015).

Os prejuízos causados pelas plantas daninhas podem ser diretos e indiretos. Os prejuízos diretos, ou seja, que impactam diretamente as culturas, determinam uma menor produtividade, menor qualidade do produto final, redução da eficiência do uso da água e contaminação de lotes de sementes certificadas. Dificuldades adicionais nas operações de tratamentos culturais e colheita caracterizam os prejuízos indiretos como, menor eficiência do uso da área, capacidade de

hospedar pragas e doenças, menor eficiência da mão de obra, aumento do custo de produção, obstrução de equipamentos e canais de irrigação, dentre outros (CONCENÇO et al., 2014; MORAIMA et al., 2000; RONCHI; SILVA, 2003).

As competições com as plantas daninhas são prejudiciais principalmente nos estádios de desenvolvimento inicial das culturas. De acordo Pitelli e Duringan (1984) dois são os fatores principais que acarretam o grau de interferência, o primeiro e mais importante é o período em que a comunidade infestante e as plantas cultivadas estão disputando os recursos do meio, período este denominado período crítico de prevenção da interferência (PCPI), no qual o controle da vegetação infestante realmente é crítico, ou seja, antes que a comunidade infestante interfira na produtividade ou em outra característica da cultura até a época em que doravante não mais a influenciará. O segundo é a necessidade de um período que compreende a implantação ou emergência das culturas de interesse econômico crescer sem a presença de plantas daninhas, até que, a planta cultivada manifeste seu potencial produtivo. Esse foi denominado por Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI). No cafeeiro esse período compreende o primeiro e segundo ano após a implantação, pois, plantas de café apresentam crescimento lento em relação às plantas infestantes. Com o preparo do solo, o banco de sementes de plantas ruderais apresentam condições favoráveis para germinação e estabelecimento, permitindo que essas apresentem maior competição dos recursos disponíveis. (FIALHO et al., 2010; PITELLI, 2014, p. 74).

As intensidades dos danos são influenciadas pelo potencial competitivo das plantas pelos recursos do ambiente (nutrientes, água, luz, CO<sub>2</sub>), duração do tempo de competição, tipo de espécie encontrado na área, época de germinação e características competitivas (ZANINE, SANTOS, 2004, SILVA, SILVA, 2007). De acordo com Dias, Alves e Lemes. (2005) mudas de café em competição com *Commelina benghalensis* na densidade de 12 plantas por m<sup>2</sup> tiveram redução da área foliar e peso seco das folhas no período do verão e neste período foi estimado entre 15 e 88 dias após o plantio (DAP) o Período Crítico de Prevenção a Interferência (PCPI). No inverno, densidades de 8 plantas por m<sup>2</sup>, os parâmetros afetados foram número de folhas e peso seco do caule e o PCPI foi dos 21 aos 38 DAP.

Em períodos chuvosos a competição com o cafeeiro se dá principalmente por nutrientes e no período seco por água. Em trabalho realizado por Fialho et al. (2012) ficou evidente que quando o cafeeiro em convivência com cinco espécies de plantas daninhas (*Digitaria horizontalis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Mucuna aterrima*), apresentou



menor teor de nutrientes foliares, principalmente com o aumento da densidade de infestação. Os mesmos autores concluíram que espécies de plantas daninhas apresentaram diferentes níveis de nutrientes nas folhas e que os maiores teores foram observados por *D. horizontalis* (capim-colchão) em P e Fe, *B. plantaginea* (capim-marmelada) em P, Mg, Mn e Zn e *M. aterrima* (mucuna-preta) em N, Ca e Zn, independentemente da densidade de infestação.

Outro trabalho que destaca a eficiente capacidade de extração de nutrientes pelas plantas daninhas é relatado por Matiello et al., (2013), no qual, evidenciaram a eficiência em extrair nutrientes de plantas infestantes na Fazenda Experimental de Varginha, na safra 2012/2013 em uma lavoura da cultivar Acaiaí, com 5 anos de idade com espaçamento 3,5 X 1,0 metro. Em uma densidade estimada de 6,5 milhões de plantas daninhas por hectare, as quantidades extraídas de nutrientes do solo foram: 193 kg/ha de N; 57 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 148 kg/ha de K<sub>2</sub>O, 42kg/ha de CaO e 35 kg/ha de MgO, valores esses, de acordo com os autores, correspondem a demanda do cafeeiro para produção de 20 a 30 sacas de café beneficiadas por hectare.

Plantas submetidas a estresses reduzem a capacidade de utilização da água, afetando diretamente a disponibilidade de CO<sub>2</sub> no mesófilo foliar e a temperatura da folha, alterando por consequência a taxa fotossintética. O cafeeiro em competição com plantas daninhas apresenta redução da sua atividade fisiológica, tal fato, foi demonstrado por Matos et al., (2013), pois, a espécie *Mucuna aterrima* apresenta grande capacidade competitiva mesmo em menores densidades, reduzindo consumo de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, taxa de transpiração e taxa fotossintética do cafeeiro. No mesmo trabalho também foi possível concluir que, *Brachiaria decumbens* possui maior habilidade competitiva quando em maior densidade, reduzindo a taxa fotossintética, condutância estomática e taxa de transpiração do cafeeiro.

Considera-se essencial o conhecimento das características da população de plantas infestantes predominantes em uma área de cultivo por meio do levantamento fitossociológico, proporcionando a identificação, quantidade e concentração das espécies predominantes, subsidiando detectar fatores limitantes e na tomada de decisão para efetivação do método de controle mais adequado. Foram constatadas pequenas variações de espécies infestantes em áreas com cultivo de café no estado de Minas Gerais, visto que, tais resultados podem ser expandidos às áreas de outros estados como o Espírito Santo, e até outros países produtores como Colômbia e Costa Rica (ALCÂNTARA; SILVA, 2010). Em trabalhos para determinar a fitossociologia de plantas daninhas em cafeeiros Maciel et al. (2010); Santos et al. (2015)

constaram o predomínio das espécies *Bidens pilosa*, *Eleusine indica*, *Amaranthus hybridus*, *Digitaria horizontalis*, *Spermacoce latifolia*, *Cyperus rotandus* e *Commelina benghalensis*

De acordo com Fialho et al. (2010), Fialho et al. (2011), Ronchi (2003, p. 424), Ronchi et al. (2007), Ronchi; Silva (2006) plantas daninhas como *Bidens pilosa*, *Brachiaria plantaginea*, *Commelina diffusa*, *Leonurus sibiricus*, *Mucuna aterrima*, *Richardia brasiliensis*, *Sida rhombifolia* e *Nicandra physaloides*, mesmo sob baixa infestação, podem reduzir significativamente o acúmulo de nutrientes de plantas jovens de café, assim como a taxa de crescimento, diâmetro do caule, número de folhas, densidade radicular e massa seca da parte aérea.

Ao decidir quais métodos de controle deverá ser utilizado, é necessário ponderar os benefícios que as plantas daninhas podem oferecer. Esses benefícios são, principalmente, ambientais, como a palhada para proteção do solo contra erosões, ciclagem de nutrientes, aumento do teor de matéria orgânica, dentre outros. A escolha do manejo envolve os conhecimentos de biologia das plantas daninhas, os efeitos às culturas, características ecológicas e métodos de controle, pretendendo haver convivência entre os métodos de produção e as plantas daninhas sem a ocorrência de danos e prejuízos. Alcântara e Silva (2010), referindo-se ao manejo das plantas daninhas em lavouras de café, afirmam que o mesmo tem sido tradicionalmente realizado por técnicas manuais, mecânicas e químicas, sem uma preocupação de conservação do ambiente, principalmente sem uma avaliação crítica de seus efeitos sobre as propriedades físicas do solo.

Os sistemas agrícolas estão em constante mudança como abertura de novas fronteiras agrícolas, domesticação de espécies de diferentes centros de origem e adoção de novas tecnologias. As populações de plantas daninhas também acompanham estas transformações, o surgimento e o aumento das infestações de novas populações exóticas e a adaptação aos novos sistemas de cultivo constituem tais mudanças. O que se observa atualmente é o aumento em importância das plantas daninhas pelos impactos provocados nas áreas de cultivo do Brasil e do mundo, devido principalmente à dificuldade de controle e pela resistência aos herbicidas dentre eles o glyphosate, uma das moléculas mais utilizadas na agricultura mundial (OSIPE; ADEGAS; OSIPE, 2013). Cita-se como exemplo de espécies de difícil controle o caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri* S. Watson) recém identificado no Brasil, o capim-amargoso (*Digitaria insularis* F. Fedde) e a buva (*Conyza* spp).

### 1.3 O controle químico de plantas daninhas

A classe de defensivos agrícolas mais comercializada no ano de 2014 foi a classe dos herbicidas representando 31,9% do faturamento total do setor e 52,2% (476.860 toneladas) das vendas, divididos em 347.780 toneladas e 129.080 toneladas de herbicidas não seletivos e seletivos, respectivamente. Os cultivos que mais consumiram herbicidas foram: a soja (53,7%), a cana-de-açúcar (12,4%), o milho safrinha (8,7%) e safra (5,9%), pastagens (5,4%) e algodão (3,5 %). Em 2015 os herbicidas apresentaram crescimento nas vendas na ordem de 4,36%. Tal incremento nas vendas pode ser justificado por temperaturas médias mais elevadas, associadas ao favorável regime de precipitações observadas ao longo do desenvolvimento da safra corrente. (FERREIRA; CAMARGO; VERGO, 2014; FERREIRA; CAMARGO, VERGO e 2015; VERGO, 2016, p.3).

Todavia, o manuseio de herbicidas deve ser feito com cuidado, de forma racional evitando a intoxicação dos aplicadores e poluição dos ambientes como água e solo. No ponto de vista do manejo integrado, os herbicidas devem estar associados a outros métodos de controle, diminuindo a seleção de plantas tolerantes ou resistentes aos principais produtos recomendados e possibilitar melhores condições de desenvolvimento e permanência das culturas de interesse econômico (SILVA; SILVA, 2007).

A adoção quase que exclusiva do controle químico de plantas daninhas pelos produtores rurais se deve a algumas vantagens, tais como: menor dependência de mão-de-obra, maior eficiência, controle de plantas de propagação vegetativa, além de permitir o cultivo mínimo ou plantio direto da cultura, entre outras. As principais desvantagens são: custo elevado de algumas marcas comerciais, risco de intoxicação humana, animal e ambiental, risco de ocorrência de resíduos em alimentos, risco de fitotoxicidade às culturas próximas promovido pela deriva, seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes e maior conhecimento em tecnologia de aplicação (MACIEL, 2010, p. 634).

Os herbicidas podem ser classificados segundo sua atividade em provocar a morte das plantas daninhas alvo, no seu modo de aplicação, semelhança química e se é seletivo ou não a cultura. Quando os herbicidas eliminam as plantas daninhas sem prejudicar a cultura, o herbicida é dito como seletivo. Em relação à época de aplicação, os herbicidas podem ser classificados de acordo como são utilizados, antes do plantio e/ou na semeadura da cultura como, herbicidas seletivos em pré-plantio incorporado (PPI), pré-emergência das plantas

daninhas e da cultura e pós-emergência da cultura e planta daninhas (PÓS). A classificação prática para o grupo de plantas que os herbicidas controlam baseia-se no fato dos mesmos controlarem plantas de folhas estreitas ou folhas largas. Esta classificação se tornou inadequada, pois há princípios ativos que controlam ambos os grupos de plantas (LORENZI, 2014, p. 15).

De acordo com Oliveira Júnior (2011a, p. 145), mecanismo de ação é o ponto exato do metabolismo da planta onde o herbicida atua, o qual desencadeia uma série de eventos metabólicos que resultam na expressão final do herbicida sobre a planta, enquanto que o conjunto de eventos metabólicos e os sintomas causados pelos herbicidas recebem a denominação de modo de ação. É fundamental o conhecimento do mecanismo de ação de cada herbicida, para que seja possível estabelecer um programa de rotação de herbicidas e de misturas que apresentam os mesmos mecanismos, evitando assim o surgimento de resistência de plantas a herbicidas (FERREIRA et al., 2006).

A aplicação repetidamente durante uma safra utilizando o mesmo princípio ativo pode selecionar plantas tolerantes ou resistentes. Diversos trabalhos constataram a presença, em algumas áreas, plantas daninhas resistentes ao glyphosate, como a Buva (*Conyza bonariensis*) e amendoim bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) e, em áreas de café, a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e erva-quente (*Spermacoce latifolia*) foram consideradas tolerantes por não serem controladas pelas doses recomendadas para a cultura (CHRISTOFOLLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Relatos de resistência de plantas daninhas nos últimos anos configuram um dos maiores problemas para a agricultura atual e futura, com prejuízos econômicos bastante consideráveis. Existem três fatores que interagem com surgimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas, estes fatores são; os genéticos, os bioecológicos e os agrônômicos, este último, através das características dos herbicidas e práticas de manejo é o que mais favorece o surgimento da resistência. Um exemplo de manejo de risco é a utilização repetitivamente de um mesmo herbicida ou herbicidas diferentes com o mesmo mecanismo de ação. Avaliando misturas de tanque de herbicidas com o objetivo de diminuir a pressão de seleção de biótipos resistentes ao glyphosate, Knezevic et al. (2009), observaram que as misturas de tanque entre glyphosate + chlorimuron-ethyl ou sulfentrazone + chlorimuron-ethyl ou pendimethalin + imazethapyr + imazaquin proporcionaram níveis de controle da ordem de 80% em plantas daninhas com estágio de desenvolvimento entre 20 a 30 cm de altura.

Existem diversos produtos de diferentes mecanismos de ação registrados para a cultura do café, entretanto, poucos são seletivos e sua aplicação deve seguir critérios técnicos que garantam menor fitotoxicidade e maior segurança aos aplicadores e ao ambiente. De forma geral, os herbicidas podem ser usados em pós ou pré-emergência das plantas daninhas. Os herbicidas quando aplicados em pré-emergência controlam com eficiência as plantas daninhas antes mesmo de sua emergência anulando qualquer forma de competição pelos recursos, refletindo diretamente no desenvolvimento e produção da lavoura. Alcântara e Ferreira (2007) estudando o efeito de métodos de controle na entre linha de cafeeiros, durante 30 anos, concluíram que as aplicações em pré-emergência e capina manual apresentaram maiores produtividades em sacas beneficiadas por hectare. Neste mesmo trabalho os autores destacam que a aplicação de glyphosate durante 24 anos não interferiu negativamente na biomassa microbiana do solo, sendo esses microrganismos essenciais à sustentabilidade dos agroecossistemas.

#### **1.4 Caracterização dos herbicidas imazethapyr, iodosulfuron, pyrazonsulfuron-ethyl, chlorimuron, flumioxazin, saflufenacil, metsulfuron, sethoxydim e glyphosate.**

Do grupo químico das imidazolinonas o imazethapyr apresenta como nome químico: ácido 2-[4,5-dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-ilo]-5-etil piridinacarboxílico, pressão de vapor de  $<10^{-7}$  mm de Hg a 60 °C. A absorção pela planta acontece de forma radicular e foliar sendo que, esta última é mais rápida, transloca-se pelo xilema e floema, acumulando-se nos meristemas de crescimento. Pertencente ao grupo de herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), enzima esta responsável pela biossíntese de três aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina. Após 48 horas da aplicação ocorre interrupção do crescimento e dependendo da espécie (nível de sensibilidade), estágio de desenvolvimento e condições ambientais pode ser observado sintomas como a clorose foliar, morte do ponto de crescimento, culminando na morte total da planta. Existem cerca de oito marcas comerciais (isolados e misturas) com o imazethapyr, no entanto, nenhum apresenta registro para o cafeeiro.

O iodosulfuron methyl pertence ao grupo químico das sulfoniluréias, nome químico: methyl 4-iodo-2-[3-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl)ureidosulfonyl] benzoate. Apresenta pressão de vapor  $6,7 \times 10^{-9}$  Pa a 25 °C. Não se conhece o comportamento

deste herbicida nas plantas, contudo, acredita-se que seja igual a outros herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). O único produto comercial contendo o iodosulfuron-methyl não apresenta registro para o cafeeiro

Pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias o pyrazosulfuron-ethyl possui o nome químico: etil-5-(4,6-dimetoxipirimidin-2-il-carbamoil sulfamoil)-1-metil pirazole-4-carboxilato. Apresenta pressão de vapor  $1,10 \times 10^{-7}$  mm de Hg a 20 °C. Esse herbicida é absorvido pelas folhas, entretanto a absorção mais intensa ocorre principalmente pelo sistema radicular, transloca-se pelo xilema, das raízes para a parte aérea. O produto inibe a catálise de uma chave enzimática na biossíntese de três aminoácidos; valina, leucina e isoleucina. Sua ação provoca a inibição do crescimento de brotos e retarda o desenvolvimento radicular, matando as plantas daninhas gradualmente. Existe uma única marca comercial disponível, no qual, este produto possui somente registro para a cultura do arroz irrigado.

O herbicida chlorimuron-ethyl pertence ao grupo químico das sulfoniluréias, com nome químico: etil 2- (((((4-cloro-6-metoxi-pirimidina-2-il) amino) carbonil) amino) sulfonil) benzoato, apresenta pressão de vapor  $5,0 \times 10^{-10}$  Pa a 25 °C. Possui absorção predominantemente pelas folhas e posterior absorção movimenta-se sistemicamente por toda a planta, inibindo a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina, A inibição da síntese dos aminoácidos interrompe a síntese proteica interferindo na síntese de DNA e no crescimento celular. A morte das plantas sensíveis ocorre de 7 a 21 dias após aplicação, primeiramente as plantas cessam o desenvolvimento ficando amarelas e terminando morte da gema apical (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Existem diversas marcas comerciais, contudo, somente uma marca deste princípio ativo possui registro para o café, indicado para o controle de *Ipomea grandifolia*, *Raphanus raphanistrum*, *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*.

O ingrediente ativo flumioxazin é um herbicida do grupo químico das ftalimidas, apresenta como nome químico: 7 fluoro-6-[3,4,5,6-tetrahidro]ftalimida] 4-(2-propinil) e 1,4-benzoxa-zino-3-(2H)-one. Possui pressão de vapor de  $2,41 \times 10^{-6}$  mm Hg a 22 °C. O flumioxazin apresenta absorção foliar e radicular e sua translocação no simplasto é limitado. Inibidores da enzima protoporfirinogenio oxidase (PROTOX), causa em plantas sensíveis um acúmulo maciço de protoporfirinas que extravasam para o citoplasma, neste local a ação fotossensível das protoporfirinas acumuladas provoca a peroxidação dos lipídios da membrana do citoplasma. Quando aplicados em pré-emergência das plantas daninhas provocam lesões

necróticas e morte após a exposição à luz do sol. Em plantas tolerantes o herbicida é rapidamente metabolizado (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Possui registro para o cafeeiro para modalidade de aplicação de pré-emergência no controle de *Alternanthera tenella*, *Portulaca oleracea*, *Digitaria horizontalis*, *Amaranthus hybridus*, *Bidens pilosa* e em pós-emergência no controle de *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis* com intervalo de segurança de 7 dias.

Segundo Grossmann et al. (2010) Saflufenacil é um novo herbicida seletivo da classe química pirimidinadiona aplicado em pré-emergência em várias culturas, incluindo milho, trigo, soja e o algodão. Este herbicida possui uma atividade residual e de contato sobre ervas daninhas dicotiledôneas, inibindo a protoporfirinogênio oxidase (Protox). A seletividade é devido à barreira física e pelo metabolismo mais rápido do produto por espécies tolerantes. Este herbicida obteve registro para cultura do cafeeiro em julho de 2016 na modalidade de aplicação em pós-emergência. O saflufenacil tem baixa eficiência em monocotiledôneas, portanto, para aumentar o espectro de controle é necessário fazer a mistura de tanque com graminicidas ou herbicidas com amplo espectro. Para o cafeeiro o produto é registrado para controle de dicotiledôneas até o estágio de 8 folhas verdadeiras como modo de aplicação em jato dirigido.

A utilização de herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox) no controle de plantas daninhas na cultura do café foi demonstrado por Magalhães et al. (2012) em que, oxufluorfen e sulfentrazone foram eficazes no manejo quando aplicados em pré-emergência, garantindo um período de 60 dias sem matocompetição. Os autores alertam que em cafeeiros novos a aplicação destas moléculas devem ser em jato dirigido para evitar fitotoxidez as plantas de café.

O metsulfuron-methyl é um herbicida pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias, seu nome químico é methyl 2 – (4 – methoxy – 6 – methyl – 1,3,5 – triazin – 2 ylcarbamoil sulfamoyl ) benzoate. Possui pressão de vapor  $2,5 \times 10^{-6}$  mm Hg. Na planta é absorvido pelas folhas e raízes e por ser um produto sistêmico, transloca-se pelo xilema e floema, acumulando na região meristemática. Seu mecanismo de ação é a inibição da enzima acetolactato sintase (ALS) provocando nas plantas daninhas tratados com o herbicida, clorose das folhas e morte das gemas apicais com evolução para a morte total da planta dentro de 21 dias (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A marca comercial Ally possui registro para utilização na cultura do café para o controle de *Bidens pilosa* na modalidade de aplicação pós-emergência.

O sethoxydim é pertencente ao grupo químico das ciclohexanodionas com nome químico (+/-) – 2(1 – etoximinobutil) -5-[(2- etiltio)propanil]-3-hidroxíciclohex-2-enona e pressão de vapor  $< 10^{-6}$  mm Hg a 20 °C. É aplicado em pós-emergência para o controle de gramíneas, não sendo a ação do produto prejudicada por chuvas que ocorrem 1 hora após o tratamento. A absorção ocorre pelas folhas e raízes, sendo a absorção foliar mais intensa e rápida e translocação através do xilema e floema, com acúmulo em regiões meristemáticas, onde o produto inibe a acetil-coenzima-A carboxilase (ACCCase) responsável pela síntese de ácidos graxos, paralisando a divisão celular, conseqüentemente o crescimento, sendo que, o secamento das gramíneas completa-se num período de 1 a 3 semanas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A marca comercial disponível no mercado não possui registro para utilização na cultura do café.

Do grupo químico dos derivados da glicina com nome químico N-(fosfonometil) glicina, pressão de vapor  $1,84 \times 10^{-7}$  mm Hg a 45 °C (ácido) o glyphosate é mundialmente utilizado para o controle de plantas daninhas. A absorção é através da cutícula, translocação principalmente pelo simplasto, tanto para folhas, meristemas aéreos e subterrâneos. O mecanismo de ação do glyphosate é atribuído à inibição da enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), que é responsável por uma das etapas da síntese de triptofano, fenilalanina e tirosina. Dentre outras conseqüências o glyphosate pode levar a uma queda da taxa fotossintética e inibir a formação de clorofila, reduzindo o conteúdo total do pigmento, além de interferir na organização do aparelho fotossintético (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Com aproximadamente 40 marcas comerciais com o ingrediente ativo glyphosate cerca de 6 marcas possuem registro para o cafeeiro para a aplicação em jato dirigido na entre linha da cultura.

Nos trabalhos fitossociológicos citados no referencial de Matocompetição compreende-se que a população de plantas daninhas em cafezais é bastante heterogênea, ou seja, foram observados a convivência de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas juntamente com plantas de café. Com isto, é comum em propriedades cafeeiras a mistura de herbicidas “graminícidias” e “latifolicidas” objetivando possuir mais espectro de controle. Gazziero (2015, p. 90) define a mistura de defensivos agrícolas em tanque como, a associação de agrotóxicos e afins no tanque do equipamento aplicador, imediatamente antes da pulverização, trazendo vantagens na eficiência das aplicações, diminuição das quantidades e redução de custos. As interações entre produtos podem ter efeitos sinérgicos, aditivos ou antagônicos, entretanto, há



poucos trabalhos desta prática que avaliam estes efeitos e seus impactos no âmbito social e econômico. Em pesquisa realizada pelo mesmo autor foi relatado por profissionais da agronomia que a mistura de tanque de defensivos é uma prática realizada por 97% dos entrevistados, 95% das vezes são misturados de dois a cinco produtos e para 72% desconhecem ou consideram insuficientes as informações sobre a mistura.

A mistura de herbicidas também foi tema de pesquisa de Ronchi et al. (2002), para controle de duas espécies de trapoeraba, *Commelina diffusa* e *Commelina benghalensis*, sendo um dos gêneros de plantas daninhas difícil controle na cafeicultura, pois apresenta tolerância ao glyphosate. Os melhores resultados encontrados foram as aplicações sequenciais com intervalo de 21 dias da mistura comercial paraquat 200 g. /ha<sup>-1</sup> + diuron 400 g. /ha<sup>-1</sup> e da mistura em tanque carfentrazone-ethyl 30 g. /ha<sup>-1</sup> + glyphosate 720 g. /ha<sup>-1</sup>; e de (paraquat 200 g. /ha<sup>-1</sup> + diuron 400 g. /ha<sup>-1</sup>) / (paraquat 200 g. /ha<sup>-1</sup> + diuron 400 g. /ha<sup>-1</sup>) seguido da mistura em tanque de 2,4-D 670 g. /ha<sup>-1</sup> + glyphosate 720 g. /ha<sup>-1</sup> e de carfentrazone-ethyl 30 g. /ha<sup>-1</sup> + glyphosate e/ou glyphosate potássico 720 g. /ha<sup>-1</sup>.

### 1.5 Seletividade de herbicidas.

Antes de definir a seletividade é necessário estabelecer os conceitos de suscetibilidade e tolerância de plantas a herbicidas. A suscetibilidade de uma espécie de planta a um determinado herbicida é definida como o grau de injúria ou morte da planta que é observado após a aplicação do produto sendo que, o grau de suscetibilidade é dependente do resultado da ação do herbicida e suas alterações de crescimento e desenvolvimento da planta tratada. A tolerância é a capacidade inerente de uma espécie sendo ela daninha ou planta cultivada em sobreviver e se reproduzir após a aplicação do herbicida na dose recomendada, que seria letal para outras espécies, mesmo demonstrando injúrias (CHRISTOFFOLETI et al., 2016). Os mecanismos anatômicos, fisiológicos e morfológicos que dificultam a chegada da dose letal do herbicida até o sítio de atuação conferem o grau de tolerância das espécies (AZANIA; AZANIA, 2014).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser erroneamente definida como tolerância sendo que, a definição de resistência de acordo Heap (2016) é compreendido como a capacidade evoluída de uma população previamente suscetível a um herbicida, de sobreviver e completar seu ciclo de vida após a aplicação do mesmo, em sua dose recomendada em

condição de campo. A habilidade de sobrevivência frente à aplicação de uma dose considerada letal está associada a um ou mais mecanismos de resistência, sendo responsáveis por dificultar as moléculas herbicidas em interagir com o sítio de ação específico no metabolismo da planta, que são alterados ou suprimidos por genes específicos (AZANIA; AZANIA. 2014).

Herbicidas ditos seletivos apresentam a capacidade de causar perecimento ou inibir o crescimento de algumas plantas sem causar danos à cultura de interesse. Os herbicidas não seletivos são aqueles que acometem plantas daninhas e culturas cultivadas. Em ambas as classificações, os herbicidas matam por contato ou por meios mais complexos, após a absorção do produto pela planta (LORENZI, 2014, p. 16).

A combinação de fatores físicos (modo de aplicação que permite o contato do herbicida com as plantas daninhas e não com a cultura), biológicos (absorção, translocação e metabolismo diferenciados em plantas daninhas e culturas quanto aos herbicidas), condições edafoclimáticas e ligados as características físico-químicas dos herbicidas permite que moléculas sejam mais tóxicas às plantas daninhas que a culturas. Esta diferença de tolerância entre planta daninha e cultura é a chave para o sucesso e maior segurança no manejo químico (OLIVEIRA JUNIOR; INOUE, 2011; OLIVEIRA JUNIOR, 2011b, p. 127).

Na cafeicultura há carência de trabalhos com o controle químico que atestem a seletividade em plantas jovens. Curiosamente, o controle químico de plantas daninhas em cafeeiros principalmente até dois anos pós-plantio é o feito com o glyphosate (herbicida não seletivo) e de acordo com os trabalhos de França et al. (2010a) e França et al. (2010b), esse herbicida teve a capacidade de provocar alterações morfológicas, anatômicas e redução dos teores de nutrientes foliares em três cultivares de café.

Alcântara (2000, p. 393) avaliou a seletividade de herbicidas pós-emergentes para formação de duas cultivares de *Coffea arabica* L., Rubi e Acaiá. O autor concluiu que a cultivar Rubi apresentou maior sensibilidade aos herbicidas do que a cultivar Acaiá, com maior fitotoxidez avaliada por intermédio da escala E.W.R.C (1964) para os herbicidas pendimethalim (1750 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), flumioxazim (20 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), o haloxyfop (180 g. i. a./ha<sup>-1</sup>) e o pyridate (900 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), redução do porte entre 25,83 e 37,58% quando tratados com os herbicidas pendimethalim (1750 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), pyridate (900 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), imazaquim (150 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), flumioxazim (20 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron (50 g. i. a./ha<sup>-1</sup>) e imazethapyr (100 g. i. a./ha<sup>-1</sup>). A cultivar Acaiá foi mais sensível aos herbicidas pendimethalim (1750 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), flumioxazim (20 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), o haloxyfop (180 g. i. a./ha<sup>-1</sup>) e o acetachlor (3600 g. i. a./ha<sup>-1</sup>) e

redução do porte entre 22 a 31% pelo efeito do pendimethalim (1750 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), nicosulfuron 50 g. i. a./ha<sup>-1</sup>), flumioxazim (20 g. i. a./ha<sup>-1</sup>) e Imazethapyr (100 g. i. a./ha<sup>-1</sup>).

A quantidade de substâncias que as plantas absorvem é determinada pelas características anatômicas, morfológicas e fisiológicas. Diversas dessas características conferem ao cafeeiro vantagens aos mecanismos de absorção diferencial, por exemplo, epiderme das plantas de café é revestida por uma camada de cutícula sendo essa, uma barreira para absorção de soluções, o sistema radicular é profundo (superior a 2,0 m) e conferem certa proteção contra a aplicação de herbicidas, podendo ocorrer pequenas injúrias, mas sem que ocorra a morte. Todavia, uma característica que favorece a exposição dos meristemas a calda pulverizada é o posicionamento das folhas no mesmo plano (LIVRAMENTO, 2010, p. 92).

Os herbicidas, geralmente ácidos fracos, quando absorvidos pelas folhas são translocados a longa distância pelo floema e quando absorvidos pelas raízes translocam pelo xilema até as folhas e posteriormente atingem o floema. A velocidade de translocação depende da característica do herbicida, espécie de planta, estágio de desenvolvimento e das condições ambientais. O mecanismo de metabolização envolve processos de redução, hidroxilação e desalquilação que transforma as moléculas herbicidas em compostos secundários sem atividade nos processos fisiológicos da planta. Um fator complicador a seletividade do cafeeiro é o de possuir metabolismo fotossintético C<sub>3</sub>, de acordo com Sousa (2012) plantas do metabolismo C<sub>4</sub> possuem maior capacidade de tolerância que as espécies com metabolismo C<sub>3</sub>.

Atualmente, a cafeicultura brasileira está em constante modernização, principalmente no intuito de intensificar a mecanização das atividades de condução com ênfase o processo de colheita. A substituição de lavouras velhas por uma nova tem contribuído para o aumento do espaçamento entre linhas visando facilitar o trânsito de máquinas. Contudo, tal prática, cria condições favoráveis para emergência e estabelecimento de plantas infestantes nas lavouras em formação. Diante deste problema e também pela falta de mão de obra, o cafeicultor encontra dificuldades em manejar o mato, sendo tal prática realizada pela aplicação de herbicidas. Um agravante é que há poucas moléculas herbicidas que sejam eficientes no controle, mas sem causar injúrias aos cafeeiros.

Devido à falta de opções, os herbicidas isolados ou em mistura são aplicados em jato dirigido nas entrelinhas da cultura evitando o contato do produto com a folhagem do cafeeiro, mas nem sempre isto é possível devido a equipamentos sem manutenção, calibração e por falta de qualificação nas aplicações manuais. O ingrediente ativo mais utilizado no cafeeiro é o

glyphosate (não seletivo). Entretanto, surgiu junto a alguns técnicos, consultores e certificadores a teoria de que a utilização do glyphosate é prejudicial a cultura, pelos efeitos fitotóxicos e por predispor as plantas a maior suscetibilidade a doenças. Matiello et al. (2015) avaliando a fitotoxidez desse herbicida em cafeeiro adultos nos municípios de Matins Soares-MG e Araxá, observou que, a toxidez ocorreu de forma localizada, ou seja, nas folhas que foram atingidas pela calda contendo o herbicida, mas não influenciou a produtividade, já que as parcelas que receberam o tratamento com o glyphosate apresentaram produtividade superior (em média 6% a mais de produtividade) em relação ao tratamento com o controle mecânico das plantas daninhas.

Uma alternativa para substituição do glyphosate para controle de daninhas de “folhas estreitas” é a utilização de herbicidas inibidores da enzima ACCase que são responsáveis pela biossíntese de ácidos graxos que desempenham importantes funções fisiológicas (armazenamento de energia, composição estrutural de membranas celulares, regulação hormonal etc.) nos organismos vivos. Esses herbicidas foram introduzidos na agricultura em 1978 e utilizados no controle de plantas daninhas gramíneas, em condições de pós-emergência, de culturas da classe das dicotiledôneas. Estes herbicidas estão divididos em três grupos químicos principais: ariloxifenoxipropionatos (APPs), ciclohexanodionas (CHDs) e fenilpirazolininas (PPZ) (LÓPEZ-OVEJERO; BELCHIOR; MAYMONE, 2016).

Os herbicidas inibidores da enzima ACCase clethodim do grupo químico das CHDs e o fluazifop-p-buthyl do grupo químico dos APPs apresentam marcas comerciais registrado para a cultura do café, contudo, outros herbicidas com mesmo mecanismo de ação apresentam potencial de uso na cafeicultura, sendo eles, o fenoxaprop-p-ethyl e haloxyfop-methyl pertencentes ao grupo químico dos ariloxifenoxipropiônicos e o sethoxydim do grupo químico das ciclohexadionas. Ressalta-se que estes herbicidas devem ser aplicados em estágios iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas. No controle de plantas latifoliadas uma alternativa seria a utilização do Chlorimuron-ethyl do grupo químico das sulfonilureias, que possui registro para a cultura, todavia, sua utilização deve ser criteriosa pois, em cafeeiros jovens podem haver leves sintomas de toxidez e segundo Rodrigues e Almeida (2011) poderá haver a incompatibilidade da mistura entre fluazifop-p-buthyl e chlorimuron-ethyl.

Garcia et al. (2009) avaliando o potencial de uso de herbicidas em aplicação de pós emergência no desenvolvimento inicial de cafeeiros concluíram que, os herbicidas chlorimuron-ethyl na dose de 20g/ha; fluazifop-p-buthyl dose de 187,5 g/ha<sup>-1</sup>, e a mistura em

tanque de chlorimuron- ethyl 20g/ha<sup>-1</sup> + fluazifop-p- buthyl 187,5g/ha<sup>-1</sup> não influenciaram no desenvolvimento inicial dos cafeeiros. O chlorimuron-ethyl e fluazifop-p-buthyl isolados foram eficientes no controle de plantas daninhas dicotiledôneas e monocotiledôneas respectivamente, entretanto, o primeiro causou leves sintomas de fitotoxidez, mas de acordo com os autores sem comprometer o desenvolvimento do cafeeiro. Resultado semelhante em relação ao fluazifop-p-buthyl foi demonstrado por Castanheira et al. (2015), em que, avaliaram à deriva simulada de 10%, 40%, 70%, 100% e 200% da dose recomendada e como resultado observaram não haver interferência no desenvolvimento das plantas de café em nenhuma das doses avaliadas. Outros herbicidas pós-emergentes que podem ser utilizados no pós-plantio do café foram apresentados por Ronchi e Silva (2003), sendo estes, o clethodim, fomesafen, chlorimuron-ethyl, flumioxazin e a mistura comercial fluazifop-p-butyl + fomesafen. Os autores ainda concluem que os dois primeiros mesmo em doses mais elevadas não promoveram injúrias, entretanto, o chlorimuron-ethyl, flumioxazin e fluazifop-p-butyl + fomesafen causaram pequenas injúrias, mas sem comprometer o acúmulo de matéria seca da parte aérea das mudas de cafeeiro.

Entender a peculiaridade dos herbicidas é essencial para avaliação da seletividade e possíveis impactos ao meio ambiente. Mudanças na fórmula estrutural de herbicidas pertencentes ao mesmo grupo químico pode determinar o potencial de seletividade, ou seja, pequenas alterações podem fazer com que uma molécula seja seletiva a uma cultura e a outra não. A dose do herbicida utilizada é determinante no processo que garante a seletividade, caso a aplicação exceda a dose definida pelo fabricante, poderá haver perda do caráter seletivo. Outras características a serem estudadas são: tipos de formulação, modo de aplicação (pré e pós-emergente) e as propriedades físico-químicas das moléculas. A interação com os fatores ambientais como a textura e umidade do solo e condições climáticas possibilita o profissional obter sucesso no manejo de plantas daninhas, de forma racional, econômica e menor risco de contaminação ao meio ambiente

## REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. A. Manejo de Plantas Daninhas. In: SEDIYAMA, T. N.; SILVA, F.; BORÉM, A. ED (s). **Soja do Plantio à Colheita**. Viçosa. UFV, p. 234-251, 2015.

- ALCÂNTARA, E. N. Avaliação de Herbicidas para Cafeeiro em Formação. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1. 2000, Poços de Caldas. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, p. 389-394, 2000.
- ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos sobre a produção de cafeeiros após 30 anos de aplicação nas entrelinhas de diversos métodos de controle plantas daninhas. In: Simpósio Internacional sobre o Glyphosate. **Trabalhos Científicos**. Botucatu: Unesp, p. 304-306, 2007.
- ALCÂNTARA, E. N.; SILVA, R. A. Manejo do Mato em Cafezais. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. Ed (s) **Café arábica do plantio a colheita**. Lavras: EPAMIG, v.1, p. 519-572. 2010.
- AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M. Seletividade de Herbicidas. In: MONQUERO, P. A. Ed (s) **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, v.1, p.217-234. 2014.
- BOTELHO, C. E.; REZENDE, J. C.; CARVALHO, G. R.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARENGA, A. P.; RIBEIRO, M. F. Preparo do solo e plantio: instalação do cafezal. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. Ed (s) **Café arábica do plantio a colheita**. Lavras: EPAMIG, v.1, p. 283-341. 2010.
- CASTANHEIRA, D. T.; VOLTOLINI, G. B.; GONÇALVES, A. H.; SILVA, L. G.; PAULINO, R. N. L.; REZENDE, T. T. Tolerância de mudas de café ao herbicida pós-emergente fluazifop-p-butyl. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, **Anais**, 41° CBPC, Poços de Caldas, p. 338-339, 2015.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 21, n. 03, p. 507- 515, 2003.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO; BORGATO, E. A.; NETTO, A. G.; MELO, M. S. C. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas: Termos e Definições Importantes. In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Coord. (s) **Aspectos da Resistência de Plantas Daninhas**. 4° ed. Piracicaba: ESALQ; p.11-32, 2016.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, 1° Levantamento, v.4, n.1, janeiro de 2017. Brasília: CONAB, 2017.
- CONCENÇO, G.; ANDRES, A.; SILVA, A. F.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I. Ciência das Plantas Daninhas: Histórico, Biologia, Ecologia e Fisiologia. In: MONQUERO, P. A. Ed (s) **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, v.1, p. 1-32. 2014.
- DIAS, T. C. S., ALVES, P. L. C. A.; LEMES, L. N. Período de interferência de *Commelina benghalensis* na cultura do café recém-plantada. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 397-404, 2005.

EWRC (European Weed Research Council). Report of 3rd and 4th meetings of EWRC – Committee of Methods in Weed Research. **Weed Research**, v.4, n.1, p.88. 1964.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; CAMARGO, M. L. B.; VERGO, C. L. R. Defensivos Agrícolas: comercialização recorde em 2013 e expectativas de acréscimo nas vendas em 2014. **Análise e indicadores do Agronegócio**. São Paulo: IEA, v.8, n.7, p.1-5, 2014.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; CAMARGO, M. L. B.; VERGO, C. L. R. Defensivos Agrícolas: em 2014, faturamento do segmento foi o destaque. **Análise e indicadores do Agronegócio**. São Paulo: IEA, v.10, n.5: p. 1-7, 2015.

FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; OLIVEIRA, J. A.; VARGAS, L. Translocação do glyphosate em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 365-370, 2006.

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

FIALHO, C. M. T. SILVA, A. A.; FARIA, A. T.; TORRES, L. G.; ROCHA, P. R. R.; SANTOS, J. B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. **Planta daninha**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2012.

FIALHO, C. M. T., FRANÇA, A. C. TIRONI, S. P., RONCHI, C. P. e SILVA, A. A. Interferência de Plantas Daninhas sobre o Crescimento Inicial de *Coffea arabica*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 137-147, 2011.

FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; GALON, L.; VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p. 599-607, 2010a.

FRANCA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; D'ANTONINO, L.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; RONCHI, C. P. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p. 877-885, 2010b.

GARCIA, A. L. A.; FAGUNDES, A. V.; PADILHA, L.; RABELO JUNIOR, C. A. M.; RAMOS, S. V. Herbicidas pós-emergentes com potencial de uso na implantação do cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, **Anais**, 35º CBPC, Araxá, p. 86-88, 2009.

GAZZIERO, D. L. P. Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

GROSSMANN, K.; NIGGEWEG, R.; CHRISTIANSEN, N.; LOOSER, R.; EHRHARDT, T. The Herbicide Saflufenacil (Kixor™) is a New Inhibitor of Protoporphyrinogen IX Oxidase Activity. **Weed Science**. nº 58(1): p. 1-9, 2010.

**HEAP, I.A. Criteria for confirmation of the herbicide-resistant weeds.** Disponível em: <http://www.weedscience.org/Documents/ResistanceCriterion.pdf>.: Acesso: 30/11/2016

KNEZEVIC, S. Z.; DATTA, A.; SCOTT, J.; KLEIN, R. N.; GOLUS, J. Problem Weed Control in Glyphosate-Resistant Soybean with Glyphosate Tank Mixes and Soil-Applied Herbicides. **Weed Technology**. v. 23, n.4 (Oct 2009), p. 507-512, 2009.

LIVRAMENTO, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. Ed (s) **Café arábica do plantio a colheita**. Lavras: EPAMIG, v.1, p. 87-161, 2010.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; BELCHIOR, G. G.; MAYMONE, G. P. L. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas aos Inibidores de ACCase (GRUPO A). In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Coord. (s) **Aspectos da Resistência de Plantas Daninhas**. 4° ed. Piracicaba: ESALQ; p.77-98, 2016.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 383p.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cafezal orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p.631-636, 2010.

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

MATIELLO, J. B.; PAIVA, A. C. R. S.; LACERDA, G. R.; NEVES, P. F. C.; FILHO, M. J. S. Extração de nutrientes por plantas daninhas em cafezais, em sistemas de mato normal e de povoamento com brachiaria, nas condições do Sul de Minas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, **Anais...** 39° CBPC, Poços de Caldas p. 53-54, 2013.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; PAIVA, R. N.; PEREIRA, C. L. Toxidez de Herbicida Glifosato em Cafeeiros Fica Localizada. **Folha Técnica**. Varginha, Fundação Procafé, n.286, p.1-3, 2015.

MATOS, C. C.; FIALHO, C. M. T.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; FRANÇA, A. C.; GALON, L.; Características fisiológicas do cafeeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1111-1119, 2013.

MORAIMA, G. S. CAÑIZARES, A.; SALCEDO, F.; GUILLÉN, L. A contribution to determine critical levels of weed interference in coffee crops of Monagas state, Venezuela. **Bioagro**, v. 12, p. 63-70, 2000.



OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Ed (s) **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Curitiba, Omnipax, v.1; p. 141-192, 2011a.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Introdução ao Controle Químico. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Ed (s) **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Curitiba, Omnipax, v.1; p. 125-139, 2011b.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de Herbicidas para Culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Ed (s) **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Curitiba, Omnipax, v.1; p. 243-262, 2011.

OSIPE, R.; ADEGAS, F. S.; OSIPE, J. B. Plantas Daninhas na Agricultura o Caso da Buva. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; NETO, A. M. O. **Buva: Fundamentos e Recomendação para o Manejo**, Curitiba, Omnipax, v.1, p. 1-4, 2013.

PELEGRINE, D. F.; SIMÕES, J. C. Evolução, problemas e desempenho da cafeicultura de Minas Gerais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48, 2010, Campo Grande, **Anais**, Campo Grande, SOBER, p. 1-21, 2010.

PITELLI, R. A. Competição entre Plantas Daninhas e Plantas Cultivadas. In: MONQUERO, P. A. Ed (s) **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, v.1, p. 61-82. 2014.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBHED, p. 37, 1984.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6ª ed., Londrina, 2011. 697 p.

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

RONCHI, C. P. 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 competitivon. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 415-423, 2006

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; MIRANDA, G. V.; FERREIRA, L. R.; TERRA, A. A. Misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas do gênero *Commelina*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, n.2, p.311-318, 2002.

SANTOS, C. F.; CUNHA, A. J.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, R. H. S.; SAKIYAMA, N. S. Fitossociologia de plantas daninhas do café do cerrado no cultivo intercalar de leguminosa. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 9. 2015, Curitiba. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, 2015.

SILVA, A. A.; SILVA, J. A. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007, 367 p.

SOUSA, C. P. Ação de herbicidas sobre a atividade fotossintética de plantas com metabolismo C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>. 2012. 124 p. **Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)**. Departamento de Botânica. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2012.

VERGO, C. L. R. Defensivos Agrícolas: câmbio, importações e clandestinidade impactam o segmento. **Análise e indicadores do Agronegócio**. São Paulo: IEA, v.11, n.10: p. 1-5, 2016.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.11, n.1, p. 10-30. 2004.

## SEGUNDA PARTE: Artigos

### ARTIGO 1- Eficácia de herbicidas isolados e em associações no cafeeiro

#### EFICÁCIA DO SAFLUFENACIL E PYRAZOSULFURON-ETHYL ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÕES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO CAFEIEIRO

Efficacy of saflufenacil and pyrazosulfuron-ethyl isolated and in associations on the weeds control in coffee

**Rafael Jorge Almeida Rodrigues<sup>2</sup>, Adenilson Henrique Gonçalves<sup>3</sup>, Rubens José Guimarães<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Parte da dissertação do primeiro autor

<sup>2</sup> Mestrando do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras

#### RESUMO

O cafeeiro apresenta alta sensibilidade à competição com plantas daninhas, sendo essa, de ocorrência variada nas entrelinhas da cultura, em função da época e do clima. Escassos conhecimentos sobre a eficácia de herbicidas são um dos principais limitantes do manejo de plantas daninhas na cafeicultura. Com o objetivo de avaliar a fitossociologia e a eficiência de herbicidas no cafeeiro, foram conduzidos dois experimentos de campo, com a cultivar Catucaí Amarelo 20/15, espaçamento de plantio de 3 x 1 metro, no município de Carmo de Minas-MG. Em ambos os experimentos, o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições em parcelas com 15 m<sup>2</sup> de área útil. A identificação e contagem das espécies de plantas daninhas através do perfil fitossociológico foram realizadas utilizando-se o método do quadro de 1 m<sup>2</sup>, lançado aleatoriamente cada parcela. No experimento 1 os tratamentos foram constituídos por aplicação isolada de saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl e por combinações duplas ou triplas com os herbicidas glyphosate, chlorimuron-ethyl, imazetaphyr e flumioxazin. O experimento 2 consistiu nas aplicações isoladas de saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl e por combinações duplas ou triplas com sethoxydim, chlorimuron-ethyl, imazetaphyr e flumioxazina, além de uma testemunha capinada manualmente e outra, sem capina em ambos os experimentos. As espécies *Digitaria horizontalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Commelina benghalensis*, *Spermacoce latifolia*, e *Bidens pilosa* foram as plantas daninhas com maior índice de valor de importância no cafeeiro. As aplicações isoladas de saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl mostraram controles ineficazes e todas as associações com glyphosate apresentaram controle acima de 80% e evitaram rebrota até a quarta semana após as aplicações.

Palavras-chave: Herbicida. Controle. *Digitaria horizontalis*.

## ABSTRACT

The coffee trees presents high sensitivity to competition with weeds, these being of varied occurrence between the lines of the crop, depending on the season and the climate. Scarce knowledge about the effectiveness of herbicides is one of the main constraints of weed management in coffee cultivation. In order to evaluate the phytosociology and herbicide efficiency in the coffee tree, two field experiments were carried out with the cultivar Catucaí Amarelo 20/15, plant spacing of 3 x 1 meter, in the municipality of Carmo de Minas-MG. In both experiments, the design was a randomized block design, with four replications in plots with 15 m<sup>2</sup> of useful area. The identification and counting of weed species through the phytosociological profile were performed using the 1 m<sup>2</sup> frame method, randomly launched each plot. In the experiment 1 the treatments were composed of isolated application of saflufenacil and pyrazosufuron-ethyl and by double or triple combinations with the herbicides glyphosate, chlorimuron-ethyl, imazetaphyr and flumioxazin. Experiment 2 consisted of the isolated applications of saflufenacil and pyrazosufuron-ethyl and by double or triple combinations with sethoxydim, chlorimuron-ethyl, imazetaphyr and flumioxazine, as well as one hand-weed control and one without weeding in both experiments. The species *Digitaria horizontalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Commelina benghalensis*, *Spermacoce latifolia*, and *Bidens pilosa* were the most important value weeds in coffee. Isolated applications of saflufenacil and pyrazosulfuron-ethyl showed ineffective controls and all associations with glyphosate showed control above 80% and prevented regrowth until the fourth week after application.

Keywords: Herbicide. Control. *Digitaria horizontalis*.

## 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das principais geradoras de divisas para o Brasil e como toda agricultura nacional passa por um processo de modernização, principalmente com a intensificação da mecanização dos tratos culturais e melhoria da qualidade da bebida. Dentre as atividades que configura os tratos culturais do cafeeiro, o manejo de plantas daninhas é uma das mais dispendiosas e com demanda elevada de mão de obra.

O cafeeiro é sensível à competição por água, nutrientes e luz e tal sensibilidade pode resultar em danos irreversíveis ao florescimento e frutificação, refletindo na redução quantitativa e qualitativa da produção. Já as plantas daninhas apresentam rápida germinação, crescimento inicial e sistema radicular abundante, e por certo, tais habilidades garantem maior capacidade em competir com o cafeeiro por água e nutrientes principalmente nos períodos do ano nos quais esses recursos estarão menos disponíveis (ALCÂNTARA; FERREIRA, 2000). A matocompetição acarreta perda significativa na produção na ordem de 55 a 77% em cafeeiros

em formação, com aumento da bienalidade e redução na qualidade de bebida. (GARCIA-BLANCO et al., 1982; ALCÂNTARA; FERREIRA, 2007).

A presença de plantas daninhas no cafeeiro ocorre de forma variada durante o ano, em função da época e do clima, sendo que, em períodos de déficit hídrico predominam as dicotiledôneas devido ao sistema radicular profundo, contudo, podem nessas condições ocorrer a presença de plantas perenes como *Brachiaria decumbens*. Em condições de disponibilidade de água e temperaturas elevadas estabelecem as monocotiledôneas, por apresentarem melhor eficiência fotossintética. Em presença dessas espécies de plantas daninhas fica evidente a sensibilidade do cafeeiro, pois em situação de interferência, resultantes como o atraso do crescimento e desenvolvimento do cafeeiro ocorrerão em condições climáticas adversas, principalmente em período de déficit hídrico elevado (CHRISTOFFOLETI; NICOLAI, 2013).

O saflufenacil foi comercialmente introduzido no Brasil em 2013 e somente em 2016 foi concedido o registro para uso no cafeeiro, na modalidade de aplicação em pós-emergência das plantas daninhas em jato dirigido à cultura. Já os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintetase (ALS) apenas dois ingredientes ativos possui registro para utilização na cafeicultura, contudo, outros ativos podem apresentar potencial de utilização na cultura.

A combinação de glyphosate com herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX), tais como o fomesafen e sulfentrazone, resulta em antagonismo, devido à rápida destruição dos tecidos causada por herbicidas de contato, reduzindo a eficiência de ambos os herbicidas (STARKE; OLIVER, 1998, SHAW; ARNOLD, 2002). No entanto, ao contrário dos demais herbicidas inibidores da enzima PPO, o saflufenacil apresenta propriedades físico-químicas que permitem a sua mobilidade via floema (ASHIGH; HALL, 2010) e, conseqüentemente, a combinação com glyphosate, sem que haja prejuízo significativo em seu efeito. Poucos são os trabalhos que relatam a eficiência do pyrazosulfuron-ethyl bem como, sua capacidade de utilização em associação com outros herbicidas.

O presente estudo objetivou avaliar a eficiência dos herbicidas saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl isolados e em associações com outros herbicidas, no controle de plantas daninhas em cafeeiro arábica, previamente caracterizada através do perfil fitossociológico no município de Carmo de Minas-MG.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

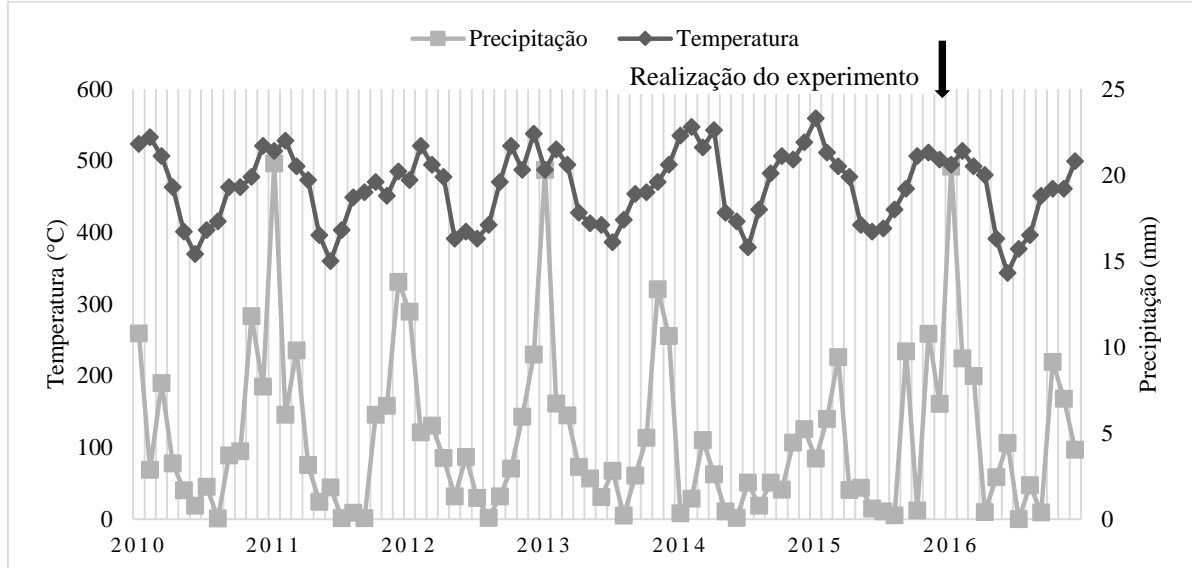
Os experimentos foram conduzidos em Carmo de Minas-MG em área pertencente à fazenda São Cláudio, localizada na zona rural do município, nos dias 23 e 24 de janeiro de 2016, período que compreendeu a safra agrícola 2015/2016. A área experimental situa-se na latitude 22°5'31.66" S e longitude 45°7'40.31" W, altitude de 1050 metros ao nível mar, em toda sua totalidade plantado com cultivar Catuaí Amarelo 20/15 (PROCAFÉ- cruzamento natural entre Icatu e Catuaí), espaçamento de plantio 3 metros entre linhas e 1 metro entre plantas.

O solo onde foi implantado os experimentos é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com 61% de argila, texturalmente classificado como muito argiloso (EMBRAPA, 2013). O resultado da análise química do solo foi: pH em água de 5,8; P= 25,8 mg/dm<sup>3</sup>; K= 68 mg/dm<sup>3</sup>; B= 0,8 mg/dm<sup>3</sup>; Zn= 8,0 mg/dm<sup>3</sup>; Cu= 0,1 mg/dm<sup>3</sup>; Fe= 36,0 mg/dm<sup>3</sup>; Mn= 29,1 mg/dm<sup>3</sup>; S=17,8 mg/dm<sup>3</sup>; P-rem= 25,8 mg/L; Ca<sup>2+</sup>= 4,0 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 1,5 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Al<sup>3+</sup>= 0,4 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; H+Al= 7,95 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Sb= 5,67 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC (t)= 6,07 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC (T)= 13,63 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; m= 6,59 %; V= 41,63 % e M.O= 4,45 dag/kg.

O clima do local do experimento é denominado de acordo com a classificação Köppen como sendo do tipo Cwb (clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado), com temperatura média entre 16°C e 23° e precipitação pluviométrica inferior a 2000 mm anuais. A temperatura média (C°) e precipitação (mm) mensal correspondente ao período entre janeiro de 2010 a dezembro de 2016 foram de 19,28 C° e 1359 mm (Figura A1.1). Estas informações foram obtidas na estação climatológica da Fundação Prócafé localizada na Fazenda Cambará, município de Carmo de Minas-MG, altitude 1080 metros.

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições e 10 tratamentos, sendo, 8 tratamentos com herbicidas isolados ou em associações tanto experimento 1 quanto no experimento 2 (Tabela A1.1 e A1.2), na modalidade de aplicação de pós-emergência das plantas daninhas, além de, testemunhas sem capina e capinada.

Figura A1.1 - Temperatura média (C°) e Precipitação (mm) entre janeiro de 2010 a dezembro de 2016 em Carmo de Minas-MG.



Fonte: MAPA/Fundação Procafé.

Os tamanhos das parcelas foram de 4,0 metros de comprimento e 6 metros de largura totalizando 24 m<sup>2</sup>. Desprezou-se 50 cm de cada extremidade perfazendo um total de área útil de 15 m<sup>2</sup>.

Tabela A1.1 - Tratamentos herbicidas testados em café arábica e suas respectivas doses. Carmo de Minas-MG, safra 2015/2016. Experimento 1.

Herbicida	g e. a. ou i. a. ha <sup>-1</sup>	l ou Kg p.c. ha <sup>-1</sup>
1. Saflufenacil	49	0,07
2. Pyrazosulfuron-ethyl	15	0,06
3. Glyphosate + Saflufenacil *	1080 + 49	3,0 + 0,07
4. Glyphosate + Pyrazosulfuron-ethyl**	1080 + 15	3,0 + 0,06
5. Glyphosate + Saflufenacil + Chlorimuron-ethyl*	1080 + 49 + 15	3,0 + 0,07 + 0,060
6. Glyphosate + Saflufenacil + Imazethapyr*	1080 + 49 + 100	3,0 + 0,07 + 1,0
7. Glyphosate + Pyrazosulfuron-ethyl + Saflufenacil*	1080 + 15 + 49	3,0 + 0,06 + 0,07
8. Glyphosate + Pyrazosulfuron-ethyl + Flumioxazin**	1080 + 15 + 120	3,0 + 0,06 + 240
9. Sem Capina		
10. Com Capina		

\* Acrescido de oleato de metilo e palmitato de metilo 0,5% v v<sup>-1</sup>; \*\* Acrescido de óleo mineral 0,5% v v<sup>-1</sup>

Tabela A1.2 - Tratamentos herbicidas testados em café arábica e suas respectivas doses. Carmo de Minas-MG, safra 2015/2016. Experimento 2.

<b>Herbicida</b>	<b>g i. a. ha<sup>-1</sup></b>	<b>l ou kg p.c. ha<sup>-1</sup></b>
1. Saflufenacil	49	0,07
2. Pyrazosulfuron-ethyl	15	0,06
3. Sethoxydim + Saflufenacil *	184 + 49	1,0 + 0,07
4. Sethoxydim + Pyrazosulfuron-ethyl**	184 + 15	1,0 + 0,06
5. Sethoxydim + Saflufenacil + Chlorimuron-ethyl*	184 + 49 + 15	1,0 + 0,07 + 0,060
6. Sethoxydim + Saflufenacil + Imazethapyr*	184 + 49 + 100	1,0 + 0,07 + 1,0
7. Sethoxydim + Pyrazosulfuron-ethyl + Saflunfenacil*	184 + 15 + 49	1,0 + 0,06 + 0,07
8. Sethoxydim + Pyrazosulfuron-ethyl + Flumioxazin**	184 + 15 + 120	1,0 + 0,06 + 240
9. Sem Capina		
10. Com Capina		

\* Acrescido de oleato de metilo e palmitato de metilo 0,5% v v<sup>-1</sup>; \*\* Acrescido de óleo mineral 0,5% v v<sup>-1</sup>

No dia 23 de janeiro de 2016 foi realizada a marcação das parcelas e do perfil fitossociológico, que consistiu na utilização de um quadro vazado de vergalhões de aço com área de um metro quadrado lançado dentro de cada parcela, utilizado conforme Tuffi Santos, et al., 2004; Erasmo, et al. 2004. As plantas daninhas que ficaram no espaço que compreende o quadro foram identificadas e quantificadas de acordo com Lorenzi (2014, p. 18), Monqueiro; Hirata e Pitelli (2014). Com os dados do levantamento fitossociológico realizou-se os cálculos das seguintes variáveis: frequência (FRE), que determina a distribuição das espécies na área; frequência relativa (FRR), densidade (DEN), que determina a quantidade de plantas por espécie por unidade de área; densidade relativa (DER); abundância (ABU), que determina a concentração das espécies na área; abundância relativa (ABR) e Índice de Valor de Importância (IVI). Para o cálculo destas variáveis foram utilizadas as seguintes formulas:

$$\text{Frequência (FRE)} = \text{N}^\circ \text{ de quadrados contendo a espécie} / \text{n}^\circ \text{ quadrados totais} \quad (1.1)$$

$$\text{Densidade (DEN)} = \text{N}^\circ \text{ total de indivíduos da espécie} / \text{n}^\circ \text{ quadrados totais} \quad (1.2)$$

$$\text{Abundância (ABU)} = \text{N}^\circ \text{ total de indivíduos da espécie} / \text{n}^\circ \text{ de quadrados da espécie} \quad (1.3)$$

$$\text{Frequência relativa (FRR)} = \text{Frequência da espécie} \times 100 / \text{Frequência total} \quad (1.4)$$

$$\text{Densidade relativa (DER)} = \text{Densidade da espécie} \times 100 / \text{Densidade total} \quad (1.5)$$



$$\text{Abundância relativa (ABR)} = \text{Abundância da espécie} \times 100 / \text{Abundância total} \quad (1.6)$$

$$\text{Índice de valor de importância (IVI)} = \text{FR} + \text{DR} + \text{AR} \quad (1.7)$$

No dia 24 de janeiro de 2016 foram realizadas as aplicações dos tratamentos utilizando-se um pulverizador costal de pressão constante à base de CO<sub>2</sub> (45 lbs/pol<sup>-2</sup>) com lança única equipada com um bico de pulverização do tipo XR 80.03, proporcionando um volume de aplicação equivalente a 300 L ha<sup>-1</sup> de calda.

Após as aplicações dos tratamentos avaliou-se a eficiência dos mesmos aos 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA), utilizando a escala sugerida pela sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninha (SBCPD) de 1995 (Tabela A1.3), onde se observou valores variando de 0 a 100%, onde zero consistiu em nenhum controle e 100% o controle total das espécies daninhas presentes.

No mês de julho período que foi observado a porcentagem de frutos no estágio “cereja” realizou-se as colheitas das parcelas para determinação da produtividade em sacas beneficiadas por unidade de área (ha).

Os dados obtidos nos experimentos de eficácia em porcentagem foram submetidos à transformação pelo modelo **arco seno**  $\frac{\sqrt{x}}{100}$  e após submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, e, quando significativos, comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5 % de probabilidade de erro (p>0,05), utilizando o sistema de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2011, p. 1040).

Tabela A1.3 - Escala da eficiência SBCPD (1995) dos tratamentos herbicidas utilizada nas avaliações.

<b>Conceitos</b>	<b>Descrição conceitual</b>
90 a 100	Controle excelente. Sem efeito sobre a cultura
80 a 89	Controle bom, aceitável para a infestação da área.
60 a 79	Controle moderado, insuficiente para a infestação da área.
Até 59	Controle deficiente ou inexpressivo.
0	Ausência de controle.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Perfil fitossociológico

O detalhamento das espécies encontradas e a determinação das variáveis fitossociológicas de cada tratamento proveniente dos experimentos 1 e 2 encontram-se nos Anexos de 1A a 18A.

Na área destinada a realização do experimento 1 foi possível observar um número total 1375 indivíduos sendo, 17 espécies de plantas daninhas, divididas em 17 gêneros e 13 famílias, destacando as famílias Poaceae, Amaranthaceae e Commelinaceae, com densidade média de 19,1 plantas/m<sup>2</sup> (Tabela A1.4).

A espécie como maior índice de valor de importância (IVI) foi a *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), seguido de *Amaranthus retroflexus* (caruru-gigante) e *Commelina benghalensis* (trapoeraba). Santos et al. (2015) ao avaliarem a fitossociologia das plantas daninhas em cafeeiros consorciados com leguminosas relataram que, as espécies *Bidens pilosa* (picão-preto), seguida de *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) e *Amaranthus hybridus* (caruru-roxo) foram as espécies com maiores índice valor de importância (IVI) no primeiro ano, já no segundo ano as espécies com maiores IVI foram, *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) seguida de *Spermacoce latifolia* (erva-quente) e *Bidens pilosa* (picão-preto). Os mesmos autores observaram no primeiro ano de avaliação que a família Amaranthaceae foi identificada em todos os tratamentos. Moreira et al. (2013) também avaliando as espécies de plantas daninhas em cafeeiro consorciado com leguminosas observaram que *Amaranthus retroflexus* foi uma das espécies de maior frequência na área experimental.

As espécies que apresentaram as maiores frequências foram: *Digitaria horizontalis* (0,46), *Amaranthus retroflexus* (0,28) e *Chamaesyce hirta* (0,22) popularmente conhecida como erva-de-santa-luzia. A variável abundância foi maior nas espécies: *Digitaria horizontalis* (20,64), *Commelina benghalensis* (13,9) e *Amaranthus retroflexus* (10,05).

Tabela A1.4 - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécie de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, em janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Continua)

Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI
Asteraceae									
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	2	1	0,03	0,01	2,00	0,15	0,54	2,18	2,86
<i>Bidens pilosa</i> (L.)	23	8	0,32	0,11	2,88	1,67	4,30	3,13	9,11
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	5	3	0,07	0,04	1,67	0,36	1,61	1,82	3,79
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	62	15	0,86	0,21	4,13	4,51	8,06	4,51	17,08
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	2	1	0,03	0,01	2,00	0,15	0,54	2,18	2,86
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	31	10	0,43	0,14	3,10	2,25	5,38	3,38	11,01
<i>Vernonia polysphaera</i>	1	1	0,01	0,01	1,00	0,07	0,54	1,09	1,70
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	10	9	0,14	0,13	1,11	0,73	4,84	1,21	6,78
Amaranthaceae									
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	201	20	2,79	0,28	10,05	14,62	10,75	10,96	36,33
<i>Amaranthus viridis</i> L.	11	4	0,15	0,06	2,75	0,80	2,15	3,00	5,95
Brassicaceae									
<i>Lepidium virginivum</i> L.	26	11	0,36	0,15	2,36	1,89	5,91	2,58	10,38
Comelinaceae									
<i>Commelina benghalensis</i> L.	139	10	1,93	0,14	13,90	10,11	5,38	15,15	30,64
Convolvulaceae									
<i>Ipomoea purpúrea</i> (L) Roth	5	5	0,07	0,07	1,00	0,36	2,69	1,09	4,14
Cyperaceae									
<i>Cyperus rotandus</i> L.	9	2	0,13	0,03	4,50	0,65	1,08	4,91	6,64

Tabela A1.5 - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécie de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, em janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Conclusão)

	Euphorbiaceae								
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	67	16	0,93	0,22	4,19	4,87	8,60	4,56	18,04
	Lamiaceae								
<i>Leonurus sibiricus</i> L.	2	2	0,03	0,03	1,00	0,15	1,08	1,09	2,31
	Malvaceae								
<i>Sida rhombifolia</i> L.	3	2	0,04	0,03	1,50	0,22	1,08	1,64	2,93
	Poaceae								
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	681	33	9,46	0,46	20,64	49,53	17,74	22,50	89,77
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	1	1	0,01	0,01	1,00	0,07	0,54	1,09	1,70
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	21	6	0,29	0,08	3,50	1,53	3,23	3,82	8,57
	Portulacaceae								
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	15	8	0,21	0,11	1,88	1,09	4,30	2,04	7,44
	Rubiaceae								
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	49	12	0,68	0,17	4,08	3,56	6,45	4,45	14,47
	Solanaceae								
<i>Solanum americanum</i> Mill.	9	6	0,13	0,08	1,50	0,65	3,23	1,64	5,52
<b>Total</b>	<b>1375</b>	<b>186</b>	<b>19,10</b>	<b>2,58</b>	<b>91,73</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

No experimento 2 observou-se a presença 1771 indivíduos totais, de 17 espécies, divididas em 16 gêneros e 9 famílias, destacando as famílias Rubiaceae, Poaceae e Asteraceae, com densidade média de 24,6 plantas/m<sup>2</sup> (Tabela A1.5).

As três espécies com índice de valor de importância (IVI) em ordem decrescente foram *Spermacoce latifolia* (erva-quente), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) e *Bidens pilosa* (picão-preto). Segundo Cunha, Melo e Santos (2013) ao avaliarem as espécies de plantas daninhas predominante em cafeeiro intercalado com leguminosas perenes observaram que aos 10 e 12 meses *Spermacoce latifolia* foi a espécie de maior valor de importância. Nessa mesma linha de pesquisa, Santos et al. (2010) identificaram, ao final do período chuvoso no primeiro ano, a *Bidens pilosa*, que foi a espécie de maior IVI. Já ao final do segundo ano, as espécies de forma decrescente foram *Bidens Pilosa*, *Digitaria horizontalis* e *Spermacoce latifolia* que apresentaram maiores IVI.

As espécies que apresentaram as maiores frequências foram: *Digitaria horizontalis* (0,43), *Spermacoce latifolia* (0,36) e *Bidens pilosa* e *Chamaesyce hirta* (0,28). A variável abundância foi maior nas espécies: *Spermacoce latifolia* (27,88), *Commelina benghalensis* (16,0) e *Digitaria horizontalis* (13,0).

As plantas daninhas são excelentes extratoras de nutrientes devido às suas habilidades de se estabelecer e desenvolver-se nos mais variados ambientes. O cafeeiro, em presença de plantas daninhas como já relatado, pode sofrer prejuízos em decorrência da competição. Exemplo de prejuízos foram relatados por Fialho et al. (2012), no qual, em presença de cinco espécies de plantas daninhas entre elas, *Digitaria horizontalis*, o cafeeiro apresentou redução de nutrientes da parte aérea. Os autores ainda observaram que, *D. horizontalis* apresentou maiores níveis de fósforo e ferro em suas folhas, sendo que, o fósforo é essencial para o crescimento inicial do cafeeiro.

Tabela A1.5 - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécie de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, em janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Continua)

<b>Espécie</b>	<b>NTI</b>	<b>NPP</b>	<b>DEN</b>	<b>FRE</b>	<b>ABU</b>	<b>DER</b>	<b>FRR</b>	<b>ABR</b>	<b>IVI</b>
Asteraceae									
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1	1	0,01	0,01	1,00	0,06	0,61	0,88	1,55
<i>Bidens pilosa</i> (L.)	170	20	2,36	0,28	8,50	9,60	12,12	7,52	29,24
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	17	5	0,24	0,07	3,40	0,96	3,03	3,01	7,00
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	28	6	0,39	0,08	4,67	1,58	3,64	4,13	9,35
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	3	2	0,04	0,03	1,50	0,17	1,21	1,33	2,71
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	8	3	0,11	0,04	2,67	0,45	1,82	2,36	4,63
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	10	9	0,14	0,13	1,11	0,56	5,45	0,98	7,00
Amaranthaceae									
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	63	7	0,88	0,10	9,00	3,56	4,24	7,96	15,76
<i>Amaranthus viridis</i> L.	2	2	0,03	0,03	1,00	0,11	1,21	0,88	2,21
Brassicaceae									
<i>Lepidium virginivum</i> L.	25	4	0,35	0,06	6,25	1,41	2,42	5,53	9,37
Comelinaceae									
<i>Commelina benghalensis</i> L.	144	9	2,00	0,13	16,00	8,13	5,45	14,16	27,74
Convolvulaceae									
<i>Ipomoea purpúrea</i> (L) Roth	30	6	0,42	0,08	5,00	1,69	3,64	4,42	9,75
Cyperaceae									
<i>Cyperus rotandus</i> L.	14	5	0,19	0,07	2,80	0,79	3,03	2,48	6,30
Euphorbiaceae									
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	116	20	1,61	0,28	5,80	6,55	12,12	5,13	23,80

Tabela A1.5 - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécie de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, em janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Conclusão)

Poaceae										
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	403	31	5,60	0,43	13,00	22,76	18,79	11,50	53,05	
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	1	1	0,01	0,01	1,00	0,06	0,61	0,88	1,55	
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	10	7	0,14	0,10	1,43	0,56	4,24	1,26	6,07	
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	1	1	0,01	0,01	1,00	0,06	0,61	0,88	1,55	
Rubiaceae										
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	725	26	10,07	0,36	27,88	40,94	15,76	24,67	81,37	
Total	1771	165	24,60	2,29	113,01	100	100	100	300	

Poacea e Amaranthaceae são famílias de plantas daninhas que apresentam metabolismo C4, ou seja, tem maior habilidade de retirar do ambiente os fatores necessários ao seu crescimento e desenvolvimento quando comparado com plantas de metabolismo C3 como o caso do cafeeiro (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011). Essa habilidade fica evidenciada pelo trabalho desenvolvido por Matiello et al. (2013) no qual, observaram que em um talhão de café possuía uma população de plantas daninhas estimada em 6,5 milhões de plantas por hectare, e que esta população foi capaz de extrair a quantidade de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) que o cafeeiro necessita para produzir de 20 a 30 sacas de café beneficiadas por hectare.

O produtor rural vê surgir casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Somente em 2016, cinco novos casos foram descritos, sendo três de resistência múltipla. Das espécies de plantas daninhas com maiores índices de valor de importância nos experimentos 1 e 2, duas apresentam resistência a herbicidas comprovada: *Bidens pilosa* em 1993- identificado o primeiro biótipo resistente a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) especificamente os herbicidas chlorimuron-ethyl, imazaquin, imazethapyr, nicosulfuron e pyriithiobac-sodium e em 2016 foi relatado o primeiro caso de resistência a herbicidas inibidores do fotossistema II (atrazina), o que caracteriza como resistência múltipla. Outra espécie, a *Amaranthus retroflexus*, possui resistência múltipla a três mecanismos de ação diferentes, sendo: os herbicidas inibidores da ALS; herbicidas inibidores do fotossistema II (atrazine, prometrym e trifloxysulfuron-sodium), ambos identificados em 2011 e inibidores da enzima protoporfirogênio oxidase (biótipo identificado em 2014) ao herbicida fomesafen (WSSA, 2017; TAKANO, et al., 2016).

Mesmo não sendo umas das principais espécies de plantas daninhas presentes nas áreas experimentais desse trabalho, mas, de grande abrangência em cafeeiros, o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) possui resistência a inibidores da acetolactato sintetase (ACCase), identificado em 2003 aos herbicidas cyhalofop-butyl, fenoxaprop-P-ethyl e sethoxydim e em 2016 foi constatado o primeiro caso de resistência a herbicidas inibidores da enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetase. (EPSPs) que tem o glyphosate o principal herbicida deste mecanismo de ação (TAKANO; OLIVEIRA JUNIOR; CONSTANTIN, 2016).



### **3.2 Eficácia do saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl isolados e em associações com outros herbicidas.**

Na primeira avaliação (14 dias após aplicação) do experimento 1 foi possível observar que todas as associações de herbicidas exceto glyphosate + saflufenacil + chorimuron-ethyl apresentaram controle acima dos 90%, contudo, considerou-se os tratamentos que atingiu 80% de controle como eficientes. Os herbicidas saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl quando aplicados de forma isolada apresentaram baixa eficiência (Tabela A1.6). Na segunda e terceira avaliações (21 e 28 dias após aplicação), observou-se que as associações continuaram com controle acima de 80%, sendo que, as misturas entre glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl, glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl + saflufenacil e glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl + flumioxazin, proporcionaram controle acima de 90% em todas as avaliações. O contrário ocorreu com os herbicidas isolados que apresentaram baixa eficiência de controle nas três avaliações e com intensa rebrota das plantas daninhas.

Ao observar o levantamento fitossociológico (Tabela 1A e 2A) as áreas destinadas aos herbicidas saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl a espécie *Digitaria horizontalis* apresentou os maiores índice de valor de importância (125,05 e 115,03 respectivamente) e abundância (28,25 e 30,5 respectivamente) e durante as avaliações essa espécie predominou nas parcelas indicando a inabilidade do controle. Tal fato é extrema importância, pois, como já relatado, o saflufenacil apresenta baixa eficiência contra monocotiledôneas e seu posicionamento de campo é o uso associado com herbicidas de amplo espectro de controle, como exemplo o glyphosate, no qual, podemos observar a eficiência (93,0; 92,25 e 86,75 aos 14, 21 e 28 dias respectivamente) da mistura de glyphosate + saflufenacil do presente trabalho.

O pyrazosulfuron-ethyl possui recomendação para o controle, principalmente de Cyperacea na cultura do arroz, contudo, Agostinetto et al. (2011) avaliando o nível de resistência de *Cyperus difformis* (junquinho), concluíram que a resistência ao pyrazosulfuron-ethyl ocorria de forma elevada o que inviabilizava o controle da planta daninha pelo herbicida. Já Mathew et al. (2013) avaliando o controle de plantas daninhas das famílias Poaceae e Cyperaceae com o pyrazosulfuron-ethyl, observaram eficiência de controle de 69,2%.

A mistura de tanque de herbicidas pode ser uma alternativa favorável à eficácia do controle químico, uma vez que, poderá aumentar o número de espécies controladas dentro do complexo florístico infestante (VIERA JUNIOR et al., 2015).

Tabela A1.6 - Valores médio de percentagem (%) de controle de plantas daninhas em função da aplicação de herbicidas (Experimento 1). Carmo de Minas-MG, 2016.

Herbicida	g e. a. ou i. a. ha <sup>-1</sup>	Controle (%)		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Saflufenacil	49	37,25 d	38,75 c	16,75 b
Pyrazosulfuron-ethyl	15	24,75 e	45,25 c	24,75 b
Glyphosate + Saflufenacil *	1080 + 49	93,00 b	92,25 b	86,75 a
Glyphosate + Pyrazosulfuron-ethyl**	1080 + 15	95,25 b	95,75 a	95,00 a
Glyphosate+ Saflufenacil + Chlorimuron-ethyl*	1080 + 49 +15	88,75 c	89,75 b	89,25 a
Glyphosate+ Saflufenacil + Imazethapyr*	1080 + 49 + 100	92,50 b	88,50 b	89,00 a
Glyphosate + Pyrazosulfuron-ethyl + Saflufenacil*	1080 + 15 + 49	93,00 b	96,75 a	94,75 a
Glyphosate + Pyrazosulfuron-ethyl + Flumioxazin**	1080 + 15 + 120	92,50 b	95,75 a	96,75 a
Sem Capina	-	0,00 f	0,00 d	0,00 c
Com Capina	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a
CV (%)	-	7,56	18,64	28,89
Média	-	71,70	74,28	69,30

\* Acrescido de oleato de metilo e palmitato de metilo 0,5% v v<sup>-1</sup>; \*\* Acrescido de óleo mineral 0,5% v v<sup>-1</sup>. Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste Skott-Knott (p<0,05).

A eficácia da mistura de herbicidas pode ser observada em diversas pesquisas, como exemplo, Agostineto et al. (2016) observaram que a associação entre glyphosate + saflufenacil proporcionou maior controle de *Ipomoea hederifolia* (corda-de-viola) em relação aos herbicidas aplicados de forma isolada. Os bons resultados obtidos pela mistura desses herbicidas podem ser comprovados por Dalazen et al. (2015), sendo que, esses verificaram que a adição de glyphosate (540 g ha<sup>-1</sup>) ao herbicida saflufenacil (35 g ha<sup>-1</sup>) proporcionou o controle de *Conyza bonariensis*, prevenindo a rebrota em comparação com aplicação isolada de saflufenacil. Rorato et al. (2013), testando a eficácia do herbicida saflufenacil em uma pesquisa com *Conyza* spp., verificaram controle eficaz quando se misturou saflufenacil a glyphosate+imazethapyr, tendo inclusive, melhor efeito residual para o controle da planta daninha. Tal fato corrobora com os resultados do presente trabalho, já que a associação desses três herbicidas (saflufenacil, glyphosate e imazethapyr) resultou em controle acima de 80% em todas as avaliações (14, 21 e 28 DAA). Vitorino et al. (2012), avaliando a eficácia de diferentes herbicidas no controle de plantas daninhas dicotiledôneas na cultura da mamona, observaram que a mistura

glyphosate+saflufenacil foi altamente eficaz no controle de *Richardia brasilienses* (poaia-branca), *Sida rhombifolia* (guanxuma) e *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), espécies estas muito comum em cafeeiros.

No experimento 2, a utilização de saflufenacil de forma isolada foi mais eficaz nas três avaliações (69,25%, 60,5% e 47,25% respectivamente) em relação aos resultados do experimento 1 (Tabela A1.7). Ao observar os resultados fitossociológicos (Anexo, Tabela 10A) das parcelas destinadas a esses herbicidas, as espécies que apresentaram maior índice de valor de importância foram *Spermacoce latifolia* (103,03), *Commelina benghalensis* (45,21) e *Digitaria horizontalis* (40,25), tal que, as duas primeiras constam na recomendação de bula do produto comercial. O controle das monocotiledôneas pelo saflufenacil é deficiente, isto foi observado durante as avaliações, pois, plantas de *D. horizontalis* apresentam leves sintomas de toxidez que variam de duvidosos a leve, sendo observada a recuperação de plantas e início de rebrotas dos 28 DAA.

A eficiência de saflufenacil ao controlar *Spermacoce latifolia* foi demonstrada por Rios et al. (2011), que constataram que, independente da dose (30, 50 e 70 g p.c. ha<sup>-1</sup>) empregada, o herbicida conseguiu controlar de modo satisfatório a planta daninha. O pyrazosulfuron-ethyl aplicado de forma isolada apresentou resultados semelhantes aos encontrados no experimento 1, ou seja, baixa eficiência, mesmo com a espécie *Spermacoce latifolia* possuindo o maior valor de importância (66,4) nas parcelas destinadas ao tratamento com este herbicida.

As associações entre herbicidas proporcionaram controle acima de 80% aos 14 DAA não havendo diferença significativa, a exceção ocorreu na mistura entre sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl. Aos 21 DAA novamente excetuando a mistura sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl, não houve diferença significativa entre as demais misturas e aplicação isolada de saflufenacil, entretanto, somente a associação entre sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl + saflufenacil apresentou controle acima de 80% de eficiência. As plantas daninhas que receberam as associações Sethoxydim + Saflufenacil + Chlorimuron-ethyl, Sethoxydim + Saflufenacil + Imazethapyr e Sethoxydim+ Pyrazosulfuron-ethyl + Flumioxazin apresentaram características semelhantes, ou seja, sintomas que variaram de duvidosos a moderado e predominância de *Spermacoce latifolia*. Já aos 28 DAA os resultados foram semelhantes aos encontrados na penúltima avaliação, entretanto, todas as misturas de herbicidas apresentaram porcentagem de controle inferior a 80% e no momento das avaliações foi possível observar plantas daninhas com sintomas de toxidez leves e início de rebrota principalmente de *Spermacoce latifolia*. Apesar de haver redução na porcentagem de controle aos 28 DAA é

possível afirmar que as associações entre herbicidas foram mais eficazes que as aplicações isoladas.

Tabela A1.7 - Valores médio de percentagem (%) de controle de plantas daninhas em função da aplicação de herbicidas (Experimento 2). Carmo de Minas-MG, 2016.

Herbicida	g i. a. ha <sup>-1</sup>	Controle (%)		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
Saflufenacil	49	69,25 b	60,5 b	47,25 c
Pyrazosulfuron-ethyl	15	47,75 d	29,5 c	24,50 d
Sethoxydim + Saflufenacil *	184 + 49	83,25 b	72,75 b	79,50 b
Sethoxydim + Pyrazosulfuron-ethyl**	184 + 15	57,00 c	46,00 c	51,50 c
Sethoxydim + Saflufenacil + Chlorimuron-ethyl*	184 + 49 + 15	84,75 b	79,25 b	77,25 b
Sethoxydim + Saflufenacil + Imazethapyr*	184 + 49 + 100	81,5 b	71,75 b	79,50 b
Sethoxydim + Pyrazosulfuron-ethyl + Saflufenacil*	184 + 15 + 49	86,25 b	82,5 b	75,00 b
Sethoxydim + Pyrazosulfuron-ethyl + Flumioxazin**	184 + 15 + 120	86,75 b	74,5 b	73,25 b
Sem Capina	-	0,00 e	0,00 d	0,00 e
Com Capina	-	100,00 a	100,00 a	100,00 a
CV (%)	-	15,01	31,58	25,29
Média	-	69,65	61,68	60,78

\* Acrescido de oleato de metilo e palmitato de metilo 0,5% v v<sup>-1</sup>; \*\* Acrescido de óleo mineral 0,5% v v<sup>-1</sup>. Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste Skott-Knott (p≤0,05).

Em trabalho realizado por Jhala et al. (2013), avaliando associações de herbicidas no controle de plantas daninhas em citros na Florida-US, concluíram que na associação entre saflufenacil e sethoxydim não houve efeito sinérgico nem antagônico e que o acréscimo de pedimethalin, ou seja, interação tripla nesta mistura reduziu a densidade e biomassa de plantas daninhas quando comparados as duas moléculas aplicados isoladamente aos 45 e 60 dias após aplicação. Os autores relatam também que, para o controle de plantas daninhas de folhas larga e estreita, o glyphosate quando aplicado sozinho apresentou menor eficiência em relação a sua mistura com saflufenacil juntamente com sethoxydim ou pendimethalin, sendo um indicativo do possível efeito aditivo da mistura do tanque na eficácia do glyphosate.

As associações de defensivos agrícolas em tanque é prática comum em propriedades agrícolas do Brasil. Tal fato é demonstrando por Gazziero (2015, p.86 e 87) no qual, 97% dos entrevistados pela pesquisa afirmaram que utilizam essa prática e 95% das vezes são utilizadas

associações de dois a cinco produtos. A associação de herbicidas em tanque é ferramenta importante no controle de plantas daninhas resistentes. O mesmo autor constatou que, 16,1% dos casos são aplicados apenas dois produtos; em 40,7% das vezes se utilizam três produtos; em 26,4% são usados quatro produtos; cinco produtos são misturados em 11,8% das aplicações; e em 5% das respostas ocorre a mistura de seis ou mais produtos aplicados concomitantemente.

Apesar de ser prática corriqueira, as associações entre herbicidas necessitam de análise econômica pois. Além disto, fatores como compatibilidade, população de plantas daninhas e necessidade de efeito residual dos tratamentos devem ser considerados.

#### 4 CONCLUSÕES

1. Pulverizações isoladas de saflufenacil e pyrazosulfuron-ethyl apresentaram eficácias inferiores quando comparado às suas associações com outros herbicidas. A eficácia do saflufenacil variou de acordo com a comunidade infestante, isto é, a predominância de plantas daninhas dicotiledôneas o controle foi moderado. Já em presença de monocotiledôneas o controle do herbicida foi deficiente. Independente da comunidade infestante, o controle das pulverizações isoladas de pyrazosulfuron-ethyl foi inexpressivo.
2. As associações entre glyphosate + saflufenacil (1080 + 49 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl (1080 + 15 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + saflufenacil + chlorimuron-ethyl (1080 + 49 + 15 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + saflufenacil + imazethapyr (1080 + 49 + 100 g ha<sup>-1</sup>), glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl + saflufenacil (1080 + 15 + 49 g ha<sup>-1</sup>) e glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl + flumioxazin (1080 + 15 + 120 g ha<sup>-1</sup>) testadas no experimento 1, foram eficientes no controle e preveniram a rebrota das plantas daninhas.
3. As misturas entre sethoxydim + saflufenacil (184 + 49 g ha<sup>-1</sup>), sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl (184 + 15 g ha<sup>-1</sup>), sethoxydim + saflufenacil + chlorimuron-ethyl (184 + 49 + 15 g ha<sup>-1</sup>), sethoxydim + saflufenacil + imazethapyr (184 + 49 + 100 g ha<sup>-1</sup>), sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl + saflufenacil (184 + 15 + 49 g ha<sup>-1</sup>) e sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl + flumioxazin (184 + 15 + 120 g ha<sup>-1</sup>) do experimento 2, apresentaram controle satisfatório até a segunda semana após aplicação dos tratamentos, havendo recuperação e rebrota de plantas daninhas a partir da terceira semana.

4. A fitossociologia de plantas daninhas por retratar as características da população infestante em cafeeiros é um recurso fundamental para o planejamento dos métodos de manejo.

## 5 REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T.; VARGAS, L.; NOLDIN, J. A. Resistência de *Cyperus difformis* L. ao herbicida pyrazosulfuron-ethyl e alternativas de controle. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 839-848, 2011.
- AGOSTINETTO, M. C.; CARVALHO, L. B.; ANSOLIN, H. H.; ANDRADE, T. C. G. R.; SCHMIT, R. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de cordade-viola. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.1, p.8-15, 2016.
- ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeito de diferentes métodos de controle de plantas daninhas sobre a produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) instalados em Latossolo Roxo distrófico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 24: p. 54-61, 2000.
- ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos sobre a produção de cafeeiros após 30 anos de aplicação nas entrelinhas de diversos métodos de controle plantas daninhas. In: Simpósio Internacional sobre o Glyphosate. **Trabalhos Científicos**. Botucatu: Unesp, p. 304-306, 2007.
- ASHIGH, J. J.; HALL, C. Bases for interactions between saflufenacil and glyphosate in plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 58, n. 12, p. 7335-7343, 2010.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de Plantas Daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Ed (s) **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Curitiba, Omnipax, v.1; p. 1-36, 2011.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; Convivência com plantas daninhas não devem limitar cafezal. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, n.12, p. 37-39, 2013.
- CUNHA, A. J.; MELO, B.; SANTOS, J. C.F. Fitossociologia de plantas daninhas em cafezal intercalado com leguminosas perenes. **Cerrado Agrociência**. Patos de Minas, UNIPAM, n.4, p.9-15, 2013.
- DALAZEN, G., KRUSE, N. D., MACHADO, S. L. O., BALBINOT, A. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 249-256, 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013, 353p.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes e áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Plantas Daninha**, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIALHO, C. M. T., SILVA, A. A., FARIA, A. T., TORRES, L. G., ROCHA, P. R. R.; SANTOS, J. B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e em café cultivadas em competição. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2012.

GARCIA-BLANCO, H.; OLIVEIRA, D. P.; PUPO, E. I. H.; Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **O Biológico**. São Paulo, v.48, n.1, p. 9-20, 1982.

GAZZIERO, D. L. P. Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

JHALA, A. J.; RAMIREZ, A. H. M.; KNEZEVIC, S. Z.; VAN DAMME, P.; SINGH, M. Herbicide Tank Mixtures for Broad-Spectrum Weed Control in Florida Citrus. **Weed Technology**. vol. 27, n.1, p.129-137, 2013.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 383p.

MATHEW, R.; RAJ, S. K.; JOSE, N.; S, LEENAKUMARY. Comparative efficacy of penoxsulam and pyrazosulfuron ethyl for weed control in direct - Seeded puddle rice (*Oryza sativa*) **Indian Journal of Agricultural Sciences** v.83, n.12, 1420–1422, 2013.

MATIELLO, J. B.; PAIVA, A. C. R. S.; LACERDA, G. R.; NEVES, P. F. C.; FILHO, M. J. S. Extração de nutrientes por plantas daninhas em cafezais, em sistemas de mato normal e de povoamento com brachiaria, nas condições do Sul de Minas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, **Anais...** 39° CBPC, Poços de Caldas p. 53-54, 2013.

MONQUERO, P. A.; HIRATA, A. C. S.; PITELLI, R. A. Métodos de Levantamento da Colonização de Plantas Daninhas. In: MONQUERO, P. A. Ed (s) **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, v.1, p. 103-127. 2014.

MOREIRA, G. M.; OLIVEIRA, R. M.; BARRELLA, T. P.; FONTANÉTTI, A. I; SANTOS, R. H. S. V; FERREIRA, F. A. Fitossociologia de plantas daninhas do cafezal consorciado com leguminosas. **Planta daninha**, Viçosa , v. 31, n. 2, p. 329-340, 2013.

RIOS, F. A.; RAIMONDI, M. A., CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; FRANCHINI, L. H. M.; BIFFE, D. F.; GHENO, E. A.; CRUZ, R. F. G. Controle De Erva-Quente E Seletividade Do Herbicida Heat Em Aplicação Realizada Em Jato Dirigido Na

Cultura Do Algodoeiro. In: Congresso Brasileiro de Algodão, **Anais...** 8º CBA, São Paulo, p. 803-807, 2011.

RORATO, D. N.; FORNAROLLI, D. A.; OLIVEIRA, N. C.; OLIVEIRA NETO, A. M. Eficiência do herbicida saflufenacil, no controle de *Conyza* spp. em dessecação pré-plantio da soja. **Rev. Ciênc. Exatas Terra e Ciênc. Agrár.** Campo Mourão, v.8, n.2: p. 1-8, 2013.

SANTOS, C. F.; CUNHA, A. J.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, R. H. S.; SAKIYAMA, N. S. Fitossociologia de plantas daninhas do café do cerrado no cultivo intercalar de leguminosa. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 9. 2015, Curitiba. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, 2015.

SANTOS, J. C. F.; CUNHA, A. J. ; FERREIRA, F. A. ; SANTOS, R. H. S. ; SAKIYAMA, N. S.. Efeito da cobertura verde na supressão de plantas daninhas do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, p. 2747-2751, 2010.

SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (1995) **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina, SBCPD. 42p

SHAW, D. R.; ARNOLD, J. C. Weed control from herbicide combinations with glyphosate. **Weed Technology**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2002.

STARKE, R. J.; OLIVER, L. R. Interaction of glyphosate with chlorimuron, fomesafen, imazetaphyr, and sulfentrazone. **Weed Science**, v. 46, n. 6, p. 652-660, 1998.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. C.; BRAZ, G. B. P.; FRANCHINI, L. H. M.; BURGOS, N. R. Multiple resistance to atrazine and imazethapyr in hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n.5, p.547-554, 2016.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Capim pé-de-galinha: novo caso de resistência ao glyphosate no Brasil. **Informe Técnico PGA-UEM**. v. 3, n. 2, p. 1-3, 2016.

TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C.; OLIVEIRA, C. H.; SANTOS, M.V.; FERREIRA, F. A.; QUEIROZ, D. S. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.

VIEIRA JÚNIOR, N. S.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; REZENDE, P. N.; MORAES, N. C.; ARAÚJO, V. T.; TAVARES, C. J. Associação De Herbicidas Aplicados Em Pós-Emergência Na Cultura Do Milho. **Gl. Sci Technol**, Rio Verde, v.08, n.01, p.1 – 8, 2015.

VITORINO, H. S., MARTINS, D., COSTA, S. I. A., MARQUES, R. P., SOUZA, G. S. F., CAMPOS, C. F. Eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas latifoliadas em mamona. **Arq. Inst. Biol.** São Paulo, v.79, n. 1, p.129-133, 2012.



WSSA – Weed Science Society of America – <http://wssa.net/>. Acesso em 15/01/2017

**ARTIGO 2- Seletividade****SELETIVIDADE DE HERBICIDAS ISOLADOS E EM ASSOCIAÇÕES PARA PLANTAS JOVENS DE CAFEIEIRO<sup>1</sup>**

Selectivity of isolated herbicide and in associations for young coffee plants.

**Rafael Jorge Almeida Rodrigues<sup>2</sup>, Arthur Henrique Cruvinel Carneiro<sup>3</sup>, Pedro Menicucci Netto<sup>3</sup>, Adenilson Henrique Gonçalves<sup>4</sup>, Dalys Toledo Castanheira<sup>5</sup>, Rubens José Guimarães<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Parte da dissertação do primeiro autor

<sup>2</sup> Mestrando do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras

<sup>5</sup> Doutoranda do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras

**RESUMO**

O controle de plantas daninhas no cafeeiro carece de herbicidas que sejam eficientes e seletivos para a cultura, principalmente nos estádios iniciais de crescimento. Por consequência, objetivou com este trabalho avaliar a seletividade de herbicidas isolados em mistura em mudas de cafeeiro, por meio de conceitos de fitotoxidez e características morfológicas. Foi conduzido um experimento em ambiente protegido em blocos casualizados com quatro repetições com mudas de cafeeiro da cultivar Topázio MG-1190. Os herbicidas aplicados de forma isolada e em associações com sethoxydim foram; pyrazosulfuron-ethyl (15 g ha<sup>-1</sup>), saflufenacil (49 g ha<sup>-1</sup>), imazetaphyr (100 g ha<sup>-1</sup>), iodosulfuron-methyl (3,5 g ha<sup>-1</sup>), chlorimuron-ethyl (15 g ha<sup>-1</sup>), metsulfuron-methyl (6 g ha<sup>-1</sup>) e sethoxydim (184 g ha<sup>-1</sup>), além de uma testemunha sem aplicação de herbicidas. Observou-se que os herbicidas pyrazosulfuron-ethyl, sethoxydim isolados e a associação entre ambos não causaram sintomas de fitotoxidez até os 49 DAA, não influenciaram características morfológicas, ou seja, apresentaram caráter seletivo aos cafeeiros jovens. Os herbicidas imazetaphyr, iodosulfuron-methyl e chlorimuron-ethyl provocaram leves sintomas de fitotoxidez aos 7, 14 e 7 DAA respectivamente e menor diâmetro do caule. As associações entre chlorimuron-ethyl e iodosulfuron-ethyl com sethoxydim promoveram sintomas de fitotoxidez aos 7 DAA e menor diâmetro de caule respectivamente. O saflufenacil isolado e em associação com sethoxydim provocaram sintomas de fitotoxidez visual das folhas e menor diâmetro de caule em comparação a testemunha. O metsulfuron-methyl isolado em mistura com sethoxydim provocaram intoxicação tardia e comprometeram o crescimento e acúmulo de matéria seca das mudas.

Palavras-chave: Mudas. Saflufenacil. Fitotoxidez. Pyrazosulfuron-ethyl. .

## ABSTRACT

The control of weeds in the coffee trees lacks herbicides that are efficient and selective for the crop mainly in the early stages of growth. Therefore, the objective of this work was to evaluate the selectivity of herbicides isolated in mixture in coffee plants, by means of concepts of phytotoxicity and morphological characteristics. An experiment was carried out in a randomized complete block design with four replications with coffee plantlets of the cultivar Topázio MG-1190. Herbicides applied in isolation and in association with sethoxydim were; Pyrazosulfuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ), saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ), imazethapyr ( $100 \text{ g ha}^{-1}$ ), iodosulfuron-methyl ( $3,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), metsulfuron-methyl ( $6 \text{ g ha}^{-1}$ ) and sethoxydim ( $184 \text{ g ha}^{-1}$ ), in addition to a control without herbicide application. It was observed that the herbicides pyrazosulfuron-ethyl, sethoxydim isolated and the association between them did not cause symptoms of phytotoxicity up to 49 DAA, did not influence morphological characteristics, that is, presented selective character to young coffee trees. The herbicides imazethapyr, iodosulfuron-methyl and chlorimuron-ethyl caused slight symptoms of phytotoxicity at 7, 14 and 7 DAA respectively and smaller diameter of the stem. The associations between chlorimuron-ethyl and iodosulfuron-ethyl with sethoxydim promoted phytotoxicity symptoms at 7 DAA and smaller stem diameter respectively. The saflufenacil isolated and in association with sethoxydim provoked symptoms of visual phytotoxicity of leaves and smaller diameter of stem in comparison to control. The metsulfuron-methyl isolated in mixture with sethoxydim caused late intoxication and compromised the growth and accumulation of dry matter of the seedlings.

Keywords: Seedlings. Saflufenacil. Phytotoxicity. Pyrazosulfuron-ethyl.

## 1 INTRODUÇÃO

Os dois primeiros anos após o plantio o cafeeiro apresenta crescimento lento e deixam o solo exposto à luz. Por conseguinte, a infestação e o crescimento das plantas daninhas são favorecidos, e o crescimento do cafeeiro é, conseqüentemente, prejudicado caso o controle não seja efetuado em tempo hábil, sobretudo na linha de plantio (RONCHI, 2003; RONCHI; TERRA; SILVA, 2007).

O controle de plantas daninhas em cafeeiros em formação historicamente é realizado pelo tradicional método de capina manual, pois poucos são os herbicidas que apresentam eficiência de controle e ao mesmo tempo são seletivos à cultura. Este problema persiste até os dias atuais e com a mão de obra cada vez mais escassa, inabilitada e onerosa os produtores intensificaram a aplicação de herbicidas, em muitos casos sem qualquer embasamento técnico sobre os riscos de causar injúrias ao cafeeiro, ou seja, se esses herbicidas são ou não seletivos.

Herbicidas seletivos são aqueles que apresentam a capacidade de matar ou retardar o crescimento das plantas de uma ou mais espécies e, ao mesmo tempo, de não prejudicar outras plantas de interesse comercial. A seletividade não pode ser determinada apenas pela simples verificação de sintomas visuais de fitointoxicação, pois são conhecidos exemplos de herbicidas

que podem reduzir a produtividade das culturas com leves sintomas de intoxicação; há também exemplos de herbicidas que provocam injúrias acentuadas, mas que lhes permitem manifestar plenamente seus potenciais produtivos (NEGRISOLI et al., 2004).

O termo seletividade não é absoluto, porque depende da dose do herbicida, das condições ambientais e do modo de aplicação. Entender a peculiaridade dos herbicidas é essencial para avaliação da seletividade e possíveis impactos ao meio ambiente. Mudanças na fórmula estrutural de herbicidas pertencentes ao mesmo grupo químico podem determinar seu caráter seletivo, ou seja, pequenas alterações podem fazer com que uma molécula seja seletiva a uma cultura e a outra não. A dose utilizada é considerada no processo que garante a seletividade, caso a aplicação exceda as doses definidas pelo fabricante do herbicida haverá perda do caráter seletivo. A interação com os fatores ambientais como a textura e umidade do solo e condições climáticas possibilita ao profissional obter sucesso no manejo de plantas daninhas, de forma racional, econômica e menor risco de contaminação ao meio ambiente (OLIVEIRA JUNIOR; INOUE, 2011).

A aplicação de herbicidas está associada aos fatores relacionados às características das plantas, pois a seletividade poderá ser obtida por meio de diferenças fisiológicas e morfológicas entre as plantas. Tais diferenças estão relacionadas com a entrada de herbicidas nas plantas e seu efeito subsequente após a entrada (OLIVEIRA JUNIOR; INOUE, 2011).

Os herbicidas são mais tóxicos em plantas de crescimento rápido, porque essas apresentam maior presença de tecidos novos não diferenciados. Nas plantas de crescimento lento como o cafeeiro, os herbicidas tendem a ser mais seletivos, no qual, os tecidos se encontram mais desenvolvidos e diferenciados (FIALHO et al., 2011).

Objetivou-se com este trabalho, avaliar a seletividade de herbicidas isolados em mistura, seus efeitos sobre as características morfológicas e fisiológicas em mudas de cafeeiro, em ambiente protegido

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

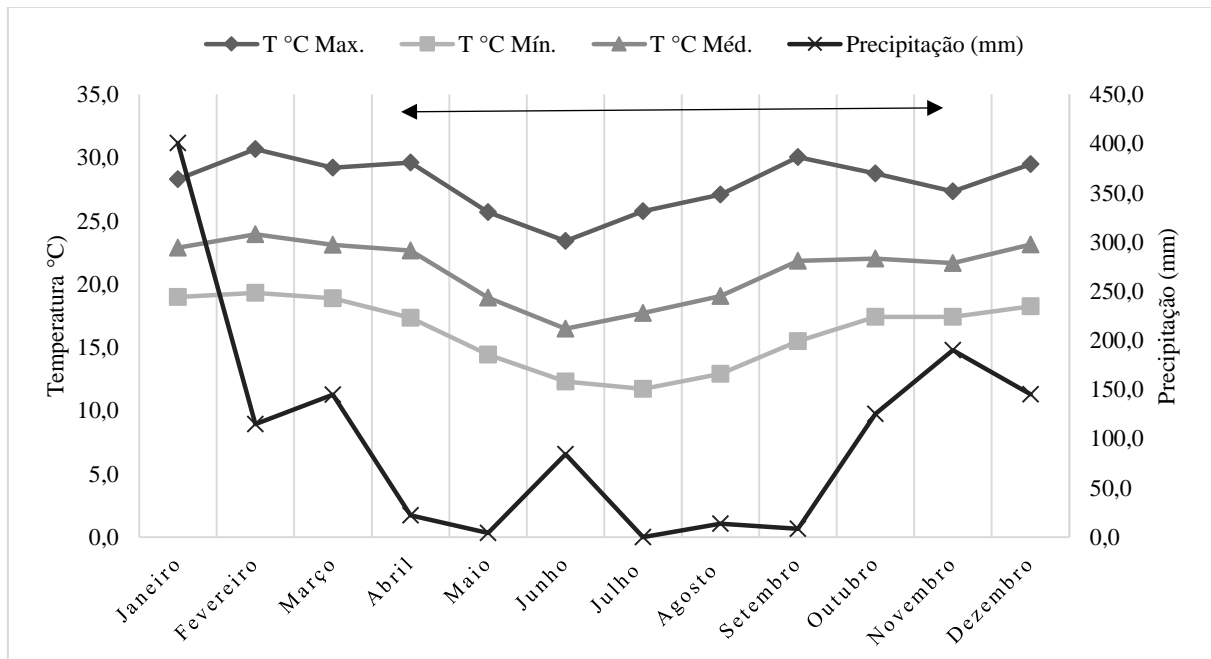
### **2.1 Local e materiais**

O experimento foi realizado no setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura, campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras-MG, situado na latitude 21°13'36.24" S e na longitude 44°58'10.41" W. O ambiente que o experimento foi conduzido era formado por três bancadas de alvenaria teladas com 1,2 metro de altura, 10

metros de comprimento, sombreamento de 50% e com proteções laterais com tela sombrite. O delineamento experimental utilizado no experimento foi blocos ao acaso, com 4 repetições. Cada parcela foi composta por 3 mudas de meio ano de café arábica da cultivar Topázio MG 1190 plantadas em vasos de polietileno com capacidade para 11 dm<sup>3</sup>. Foram aplicados 14 tratamentos sendo, 11 com herbicidas isolados ou em mistura e 1 tratamento com água, totalizando 168 unidades experimentais.

O clima do local do experimento é denominado de acordo com a classificação Köppen como sendo do tipo Cwb (clima temperado húmido com Inverno seco e verão temperado), com temperatura média entre 16°C e 23° e precipitação pluviométrica inferior a 2000 mm anuais. A temperatura média (C°), precipitação (mm) e umidade relativa (%) mensal correspondente ao período entre janeiro a dezembro de 2016 foram de 21,1 C°, 1253,6 mm e 70,9% respectivamente (Figura A2.1). Essas informações foram obtidas através da estação climatológica da Universidade Federal de Lavras localizada no campus universitário, município Lavras-MG.

Figura A2.1 - Temperatura, máxima, mínima, média (C°) e precipitação (mm) entre janeiro a dezembro de 2016. Lavras-MG.



O solo utilizado para a produção das mudas é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com 67% de argila, texturalmente classificado como muito argiloso (EMBRAPA, 2013). O resultado da análise química do solo foi: pH em água de 5,8; P= 0,8 mg/dm<sup>3</sup>; K= 22 mg/dm<sup>3</sup>; B= 0,56 mg/dm<sup>3</sup>; Zn= 0,59 mg/dm<sup>3</sup>; Cu= 0,57 mg/dm<sup>3</sup>; Fe= 34,67

mg/dm<sup>3</sup>; Mn= 4,3 mg/dm<sup>3</sup>; S=7,82 mg/dm<sup>3</sup>; P-rem= 1,52 mg/L; Ca<sup>2+</sup>= 0,3 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>2+</sup>= 0,1 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Al<sup>3+</sup>= 0,0 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; H+Al= 0,84 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Sb= 0,5 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC (t)=, 46 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC (T)= 1,3 Cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; m= 0,0 %; V= 35,11 % e M.O= 0,04 dag/kg

## 2.2 Implantação e condução

O plantio das mudas foi realizado no dia 29 de abril de 2016. A adubação utilizada no plantio das mudas foi de 12,6 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (70 g por vaso). As irrigações dos cafeeiros jovens foram realizadas semanalmente desde o plantio até a finalização do experimento. Sete dias após o plantio (DAP) realizou-se a primeira adubação com o formulado NPK 20-5-20 dose de 10 gramas por planta. No período precedeu a aplicação dos herbicidas realizou-se outras 4 adubações em intervalos de 20 dias para o desenvolvimento das mudas e após as aplicações realizou-se mais duas adubações de manutenção. O manejo nutricional foi baseado na análise de solo e na Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação (GUIMARÃES et al., 1999).

Ademais, no decorrer do experimento foram realizados a fertilização e o controle fitossanitário por meio de pulverizações com base na Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações (MATIELLO et al., 2010) objetivando a prevenção da interferência de fatores bióticos e nutricionais no crescimento das mudas e no processo de avaliação dos tratamentos herbicidas. O detalhamento do manejo nutricional e fitossanitário realizado no período de pré e pós aplicação dos tratamentos herbicidas encontra-se no Anexo 19A.

Os tratamentos para avaliar a seletividade de herbicidas nas mudas de café arábica encontram-se na Tabela A2.1. As aplicações dos herbicidas sobre as mudas ocorreram no dia 20 de agosto de 2016 às 9h30, no momento das pulverizações as condições climáticas eram: temperatura média de 22°C; umidade relativa do ar média de 67%; velocidade do vento média de 3,0 km h<sup>-1</sup> e com céu parcialmente nublado. Realizou-se as aplicações com um pulverizador costal de pressão constante à base de CO<sub>2</sub> (45 lbs/pol<sup>-2</sup>) com lança única equipado também com único bico de pulverização do tipo XR 80.03, proporcionando um volume de aplicação equivalente a 300 L ha<sup>-1</sup> de calda.

Tabela A2.1 - Tratamentos herbicidas testados na avaliação de seletividade em mudas de cafeeiro arábica da cultivar Topázio MG 1190 e suas respectivas doses. Lavras-MG, 2016.

<b>Herbicida</b>	<b>Mecanismo de ação</b>	<b>Dose p.c. (L e g/ha)</b>	<b>Dose i.a. (g.ha)</b>
1. Pyrazosulfuron-ethyl	ALS	60,0	15
2. Saflufenacil	PROTOX	70,0	49
3. Imazethapyr	ALS	1,0	100
4. Iodosulfuron-methyl	ALS	70,0	3,5
5. Chlorimuron-ethyl	ALS	60,0	15
6. Metsulfuron-methyl	ALS	10,0	6,0
7. Sethoxydim	ACCCase	1,0	184
8. Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim	ALS+ACCCase	60,0 + 1,0	15 + 184
9. Saflufenacil + Sethoxydim	PROTOX+ACCCase	70,0 + 1,0	49 + 184
10. Imazethapyr + Sethoxydim	ALS+ACCCase	1,0 + 1,0	100 + 184
11. Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	ALS+ACCCase	60,0 + 1,0	15 + 184
12. Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	ALS+ACCCase	70,0 + 1,0	3,5 + 184
13. Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	ALS+ACCCase	10,0 + 1,0	6,0 + 184
14. Sem Herbicida	-	-	-

### 3.3 Avaliação da seletividade

No dia antes da aplicação dos tratamentos, contou-se o número de folhas, determinou-se a altura da planta desde o nível do solo até a última folha totalmente expandida e diâmetro do caule medido a cerca de três centímetros acima do solo com paquímetro digital.

Os sintomas de fitotoxicidade foram avaliados aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos levando em conta o parâmetro de notas (Tabela A2.2) nos quais, “um” corresponde a nenhuma fitointoxicação causada pelo herbicida na planta e “9” correspondente a morte de toda a planta, conforme a escala EWRC (European Weed Research Council, 1964).

Aos 65 dias após aplicação dos tratamentos herbicidas realizou-se a avaliação das características morfológicas (padrões de crescimento, peso seco, área foliar).

Os padrões de crescimento consistiram na mensuração do número de folhas, altura da planta desde o nível do solo até a última folha totalmente expandida com régua graduada transparente e diâmetro do caule medido a cerca de três centímetros acima do solo com paquímetro digital. As raízes foram lavadas em água corrente e fotografadas com máquina digital Canon EOS REBEL T5 de 18 Megapixels e posteriormente analisadas pelo software SAFIRA – Sistema de Análise de Fibras e Raízes, desenvolvido, pela Embrapa Instrumentação

Agropecuária, de São Carlos, SP (JORGE; RODRIGUES, 2008), para determinação do volume ( $\text{mm}^2$ ), área superficial ( $\text{mm}^3$ ) e comprimento (mm) por faixa de diâmetros.

Tabela A2.2 - Escala visual de fitotoxidez EWRC (1964) utilizada nas avaliações de seletividade em mudas de cafeeiro arábica, cultivar Topázio MG 1190. Lavras-MG, 2016.

Conceitos	Descrição conceitual
1	Nenhum dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas;
3	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas;
4	Forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem, contudo, ocorrer necrose (morte dos tecidos)
5	Necrosamento (queima) de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhado de deformação em folhas e brotos
6	Mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrosamento e/ou severa deformação;
7	Mais de 80% de folhas e brotos destruídos;
8	Danos extremamente graves, sobrando apenas pequenas áreas verdes nas plantas;
9	Dano totais (morte de toda a planta).

Determinou-se o peso seco de folhas, caule, raízes e índice de área foliar pelo método dos discos foliares, que consistiu na utilização de um disco vazado de polietileno, com área de  $3,46 \text{ cm}^2$ , cujo diâmetro dos discos retirados foi de 2,1 cm. Em cada folha fresca, retiraram-se oito discos, apenas com nervuras finas, sendo um na porção basal, um na apical e um na parte mediana da folha. As folhas e os discos foram acondicionados em sacos de papel, levados a estufa a  $65^\circ\text{C}$  até o peso constante e depois pesados separadamente, em balança analítica (metodologia usada no peso seco de folhas, caules e raízes). A área foliar foi estimada pela fórmula  $AF = [(PF + PD) \times AD]/PD$ , onde AF é a área foliar estimada ( $\text{cm}^2$ ), PF a peso seco da folha (g), PD a peso seco dos discos (g) e AD a área conhecida do disco retirado da folha ( $3,46 \text{ cm}^2$ ), utilizando a metodologia adaptada de Souza et al., (2012).

Os dados obtidos pelas avaliações de fitotoxicidade e as variáveis morfológicas e fisiológicas, as duas últimas devido à alta variabilidade foram submetidos à transformação pelo modelo  $\sqrt{X} + 1$  e posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, e quando significativos, comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5 % de probabilidade de erro ( $p > 0,05$ ), utilizando o sistema de análise estatística SISVAR



(FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Fitotoxicidade de herbicidas.

Os resultados de todas as avaliações de fitotoxicidade de herbicidas estão demonstrados na Tabela A2.3. Na primeira época de avaliação (sete dias após aplicação dos herbicidas-DAA), verificou-se que o herbicida de contato saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ) e a associação saflufenacil + sethoxydim ( $49 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ) causaram maiores níveis de injúrias, apresentando necrose de folhas e brotações novas, necroses marginal do limbo e lesões cloróticas circulares em folhas velhas, as lesões foram intensas na mistura entre os herbicidas (Figura A2-2).

A justificativa de necrose observada nas mudas de cafeeiro está no mecanismo de ação do herbicida, em que este, entrando em contato com as células fotossintéticas compete com a enzima PROTOX, impedindo a produção de protoporfirina-IX e resultando em acúmulo de protoporfirinogênio no cloroplasto. A partir desse acúmulo, protoporfirinogênio-IX se difunde para o citoplasma onde é rapidamente convertido para protoporfirina IX, por uma enzima peroxidase que é insensível ao herbicida. A protoporfirina IX fora de seu centro de reação interage com oxigênio e luz originando oxigênio singlete ( $^1\text{O}_2$ ), que é um radical livre altamente reativo, que provoca a peroxidação dos lipídios das membranas, desestruturando-as e acelerando o processo de aparecimento dos sintomas típicos como clorose e necrose dos tecidos (CARVALHO; NETTO, 2016).

Por se tratar de plantas jovens, ou seja, estágio de desenvolvimento inicial, contribuíram para os resultados, tendo em vista que, plantas com 2 – 6 pares de folhas são mais sensíveis aos herbicidas inibidores de PROTOX (CARVALHO; NETTO, 2016).

O sethoxydim isolado e os herbicidas do grupo químico das sulfonilureias, pyrazosulfuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ) e metsulfuron-methyl ( $6,0 \text{ g ha}^{-1}$ ) isolados e em mistura com sethoxydim ( $15 \text{ e } 6,0 + 184 \text{ g ha}^{-1}$  respectivamente) não promoveram nenhuma injúria visual no cafeeiro. Mesmo não sendo recomendado a mistura entre sulfonilureias com herbicidas inibidores de ACCase devido, a possibilidade de ocorrer antagonismo (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011), não se pode afirmar que tal fato ocorreu, pois, as aplicações isoladas de pyrazosulfuron-ethyl e metsulfuron-methyl não provocaram injúrias no cafeeiro. A tolerância de plantas as sulfonilureias é descrito como a capacidade de metabolização em produtos não fitotóxicos mais rapidamente que plantas susceptíveis. Mudanças da sensibilidade do local alvo

encontrados em plantas e leveduras também foram relatados (SAARI; COTTERMAN; PRIMIANI, 1990).

Tabela A2.3 - Valores médio de fitotoxidez nas mudas de cafeeiro arábica cultivar Topázio MG 1190 em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016.

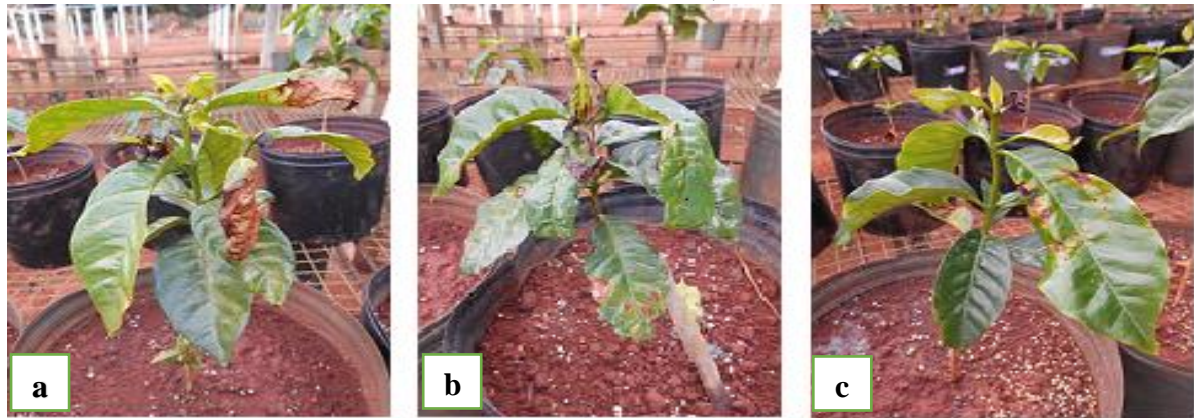
Herbicida	g (i. a. ha <sup>-1</sup> )	Controle conceitual			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Pyrazosulfuron-ethyl	15	1,25 b	1,00 a	1,00 a	1,03 a
Saflufenacil	49	3,67 d	4,08 c	4,17 b	3,53 b
Imazethapyr	100	2,00 c	1,00 a	1,00 a	1,00 a
Iodosulfuron-methyl	3,5	2,17 c	1,53 b	1,56 a	1,25 a
Chlorimuron-ethyl	15	1,56 b	1,17 a	1,22 a	1,31 a
Metsulfuron-methyl	6	1,00 a	1,00 a	1,33 a	1,67 a
Sethoxydim	184	1,31 b	1,00 a	1,00 a	1,08 a
Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,10 a	1,00 a	1,00 a	1,08 a
Saflufenacil + Sethoxydim	49 + 184	4,64 e	5,00 d	4,33 b	4,45 c
Imazethapyr + Sethoxydim	100 + 184	1,10 a	1,00 a	1,00 a	1,17 a
Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,45 b	1,00 a	1,00 a	1,31 a
Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	3,5 + 184	1,20 a	1,68 b	1,31 a	1,47 a
Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	6 + 184	1,14 a	1,14 a	1,00 a	1,19 a
Sem Herbicida	0,0	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
CV (%)		4,31	3,76	6,80	5,30
Média		1,75	1,61	1,57	1,61

Herbicida	g (i. a. ha <sup>-1</sup> )	Controle conceitual		
		35 DAA	42 DAA	49 DAA
Pyrazonsulfuron-ethyl	15	1,00 a	1,00 a	1,00 a
Saflufenacil	49	3,14 c	3,97 d	3,00 c
Imazethapyr	100	1,00 a	1,00 a	1,08 a
Iodosulfuron-methyl	3,5	1,00 a	1,14 a	1,25 a
Chlorimuron-ethyl	15	1,00 a	1,20 a	1,77 b
Metsulfuron-methyl	6	2,17 b	3,34 c	3,94 d
Sethoxydim	184	1,00 a	1,00 a	1,00 a
Pyrazonsulfuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,00 a	1,00 a	1,10 a
Saflufenacil + Sethoxydim	49 + 184	4,47 d	4,50 e	4,47 d
Imazethapyr + Sethoxydim	100 + 184	1,17 a	1,22 a	1,86 b
Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,08 a	1,00 a	1,28 a
Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	3,5 + 184	1,75 b	1,01 a	2,03 b
Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	6 + 184	1,4 a	2,64 b	3,95 d
Sem Herbicida	0,0	1,00 a	1,00 a	1,03 a
CV (%)		5,36	3,98	7,09
Média		1,58	1,79	2,05

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste Skott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Figura A2.2 - Necrosamento e deformação observados aos 7 DAA da associação entre saflufenacil + sethoxydim (a e b) e aplicação isolada de saflufenacil (c) em mudas de cafeeiro arábica. Lavras-MG, 2016.



Já a tolerância aos herbicidas inibidores de ACCase pelas dicotiledóneas está relacionada com a diferença de tamanho da enzima ACCase que tais espécies têm, uma vez que, a enzima presente no cloroplasto é maior que a do citosol, o que aumenta a capacidade de metabolizar estes herbicidas. Em plantas monocotiledôneas, ambas as enzimas ACCase têm tamanho semelhante (HOWARD; RIDLEY, 1990).

Na segunda avaliação aos 14 DAA observou-se um aumento nos níveis de injúrias nas mudas de cafeeiro oriundo dos herbicidas saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ) isolado em associação com sethoxydim ( $49 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ), os níveis aumentaram na ordem de 11% e 7,7% respectivamente quando comparado a primeira avaliação. Todavia, foi possível observar a emissão de novas brotações de folhas, o que pode ser explicado pela ação de contato do saflufenacil e a não acumulação em pontos de crescimento meristemático. Enquanto os demais herbicidas, tanto isolados como em associações, verificaram-se uma redução/interrupção das lesões provocadas, a exceção da mistura iodosulfuron-methyl + sethoxydim ( $3,5 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ) apresentando leves deformações em folhas novas.

Níveis elevados de fitotoxidez provocados por herbicidas inibidores da enzima PROTOX foram demonstrados por Alcântara (2000), quando, aos 15 DAA o herbicida flumioxazin ( $20 \text{ g ha}^{-1}$ ) ocasionou injúrias como necrosamentos e deformações.

A terceira avaliação, ocorrida aos 21 DAA, manutenção das injúrias provocadas pelo saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ) e leve redução das lesões ocasionadas por sua associação com o sethoxydim ( $49 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ), foi possível observar o desenvolvimento das brotações visualizadas na avaliação anterior e o aparecimento de brotações novas, ou seja, os sintomas mantiveram-se restritos aos pontos de contato dos herbicidas com as folhas mais velhas. Os

demais herbicidas isolados e suas associações não apresentaram aumento nos níveis de fitointoxicação.

A quarta avaliação, realizada aos 28 DAA, observou-se uma leve redução nas injúrias provocadas pelo safufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ) e estagnação das injúrias provocadas por sua associação com sethoxydim ( $49 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ), ficando tais lesões restritas as folhas mais velhas e as folhas e brotações novas isentas de lesões. Tais resultados são possíveis devido aos expressivos danos causados à estrutura foliar, em curto espaço de tempo, contribuiu para a baixa translocação dos herbicidas às demais partes da planta. Os demais herbicidas isolados e em associação com sethoxydim paralisaram os níveis de fitointoxicação.

A quinta avaliação, realizada aos 35 DAA verificou-se o incremento nos níveis de intoxicação do metsulfuron-methyl ( $6,0 \text{ g ha}^{-1}$ ) aplicado de forma isolada. Sintomas de clorose e necrose de folhas velhas forma observados. Em relação à aplicação isolada de saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ), houve redução dos sintomas observados quando se compara a avaliação aos 28 DAA, já sua mistura com sethoxydim ( $49 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ), constatou-se que as injúrias não aumentaram, isto é, se mantiveram em folhas velhas, portanto, folhas e brotações novas ficaram isentas de injúrias, resultando na continuidade do crescimento das mudas de cafeeiro.

Na sexta avaliação, realizada aos 42 DAA observou-se aumento dos sintomas de clorose e necrose de em folhas novas e velhas quando tratadas com o metsulfuron-methyl ( $6,0 \text{ g ha}^{-1}$ ) e sua mistura com sethoxydim ( $6,0 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ). Corriqueiramente, os sintomas de herbicidas inibidores de ALS ocorre de forma tardia, no entanto, a interrupção no crescimento das plantas sensíveis e a morte das regiões meristemáticas ocorreram logo após a aplicação (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Em relação do saflufenacil ( $49 \text{ g ha}^{-1}$ ) isolado e em mistura verificou-se a estagnação das injúrias e a manutenção do desenvolvimento.

Na última avaliação, realizada aos 49 DAA observou-se que a ausência observada de injúrias se mantiveram para os herbicidas pyrazosulfuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ), imazethapyr ( $100 \text{ g ha}^{-1}$ ), iodosulfuron-methyl ( $3,5 \text{ g ha}^{-1}$ ), chlorimuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ) sethoxydim ( $184 \text{ g ha}^{-1}$ ) e suas associações. Ressalta-se que a associação entre pyrazosulfuron-ethyl + sethoxydim ( $15 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ) não diferiu significativamente da testemunha em todas as avaliações realizadas, ou seja, os conceitos visuais de fitotoxidez observados foram similares. Em contrapartida, incremento dos níveis de fitointoxicação (Figura A2.3) do metsulfuron-methyl ( $6,0 \text{ g ha}^{-1}$ ) e de sua mistura com sethoxydim ( $6,0 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ), ou seja, necrose de folhas velhas e novas, não havendo diferença significativa entre a associação entre saflufenacil + sethoxydim ( $49 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ).

Figura A2.3 - Deformação e necrose observados aos 49 DAA da aplicação isolada entre metsulfuron-methyl (a e b) e sua associação com de sethoxydim (c) em mudas de cafeeiro arábica. Lavras-MG, 2016.



Silva et al. (2016) avaliando a seletividade de inibidores de ALS aplicados de forma isolada e em mistura com glyphosate em soja RR concluíram que, o metsulfuron-methyl isolado e em mistura com glyphosate (maiores níveis observados) começou a causar sintomas de fitotoxidez mais pronunciado aos 14 DAA, bem como, níveis crescentes foram observados até a última avaliação (28 DAA). Os sintomas mais tardiamente observados nesse trabalho podem ser explicados pelo crescimento mais lento e devido os tecidos encontrarem mais desenvolvidos e diferenciados em cafeeiros (FIALHO, 2011).

### 3.2 Características morfológicas

De todos os herbicidas aplicados no sentido de avaliar a seletividade em cafeeiro arábica, o metsulfuron-methyl ( $6,0 \text{ g ha}^{-1}$ ) e sua associação com sethoxydim influenciaram as variáveis altura, diâmetro do caule, número de folhas e índice de área foliar, sendo que, a associação entre metsulfuron-methyl + sethoxydim ( $6,0 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ) registraram os valores inferiores de altura de planta (Tabela A2.4). Por certo, o acréscimo do sethoxydim ao metsulfuron-methyl potencializou o efeito negativo do mesmo, pois, os herbicidas inibidores da ACCase sistêmicos aos serem absorvidos pelas folhas, são translocados para os pontos de crescimento (tecidos meristemáticos) através do floema, onde exercem sua função inibindo a atividade meristemática (KUKORELLI; REISINGER; PINKE, 2013). Os herbicidas imazethapyr ( $100 \text{ g ha}^{-1}$ ), iodosulfuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ), chlorimuron-ethyl ( $15 \text{ g ha}^{-1}$ ) isolados e associação de iodosulfuron-ethyl + sethoxydim ( $15 + 184 \text{ g ha}^{-1}$ ) demonstraram diâmetros do caule inferiores à testemunha.

Resultado similar foi encontrado nas avaliações de fitotoxidez do herbicida saflufenacil, pois sua associação com sethoxydim apresentou maior índice de injúrias quando comparado a aplicação isolada. Entretanto, ressalta-se que a aplicação isolada de sethoxydim (184 g ha<sup>-1</sup>) não influenciou negativamente as variáveis em questão.

Tabela A2.4 - Altura de planta (cm), diâmetro do caule (cm), número de folhas (por planta) e área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de cafeeiro arábica em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016.

<b>Herbicida</b>	<b>g (i. a. ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Altura</b>	<b>Diam. Caule</b>
Pyrazosulfuron-ethyl	15	29,7 a	4,86 a
Saflufenacil	49	29,82 a	4,51 b
Imazethapyr	100	28,9 a	4,30 b
Iodosulfuron-methyl	3,5	26,69 a	4,25 b
Chlorimuron-ethyl	15	27,5 a	4,20 b
Metsulfuron-methyl	6	22,00 b	3,74 c
Sethoxydim	184	28,24 a	4,34 b
Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	33,17 a	5,42 a
Saflufenacil + Sethoxydim	49 + 184	29,01 a	4,53 b
Imazethapyr + Sethoxydim	100 + 184	32,62 a	5,03 a
Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	31,34 a	4,92 a
Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	3,5 + 184	29,27 a	4,55 b
Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	6 + 184	17,37 c	3,18 c
Sem Herbicida	0,0	30,43 a	4,82 a
	CV (%)	4,56	3,87
	Média	28,28	4,47
<b>Herbicida</b>	<b>g (i. a. ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Num. Folhas</b>	<b>Área foliar</b>
Pyrazosulfuron-ethyl	15	35,84 a	73,57 a
Saflufenacil	49	30,58 a	68,56 a
Imazethapyr	100	31,92 a	70,57 a
Iodosulfuron-methyl	3,5	21,83 a	53,69 a
Chlorimuron-ethyl	15	23,67 a	48,51 a
Metsulfuron-methyl	6	9,17 b	37,91 b
Sethoxydim	125	26,92 a	63,04 a
Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	38,6 a	77,36 a
Saflufenacil + Sethoxydim	49 + 184	29,92 a	56,40 a
Imazethapyr + Sethoxydim	100 + 184	35,00 a	73,16 a
Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	37,92 a	80,81 a
Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	3,5 + 184	29,60 a	59,92 a
Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	6,0 + 184	3,83 b	13,52 b
Sem Herbicida	0,00	30,33 a	65,46 a
	CV (%)	18,36	19,05
	Média	27,51	60,18

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste Skott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A não influência de herbicidas inibidores de ACCase em mudas de cafeeiro foi demonstrado por Castanheira et al. (2015), em que, aplicações crescentes de fluazifop-p-butyl que variaram de 0% a 200% da dose não afetaram o desenvolvimento das plantas em relação à altura, ao diâmetro do caule e emissão de folhas. Garcia et al. (2009) relataram resultados semelhantes sobre a não influência no desenvolvimento de mudas de cafeeiro quando submetidos a aplicação de fluazifop-p-butyl e chlorimuron-ethyl aplicados de forma isolada e em mistura de tanque, o que concorda com os resultados deste trabalho com a mistura entre sethoxydim e chlorimuron-ethyl.

O saflufenacil apesar de provocar injúrias nas folhas do cafeeiro não resultou em comprometimento da altura, número de folhas e índice de área foliar, quando comparado a testemunha. Gonçalves et al. (2016) verificaram que, aplicações saflufenacil 35, 70 e 150 g i.a ha<sup>-1</sup> não influenciaram o crescimento de mudas de cafeeiro nas avaliações até os 180 DAA. Os mesmos autores relataram que houve perda de folhas aos 15 DAA, contudo, creditam essa perda ao período de aclimação após o transplântio das mudas.

Os efeitos da mistura entre herbicidas inibidores da enzima ACCase e inibidores da enzima PROTOX foram apresentadas por Ronchi; Silva (2004), no qual, três misturas comerciais de fomesafen + fluazifop-p-butyl (375 + 375; 375 + 300; 375 + 500 g ha<sup>-1</sup> respectivamente) não prejudicaram o crescimento em altura e diâmetro do caule. Os mesmos autores também atestaram a seletividade em cafeeiro dos herbicidas fluazifop-p-butyl (500 g ha<sup>-1</sup>) e clethodim (192 g ha<sup>-1</sup>) esse último também inibidor da enzima ACCase, quando aplicados de forma isolada.

Observando a porcentagem (%) de incremento das características em questão (Figura A2.4), obtidas da diferença entre a avaliação aos 65 DAA e a avaliação inicial antes da aplicação dos tratamentos foi possível verificar que, os maiores ganhos em número de folha foram obtidos pelos tratamentos contendo pyrazosulfuron-ethyl + sethoxydim (15 + 184 g ha<sup>-1</sup>), chlorimuron-ethyl + sethoxydim (15 + 184 g ha<sup>-1</sup>) e da testemunha sem aplicação de herbicida. Já o metsulfuron-methyl isolado e sua associação com sethoxydim apresentaram redução do número de folhas na ordem de 22,54% e 53,88% respectivamente.

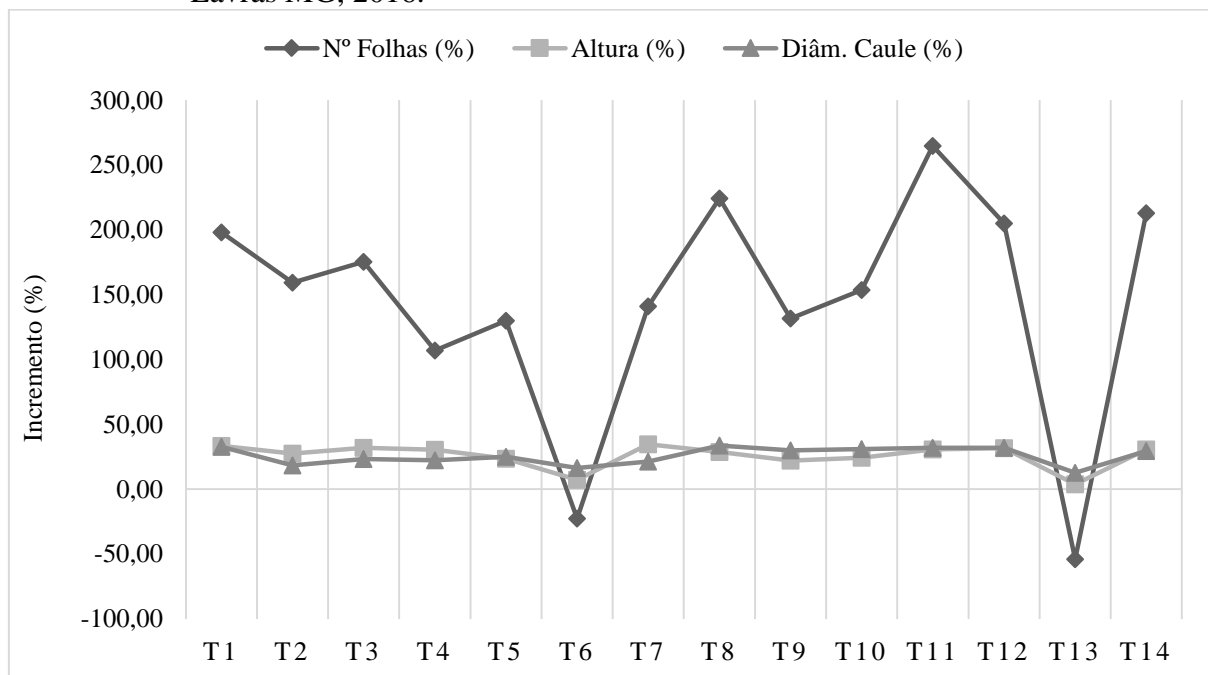
Na característica altura, os maiores ganhos foram obtidos pelos herbicidas sethoxydim (184 g ha<sup>-1</sup>), pyrazosulfuron-ethyl (15 g ha<sup>-1</sup>) e imazathapyr (100 g ha<sup>-1</sup>) com 34,58%, 33,55% e 31,93% respectivamente. Logo, incrementos no diâmetro do caule foram observados nas associações entre pyrazosulfuron-ethyl e sethoxydim (33,63%) seguido da aplicação isolada de

pyrazosulfuron-ethyl (32,76%) e subsequente com ganho de 31,99% estão as associações de chlorimuron-ethyl e iodosulfuron-methyl com sethoxydim (Figura A.2.4).

Com base nos resultados de análise de imagem (Figura A2.5) das raízes das mudas de cafeeiro submetidos aos tratamentos com herbicida os tratamentos com metsulfuron-methyl (a) isolado e sua mistura com sethoxydim (b) apresentaram os valores inferiores de volume ( $\text{mm}^3$ ), área superficial ( $\text{mm}^2$ ) e comprimento (mm). Para os demais tratamentos herbicidas não se verificou diferenças significativa nestas três variáveis.

O diâmetro médio (mm) inferior das raízes foi observado no tratamento entre a mistura de metsulfuron-methyl e sethoxydim (Tabela A2.5).

Figura A2.4 - Incremento (%) das variáveis número de folhas, altura e diâmetro do caule entre o período que precedeu a aplicação dos tratamentos e avaliação final aos 65 DAA. Lavras MG, 2016.



T1= Pyrazosulfuron-ethyl; T2= Saflufenacil; T3= Imazethapyr; T4= Iodosulfuron-methyl; T5= Chlorimuron-ethyl; T6= Metsulfuron-methyl; T7= Sethoxydim; T8= Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim; T9= Saflufenacil + Sethoxydim; T10= Imazethapyr + Sethoxydim; T11= Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim; T12= Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim; T13= Metsulfuron-methyl + sethoxydim e T14= Sem Herbicidas.

A enzima acetolactato sintetase (ALS) catalisa a síntese dos aminoácidos alifáticos de cadeia lateral: valina, leucina e isoleucina essenciais ao metabolismo das plantas. Aplicados em pós-emergência esses herbicidas são mais tóxicos em plantas jovens, possuidoras de tecidos meristemáticos, todavia, quando resíduos do herbicida estão presentes ao solo, pode haver



inibição do crescimento de raízes laterais. (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; OLIVEIRA JUNIOR; INOUE, 2011).

No cafeeiro há uma estreita interdependência fisiológica entre parte aérea e sistema radicular, no qual, as folhas são a fonte principal de fotoassimilados para as raízes e de modo inverso o sistema radicular fornece água, saís minerais e fitohormônios para a parte área (LIVRAMENTO, 2010, p. 118). Como visto pelos resultados morfológicos de crescimento de parte aérea e raízes, provavelmente, houve interferência nas relações entre a partição de assimilados entre raízes e parte aérea nos tratamentos com os herbicidas metsulfuron-methyl isolado e sua associação com sethoxydim.

Figura A2.5 - Diferenças entre o sistema radicular de mudas de cafeeiro aos 65 DAA dos tratamentos com metsulfuron-methyl (a), metsulfuron-methyl + sethoxydim (b) e testemunha (c). Lavras-MG, 2016.



No entanto, mesmo com maiores índices de fitotoxidez observados nas folhas após aplicação do saflufenacil não se verificou o comprometimento do sistema radicular em mudas de cafeeiro submetidas a esse herbicida. Grossmann et al. (2011), avaliando os mecanismos de seletividade do saflufenacil, apontaram que a sua ação de contato, ou seja, baixa translocação nos tecidos foliares e a forma como é aplicado, ou seja, diretamente sobre a parte aérea, é responsável por não ocorrer interferência direta ao sistema radicular das plantas. Tal fato equivale às condições e resultados observados na avaliação de seletividade em mudas de cafeeiro do presente trabalho.

Os resultados de matéria seca seguiram uma similaridade com as outras variáveis morfológicas apresentadas até o momento (Tabela A2.6). O herbicida metsulfuron-methyl isolado e em associação com sethoxydim diferiram significativamente dos demais tratamentos, isto é, apresentaram menores valores de acúmulo de massa seca de raiz, caule e folhas.

Da mesma maneira que foi observado anteriormente, o saflufenacil isolado e em mistura com serhoxydim apesar de provocar fitotoxidez nas mudas de cafeeiro os efeitos não se estenderam ao acúmulo de massa seca de raiz, caule e folhas.

Tabela A2.5 - Volume (mm<sup>3</sup>), área superficial (mm<sup>2</sup>), diâmetro médio ponderado (mm) e comprimento (mm) do sistema radicular de mudas de cafeeiro arábica em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016.

<b>Herbicida</b>	<b>g (i. a. ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Volume</b>	<b>Área superficial</b>
Pyrazosulfuron-ethyl	15,0	10166,39 a	22299,52 a
Saflufenacil	49,0	12069,17 a	28310,67 a
Imazethapyr	100,0	9969,95 a	22724,38 a
Iodosulfuron-methyl	3,5	8985,88 a	20158,51 a
Chlorimuron-ethyl	15,0	8476,36 a	21623,51 a
Metsulfuron-methyl	6	6338,12 b	16896,88 b
Sethoxydim	125,0	9429,58 a	22443,09 a
Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	11242,53 a	27884,20 a
Saflufenacil + Sethoxydim	49 + 184	10274,89 a	25937,36 a
Imazethapyr + Sethoxydim	100 + 184	11024,23 a	25258,77 a
Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	11487,99 a	29229,53 a
Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	3,5 + 184	9546,15 a	22621,90 a
Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	6,0 + 184	3171,81 b	9491,19 b
Sem Herbicida	0,00	11552,31 a	28329,19 a
	CV (%)	29,75	26,76
	Média	9552,528	23086,337
<b>Herbicida</b>	<b>g (i. a. ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Diâmetro médio</b>	<b>Comprimento</b>
Pyrazosulfuron-ethyl	15,0	1,52 a	4249,57 b
Saflufenacil	49,0	1,52 a	5704,09 a
Imazethapyr	100,0	1,47 a	4596,55 a
Iodosulfuron-methyl	3,5	1,56 a	3893,58 b
Chlorimuron-ethyl	15,0	1,35 b	4735,55 a
Metsulfuron-methyl	6	1,35 b	3829,37 b
Sethoxydim	125,0	1,52 a	4487,36 b
Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,41 a	6021,91 a
Saflufenacil + Sethoxydim	49 + 184	1,422 a	5557,78 a
Imazethapyr + Sethoxydim	100 + 184	1,45 a	5058,57 a
Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,37 b	6379,69 a
Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	3,5 + 184	1,41 a	4764,61 a
Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	6,0 + 184	1,18 c	2468,27 b
Sem Herbicida	0,00	1,43 a	5891,61 a
	CV (%)	3,36	23,89
	Média	1,428	4831,324

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste Skott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Ao avaliar o potencial de utilização de herbicidas em pós-plantio de cafeeiro, Ronchi; Silva (2003) concluíram que clethodim (ACCCase), fomesafen (PROTOX) mesmo em doses elevadas não apresentaram sintomas de injúrias, já chlorimuron-ethyl (ALS) causou manchas cloróticas e encarquilhamentos nas folhas, sintomas estes que surgiram tardiamente nas folhas, o flumioxazin (PROTOX) promoveu queimaduras nas folhas e fluazifop-p-butyl + fomesafen (ACCCase + PROTOX) causaram pequenas injúrias, mas apesar dos sintomas de fitotoxicidade observados, estes tratamentos não comprometeram o acúmulo de matéria seca da parte aérea das mudas.

Porém, Magalhaes et al. (2012) ressaltam que a aplicação de oxyfluorfen e o sulfentrazone ambos herbicidas inibidores da enzima PROTOX devem ser realizadas em jato dirigido sob a copa das mudas jovens, para evitar toxicidade a elas, independentemente da dose aplicada e da idade do cafeeiro após o transplantio.

Tabela A2.6 - Acúmulo de biomassa seca (g) de mudas de cafeeiro arábica em função da aplicação de herbicidas isolados e em associações. Lavras-MG, 2016.

<b>Herbicida</b>	<b>g (i. a. ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>
Pyrazosulfuron-ethyl	15,0	1,26 a	2,50 a	4,80 a
Saflufenacil	49,0	1,29 a	2,14 a	4,21 a
Imazethapyr	100,0	1,06 a	1,8 a	4,22 a
Iodosulfuron-methyl	3,5	0,93 a	1,54 a	3,03 a
Chlorimuron-ethyl	15,0	0,91 a	1,56 a	3,02 a
Metsulfuron-methyl	6	0,60 b	1,03 b	1,13 b
Sethoxydim	125,0	0,93 a	1,66 a	3,79 a
Pyrazosulfuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,33 a	2,85 a	5,31 a
Saflufenacil + Sethoxydim	49 + 184	1,15 a	1,99 a	3,35 a
Imazethapyr + Sethoxydim	100 + 184	1,24 a	2,38 a	4,81 a
Chlorimuron-ethyl + Sethoxydim	15 + 184	1,44 a	2,59 a	5,2 a
Iodosulfuron-methyl + Sethoxydim	3,5 + 184	1,10 a	1,89 a	3,91 a
Metsulfuron-methyl + Sethoxydim	6,0 + 184	0,34 b	0,55 b	0,38 b
Sem Herbicida	0,00	1,11 a	2,25 a	4,38 a
	CV (%)	7,73	9,23	15,08
	Média	1,05	1,91	3,68

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste Skott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

## 4 CONCLUSÕES

- 1- Os herbicidas pyrazosulfuron-ethyl, sethoxydim isolados e a associação entre ambos, não promoveram sintomas de fitotoxidez até os 49 DAA e não influenciaram nas características morfológicas dos cafeeiros jovens.
- 2- Os herbicidas imazethapyr, chlorimuron-ethyl (esse também em associação com sethoxydim) provocaram leves sintomas de fitotoxidez aos 7 DAA, contudo, somente suas aplicações isoladas interferiram negativamente na característica de diâmetro do caule.
- 3- O iodosulfuron-methyl isolado provocou leves sintomas de fitotoxidez aos 7 e 14 DAA e a associação com sethoxydim sintomas de fitotoxidez foram observadas aos 14 DAA. As aplicações isoladas e a associação destes herbicidas interferiram negativamente na característica diâmetro do caule.
- 4- O herbicida saflufenacil aplicado de forma isolado e sua associação com sethoxydim provocaram necrose e clorose em folhas, mas sem comprometer as características morfológicas.
- 5- O herbicida metsulfuron-methyl isolado e sua associação com sethoxydim apresentaram sintomas de fitotoxidez tardia que culminaram na redução do crescimento e acúmulo de matéria seca da parte aérea e raiz.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E. N. Avaliação de Herbicidas para Cafeeiro em Formação. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1. 2000, Poços de Caldas. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, p. 389-394 2000.
- CARVALHO, S. J. P.; NETTO, A. G. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas aos Inibidores de PROTOX (GRUPO E). In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Coord. (s) **Aspectos da Resistência de Plantas Daninhas**. 4<sup>o</sup> ed. Piracicaba: ESALQ; p.151-164, 2016.
- CASTANHEIRA, D. T.; VOLTOLINI, G. B.; GONÇALVES, A. H.; SILVA, L. G.; PAULINO, R. N. L.; REZENDE, T. T. Tolerância de mudas de café ao herbicida pós-emergente fluazifop-p-butyl. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, **Anais**, 41<sup>o</sup> CBPC, Poços de Caldas, p. 338-339, 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013, 353p.

EWRC (European Weed Research Council). Report of 3rd and 4th meetings of EWRC – Committee of Methods in Weed Research. **Weed Research**, v.4, n.1, p.88. 1964.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIALHO, C. M. T., FRANÇA, A. C., TIRONI, S. P., RONCHI, C. P. e SILVA, A. A. Interferência de Plantas Daninhas sobre o Crescimento Inicial de *Coffea arabica*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 137-147, 2011.

GARCIA, A. L. A.; FAGUNDES, A. V.; PADILHA, L.; RABELO JUNIOR, C. A. M.; RAMOS, S. V. Herbicidas pós-emergentes com potencial de uso na implantação do cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, **Anais**, 35° CBPC, Araxá, p. 86-88, 2009.

GONCALVES, C. G.; SILVA JUNIOR, A. C.; PEREIRA, M. R. R.; MARCHI, S. R.; MARTINS, D. Selectivity of saflufenacil applied singly and in combination with glyphosate on coffee and citrus crops. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 1, p. 45-53, 2016 .

GROSSMANN, K.; HUTZLER, J.; CASPAR, G.; KWIATKOWSKI, J.; BROMMER, C. L. Saflufenacil (Kixor™): biokinetic properties and mechanism of selectivity of a new protoporphyrinogen IX oxidase inhibiting herbicide. **Weed Science**, v. 59, n. 3, p. 290-298, 2011.

GUIMARÃES, P. T. G.; GARCIA, A. W. R.; ALVAREZ, V. H.; PREZOTTI, L.C.; VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J. B.; LOPES, A. S.; NOGUEIRA, F. D.; MONTEIRO, A. V. C.; OLIVEIRA, J. A. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, p. 289-302, 1999.

HOWARD, J. L.; RIDLEY, S. M. Acetyl-CoA carboxylase: a rapid novel assay procedure used in conjunction with the preparation of enzyme from maize leaves. **FEBS Letters**, Heidelberg, v. 261, n. 2, p. 261-264, 1990.

KUKORELLI, G., REISINGER, P., PINKE, G. ACCase inhibitor herbicides – selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. **International Journal of Pest Management**. Washington, v. 59, p. 165-173, 2013.

JORGE, L. A. C.; RODRIGUES, A. F. O. Safira: Sistema de Análise de Fibras e Raízes. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, n. 24, p. 1-28, 2008.

LIVRAMENTO, D. E. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. Ed (s) **Café arábica do plantio a colheita**. Lavras: EPAMIG, v.1, p. 87-161. 2010.

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

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: Manual de recomendações**. Rio de Janeiro; Varginha: SARC/PROCAFÉ, 2010, 548p.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; MARTINS, D.; MORELLI, J. L.; COSTA, A. G.F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v.22, p.567- 575, 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de Herbicidas para Culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Ed (s) **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**, Curitiba, Omnipax, v.1; p. 243-262, 2011.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6ª ed., Londrina, 2011. 697p.

RONCHI, C. P. 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 competitivon. **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**, Viçosa-MG, 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**, Viçosa-MG, v.22, n.4, p. 607-615, 2004.

SAARI, L. L.; COTTERMAN, J. C.; PRIMIANI, M. M. Mechanism of Sulfonylurea Herbicide Resistance in the Broadleaf Weed, *Kochia scoparia*. **Plant Physiol.** v.93, p.55-61, 1990.

SILVA, A. F. M.; ALBRECHT, J. P.; ALBRECHT, L. P.; VICTORIA FILHO, R.; GIOVANELLI, B. F. Application of Post-Emergence ALS Inhibitor Herbicides Associated or Not to Glyphosate in RR/STS Soybean. **Planta daninha**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 765-776, 2016.

SOUZA, M. S.; VIEIRA ALVES, S. S.; DOMBROSKI, J. L.; FREITAS, J. D. B.; AROUCHA, E. M. M. Comparação De Métodos De Mensuração de Área Foliar Para A Cultura Da Melancia. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 241-245, 2012.

## ANEXOS

Tabela 1A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Saflufenacil	Amaranthaceae										
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	15	2	3,75	0,5	7,5	8,29	11,76	10,38	30,43
	Asteraceae										
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	10	2	2,5	0,5	5,00	5,52	11,76	6,92	24,21
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,55	5,88	1,38	7,82
		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,55	5,88	1,38	7,82
	Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,55	5,88	1,38	7,82
	Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	10	1	2,5	0,25	10,00	5,52	5,88	13,84	25,25
	Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpúrea</i>	1	1	0,25	0,25	1,00	0,55	5,88	1,38	7,82
	Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	5	1	1,25	0,25	5,00	2,76	5,88	6,92	15,57
	Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	113	4	28,25	1,00	28,25	62,43	23,53	39,10	125,06
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	1	1	0,25	0,25	1,00	0,55	5,88	1,38	7,82	
Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	23	2	5,75	0,5	11,5	12,71	11,76	15,92	40,39	
	<b>Total</b>	<b>181</b>	<b>17</b>	<b>45,25</b>	<b>4,25</b>	<b>72,25</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	

Tabela 2A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI		
Pyrazosulfuron-ethyl	Amaranthaceae											
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	34	2	8,5	0,5	17,00	16,43	10,00	20,12	46,54	
		<i>Amaranthus viridis</i> L.	8	1	2	0,25	8,00	3,86	5,00	9,47	18,33	
		Asteraceae										
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	5	2	1,25	0,5	2,50	2,42	10,00	2,96	15,37	
		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	1	1	0,25	0,25	1,00	0,48	5,00	1,18	6,67	
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	8	1	2	0,25	8,00	3,86	5,00	9,47	18,33	
		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2	2	0,5	0,5	1,00	0,97	10,00	1,18	12,15	
		Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpurea</i>	1	1	0,25	0,25	1,00	0,48	5,00	1,18	6,67	
		Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	15	2	3,75	0,5	7,50	7,25	10,00	8,88	26,12	
		Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	122	4	30,5	1,00	30,50	58,94	20,00	36,09	115,03	
		<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	2	1	0,5	0,25	2,00	0,97	5,00	2,37	8,33	
		Portulacaceae										
		<i>Portulaca oleraceae</i> L.	3	1	0,75	0,25	3,00	1,45	5,00	3,55	10,00	
	Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	6	2	1,5	0,5	3,00	2,90	10,00	3,55	16,45		
	<b>Total</b>	<b>207</b>	<b>20</b>	<b>51,75</b>	<b>5</b>	<b>84,5</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		



Tabela 3A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Glyphosate + Saflufenacil	Amaranthaceae										
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	5	1	1,25	0,25	5,00	2,79	4,76	7,17	14,72	
	<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,56	4,76	1,43	6,75	
	Asteraceae										
	<i>Bidens pilosa</i> (L.)	3	1	0,75	0,25	3,00	1,68	4,76	4,30	10,74	
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1	1	0,25	0,25	1,00	0,56	4,76	1,43	6,75	
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	4	2	1	0,5	2,00	2,23	9,52	2,87	14,63	
	Brassicaceae										
	<i>Lepidium virginivum</i> L.	6	2	1,5	0,5	3,00	3,35	9,52	4,30	17,18	
	Cyperaceae										
	<i>Cyperus rotandus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,56	4,76	1,43	6,75	
	Comelinaceae										
	<i>Commelina benghalensis</i> L.	28	2	7	0,5	14,00	15,64	9,52	20,07	45,24	
	Euphorbiaceae										
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	5	2	1,25	0,5	2,50	2,79	9,52	3,58	15,90	
	Malvaceae										
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,12	4,76	2,87	8,75	
	Poaceae										
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	117	4	29,25	1,00	29,25	65,36	19,05	41,94	126,35	
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	3	1	0,75	0,25	3,00	1,68	4,76	4,30	10,74	
Portulacaceae											
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,12	4,76	2,87	8,75		
Rubiaceae											
<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,56	4,76	1,43	6,75		
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>21</b>	<b>44,75</b>	<b>5,25</b>	<b>69,75</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		

Tabela 4A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Glyphosate + Pyrazosulfuron- ethyl	Amaranthaceae										
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	19	3	4,75	0,75	6,33	16,81	14,29	12,54	43,64	
	Asteraceae										
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	26	4	6,5	1,00	6,50	23,01	19,05	12,87	54,93	
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	5	1	1,25	0,25	5,00	4,42	4,76	9,90	19,09	
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2	2	0,5	0,5	1,00	1,77	9,52	1,98	13,27	
	Brassicaceae										
	<i>Lepidium virginivum</i> L.	5	1	1,25	0,25	5,00	4,42	4,76	9,90	19,09	
	Cyperaceae										
	<i>Cyperus rotandus</i> L.	8	1	2	0,25	8,00	7,08	4,76	15,84	27,68	
	Euphorbiaceae										
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	9	3	2,25	0,75	3,00	7,96	14,29	5,94	28,19	
	Poaceae										
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	35	3	8,75	0,75	11,67	30,97	14,29	23,10	68,36	
	Portulacaceae										
<i>Portulaca oleraceae</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,77	4,76	3,96	10,49		
Solanaceae											
<i>Solanum americanum</i> Mill.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,88	4,76	1,98	7,63		
Convolvulaceae											
<i>Ipomoea purpurea</i>	1	1	0,25	0,25	1,00	0,88	4,76	1,98	7,63		
	<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>21</b>	<b>28,25</b>	<b>5,25</b>	<b>50,5</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	

Tabela 5A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + chlorimuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Continua)

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Glyphosate + saflufenacil + chlorimuron-ethyl	Amaranthaceae										
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	23	3	5,75	0,75	7,67	18,25	13,04	12,37	43,66
	Asteraceae										
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	1	1	0,25	0,25	1,00	0,79	4,35	1,61	6,75
		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	2	1	0,5	0,25	2,00	1,59	4,35	3,23	9,16
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1	1	0,25	0,25	1,00	0,79	4,35	1,61	6,75
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	5	1	1,25	0,25	5,00	3,97	4,35	8,06	16,38
		<i>Vernonia polysphaera</i>	1	1	0,25	0,25	1,00	0,79	4,35	1,61	6,75
	Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	3	2	0,75	0,5	1,50	2,38	8,70	2,42	13,50
	Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	1	1	0,25	0,25	1,00	0,79	4,35	1,61	6,75
	Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpurea</i>	2	2	0,5	0,5	1,00	1,59	8,70	1,61	11,90
	Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	64	3	16	0,75	21,33	50,79	13,04	34,41	98,25
Portulacaceae											
	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	3	2	0,75	0,5	1,50	2,38	8,70	2,42	13,50	
Solanaceae											
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,79	4,35	1,61	6,75	
Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	4	2	1	0,5	2,00	3,17	8,70	3,23	15,10	

Tabela 6A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + chlorimuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Conclusão)

		Comelinaceae								
Glyphosate + saflufenacil + chlorimuron-ethyl	<i>Commelina benghalensis</i> L.	14	1	3,5	0,25	14,00	11,11	4,35	22,58	38,04
			Lamiaceae							
	<i>Leonurus sibiricus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,79	4,35	1,61	6,75
<b>Total</b>		<b>126</b>	<b>23</b>	<b>31,5</b>	<b>5,75</b>	<b>62</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Tabela 7A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + imazethapyr, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Continua)

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Glyphosate + saflufenacil + imazethapyr	Amaranthaceae										
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	19	1	4,75	0,25	19,00	13,77	4,17	25,76	43,70
	Asteraceae										
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	1	1	0,25	0,25	1,00	0,72	4,17	1,36	6,25
		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	2	1	0,5	0,25	2,00	1,45	4,17	2,71	8,33
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	3	2	0,75	0,5	1,50	2,17	8,33	2,03	12,54
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	11	1	2,75	0,25	11,00	7,97	4,17	14,92	27,05
		<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	2	1	0,5	0,25	2,00	1,45	4,17	2,71	8,33
	Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,45	4,17	2,71	8,33
	Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,45	4,17	2,71	8,33
	Euphorbiaceae										
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	3	1	0,75	0,25	3,00	2,17	4,17	4,07	10,41	
Lamiaceae											
	<i>Leonurus sibiricus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,72	4,17	1,36	6,25	
Malvaceae											
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,72	4,17	1,36	6,25	

Tabela 8A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + imazethapyr, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG. (Conclusão)

		Poaceae									
Glyphosate + saflufenacil + imazethapyr	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	67	4	16,75	1	16,75	48,55	16,67	22,71	87,93	
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	13	2	3,25	0,5	6,5	9,42	8,33	8,81	26,57	
			Portulacaceae								
	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	4	2	1	0,5	2,00	2,90	8,33	2,71	13,94	
			Solanaceae								
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	6	3	1,5	0,75	2,00	4,35	12,50	2,71	19,56	
			Rubiaceae								
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,72	4,17	1,36	6,25	
	<b>Total</b>	<b>138</b>	<b>24</b>	<b>34,5</b>	<b>6</b>	<b>73,75</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	

Tabela 9A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + saflufenacil + pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI		
Glifosato + Pyrazosulfuron- ethyl + Saflufenacil	Amaranthaceae											
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	26	2	6,5	0,5	13,00	18,44	15,38	16,25	50,07	
		<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,71	7,69	1,25	9,65	
		Asteraceae										
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1	1	0,25	0,25	1,00	0,71	7,69	1,25	9,65	
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,71	7,69	1,25	9,65	
		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,71	7,69	1,25	9,65	
		Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,42	7,69	2,50	11,61	
		Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	35	1	8,75	0,25	35,00	24,82	7,69	43,75	76,27	
		Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	1	1	0,25	0,25	1,00	0,71	7,69	1,25	9,65	
		Poaceae										
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	72	3	18	0,75	24,00	51,06	23,08	30,00	104,14		
	Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,71	7,69	1,25	9,65		
	<b>Total</b>	<b>141</b>	<b>13</b>	<b>35,25</b>	<b>3,25</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		

Tabela 10A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento com glyphosate + pyrazosulfuron-ethyl + flumioxazin, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Glifosato + Pyrazosulfuron-ethyl + Flumioxazin	Amaranthaceae										
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	24	3	6	0,75	8,00	19,20	15,00	17,45	51,65
	Asteraceae										
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	13	3	3,25	0,75	4,33	10,40	15,00	9,45	34,85
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	11	2	2,75	0,5	5,50	8,80	10,00	12,00	30,80
		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3	2	0,75	0,5	1,50	2,40	10,00	3,27	15,67
	Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,60	5,00	4,36	10,96
	Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	10	2	2,5	0,5	5,00	8,00	10,00	10,91	28,91
	Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	13	2	3,25	0,5	6,50	10,40	10,00	14,18	34,58
Poaceae											
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	48	4	12	1	12,00	38,40	20,00	26,18	84,58	
Portulacaceae											
	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,80	5,00	2,18	7,98	
	<b>Total</b>	<b>125</b>	<b>20</b>	<b>31,25</b>	<b>5</b>	<b>45,83</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	



Tabela 11A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 1, destinado ao tratamento sem capina, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI		
Sem Capina	Amaranthaceae											
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	36	3	9	0,75	12,00	21,95	11,54	18,77	52,26	
		<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,61	3,85	1,56	6,02	
		Asteraceae										
		<i>Ageratum conyzoides</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,22	3,85	3,13	8,19	
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1	1	0,25	0,25	1,00	0,61	3,85	1,56	6,02	
		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,61	3,85	1,56	6,02	
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	4	3	1	0,75	1,33	2,44	11,54	2,09	16,06	
		Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	5	2	1,25	0,5	2,50	3,05	7,69	3,91	14,65	
		Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	40	2	10	0,5	20,00	24,39	7,69	31,29	63,37	
		Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	15	3	3,75	0,75	5,00	9,15	11,54	7,82	28,51	
		Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	43	4	10,75	1	10,75	26,22	15,38	16,82	58,42	
		<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	2	1	0,5	0,25	2,00	1,22	3,85	3,13	8,19	
	Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	13	3	3,25	0,75	4,33	7,93	11,54	6,78	26,24		
	Solanaceae											
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,61	3,85	1,56	6,02		
	<b>Total</b>	<b>164</b>	<b>26</b>	<b>41</b>	<b>6,5</b>	<b>63,92</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		

Tabela 12A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI
	Asteraceae									
	<i>Bidens pilosa</i> (L.)	10	2	2,5	0,5	5,00	8,40	13,33	5,43	27,17
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	9	2	2,25	0,5	4,50	7,56	13,33	4,89	25,79
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3	2	0,75	0,5	1,50	2,52	13,33	1,63	17,48
	Comelinaceae									
	<i>Commelina benghalensis</i> L.	20	1	5	0,25	20,00	16,81	6,67	21,74	45,21
	Convolvulaceae									
Saflufenacil	<i>Ipomoea purpurea</i>	3	1	0,75	0,25	3,00	2,52	6,67	3,26	12,45
	Euphorbiaceae									
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	7	3	1,75	0,75	2,33	5,88	20,00	2,54	28,42
	Poaceae									
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	17	3	4,25	0,75	5,67	14,29	20,00	6,16	40,45
	Rubiaceae									
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	50	1	12,5	0,25	50,00	42,02	6,67	54,35	103,03
	<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>15</b>	<b>29,75</b>	<b>3,75</b>	<b>92</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Tabela 13A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI		
Pyrazosulfuron-ethyl	Amaranthaceae											
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	19	2	4,75	0,5	9,50	7,66	10,53	10,02	28,21	
		<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,40	5,26	1,05	6,72	
		Asteraceae										
		<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,40	5,26	1,05	6,72	
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	25	1	6,25	0,25	25,00	10,08	5,26	26,36	41,71	
		Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	43	3	10,75	0,75	14,33	17,34	15,79	15,11	48,24	
		Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	11	2	2,75	0,5	5,50	4,44	10,53	5,80	20,76	
		Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	78	4	19,5	1	19,50	31,45	21,05	20,56	73,07	
		Cyperaceae										
	<i>Cyperus rotandus</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	0,81	5,26	2,11	8,18		
	Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	68	4	17	1	17,00	27,42	21,05	17,93	66,40		
	<b>Total</b>	<b>248</b>	<b>19</b>	<b>62</b>	<b>4,75</b>	<b>94,83</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		

Tabela 14A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Sethoxydim + saflufenacil	Amaranthaceae										
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	17	2	4,25	0,5	8,50	8,46	10,00	8,08	26,53
	Asteraceae										
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	24	3	6	0,75	8,00	11,94	15,00	7,60	34,54
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	3	1	0,75	0,25	3,00	1,49	5,00	2,85	9,34
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	5	1	1,25	0,25	5,00	2,49	5,00	4,75	12,24
	Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,50	5,00	0,95	6,45
	Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	20	1	5	0,25	20,00	9,95	5,00	19,00	33,95
	Cyperaceae										
		<i>Cyperus rotandus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,50	5,00	0,95	6,45
	Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpurea</i>	15	1	3,75	0,25	15,00	7,46	5,00	14,25	26,71
	Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	3	2	0,75	0,5	1,50	1,49	10,00	1,43	12,92
	Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	63	4	15,75	1	15,75	31,34	20,00	14,96	66,31
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	4	1	1	0,25	4,00	1,99	5,00	3,80	10,79	
Cyperaceae											
	<i>Cyperus rotandus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,50	5,00	0,95	6,45	
Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	45	2	11,25	0,5	22,50	22,39	10,00	21,38	53,77	
	<b>Total</b>	<b>201</b>	<b>20</b>	<b>50,25</b>	<b>5</b>	<b>105,25</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	

Tabela 15A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Sethoxydim + Pyrazosulfuron-ethyl	Amaranthaceae										
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	3	1	0,75	0,25	3,00	1,73	5,88	5,17	12,79
		<i>Amaranthus viridis</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,58	5,88	1,72	8,18
	Asteraceae										
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	25	4	6,25	1,00	6,25	14,45	23,53	10,78	48,76
	Cyperaceae										
		<i>Cyperus rotundus</i> L.	8	1	2	0,25	8,00	4,62	5,88	13,79	24,30
	Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	9	2	2,25	0,50	4,50	5,20	11,76	7,76	24,73
	Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	33	3	8,25	0,75	11,00	19,08	17,65	18,97	55,69
		<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	1	1	0,25	0,25	1,00	0,58	5,88	1,72	8,18
Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	93	4	23,25	1	23,25	53,76	23,53	40,09	117,37	
	<b>Total</b>	<b>173</b>	<b>17</b>	<b>43,25</b>	<b>4,25</b>	<b>58</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	

Tabela 16A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + saflufenacil + chlorimuron-ethyl, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI
	Amaranthaceae									
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	24	2	6	0,5	12,00	12,63	11,11	15,55	39,29
	Asteraceae									
	<i>Bidens pilosa</i> (L.)	39	2	9,75	0,5	19,50	20,53	11,11	25,27	56,91
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1	1	0,25	0,25	1,00	0,53	5,56	1,30	7,38
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	2	1	0,5	0,25	2,00	1,05	5,56	2,59	9,20
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1	1	0,25	0,25	1,00	0,53	5,56	1,30	7,38
	Comelinaceae									
	<i>Commelina benghalensis</i> L.	3	1	0,75	0,25	3,00	1,58	5,56	3,89	11,02
	Cyperaceae									
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	2	1	0,5	0,25	2,00	1,05	5,56	2,59	9,20
	Euphorbiaceae									
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	7	1	1,75	0,25	7,00	3,68	5,56	9,07	18,31
	Poaceae									
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	14	3	3,5	0,75	4,67	7,37	16,67	6,05	30,08
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	1	1	0,25	0,25	1,00	0,53	5,56	1,30	7,38
	Rubiaceae									
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	96	4	24	1	24,00	50,53	22,22	31,10	103,85
	<b>Total</b>	<b>190</b>	<b>18</b>	<b>47,5</b>	<b>4,5</b>	<b>77,17</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Tabela 17A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + saflufenacil + imazethapyr, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI		
Sethoxydim + Saflufenacil + Imazethapyr	Asteraceae											
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	5	2	1,25	0,5	2,50	2,55	9,52	3,62	15,70	
		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	3	2	0,75	0,5	1,50	1,53	9,52	2,17	13,23	
		<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	1	1	0,25	0,25	1,00	0,51	4,76	1,45	6,72	
		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3	3	0,75	0,75	1,00	1,53	14,29	1,45	17,27	
		Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpurea</i>	1	1	0,25	0,25	1,00	0,51	4,76	1,45	6,72	
		Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	2	2	0,5	0,5	1,00	1,02	9,52	1,45	11,99	
		Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	21	3	5,25	0,75	7,00	10,71	14,29	10,14	35,14	
		Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	46	3	11,5	0,75	15,33	23,47	14,29	22,22	59,98	
		<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	1	1	0,25	0,25	1,00	0,51	4,76	1,45	6,72	
	Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	113	3	28,25	0,75	37,67	57,65	14,29	54,59	126,53		
	<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>21</b>	<b>49</b>	<b>5,25</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		

Tabela 18A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl + saflufenacil, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI		
Glifosato + Pyrazosulfuron-ethyl + Saflufenacil	Asteraceae											
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	18	2	4,5	0,5	9,00	11,18	14,29	10,71	36,18	
		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	12	2	3	0,5	6,00	7,45	14,29	7,14	28,88	
		Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpurea</i>	5	1	1,25	0,25	5,00	3,11	7,14	5,95	16,20	
		Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	13	1	3,25	0,25	13,00	8,07	7,14	15,48	30,69	
		Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	26	4	6,5	1,00	6,50	16,15	28,57	7,74	52,46	
		<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	1	1	0,25	0,25	1,00	0,62	7,14	1,19	8,95	
		<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	1	1	0,25	0,25	1,00	0,62	7,14	1,19	8,95	
		Rubiaceae										
		<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	85	2	21,25	0,5	42,50	52,80	14,29	50,60	117,68	
	<b>Total</b>	<b>161</b>	<b>14</b>	<b>40,25</b>	<b>3,5</b>	<b>84</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		



Tabela 19A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento com sethoxydim + pyrazosulfuron-ethyl + flumioxazin, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI	
Glifosato + Pyrazosulfuron-ethyl + Flumioxazin	Asteraceae										
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	13	1	3,25	0,25	13,00	5,26	4,76	11,02	21,04
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	13	1	3,25	0,25	13,00	5,26	4,76	11,02	21,04
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	3	2	0,75	0,5	1,50	1,21	9,52	1,27	12,01
		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3	3	0,75	0,75	1,00	1,21	14,29	0,85	16,35
	Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	71	2	17,75	0,5	35,50	28,74	9,52	30,08	68,35
	Brassicaceae										
		<i>Lepidium virginivum</i> L.	3	1	0,75	0,25	3,00	1,21	4,76	2,54	8,52
	Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpurea</i>	5	1	1,25	0,25	5,00	2,02	4,76	4,24	11,02
	Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	14	3	3,5	0,75	4,67	5,67	14,29	3,95	23,91
	Poaceae										
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	41	3	10,25	0,75	13,67	16,60	14,29	11,58	42,47	
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	1	1	0,25	0,25	1,00	0,40	4,76	0,85	6,01	
Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	80	3	20	0,75	26,67	32,39	14,29	22,60	69,27	
	<b>Total</b>	<b>247</b>	<b>21</b>	<b>61,75</b>	<b>5,25</b>	<b>118</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	

Tabela 20A - Valores de número total de indivíduos (NTI), número de parcelas presentes (NPP), densidade (DEN), frequência (FRE), abundância (ABU), densidade relativa (DER), frequência relativa (FRR), abundância relativa (ABR) e índice de valor de importância (IVI) de espécies de plantas daninhas e suas respectivas famílias em área do experimento 2, destinado ao tratamento sem capina, no período de janeiro de 2016. Carmo de Minas-MG.

Tratamento	Espécie	NTI	NPP	DEN	FRE	ABU	DER	FRR	ABR	IVI		
Sem capina	Asteraceae											
		<i>Bidens pilosa</i> (L.)	11	3	2,75	0,75	3,67	4,70	16,67	4,65	26,01	
		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	2	1	0,5	0,25	2,00	0,85	5,56	2,53	8,94	
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	2	1	0,5	0,25	2,00	0,85	5,56	2,53	8,94	
		Comelinaceae										
		<i>Commelina benghalensis</i> L.	6	1	1,5	0,25	6,00	2,56	5,56	7,60	15,72	
		Convolvulaceae										
		<i>Ipomoea purpurea</i>	1	1	0,25	0,25	1,00	0,43	5,56	1,27	7,25	
		Euphorbiaceae										
		<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	31	3	7,75	0,75	10,33	13,25	16,67	13,09	43,01	
		Poaceae										
		<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	85	4	21,25	1,00	21,25	36,32	22,22	26,93	85,47	
		<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	1	1	0,25	0,25	1,00	0,43	5,56	1,27	7,25	
	Rubiaceae											
	<i>Spermacoce latifolia</i> Aubl.	95	3	23,75	0,75	31,67	40,60	16,67	40,13	97,39		
	<b>Total</b>	<b>234</b>	<b>18</b>	<b>58,5</b>	<b>4,5</b>	<b>78,92</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		

Tabela 21A - Insumos utilizados na condução das mudas de cafeeiro arábica da cultivar Topázio MG 1190. Lavras-MG, 2016. (Continua)

<b>INSUMOS</b>				
<b>Data/Aplicação</b>	<b>Nome</b>	<b>Classe</b>	<b>Quantidade (gramas/planta) ou Concentração (%/litro)</b>	<b>Composição</b>
29/04/2016	Super Fosfato Simples	Fertilizante químico composto	70	18% de P2O5; 18% de Ca; 12% de S
06/05/2016	Biozyme	Fertilizante foliar	0,00075	1,5% N; 5,0% de K <sub>2</sub> O; 3,5% de C.O.; 0,08% de B; 0,4% de Fe; 1,0% de Mn; 2,0% de Zn; 1,0% de S; 83 ppm de Zeatina; 32 ppm de Ácido Indol Acético e 32 ppm de Giberelinas
	Azoxistrobina	Fungicida sistêmico	0,00025	50 % m/m
06/05/2016	20-05-20	Fertilizante químico formulado	10	20% N; 5% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 20% K <sub>2</sub> O; 9% Ca; 1% de Mg e 8% de S
	Boscalida	Fungicida sistêmico	0,0005	50 % m/m
	Azoxistrobina	Fungicida sistêmico	0,00025	50 % m/m
	Clorantraniliprole	Inseticida de contato e ingestão	0,0003	35% m/m
20/05/2016	Biozyme	Fertilizante foliar	0,00075	1,5% N; 5,0% de K <sub>2</sub> O; 3,5% de C.O.; 0,08% de B; 0,4% de Fe; 1,0% de Mn; 2,0% de Zn; 1,0% de S; 83 ppm de Zeatina; 32 ppm de Ácido Indol Acético e 32 ppm de Giberelinas
10/06/2017	Fosfato monoamônico (MAP)	Fertilizante químico formulado	0,5% (500 ml por planta)	11% de N ; 52% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
10/06/2017	Ciproconazol + Azoxistrobina	Fungicida sistêmico	0,000625	8% m/v; 20% m/v

Tabela 22A - Insumos utilizados na condução das mudas de cafeeiro arábica da cultivar Topázio MG 1190. Lavras-MG, 2016. (Conclusão)

10/06/2017	Fertilizante foliar composto	0,001	20% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 1,75% de S; 3,5% de Cu
15/06/2016	Fulland	Fertilizante foliar composto	0,001
	Boscalida	Fungicida sistêmico	0,0005
	Azoxistrobina	Fungicida sistêmico	0,00025
01/07/2016	20-05-20	Fertilizante químico formulado	10
01/07/2016	Cal hidratada	Fertilizante foliar misto	0,001
	Viça-Café	Fertilizante foliar misto	0,000625
	Ciproconazol + Azoxistrobina	Fungicida sistêmico	0,000625
22/07/2016	Uréia	Fertilizante químico composto	10
03/08/2016	Cal hidratada	Fertilizante foliar	0,001
	Viça-Café	Fertilizante foliar	0,000625
07/08/2016	20-05-20	Fertilizante químico formulado	15
31/08/2016	20-05-20	Fertilizante químico formulado	15
08/09/2016	Clorpirifós	Inseticida/acaricida de contato e ingestão	0,0025
22/09/2016	20-05-20	Fertilizante	20