



LAÍS DE OLIVEIRA SILVA

**DOSES DE FOMESAFEN E POPULAÇÕES DE
PLANTAS NO CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS E NAS CULTURAS DO FEIJÃO E
SORGO EM SUCESSÃO**

LAVRAS – MG

2016

LAÍS DE OLIVEIRA SILVA

**DOSES DE FOMESAFEN E POPULAÇÕES DE PLANTAS NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E NAS CULTURAS DO
FEIJÃO E SORGO EM SUCESSÃO**

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 obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Messias José Bastos de Andrade

Coorientador

Dr. Adenilson Henrique Gonçalves

LAVRAS – MG

2016

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

Silva, Laís de Oliveira.

Doses de fomesafen e populações de plantas no controle de plantas daninhas e nas culturas do feijão e sorgo em sucessão / Laís de Oliveira Silva. – Lavras : UFLA, 2016.

118 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)—Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Messias José Bastos de Andrade.

Bibliografia.

1. Fitotoxicidade. 2. Phaseolus vulgaris L. 3. Fomesafen. 4. Sorghum bicolor L. 5. Herbicida. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

LAÍS DE OLIVEIRA SILVA

**DOSES DE FOMESAFEN E POPULAÇÕES DE PLANTAS NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E NAS CULTURAS DO
FEIJÃO E SORGO EM SUCESSÃO**

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 obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 22 de março de 2016.

Dr. Adenilson Henrique Gonçalves	UFLA
Dr. Augusto Ramalho Morais	UFLA
Dr. Elifas Nunes de Alcântara	EPAMIG
Dr. Moisés Souza Reis	EPAMIG

Dr. Messias José Bastos de Andrade
Orientador

LAVRAS – MG

2016

A Deus Pai todo poderoso.

*Aos meus pais, José Silva e Maria Esperança de Oliveira, responsáveis pela
minha enorme vontade de sempre ser melhor e me superar, pelo amor
incondicional.*

*Ao meu querido irmão Álvaro Silva, que estava sempre pronto a me ajudar e
viajar comigo. Aos familiares e amigos.*

DEDICO

*Ao meu melhor amigo, companheiro e namorado, Matheus Nunes da Silva, luz
que brilha em minha vida e está sempre presente e me ajudando.*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda força e luz, sempre presente nos momentos mais difíceis, por me acompanhar em toda essa jornada, realizando Seus planos em mim e me dando a graça.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela oportunidade de realizar este curso de pós-graduação, nível Mestrado em Fitotecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsas de estudo em minha vida acadêmica.

Ao professor Messias José Bastos de Andrade, pela orientação, ensinamentos e compreensão.

Ao professor Adenilson Henrique Gonçalves, pela amizade, conselhos e auxílio.

Ao pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, Elifas Nunes de Alcântara, pela ajuda inestimável na análise estatística para a finalização deste trabalho.

Ao professor Itamar Ferreira de Souza, pela contribuição e sugestões no projeto e na qualificação.

À EPAMIG – Fazenda Experimental de Lambari-MG, pela concessão da área experimental, e aos seus funcionários, pela ajuda e auxílio imprescindíveis na condução do experimento.

Ao Laboratório de Pesquisa do Feijoeiro do Departamento de Agricultura - DAG (Fábio, Bruno Soares, Bruno Cardillo, Geraldo Gontijo, e alunos de iniciação científica), ao técnico de laboratório Geraldo e ao técnico agrícola Antônio, pelo aprendizado, amizade e apoio na condução dos experimentos.

À Dâmiany, pela amizade e auxílio nas análises estatísticas.

Ao setor de Grandes Culturas do DAG e a todos os funcionários pela imensa ajuda.

Às minhas irmãs de república, que embarcaram comigo nessa jornada e foram minha família por mais de 18 meses, fazendo-me rir, me confortando e me escutando sempre!

A todos que de alguma forma gentilmente contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

Na cultura do feijoeiro comum, um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade é a competição com plantas daninhas por água, luz e nutrientes, assim, o seu controle químico é uma operação importante nos sistemas de produção, com a finalidade de reduzir e/ou eliminar os efeitos indesejados da interferência. O objetivo foi avaliar a fitotoxicidade em plantas daninhas do ingrediente ativo fomesafen, utilizado como herbicida em pós-emergência na cultura do feijoeiro comum, bem como sua atividade residual sobre o crescimento do sorgo cultivado em sucessão. Os experimentos foram conduzidos na região Sul de Minas Gerais, na Fazenda Experimental de Lambari, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, na safra de outono-inverno, e na Fazenda Muquém da Universidade Federal de Lavras, na safra das águas. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com três repetições, e os tratamentos em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro doses do herbicida fomesafen (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 L.ha⁻¹) e quatro populações de plantas do feijoeiro cultivar BRSMG Majestoso (100, 167, 233 e 300 mil plantas.ha⁻¹ em Lambari, e 100, 133, 167 e 200 mil plantas.ha⁻¹ em Lavras). A semeadura do sorgo foi realizada em sucessão ao feijão, 89 dias após a aplicação do fomesafen. Foram identificadas 11 espécies de plantas daninhas em Lambari, com fitotoxicidade do fomesafen sobre batata, tiririca, grama-seda e poaia, e 14 espécies em Lavras, dentre as quais 7 apresentaram fitotoxicidade do produto. As características avaliadas no sorgo não foram influenciadas significativamente pelos tratamentos aplicados no feijoeiro. O fomesafen se mostrou seletivo para o feijoeiro, não interferiu nas características produtivas, bem como não deixou resíduos para cultura do sorgo em sucessão.

Palavras-chave: Fitotoxicidade. *Phaseolus vulgaris* L., herbicida. *Sorghum bicolor* L.

ABSTRACT

In the common bean crop, one of the main responsible factors for low productivity is the weed competition by water, light and nutrients and thus its chemical control is an important operation in production systems, in order to reduce and, or eliminate the undesirable effects of interference. The objective was to evaluate the phytotoxicity and weed control by fomesafen in bean crop and its residual activity on sorghum crop in succession. The experiments were conducted in the south of Minas Gerais state, at the Lambari Experimental Farm of the Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, in autumn winter season and Muquém Experimental Farm of the Federal University of Lavras, in the rainy season. The experimental design was a randomized block, with three replications and a factorial 4 x 4, with four doses of fomesafen (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 L.ha⁻¹) and four bean plant populations (120, 200, 280 and 360 000 plants.ha⁻¹ at Lambari and 120, 160, 200 and 240 000 plants.ha⁻¹ at Lavras). Sowing sorghum was carried out in succession to the beans, 89 days after application of fomesafen. It was identified 11 weed species at Lambari, with fomesafen phytotoxicity on potato, nutsedge, bermudagrass and ipecac, and 14 species at Lavras, including crabgrass, dairy and mentrasto that it showed phytotoxicity. The sorghum characteristics were not influenced by bean populations and herbicide doses, which it did not interfere on the sorghum development and productivity. Thus, the fomesafen showed selective for bean, not interfering on the production characteristics and the herbicide doses left no residue on the sorghum crop in succession.

Keywords: Phytotoxicity, *Phaseolus vulgaris* L., herbicide, *Sorghum bicolor* L..

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Destino dos Herbicidas aplicados no Solo	31
Figura 2	Molécula do Fomesafen.....	32
Figura 3	Efeito de doses do herbicida fomesafen sobre a densidade de plantas remanescentes de batata na cultura do feijoeiro. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	50
Figura 4	Efeito de doses do herbicida fomesafen sobre a densidade de plantas de poaia na cultura do feijoeiro. Safra de inverno, Lambari, 2016...	51
Figura 5	Efeito de doses do herbicida fomesafen sobre a densidade de trevo dentro da população de 233 mil plantas ha ⁻¹ . Safra de inverno, Lambari, 2016	52
Figura 6	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante batata, avaliações aos 7 e 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.	59
Figura 7	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante tiririca, avaliações aos 7 e 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016	60
Figura 8	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante grama-seda, avaliações aos 7 e 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016	61
Figura 9	Efeito de populações de feijoeiro sobre a intoxicação de poaia dentro da dose 1,0L ha ⁻¹ de fomesafen e efeito de doses de fomesafen dentro da população de 100 mil plantas de feijão ha ⁻¹ , aos 7 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	62
Figura 10	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante poaia branca aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	63

Figura 11	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante losna, aos 7 e 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016	65
Figura 12	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante trapoeraba, aos 7 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	66
Figura 13	Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante trevo aos 7 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	67
Figura 14	Efeito das populações do feijoeiro sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante trevo aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	68
Figura 15	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante trevo aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.	68
Figura 16	Efeito de populações de feijoeiro sobre a massa de matéria seca de plantas daninhas por ocasião da colheita do feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	72
Figura 17	Precipitação de Lavras, MG, de Outubro de 2014 a Abril de 2015.	73
Figura 18	Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante apaga-fogo aos 7 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	81
Figura 19	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante apaga-fogo aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	82
Figura 20	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante corda de viola aos 7 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	83

Figura 21	Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante corda de viola aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016	84
Figura 22	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante mentrasto aos 7 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	86
Figura 23	Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante mentrasto aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	87
Figura 24	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante poaia branca aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	88
Figura 25	Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante capim-colchão aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	89
Figura 26	Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante timbete aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	90
Figura 27	Efeito das populações do feijoeiro sobre o número de vagens por planta do feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016	95
Figura 28	Precipitação de Lambari, Minas Gerais.....	97
Figura 29	Sinais de necrose no feijoeiro devido ao contato do herbicida fomesafen, 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016	97
Figura 30	Estande do sorgo 30 dias após o plantio. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	102
Figura 31	Cultura do sorgo no Estádio 6 – Floração. Safra de inverno, Lambari, 2016	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estádios do desenvolvimento do feijoeiro, descritos por Fernandez et al. (1985).....	21
Tabela 2	Fase de Crescimento e Estádios Fenológicos do sorgo	24
Tabela 3	Características químicas e físicas determinadas em amostras de solo das áreas experimentais, na camada de 0 - 20 cm de profundidade	36
Tabela 4	Classificação qualitativa de plantas daninhas de acordo com a quantidade de plantas observadas.....	40
Tabela 5	Correspondência entre os valores da escala EWRC, chamada de índice de fitotoxicidade, e sua classificação quanto à fitotoxicidade nas plantas.....	42
Tabela 6	Composição e classificação quantitativa de plantas daninhas em duas avaliações durante o ciclo cultural do feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016	46
Tabela 7	Resumo da análise de variância da variável densidade de plantas daninhas aos 14 DAA das espécies batata, poaia e trevo. Safra de inverno, Lambari, 2016	47
Tabela 8	Resumo da análise de variância da variável densidade de plantas daninhas aos 14 DAA das espécies grama seda, losna, tiririca e trapoeraba. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	48
Tabela 9	Valores médios da densidade (plantas por m ²) de plantas de batata e poaia em função de doses do herbicida fomesafen aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	49

Tabela 10	Resumo da análise de variância do desdobramento da interação Pop. Feijoeiro X Doses do herbicida sobre a densidade de plantas de trevo aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016	52
Tabela 11	Valores médios observados de densidade de plantas daninhas (plantas/m ²), 14 DAA, das espécies grama seda, losna, tiririca e trapoeraba. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	53
Tabela 12	Resumo da análise de variância dos dados relativos à fitotoxicidade aos 7 DAA, às plantas daninhas batata, grama seda, losna, poaia branca, tiririca, trapoeraba e trevo. Safra de inverno, Lambari, 2016	56
Tabela 13	Resumo da análise de variância dos dados relativos à fitotoxicidade, aos 14 DAA, às plantas daninhas batata, grama seda, losna, poaia branca, tiririca, trapoeraba e trevo. Safra de inverno, Lambari, 2016.	57
Tabela 14	Valores médios de fitotoxicidade da planta daninha trapoeraba, aos 14 DAA, em função da população e das doses de fomesafen. Safra de inverno, Lambari, 2016.	58
Tabela 15	Resumo da análise de variância da variável matéria seca de plantas daninhas por ocasião da colheita do feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	70
Tabela 16	Composição de plantas daninhas e classificação quantitativa em duas avaliações durante o ciclo cultural do feijão. Safra das águas, Lavras, 2016.....	74
Tabela 17	Resumo da análise de variância dos dados relativos à fitotoxicidade, aos 7 DAA, às plantas daninhas apaga-fogo, capim-colchão, corda de viola, mentrasto, poaia branca, timbete e trapoeraba. Safra das águas, Lavras, 2016.....	77

Tabela 18	Resumo da análise de variância dos dados relativos à fitotoxicidade, aos 14 DAA, às plantas daninhas apaga-fogo, capim-colchão, corda de viola, mentrasto, poaia branca, timbete e trapoeraba. Safra das águas, Lavras, 2016.....	78
Tabela 19	Valores médios do índice de fitotoxicidade das plantas daninhas capim-colchão, poaia branca, timbete e trapoeraba, aos 7 e 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.....	79
Tabela 20	Resumo da análise de variância dos dados de NVP – número de vagens por planta, NGV – número de grãos por vagem, M100 – massa de 100 grãos e rendimento de grãos (RG) do feijoeiro. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	93
Tabela 21	Valores médios das características NVP – número de vagens por planta, NGV – número de grãos por vagem, M100 – massa de 100 grãos e rendimento de grãos (RG) do feijoeiro. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	94
Tabela 22	Resumo da análise de variância dos dados relativos a AP (altura de plantas), DBC (diâmetro basal do colmo), PMS (peso de matéria seca dos colmos e folhas) e EP (estande de plantas), M1000 (massa de 1000 grãos) e RG (rendimento de grãos) do sorgo “BRS 308” cultivado em sucessão ao feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.....	99
Tabela 23	Valores médios das características AP (altura de plantas), DBC (diâmetro basal do colmo), PMS (peso de matéria seca dos colmos e folhas), EP (estande de plantas), M1000 (massa de 1000 grãos) e RG (rendimento de grãos) do sorgo “BRS 308” cultivado em sucessão ao feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016	100

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	A cultura do feijoeiro	20
2.2	A cultura do sorgo	22
2.3	Plantas daninhas	25
2.4	Controle químico	27
2.4.1	Efeito residual	29
2.4.2	Fomesafen	31
3	MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1	Lambari	35
3.1.1	Local, clima e solo	35
3.1.2	Delineamento estatístico, tratamentos e detalhes das parcelas	36
3.2	Lavras	38
3.2.1	Local, clima e solo	38
3.2.2	Delineamento estatístico, tratamentos e detalhes das parcelas	38
3.3	Condução dos experimentos	39
3.4	Características avaliadas	40
3.4.1	Plantas daninhas	40
3.4.2	Feijão	42
3.4.3	Sorgo	43
3.5	Tratamento estatístico dos dados	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Plantas daninhas	45
4.1.1	Lambari	45

4.1.1.1	Identificação e densidade de plantas daninhas	45
4.1.1.1.2	Fitotoxicidade às plantas daninhas.....	55
4.1.1.3	Matéria seca de plantas daninhas na colheita do feijão	70
4.1.2	Lavras	72
4.1.2.1	Densidade de plantas daninhas.....	73
4.1.2.2	Fitotoxicidade às plantas daninhas.....	76
4.2	Feijoeiro	92
4.2.1	Lambari.....	92
4.3	Sorgo	98
5	CONCLUSÕES.....	103
	REFERÊNCIAS.....	104

1 INTRODUÇÃO

O feijão comum é de grande importância na alimentação humana por se tratar de excelente fonte de proteína, e no Brasil, constitui um dos alimentos mais tradicionais. O país é o maior produtor e consumidor mundial do feijão, no entanto, devido à sua grande extensão territorial e diversidade de sistemas de produção, apresenta diferentes níveis de produtividade, com parte da produção do grão associada a pequenas e médias propriedades, que utilizam baixo nível tecnológico (FRANCESQUINI, 2014). O feijão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social no Brasil, graças a mão de obra ainda empregada na cultura (VIEIRA et al., 2005), principalmente na agricultura familiar (SILVA et al., 2014). Além disso, sua produtividade é altamente influenciada por fatores ambientais como radiação solar, precipitação pluvial, temperatura, umidade e fertilidade do solo (ANDRADE et al., 2006).

Um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade dessa cultura é a competição com plantas daninhas (FERREIRA et al., 2006) por água, luz e nutrientes, que afeta diretamente a produtividade. O feijoeiro, por apresentar ciclo cultural curto e um crescimento inicial lento, é muito suscetível a interferência de plantas daninhas, principalmente, no início do seu desenvolvimento (MANABE et al., 2015), além disso, tem limitada capacidade competitiva, e as perdas de produtividade podem chegar de 35 a 67% (SALGADO et al., 2007; BORCHARTT et al., 2011). Segundo Manabe et al., (2015), a magnitude dessa competição interespecífica depende de fatores relacionados à comunidade infestante (densidade, distribuição e composição específica) e à própria cultura (gênero, espécie ou cultivar, espaçamento e densidade de plantio).

Dos trabalhos feitos no Brasil relacionados ao controle de plantas daninhas na cultura do feijoeiro, a maioria se refere ao controle com herbicidas

(SALGADO et al., 2007). Porém, maior cuidado deve se ter com os herbicidas utilizados nas lavouras, uma vez que alguns deles têm persistência longa no solo, o que pode levar à intoxicação de culturas sucessoras (SILVA et al., 2014). Herbicidas de maior persistência no solo apresentam maiores riscos de contaminação do ambiente, seja por lixiviação, volatilização e erosão. Vários autores relatam a complexidade do comportamento de herbicidas no solo (OLIVEIRA JR. et al., 2006; INOUE et al., 2008; OLIVEIRA JR. et al., 2011).

Entre os ingredientes ativos utilizados na cultura do feijão, alguns podem permanecer no solo e afetar culturas subsequentes, como trifluralin, imazamox e fomesafen (SILVA et al., 2007a). No caso do fomesafen, por exemplo, diversos autores, dentre eles Cobucci et al. (1998) e Jakelaitis et al. (2006) têm relatado fitotoxidez sobre as culturas do milho e sorgo em sucessão ao feijão.

No Brasil, o plantio direto e a possibilidade de mais de uma safra por ano, torna comum a sucessão de culturas e, como consequência, o solo está sempre coberto com diferentes espécies vegetais, não havendo tempo suficiente para dissipação total desses herbicidas (MANCUSO et al., 2011).

Além do efeito residual, o emprego dos herbicidas pode causar intoxicação sobre a cultura, nem sempre com sintomas visuais dessa intoxicação, sendo que alguns produtos podem prejudicar o rendimento das culturas, sem causar efeitos visualmente detectáveis (TORRES et al., 2012). No entanto, alguns herbicidas podem causar injúrias, que desaparecem com o desenvolvimento da cultura (NEGRISOLI et al., 2004).

Devido ao fato do uso intensivo de herbicidas para o controle de plantas daninhas, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade e o controle de plantas daninhas pelo fomesafen na cultura do feijoeiro, bem como a sua atividade residual sobre a cultura do sorgo em sucessão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do feijoeiro

O feijão é uma dicotiledônea da família Fabaceae e gênero *Phaseolus*, o qual tem sua origem nas Américas e possui cerca de 60 espécies, cinco das quais, cultivadas: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. Grau var. *latifolius* Freeman e *P. polyanthus* Greenman. São plantas herbáceas, anuais, com morfologia variável, consoante as cultivares (VIEIRA, 2006).

O Brasil é atualmente o maior consumidor mundial dessa cultura, e um dos maiores produtores, com semeadura ao longo de todo o ano, concentrando-se em três épocas ou safras. Na 1ª safra (safra das águas), a semeadura é feita entre agosto e outubro, podendo se estender até novembro e dezembro. Na 2ª safra, safra da seca ou safrinha (Nordeste e Sudeste) a semeadura é feita entre janeiro e abril, em regime de sequeiro. Já na 3ª safra (safra de outono-inverno ou safra irrigada), principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e algumas microrregiões do Nordeste, observa-se médios e grandes produtores, geralmente, usuários de tecnologia (EMBRAPA, 1999).

Na safra 2013/2014, os maiores estados produtores foram Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso, com produções de 808,9, 594,4 e 535,0 mil toneladas, que corresponderam a 23,5%, 17,3% e 15,5% da produção nacional, respectivamente (CONAB, 2014). Em algumas regiões predominam pequenos produtores, que utilizam sistemas considerados de baixa tecnologia. Já em outras regiões, especialmente nos estados do Bioma Cerrado, há produtores com áreas maiores, onde se utiliza sistemas mais intensivos de produção e com produtividades mais elevadas. Na Região Centro-Oeste, o cultivo da seca é mais importante e, nas regiões Norte e Nordeste, destaca-se a produção de caupi

(*Vigna unguiculata* L.), exceto em algumas microrregiões da Bahia e Sergipe (EMBRAPA, 1999).

Por ser o feijoeiro cultivado nas diversas épocas do ano, sob diferentes sistemas de cultivo, e nas mais variadas condições edafoclimáticas, o mesmo pode sofrer interferência de diversas espécies de plantas daninhas. Além disso, por se tratar de planta de ciclo vegetativo curto, torna-se bastante sensível à competição, sobretudo, nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo (EMBRAPA, 1999). Assim, sua baixa produtividade pode ser explicada, em parte, pelo manejo inadequado da comunidade infestante (MANABE et al., 2015). Quando não controladas adequadamente, as plantas daninhas além de competirem por fatores essenciais (água, luz e nutrientes), dificultam a operação de colheita e depreciam a qualidade do produto, servindo ainda, como hospedeiras intermediárias de insetos, nematóides e agentes causadores de doenças (EMBRAPA, 1999).

Para o estudo da competição das plantas daninhas com o feijoeiro, faz-se necessária uma revisão sobre os estádios fenológicos da planta de feijão.

Tabela 1 Estádios do desenvolvimento do feijoeiro, descritos por Fernandez et al. (1985).

Estádios Fenológicos	Descrição
V0	germinação
V1	emergência
V2	desdobramento das folhas primárias
V3	emissão da primeira folha trifoliolada
V4	emissão da terceira folha trifoliolada
R5	pré-floração: primeiro botão floral e o primeiro ráculo
R6	Florescimento: abre-se a primeira flor
R7	formação de vagens
R8	enchimento de grãos
R9	maturação fisiológica

O estágio V4 é considerado um dos mais importantes, pois, determina o arranque da planta do feijoeiro. Qualquer estresse (hídrico, nutricional, competição com plantas daninhas, fitotoxicidade de produtos químicos) que ocorra neste estágio, poderá prejudicar o desenvolvimento da planta (FERNANDEZ et al., 1985).

2.2 A cultura do sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) apresenta importância energética e alimentar, sendo uma das culturas mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação (EMBRAPA, 2008).

O sorgo é uma espécie de origem africana, pertencente à família *Poaceae*. Apresenta metabolismo fotossintético C4, que lhe confere alta produção de matéria seca e características específicas de tolerância à seca e ao calor, porém, com baixa tolerância ao frio (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2009). Essas características possibilitam sua expansão em regiões com distribuição irregular de chuvas (GONZALEZ et al., 2014).

A estimativa da produção de sorgo em 2013 foi de 2.068.705 toneladas, indicando um aumento de 1,5% em relação a 2012, a área plantada com o cereal cresceu 5,4% e a área colhida cresceu 9,9%; no entanto, o rendimento médio esperado caiu 7,7%. No estado de Minas Gerais houve crescimento de 17,0% na área plantada e de 16,2% na área colhida, porém, decresceram a produção (0,5%) e o rendimento médio (14,4%). O aproveitamento das melhores áreas para o plantio do milho naquele ano concedeu ao sorgo, áreas de menor fertilidade, o que influenciou negativamente no rendimento. O destaque na produção do cereal coube a Goiás (maior produtor nacional) com participação de 45,1% do total (IBGE, 2013).

As principais regiões produtoras de sorgo situam-se nos estados de GO, MG, MT e BA, com produções de 707,6, 506,1, 352,4 e 118,9 mil toneladas, respectivamente.

O uso de cultivares adaptadas às condições climáticas de várias regiões, constitui um dos principais fatores para maximizar a produção de grãos (GONZALEZ et al., 2014), que é muito utilizado na sucessão e rotação de culturas, e na formação de palha no sistema de plantio direto. Entretanto, a cultura tem sua produção afetada por diferentes pragas e doenças, além da interferência imposta por plantas daninhas (CABRAL et al., 2013), com perdas que variam de 40% a 97% no rendimento de grãos, devido a convivência com plantas daninhas durante as quatro primeiras semanas após a emergência (RIZZARDI et al. 2004). Essa cultura também tem se mostrado sensível à intoxicação por herbicidas utilizados em culturas que estavam anteriormente na área de plantio, conforme verificaram Dan et al. (2010).

São classificados em quatro grupos: 1) granífero; 2) forrageiro para silagem e/ou sacarino; 3) forrageiro para pastejo/corte; e 4) verde/fenação/cobertura morta e vassoura, dos quais, o sorgo granífero é o que tem maior expressão econômica (EMBRAPA, 2009). Seu desenvolvimento fenológico é dividido em três fases (estádios de crescimento – EC).

Tabela 2 Fase de Crescimento e Estádios Fenológicos do sorgo.

Fase de Crescimento	Descrição	Estádios Fenológicos
EC1	germinação até a iniciação da panícula	Estádio 0 (Emergência) – 4 a 10 dias
		Estádio 1 (Visível a lígula/colar ou cartucho da 3ª folha) – cerca de 10 dias após a emergência (DAE).
		Estádio 2 (Visível a lígula/colar da 5ª folha) – 21 DAE.
EC2	iniciação da panícula ao florescimento (rápido alongamento colmo e panícula levando a planta ao emborrachamento)	Estádio 3 (Diferenciação do ponto de crescimento) – cerca de 30 DAE.
		Estádio 4 (Visível a folha bandeira) – rápido alongamento do colmo.
		Estádio 5 (Emborrachamento) – máxima área foliar.
EC3	floração à maturação fisiológica (rápida transferência de nutrientes acumulados nas folhas e nos colmos para as panículas, os grãos passam do estágio de grão leitoso para de massa dura ou pastoso)	Estádio 6 (50% de floração) –cerca de 60 dias.
		Estádio 7 (Grão Leitoso) – Cerca de 50% da MS dos grãos já foram acumulados (cerca de 70 DAE), e o peso do colmo diminui.
		Estádio 8 (Grão Pastoso) – Cerca de ¾ de MS dos grãos já foram acumulados (cerca de 85 DAE).
		Estádio 9 (Maturação fisiológica) – Os grãos estão com 22 a 23% de umidade (cerca de 95 DAE).

Fonte Adaptado de Embrapa (2012).

2.3 Plantas daninhas

As plantas daninhas têm seu conceito baseado na sua indesejabilidade em relação a uma atitude humana (LORENZI, 1991). Embrapa (1999) apresenta que planta daninha é aquela que está fora de lugar. Oliveira Jr et al. (2011) definem que são plantas não melhoradas geneticamente, que apresentam rusticidade, são capazes de crescer em condições adversas (como ambientes desérticos ou alagados, com temperaturas baixas ou altas e solos salinos), possuem resistência a pragas e doenças, produzem grande número de sementes viáveis, possuem adaptações para melhor dispersão e formas variadas de multiplicação (tubérculos, estolões, rizomas e bulbos).

Pesquisas sobre o comportamento das plantas infestantes são fundamentais para dar suporte a uma agricultura sustentável em solos tropicais, pois, sua interferência, pode causar perdas significativas de produtividade, principalmente em culturas que possuem baixa capacidade competitiva por recursos com as espécies invasoras (CONCENÇO et al., 2013). Além disso, à medida que as práticas culturais são inovadas, as espécies daninhas menos adaptadas a estas práticas são selecionadas e tendem a desaparecer, enquanto que as mais adaptadas, que estavam em menor frequência, passam a dominar a área (RADOSEVICH et al., 1997).

O potencial de produzir elevado número de sementes constitui um dos principais mecanismos que asseguram a sobrevivência de uma determinada espécie, sobretudo, espécies anuais, nas quais as sementes que escapam dos métodos de controle durante o ciclo da cultura, passam a formar e compor um banco de sementes no solo, persistindo ali por muitos anos, causando infestações futuras (CONCENÇO et al., 2013). Assim, essas plantas podem provocar efeitos maléficos quando não controladas adequadamente, por causa da pressão que

exercem sobre a cultura, por fatores essenciais como água, luz e nutrientes. Além de dificultar a colheita e depreciar a qualidade do produto, servindo ainda, como hospedeiras intermediárias de insetos, nematóides e agentes causadores de doenças. Entretanto, essas plantas possuem também alguns efeitos benéficos tais como diminuição de erosão, reciclagem de nutrientes, formação de cobertura morta e favorecimento de inimigos naturais (EMBRAPA, 1999).

Victoria Filho (1994) concluiu que o 20º e o 30º dia após a emergência do feijoeiro é o período mais importante da competição com as plantas daninhas. A intensificação dessa competição depende de uma série de fatores relacionados tanto à cultura como às plantas daninhas: variedade, espaçamento, densidade e adubação do feijoeiro; e tipo, densidade de ocorrência e período de interferência das plantas daninhas. Dentre estes fatores destacam-se a densidade e o tipo de plantas daninhas, e a época em que a competição ocorre.

Quando se encontra essas plantas no final do ciclo do feijoeiro, ocorre problema sério durante a colheita, reduzindo a produtividade, por ficarem plantas sem serem colhidas (EMBRAPA, 2005). Essas perdas em produtividade, segundo Vogt et al. (2014) podem variar de 42,2% a 61,2%, sendo que cultivares que apresentaram as menores perdas foram aqueles que exerceram maior supressão sobre o crescimento das plantas daninhas.

Estima-se que nas áreas brasileiras com atividades agrícolas, ocorrem aproximadamente 1.200 espécies de plantas daninhas, e dentre elas, pelo menos 32 são citadas como importantes na cultura do feijoeiro. Destas, mais de 60% pertencem às famílias Poaceae (12) e Asteraceae (8), sendo, na maioria, de ciclo anual e de reprodução por semente (EMBRAPA, 1999). Arevalo e Rozanski (1991) relatam as espécies *Brachiaria plantaginea*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Acanthospermum hispidum*, *Bidens pilosa* e *Galinsoga parviflora*, dentre outras, como sendo de alta nocividade. Em relação ao picão-preto (*Bidens pilosa*), quanto mais coincidente for a sua emergência com a

emergência do feijoeiro cultivar Carioca, maiores são os efeitos negativos sobre a cultura (PARREIRA et al., 2007).

2.4 Controle químico

O feijoeiro é uma planta de ciclo vegetativo curto, bastante sensível à competição de plantas daninhas, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento vegetativo (EMBRAPA, 1999), sendo necessário um manejo eficiente dessas plantas por meio de medidas preventivas, controle mecânico ou químico.

O controle mais utilizado e recomendado atualmente é o químico, que além de ser o mais barato dentre os outros métodos de controle, permite maior flexibilidade (EMBRAPA, 2005), no entanto, os herbicidas representam os maiores dispêndios no manejo das culturas (MANCUSO et al., 2011) e é fundamental ter algum conhecimento sobre a fisiologia das plantas e dos grupos químicos dos herbicidas para o sucesso (OLIVEIRA et al., 2013).

Os produtos disponíveis no mercado podem ser aplicados em pré-plantio, pré-emergência e pós-emergência, quando aplicados corretamente, são muito eficazes (EMBRAPA, 2005). Segundo Victoria Filho (1994), os pós-emergentes são absorvidos principalmente via foliar por plantas daninhas e a cultura, sendo indicados para o controle de plantas daninhas tardias ou para as que resistiram aos herbicidas pré-emergentes. Seus efeitos são condicionados ao estágio de desenvolvimento da cultura e das plantas daninhas por ocasião da aplicação. Nas aplicações em pós-emergência, a seletividade dos produtos é função de mecanismos fisiológicos de degradação da molécula do herbicida, que evitam assim, injúrias às plantas.

Os herbicidas pós-emergentes têm sido preferidos pelos produtores porque possibilita observar qual tipo de infestação está ocorrendo, e escolher o

melhor produto e dosagem para ser aplicado na propriedade, ou até mesmo em áreas menores dentro da área cultivada. O controle de gramíneas com herbicidas pós-emergentes, é, em geral, realizado com sucesso. No caso da cultura do feijão, o controle das plantas de folhas largas, do mesmo grupo do feijão, geralmente é mais difícil, pois os herbicidas podem causar fitotoxidez mesmo seguindo as instruções do fabricante. Em muitos casos, o feijoeiro consegue se recuperar do dano causado, não afetando a produção (EMBRAPA, 2005). Essa recuperação depende de alguns fatores como variedade, ciclo, estágio de crescimento no momento da aplicação, manejo de irrigação, distribuição das raízes no perfil do solo e condições edafoclimáticas (OLIVEIRA et al., 2013).

Entre os herbicidas recomendados para o controle de dicotiledôneas na cultura de feijão, destacam-se fomesafen, imazamox e bentazon (SILVA et al., 2013), enquanto que para o controle de monocotiledôneas predominam sethoxydim e fluazifop-p-butil. Devido a diversidade de plantas daninhas em uma mesma área, dificilmente apenas um herbicida conseguirá controlar todas as espécies, sendo comum o uso de misturas de ingredientes ativos para aumentar o espectro de controle (SILVA et al., 2013).

Apesar de consideradas ferramentas indispensáveis no controle de plantas daninhas, diversas moléculas de herbicidas apresentam longa atividade residual no solo, devido a sua estrutura química e condições edafoclimáticas favoráveis, tornando complexo o entendimento do seu comportamento no sistema solo-planta. Alguns compostos podem não ser completamente dissipados durante o ciclo da cultura, deixando resíduos com atividade biológica que podem afetar culturas subsequentes, além de comprometerem o ambiente (INOUE et al., 2008). Assim, o efeito residual de um herbicida aplicado em uma cultura sobre a cultura sucessora (*carryover*) e o surgimento de biótipos resistentes, têm tornado o controle químico cada vez mais complexo (ARTUZI; CONTIERO, 2006).

Deve ser lembrado, portanto, que o sucesso da operação de controle químico irá depender da correta aplicação do produto no que se refere às condições climáticas e de manejo, época correta de aplicação e estágio da planta daninha.

2.4.1 Efeito residual

Com o manejo de plantas daninhas, cresce a demanda por herbicidas eficientes, o que tem levado o produtor a utilizar moléculas com efeito residual, e assim, reduzir o número de aplicações e prolongar o controle dessas invasoras. Têm-se relatos de que alguns herbicidas de pós-emergência com ação residual no solo estão prejudicando culturas em sucessão (DAN et al., 2011; Silva et al., 2001), o que torna fundamental o conhecimento sobre a forma como essas substâncias se comportam nesse ambiente, pois, para serem dissipadas, dependem de sua estrutura química e das condições edafoclimáticas, e podem persistir no solo e afetar culturas subsequentes, além de comprometer o ambiente, como o solo e os recursos hídricos (INOUE et al., 2008).

A preocupação com o crescente uso de herbicidas nos cultivos agrícolas brasileiros tem gerado interesse dos pesquisadores em buscar informações para minimizar a contaminação do ambiente, e utilizar racionalmente os recursos hídricos e o solo. Os produtores estão conscientes da ação residual ocasionada pelos herbicidas por observarem sintomas de intoxicação e redução de produtividade (HINZ, 2001).

Do ponto de vista agrônomo, um herbicida deve permanecer ativo no ambiente, tempo suficiente para controlar as plantas daninhas, dissipar-se por completo e evitar possíveis danos à cultura seguinte. Contudo, atualmente, o Brasil apresenta um cultivo intensivo da terra, reduzindo o intervalo de tempo

entre o plantio das culturas e as aplicações dos herbicidas, não dando tempo suficiente para a dissipação dos compostos químicos (SILVA et al., 2013).

O movimento de um herbicida no solo depende basicamente das interações entre a sua estrutura molecular, a qual confere propriedades relacionadas a determinados grupos funcionais, e as características de solo e de manejo ao qual a área é submetida, além dos fatores climáticos. Como essas substâncias normalmente movem-se a partir da superfície do solo na forma de solução, a compreensão dos fatores que regulam as complexas interações de retenção é essencial para se entender o comportamento dos herbicidas no solo (OLIVEIRA JR., 1998). Segundo HERMES (1991), a sorção é um processo-chave nesse comportamento, pois está diretamente relacionada aos processos de transporte, absorção e bioatividade dos herbicidas no solo, interferindo na disponibilidade dos produtos para as plantas e na sua ação seletiva. Por serem os solos diferentes em suas características físicas, químicas e biológicas, espera-se que a natureza e a intensidade dos processos sortivos também sejam diferentes.

Os herbicidas, quando em contato com o solo, são adsorvidos em algum grau, e sua atividade é reduzida na proporção direta da quantidade adsorvida. As moléculas adsorvidas ficam em estado passivo, não disponíveis para os processos biológicos, físicos e químicos, até que um processo de dessorção ocorra (Figura 1). Neste caso, as moléculas ou os íons dos herbicidas adsorvidos serão deslocados dos pontos de adsorção, retornando à solução do solo, onde estarão sujeitos a processos biológicos, como absorção por plantas e microrganismos (COBUCCI; MACHADO, 1999).

Os herbicidas podem ficar sujeitos a processos físicos como volatilização, lixiviação e erosão do solo, e a processos químicos como degradação química, adsorção pelas partículas do solo e complexação com outros compostos orgânicos, os quais influenciam seu destino no meio, quando se encontram em quantidades acima das passíveis de degradação microbiana

(COBUCCI, 1996). São inúmeras as influências que mantêm a persistência, movimentação dos herbicidas e suas consequências no solo: o manejo, textura, pH, teor de matéria orgânica, umidade e temperatura do solo, as características físicas e químicas dos herbicidas e as doses utilizadas (FERRI; VIDAL, 2002).

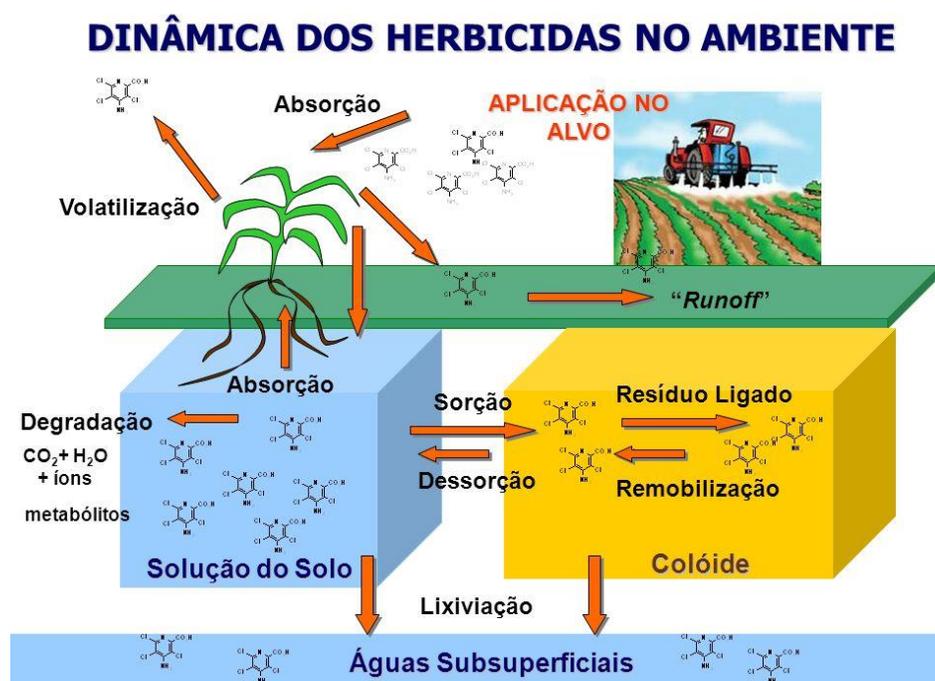


Figura 1 Destino dos herbicidas aplicados no solo.
Fonte DIAS (2013).

2.4.2 Fomesafen

O fomesafen é herbicida registrado para a cultura do feijão e soja, por ser seletivo a elas. Pertence ao grupo químico dos difeniléteres (Figura 2), sendo considerado um herbicida inibidor da Protox (protoporfirinogênio oxidase - PPO). Apresenta alta solubilidade em água (50 mg L^{-1} a 20°C) e baixa pressão de vapor ($< 10^{-4} \text{ Pa}$ a 50°C). O valor de $\log K_{ow}$ varia de 2,9 a -1,2 quando o pH

varia de 1 a 7, respectivamente, sendo considerado um herbicida ácido (sal de ácido) com $pK_a = 2,83$ (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). É fortemente adsorvido pela matéria orgânica do solo, e essa adsorção encontra-se estritamente relacionada com o pH, por se tratar de um composto ionizável e com o teor de matéria orgânica do solo (GUO et al., 2003).

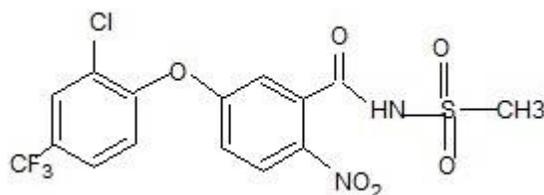


Figura 2 Molécula do fomesafen (5-(2-cloro-4-(trifluorometil)fenoxi-N-metil-sulfonil-2-nitrobenzamida).
Fonte SIGMA-ALDRICH (2015).

O mecanismo de ação das difeniléteres foi estudado sobre algas por Cobucci e Machado (1999), que verificaram a destruição dos carotenóides e, posteriormente, da clorofila, ocorrendo formação de etanol e inibição do transporte do oxigênio da fotossíntese. De acordo com Weller e Warren (1992), com a inativação da protoporfirinogênio oxidase (enzima da rota de síntese de clorofila) forma-se a protoporfirina não-enzimática, que na presença de luz e O_2 , forma o oxigênio singleto, responsável pela peroxidação de lipídios, os quais levam à ruptura da membrana e ao vazamento de compostos celulares para os espaços intercelulares, assim, o primeiro sintoma de fitotoxicidade caracteriza-se pela embebição de água dos tecidos verdes, seguida de necrose em até seis horas após a aplicação sob luz (COBUCCI; MACHADO, 1999).

Em condições anaeróbicas, o fomesafen é rapidamente degradado, apresentando tempo de meia vida ($t_{1/2}$) inferior a 3 semanas mas, em condições ambientais normais, ele pode persistir no solo por um período superior a um ano (VENCILL, 2002), $t_{1/2}$ de 66 dias (RAUCH et al., 2007), em solos de cerrado

$t_{1/2}$ de até 100 dias (COBUCCI et al., 1998). Para posterior semeadura de culturas sensíveis apresenta necessidade de intervalo de 90 a 210 dias após aplicação (DAA) do herbicida (JAKELAITIS et al., 2006), ou mínimo de 150 DAA, podendo variar conforme o clima e a textura do solo (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Assim, vários autores têm estudado seu comportamento em solos e seu efeito residual para as culturas sucessoras (JAKELAITIS et al., 2006; SILVA et al., 2007),

O fomesafen é um herbicida recomendado para o controle de plantas daninhas de folhas largas e deve ser aplicado quando estas apresentam de duas a seis folhas, dependendo da espécie (EMBRAPA, 1999). Visando minimizar o antagonismo que pode ocorrer nas misturas em tanque, surgiram as misturas formuladas, como (bentazon+imazamox) e (fomesafen+fluazifop-p-butil). Com essas misturas, é possível aumentar o número de espécies controladas com menor dose de cada componente da mistura, o que reduz o risco de efeito residual em culturas sequenciais, como milho e sorgo, além de diminuir o impacto ambiental (FERREIRA et al., 1998; COBUCCI; MACHADO, 1999).

Em experimentos conduzidos por Oliveira et al. (2011), o fomesafen apresentou sorção moderada em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho distrófico, contribuindo para isso, principalmente, o pH da solução e o teor de matéria orgânica destes solos.

O período entre a aplicação de um herbicida e o plantio da cultura seguinte é definido de acordo com a persistência do herbicida no solo e a suscetibilidade da cultura em relação ao produto. Em pesquisa realizada por Silva et al. (2013), o milho foi cultivado a campo em sucessão ao feijão, no qual foram testados diversos herbicidas. Entre os produtos, apenas o fomesafen, na dose de 250 g/ha, causou sintomas muito leves de intoxicação às plantas de milho, não sendo suficiente para reduzir a produtividade de grãos do cereal.

Ainda na cultura do feijão, em sistema convencional de plantio, alguns autores (SANTOS, 1991; COBUCCI, 1996) observaram que a persistência do fomesafen é variável, dependendo das doses e de características do solo, como teor de carbono orgânico, pH, umidade, textura e população microbiana, além das características do clima da região

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Lambari

3.1.1. Local, clima e solo

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Lambari (FELB), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), entre os meses de julho de 2014 e março de 2015. O município de Lambari situa-se na região Sul de Minas Gerais, a 21° 50' 32'' de latitude sul, 45° 21' 01 de longitude oeste e 887m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é denominado tropical de altitude, com verões suaves e invernos secos; o relevo é acidentado, com elevadas cotas topográficas (BORGES et al., 2006). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho e suas características químicas e físicas, determinadas em amostra retirada na área experimental à profundidade de 20 cm, antes da implantação dos experimentos, são apresentadas na Tabela 3. A área experimental havia sido utilizada anteriormente com a cultura da batatinha e apresentava infestação de plantas daninhas da família Cyperaceae, com destaque para a tiririca (*Cyperus rotundus*), e da classe Dicotyledoneae, sobretudo, trevo (*Oxalis latifolia*).

Tabela 3 Características químicas e físicas determinadas em amostras de solo das áreas experimentais, na camada de solo de 0-20 cm de profundidade.

Características	Unidade	Lambari	Lavras
pH	-	4,80	6,00
M.O.	dag/Kg	4,60	3,56
P		15,51	12,75
K	mg/dm ³	130,00	172,00
Ca		1,20	4,10
Mg		0,40	1,20
Al		0,90	0,00
H+Al	cmolc/dm ³	7,87	2,90
SB		1,93	5,74
T		2,83	5,74
T		9,80	8,64
V		19,73	66,45
M	%	31,80	0,00
Cu		2,81	2,72
Fe		26,49	55,24
Mn	mg/dm ³	15,92	16,85
Zn		6,27	4,41
Areia		41	38
Silte	dag/Kg	12	8
Argila		47	54
Classe Textural		Argiloso	Argiloso

3.1.2 Delineamento estatístico, tratamentos e detalhes das parcelas

O delineamento estatístico foi blocos ao acaso, com três repetições e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 4 envolvendo quatro

populações de feijoeiros (100, 167, 233 e 300 mil plantas ha⁻¹) correspondentes a 6, 10, 14 e 18 sementes por metro linear de sulco e quatro doses de fomesafen (125, 250, 375 e 500g i.a. ha⁻¹), correspondentes a 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0L ha⁻¹ do produto comercial empregado.

A cultivar de feijão utilizada foi a BRS Majestoso, recomendada para Minas Gerais e que possui porte entre prostrado e semi-ereto, crescimento indeterminado, hábito do tipo III, e resistência aos patótipos 55, 89, 95 e 453 de *Colletotrichum lindemuthianum* (fungo causador da antracnose), reação intermediária ao fungo *Phaeoisariopsis griseola*, causador da mancha-angular, e resistência ao vírus do mosaico comum (ABREU et al., 2007).

O fomesafen foi aplicado em pós-emergência quando as plantas de feijão se encontravam no estágio V4 (três trifólios completamente expandidos), utilizando pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com barra munida com 4 pontas de pulverização, bicos amarelos tipo leque, que produz gotas médias e ângulo de 110°, com pressão média de 2,0 bar e consumo de calda equivalente a 200 L/ha.

A parcela experimental do feijão, também utilizada posteriormente para o sorgo nas mesmas proporções, foi constituída por 7 linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,60m, perfazendo 21m² de área total. A área útil foi de 5,40m², sendo formada pelas 3 linhas centrais, com 3m de comprimento, eliminando-se 1m em ambas as extremidades.

A cultivar de sorgo foi a BRS 308, um híbrido simples granífero, sem tanino nos grãos, de porte baixo (125 cm), ciclo médio (120 dias), com boa capacidade de rebrota e recomendado para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, em plantios de sucessão a culturas de verão. Apresenta resistência ao acamamento e a três das principais doenças que atacam a cultura no Brasil: a antracnose, a cercosporiose e a helmintosporiose (EMBRAPA, 2007).

3.2 Lavras

3.2.1 Local, clima e solo

O experimento foi conduzido na Fazenda Muquém da Universidade Federal de Lavras (UFLA), entre novembro de 2014 e junho de 2015. O município de Lavras situa-se na região Sul de Minas Gerais, a 21°40'06" de latitude sul, 45°00'00" de longitude oeste e altitude média de 918 m. O clima da região é do tipo Cwp, ou seja, temperado suave (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, modificada por Vianello e Alves (1991). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho e suas características químicas e físicas, determinadas em amostra retirada na área experimental à profundidade de 20cm, antes da implantação dos experimentos, são apresentadas na Tabela 3. A área experimental era próxima à entrada da fazenda, com pequeno declive e, na safra anterior, havia sido utilizada com a cultura do milho, sendo assim, a semeadura foi realizada em cultivo mínimo, sobre os restos culturais do milho.

3.2.2 Delineamento estatístico, tratamentos e detalhes das parcelas

O delineamento estatístico foi blocos ao acaso, com três repetições e esquema fatorial 4 x 4, envolvendo quatro populações de feijoeiros 100, 133, 167 e 200 mil plantas ha⁻¹ (6, 8, 10, 12 sementes por metro) e quatro doses de fomesafen (125, 250, 375 e 500g i.a. ha⁻¹). Em Lavras, as populações empregadas nos tratamentos foram diferentes em relação a Lambari, devido a semeadura ter sido mecanizada com sua regulação equivocada, em que se regulou 12 sementes por metro linear.

A cultivar de feijão foi a mesma empregada em Lambari, assim como foram idênticos os procedimentos relativos às doses e à aplicação do fomesafen. Os detalhes das parcelas foram os mesmos descritos para Lambari, exceto no

que diz respeito ao sorgo, pois, em Lavras, condições climáticas adversas impossibilitaram a semeadura da gramínea.

3.3 Condução dos experimentos

Inicialmente, determinou-se a necessidade de calagem das áreas, com base no Método de Saturação por Bases (RIBEIRO et al., 1999). De acordo com este critério, a área de Lavras não necessitou de calagem, enquanto a de Lambari recebeu 3,92 t ha⁻¹ de calcário (Tabela 3), antes do preparo inicial do solo. Em ambas as localidades, o preparo constou de uma aração com arado de discos, procedendo-se em seguida, o nivelamento com grade leve para eliminação de torrões.

A semeadura do feijão foi realizada mecanicamente, com semeadora-adubadora de plantio direto, com distribuição de 22 sementes m⁻¹ para Lambari e 12 sementes m⁻¹ para Lavras, para posterior desbaste, com o objetivo de se conseguir as populações de plantas desejadas. A adubação de base foi equivalente a 200 kg/ha do fertilizante formulado 08-28-16 e a adubação nitrogenada de cobertura, com aplicação de 40 kg de N/ha, fonte ureia, foi realizada 26 dias após a emergência do feijão, entre os estádios V3 (emissão da primeira folha trifoliolada) e V4 (emissão da terceira folha trifoliolada) do ciclo cultural do feijoeiro (RIBEIRO et al., 1999; REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA CENTRAL BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2014).

Em Lambari, o sorgo foi semeado após a colheita do feijão, a 89 dias após a aplicação do herbicida fomesafen nessa leguminosa, na mesma parcela e na entre-linha do feijoeiro, por meio da mesma semeadora-adubadora, com distribuição de 12 sementes m⁻¹ linear e adubação de base equivalente a 200 kg/ha do fertilizante formulado 08-28-16. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada um mês após o plantio, manualmente, quando as plantas, em sua

maioria (80%), atingiram 30 a 40 cm de altura, sendo aplicados 80 kg ha⁻¹ de N, fonte ureia (RIBEIRO et al., 1999).

Para o controle de plantas daninhas na cultura do sorgo realizou-se a capina manual, com o intuito de não haver mais nenhuma aplicação de herbicida no local.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Plantas daninhas

Antes da aplicação do herbicida (0 dias após a aplicação - DAA) e aos 14 DAA, realizou-se a identificação das plantas daninhas presentes na área experimental, utilizando-se para tanto, o Manual de identificação e controle de plantas daninhas Plantio direto e convencional (LORENZI, 2008), e a quantificação (contagem) das plantas daninhas identificadas em cada parcela. Após a contagem da população de plantas daninhas, fez-se a classificação dessa quantidade de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 Classificação qualitativa de plantas daninhas de acordo com a quantidade de plantas observadas.

Classificação	Nome	Quantidade (plantas/m ²)
R	Rara	1 – 4
O	Ocasional	5 – 14
F	Frequente	15 – 29
A	Abundante	30 – 99
MA	Muito Abundante	100 ou +

Fonte BLANCO (1977).

Em Lavras, a identificação das plantas daninhas foi semelhante a Lambari, porém, a quantificação foi diferente, devido não ter sido feita a contagem exata do número de plantas daninhas, apenas classificadas de acordo com a Tabela 4.

Aos 7 e 14 dias após a aplicação do herbicida avaliou-se visualmente a fitotoxicidade do fomesafen em seu alvo, quando as plantas de feijão estavam entre os estádios V4 e R5. A avaliação visual foi realizada por 3 pessoas, simultaneamente, em que ao observarem cada parcela, discutia-se a nota que melhor representava a injúria aparente em cada espécie presente nessa parcela.

A fitotoxicidade do herbicida sobre as plantas daninhas e na cultura do sorgo, baseou-se no Modelo de Escala Conceitual da European Weed Research Community – EWRC, a qual varia de 1 a 9 (CAMARGO, 1972), definido através de observações visuais sobre o grau de controle e injúrias (Tabela 5).

Uma semana antes da colheita do feijão, quando a cultura se apresentava no estágio R9, foi coletada a parte aérea das plantas daninhas para avaliação de matéria seca total por parcela. Para isso, utilizou-se uma armação quadrada de madeira com área de 1 m² lançada aleatoriamente na parcela. As plantas contidas pela armação foram cortadas rente à superfície do solo, coletadas e colocadas em saco de rafia, sendo posteriormente secas em estufa com ventilação forçada de ar a 70 °C, até atingir massa seca constante para quantificação (TAVARES et al., 2013).

Tabela 5 Correspondência entre os valores da escala EWRC, chamado de índice de fitotoxicidade, e sua respectiva classificação quanto à fitotoxicidade nas plantas.

Fitotoxicidade à Planta	
Índice de Fitotoxicidade	Classificação
1	Nula (testemunha)
2	Muito Leve
3	Leve
4	Sem influência na produção
5	Média
6	Quase Forte
7	Forte
8	Muito Forte
9	Total (destruição completa)

Fonte Escala da EWRC, citado por Camargo (1972).

3.4.2 Feijão

A colheita manual do feijão ocorreu no estágio fenológico R9, após dessecação das plantas com o herbicida Paraquat na concentração de 2,0L/ha, realizada quando mais de 90% das vagens estavam secas, nas três fileiras centrais (área útil).

Dez plantas foram tomadas ao acaso para avaliação do número de vagens por planta (NVP) e do número de grãos por vagem (NGV). Com a trilha de todas as plantas da área útil (inclusive a amostra de 10 plantas), obteve-se rendimento de grãos (RGF). Dos grãos obtidos tomou-se ainda uma amostra de 300 grãos para determinação de massa de 100 grãos (M100) e teor de umidade,

o qual foi empregado para corrigir o RGF. O rendimento de grãos de feijão (RGF) foi obtido extrapolando-se a produção de grãos da área útil da parcela para um hectare, considerando-se a umidade padrão de 13%, de acordo com a fórmula:

$$P \text{ parc.} \div \text{Área Útil} = x \text{ (g m}^{-2}\text{)}$$

$$P \text{ final} = \frac{x \cdot (100 - U \text{ atual})}{100 - U \text{ corrigida}}$$

onde, $P \text{ parc.}$ = peso de grãos da parcela, em gramas

Área Útil = área útil da parcela

$P \text{ final}$ = em kg ha⁻¹

$U \text{ atual}$ = umidade atual dos grãos

$U \text{ corrigida}$ = umidade padrão de 13%

3.4.3 Sorgo

Por ocasião do pendramento (Estádio 6 - Floração), avaliou-se o diâmetro basal do colmo (DBC) e altura da planta (AP) por amostragem em 3 plantas. Coletou-se a primeira linha da área útil da parcela, que foi posteriormente seca em estufa com ventilação forçada de ar a 70 °C, até atingir massa constante para quantificação da matéria seca de colmos e folhas na floração (PMS), conforme Tavares et al. (2013).

No Estádio 9 (Maturação Fisiológica) foi avaliado estande final (EF) pela contagem do número de plantas nas 2 linhas restantes da área útil de cada parcela. Em seguida, colheu-se os cachos do sorgo dessas duas linhas para avaliação do rendimento de grãos (RGS) e da massa média de 1000 grãos (M1000), esta determinada em 10 amostras de 100 grãos por parcela.

3.5 Tratamento estatístico dos dados

Os dados experimentais obtidos foram previamente submetidos a testes de normalidade e de homogeneidade de variâncias, constatando-se a necessidade de transformação dos dados de densidade de plantas daninhas e fitotoxicidade em $\sqrt{(X+1,0)}$, antes da análise de variância. Os dados de matéria seca de plantas daninhas, dados relativos ao feijoeiro e dados relativos ao sorgo não necessitaram de transformação.

Os efeitos das populações de feijoeiros e das doses do fomesafen foram avaliados por meio de análise de regressão (BANZATTO; KRONKA, 2006), com posterior seleção das equações mais representativas das relações entre as variáveis envolvidas (PIMENTEL-GOMES, 2009), observando-se, concomitantemente, a significância do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R^2). Para isso, foi utilizado o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Plantas daninhas

4.1.1 Lambari

4.1.1.1 Identificação e densidade de plantas daninhas

Aos 7 e 14 dias após a aplicação do fomesafen foram identificadas 11 espécies de plantas daninhas, distribuídas em 9 famílias. A família Asteraceae (Compositae) se destacou com 3 espécies, enquanto as demais famílias (Solanaceae, Portulacaceae, Poaceae, Convolvulaceae, Rubiaceae, Commelineaceae, Cyperaceae e Oxalidaceae), apresentaram apenas uma espécie cada (Tabela 6).

As famílias e espécies encontradas se mostraram coincidentes com as identificadas por Tavares et al. (2013) em Urutaí, GO, na safra de 2010/2011 e Borchardt et al. (2011) em Rolim de Moura, RO, na safra de 2007/2008, também na safra de inverno, quando destacaram-se as famílias Asteraceae e Poaceae, além da Cyperaceae. Segundo Lorenzi (2008), essa maior disseminação de espécies das famílias Poaceae e Asteraceae se deve ao fato de produzirem grande quantidade de diásporos, o que facilita a sua distribuição e ocupação em diversos ambientes, mesmo sob condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento. Ainda segundo este autor, a espécie *Bidens pilosa*, da família Asteraceae e também encontrada neste experimento, é considerada uma das plantas daninhas mais relevantes nas culturas anuais, por estar presente de forma abundante em agrossistemas cultivados em todo o mundo.

Tabela 6 Composição e classificação quantitativa de plantas daninhas em duas avaliações durante o ciclo cultural do feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Plantas Daninhas				
Nome comum	Espécie	Família	Avaliação	
			0 DAA	14 DAA
Batata	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	MA	A
Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	F	O
Gramma-seda	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	MA	MA
Corda-de-viola	<i>Ipomea nil</i>	Convolvulaceae	R	R
Losna	<i>Parthenium</i>	Asteraceae	MA	O
	<i>hysterophorus</i>			
Picão Branco	<i>Galinsoga parviflora</i>	Asteraceae	F	O
Picão Preto	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	F	R
Poaia	<i>Richardia brasiliensis</i>	Rubiaceae	A	A
Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	MA	MA
Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae	A	O
Trevo	<i>Oxalis latifolia</i>	Oxalidaceae	MA	A

(*) MA = Muito Abundante (>100 plantas m⁻²), A = Abundante (30-99), F = Frequente (15-29), O = Ocasional (5-14) e R = Rara (1-4).

Dentre as 11 espécies identificadas, *Portulaca oleracea* (Beldroega), *Ipomea nil* (Corda-de-viola), *Galinsoga parviflora* (Picão Branco) e *Bidens pilosa* (Picão Preto) não foram inseridas nas análises estatísticas por apresentarem densidade muito baixa na área experimental, em apenas uma repetição. A análise de variância dos dados das outras 7 espécies revelou que houve efeitos significativos sobre a densidade de três espécies de plantas daninhas (Tabela 7). O efeito das doses do herbicida fomesafen (D) foi significativo sobre a batata (*Solanum tuberosum*) e poaia (*Richardia brasiliensis*), enquanto a interação P x D, população do feijoeiro x doses do herbicida foi significativa sobre o trevo, *Oxalis latifolia* (Tabela 7). Com relação

às demais espécies, não houve significância para nenhuma das fontes de variação (Tabela 8).

Tabela 7 Resumo da análise de variância da variável densidade de plantas daninhas aos 14 DAA das espécies batata, poaia e trevo. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fontes de Variação	GL	Planta Daninha		
		Batata	Poaia	Trevo
Blocos	2	0,202096 ^{ns}	0,099564 ^{ns}	0,072771 ^{ns}
Pop. Feijão (P)	3	0,015079 ^{ns}	0,226114 ^{ns}	0,426293 ^{ns}
Doses Fomesafen (D)	3	0,530204*	0,603322*	1,114903 ^{ns}
P x D	9	0,073094 ^{ns}	0,244280 ^{ns}	1,431247*
Resíduo	30	0,112723	0,152110	0,333398
CV (%)		25,24	26,55	39,93
Média		1,33	1,47	1,45

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

Tabela 8 Resumo da análise de variância da variável densidade de plantas daninhas aos 14 DAA das espécies grama seda, losna, tiririca e trapoeraba. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fontes de Variação	GL	Planta Daninha			
		Gramma seda	Losna	Tiririca	Trapoeraba
Blocos	2	6,312532 ^{ns}	0,032001 ^{ns}	6,263049*	0,046468 ^{ns}
Pop. Feijão (P)	3	0,280366 ^{ns}	0,052048 ^{ns}	1,219423 ^{ns}	0,023830 ^{ns}
Doses Fomesafen (D)	3	1,648534 ^{ns}	0,052048 ^{ns}	2,435898 ^{ns}	0,023830 ^{ns}
P x D	9	1,981456 ^{ns}	0,026730 ^{ns}	1,924287 ^{ns}	0,033361 ^{ns}
Resíduo	30	1,499986	0,043257	1,638828	0,038842
CV (%)		39,03	19,78	30,23	17,58
Média		3,14	1,05	4,24	1,12

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

A batata (*S. tuberosum*), neste caso, é uma espécie voluntária, ou seja, não se enquadra em alguns conceitos de plantas daninhas, e sua presença é oriunda de perdas de tubérculos ocorridas na colheita da safra anterior. Neste experimento foi considerada como planta daninha, por estar em competição com o feijoeiro.

O efeito das doses de fomesafen sobre a densidade de plantas de batata pode ser observado na Tabela 9 e na Figura 3. Na Tabela 9 se verifica que o incremento da dose de fomesafen de 0,5 para 1,0L ha⁻¹ ocasionou redução da ordem de 24% no número de plantas de batata e que doses maiores provocaram reduções ligeiramente superiores. De fato, na Figura 3 se observa que o aumento da dose do herbicida no intervalo de 0,5 a 2,0L ha⁻¹ reduziu o número de plantas daninhas, o que foi descrito pelo modelo linear. Considerando, portanto, apenas o controle de plantas remanescentes de batata, vê-se vantagem em se aumentar a dose de fomesafen além de 1,0L ha⁻¹, dose máxima recomendada pelo fabricante para as culturas da soja e do feijão.

Tabela 9 Valores médios da densidade (plantas/m²) de plantas de batata e poaia em função de doses do herbicida fomesafen aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Dose (L ha ⁻¹)	Batata		Poaia	
	Densidade	% redução	Densidade	% redução
0,5	1,64	-	1,76	-
1,0	1,25	23,80%	1,49	15,30%
1,5	1,23	25,40%	1,42	19,20%
2,0	1,20	27,00%	1,21	30,90%

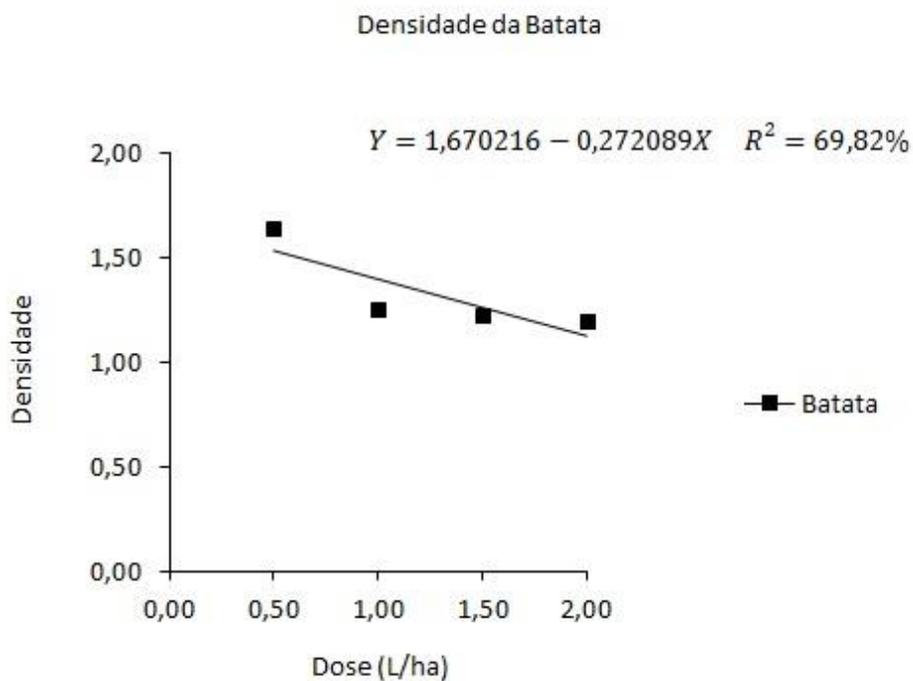


Figura 3 Efeito de doses do herbicida fomesafen sobre a densidade de plantas remanescentes de batata na cultura do feijoeiro aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

As plantas de poaia também tiveram a sua densidade reduzida aos 14 DAA no intervalo de 0,5 a 2,0L ha⁻¹ do produto comercial utilizado, conforme pode ser visto pelos valores médios apresentados na Tabela 9, na qual a redução do número de plantas dessa espécie variou de 15 a 30%, aproximadamente.

Neste caso, entretanto, o efeito se deu segundo um modelo linear (Figura 4) que permitiu estimar esta redução em cerca de 0,34 plantas de poaia por m² para cada litro que se aumentou o produto.

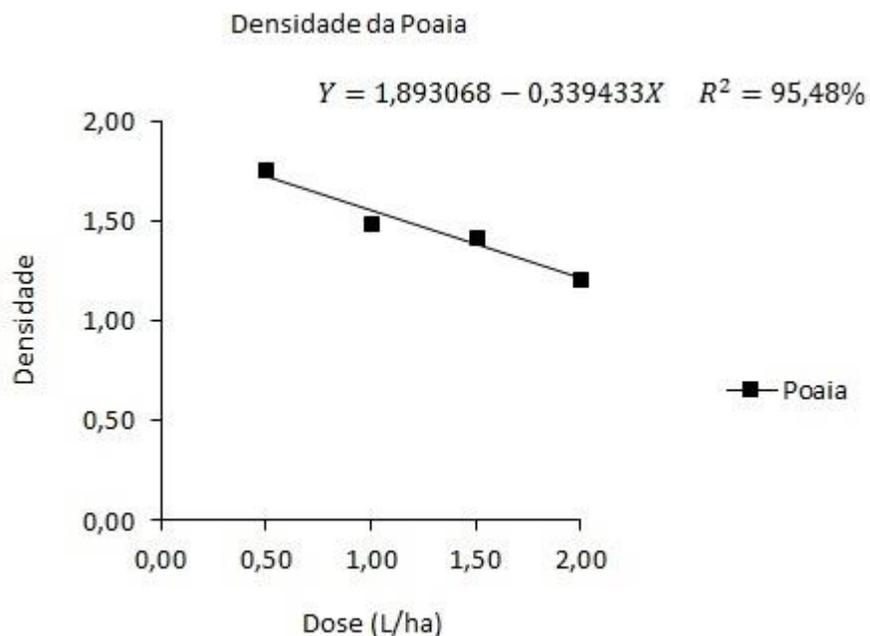


Figura 4 Efeito de doses do herbicida fomesafen sobre a densidade de plantas de poaia. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Como houve efeito significativo da interação P x D sobre a densidade de plantas de trevo (Tabela 7), procedeu-se ao desdobramento da interação, o que foi feito apenas em um sentido. O desdobramento dos efeitos de doses dentro de cada população revelou que somente houve efeito significativo de dose dentro da população 233 mil plantas do feijoeiro (Tabela 10), e que nesse caso, a densidade de plantas de trevo decresceu drasticamente, de forma linear, com o aumento da dose do fomesafen de 0,5 para 2,0L ha⁻¹ (Figura 5). Por outro lado, o desdobramento dos efeitos de populações de feijoeiro dentro de cada dose de fomesafen revelou que somente houve efeito significativo de população dentro da dose 0,5L de fomesafen, porém, nesse caso, a equação existente não tem

explicação biológica sobre o fenômeno analisado, se mostrando irrelevante para a pesquisa e, dessa forma, concluiu-se não ser necessária sua apresentação.

Tabela 10 Resumo da análise de variância do desdobramento da interação Pop. Feijoeiro x Doses do Herbicida sobre a densidade de plantas de trevo aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio
Dose d/ população 100 mil	3	0,212771 ^{ns}
Dose d/ população 167 mil	3	0,269243 ^{ns}
Dose d/ população 233 mil	3	4,375184*
Dose d/ população 300 mil	3	0,551444 ^{ns}
Resíduo	30	0,333398

^{ns} Não significativo e *- Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

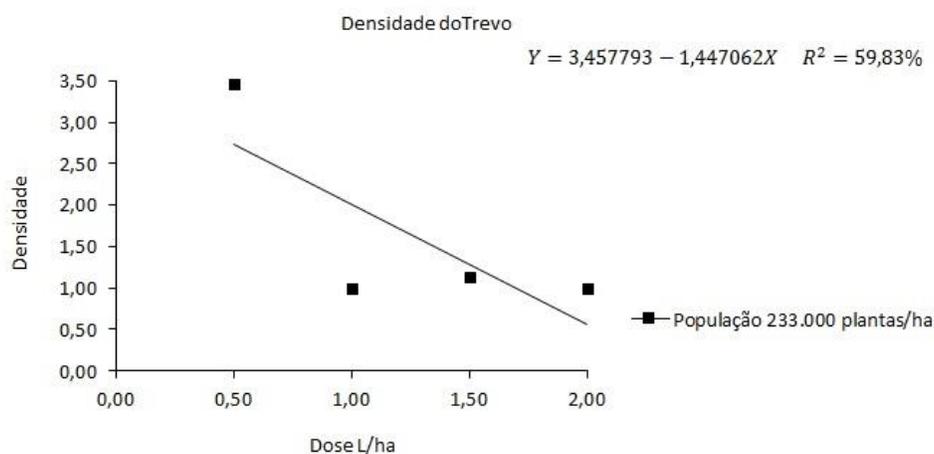


Figura 5 Efeito de doses do herbicida fomesafen sobre a densidade de trevo, dentro da população 233 mil plantas ha⁻¹. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Os valores médios de densidade de plantas das espécies grama seda, losna, tiririca e trapoeraba são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 Valores médios observados de densidade de plantas daninhas (plantas/m²), aos 14 DAA, por espécie: grama seda, losna, tiririca e trapoeraba. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fator	Espécies de Plantas Daninhas			
	Gramma seda	Losna	Tiririca	Trapoeraba
População (mil plantas.ha⁻¹)				
100	3.014161	1.000000	3.803398	1.172589
167	3.352522	1.000000	4.244256	1.103553
233	3.141992	1.137523	4.326944	1.069036
300	3.044619	1.069036	4.566717	1.138071
Doses do herbicida (L.ha⁻¹)				
0,5	3.264586	1.137523	4.323410	1.172589
1,0	3.043025	1.069036	4.331418	1.103553
1,5	3.562517	1.000000	3.607042	1.069036
2,0	2.683165	1.000000	4.679445	1.138071

A espécie tiririca (*C. rotundus*), em decorrência de suas características de agressividade, apresenta alta competitividade com o feijoeiro, por apresentar alta eficiência na utilização de recursos (água, luz e nutrientes), alta taxa de crescimento e ocupação do espaço, além possuir substâncias alelopáticas e mecanismos alternativos de reprodução, que conferem dificuldade no seu manejo (FERREIRA et al., 2006). Essa espécie perene pode inviabilizar a produção agrícola e obrigar o agricultor a mudar de área de exploração (OLIVEIRA JR. et al., 2011).

Cyperus spp., *Cynodon dactylon* e *Eleusine indica* que estão entre as 10 plantas mais importantes do mundo (EMBRAPA, 1999). Cobucci et al. (1999) encontraram que as plantas daninhas *E. indica* e *C. rotundus* em grande densidade, se situam entre as três plantas daninhas mais importantes do mundo. Barroso et al.(2010) avaliaram os efeitos de seis espécies de plantas daninhas (três monocotiledôneas e três eudicotiledôneas) sobre o crescimento e a produtividade das cultivares de feijoeiro 'Rubi' e 'Carioca', semeadas nas safras da seca e de inverno-primavera em Jaboticabal-SP, e verificaram que em ambas as épocas as eudicotiledôneas afetaram mais o desenvolvimento e a produtividade do feijoeiro do que as monocotiledôneas.

No presente experimento ocorreu pequena diversidade de plantas daninhas, com distribuição desuniforme e com predominância de grama seda no final de cada bloco. Segundo Souza (2004), nos modelos agrícolas em que os agroquímicos são utilizados como base de manejo, a diversidade de espécies dentro do sistema agrícola tende realmente a diminuir. Este mesmo autor, entretanto, afirma que a longo prazo, há redução da sustentabilidade do sistema, pois, aquele ambiente passa a exigir quantidade excessiva de insumos, o que pode produzir sérias modificações, inclusive, com grandes impactos ambientais, tais como erosão, poluição, degradação e proliferação de pragas e doenças por falta de seus inimigos naturais.

4.1.1.1.2 Fitotoxicidade às plantas daninhas

Verificou-se na primeira avaliação de fitotoxicidade (7 DAA) que as eudicotiledôneas haviam sido controladas pelo herbicida ou estavam em fase de morte, no entanto, na segunda avaliação (14 DAA) já pôde-se perceber a emergência de algumas plantas daninhas, mas principalmente a poaia-branca ou poaia e a trapoeraba. No caso da trapoeraba, não houve efeito significativo dos tratamentos aos 14 DAA. No dia 03 de novembro, aos 67 DAA, ao tentar quantificar a fitotoxicidade, percebeu-se que já não havia residual do herbicida para o controle dessas plantas. Este resultado corrobora com os de outra pesquisa, em que o fomesafen persistiu, a ponto de reduzir a população de plantas, somente até 40 DAA (DAN et al., 2011).

Por meio da análise de variância das notas atribuídas às plantas daninhas na avaliação visual de acordo com a tabela de EWRC, pode-se observar que as doses de fomesafen tiveram efeito significativo sobre a fitotoxicidade causada às espécies batata, grama-seda, losna e tiririca, aos 7 e 14 DAA e à trapoeraba aos 7 DAA. No caso da poaia e do trevo houve interação significativa entre as fontes de variação populações de feijoeiro e doses do herbicida fomesafen aos 7 DAA. Aos 14 DAA as doses de fomesafen se apresentaram significativas para a poaia e trevo, e ainda no trevo também foi significativo as populações do feijoeiro. (Tabela 12).

Tabela 12 Resumo da análise de variância dos dados relativos à fitotoxicidade, aos 7 DAA, às plantas daninhas batata, grama-seda, losna, poaia branca, tiririca, trapoeraba e trevo. Safra de inverno, Lambari, 2016.

FV	GL	Planta Daninha						
		Batata	Grama-Seda	Losna	Poaia Branca	Tiririca	Trapoeraba	Trevo
Blocos	2	0,329878	0,145151	0,020640	0,044384	2,228643	0,075698	0,450464
Pop. Feijão (P)	3	0,053634	0,028638	0,042495	0,035637	0,115984	0,126126	0,453653*
Dose Fomesafen(D)	3	0,0628248*	0,276003*	0,198287*	0,130131*	0,346289*	0,452023*	0,158695
P x D	9	0,099023	0,024174	0,101977	0,056373*	0,055611	0,145118	0,232891*
Resíduo	30	0,099986	0,025929	0,057840	0,019775	0,065795	0,143357	0,081332
CV (%)	-	12,45	10,11	8,04	4,67	13,39	16,38	10,67
Média		2,54	1,59	2,99	3,01	1,92	2,31	2,67

¹Dados transformados em $(x + 1,0)^{0,5}$. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 13 Resumo da análise de variância dos dados relativos à fitotoxicidade, aos 14 DAA, às plantas daninhas batata, grama-seda, losna, poaia branca, tiririca, trapoeraba e trevo. Safra de inverno, Lambari, 2016.

FV	GL	Planta Daninha						
		Batata	Grama-Seda	Losna	Poaia Branca	Tiririca	Trapoeraba	Trevo
Blocos	2	0,691973	0,046316	0,028911	0,297990	0,122254	0,211597	0,209830
Pop. Feijão (P)	3	0,227424	0,224815	0,116134	0,314905	0,013385	0,157708	0,366035*
Dose Fomesafen(D)	3	0,882182*	0,503142*	0,650921*	0,578117*	0,719459*	0,055159	0,396364*
P x D	9	0,161590	0,106234	0,122530	0,281422	0,090024	0,118236	0,087797
Resíduo	30	0,083324	0,093101	0,213085	0,171068	0,077923	0,062693	0,082925
CV (%)	-	11,19	15,54	15,63	18,77	13,59	8,72	10,16
Média		2,58	1,96	2,95	2,20	2,05	2,87	2,83

¹Dados transformados em $(x + 1,0)^{0,5}$. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 14 Valores médios de fitotoxicidade da planta daninha trapoeraba, aos 14DAA, em função da população de plantas e das doses de fomesafen. Safra de inverno, Lambari, 2016.

População de feijão (mil planta ha ⁻¹)	Fitotoxicidade
	Trapoeraba 14DAA
100	3,043800
167	2,821487
233	2,819914
300	2,803828
Dose de Fomesafen	
(L ha ⁻¹)	
0,5	2,879523
1,0	2,804068
1,5	2,842588
2,0	2,962849

Nas Figuras 6, 7 e 8 verifica-se que houve maior fitotoxidez do herbicida à medida em que se aumentou a dosagem do fomesafen. Aos 7 DAA, a fitotoxidez sobre as plantas de batata aumentou linearmente com as doses (Figura 6), justamente porque os danos de intoxicação à planta são maiores logo após sua aplicação. Oliveira et al. (2013) discutem que o herbicida fomesafen causa maior fitotoxidez logo após sua aplicação devido ao seu mecanismo de ação (inibidor da protox) e à sua atividade, que é expressa através de necrose foliar após 4-6 horas de exposição à luz solar. Aos 14 DAA, verifica-se uma tendência de se estabilizarem os danos e de se tornar constante a intoxicação da planta em doses superiores a 1,5L.ha⁻¹ (Figura 6), demonstrando não haver necessidade de se aplicar doses superiores. Vale a pena registrar, que de acordo com instruções do fabricante, para a cultura do feijoeiro é recomendada a dose de até 1,0L/ha (SYNGENTA, 2014).

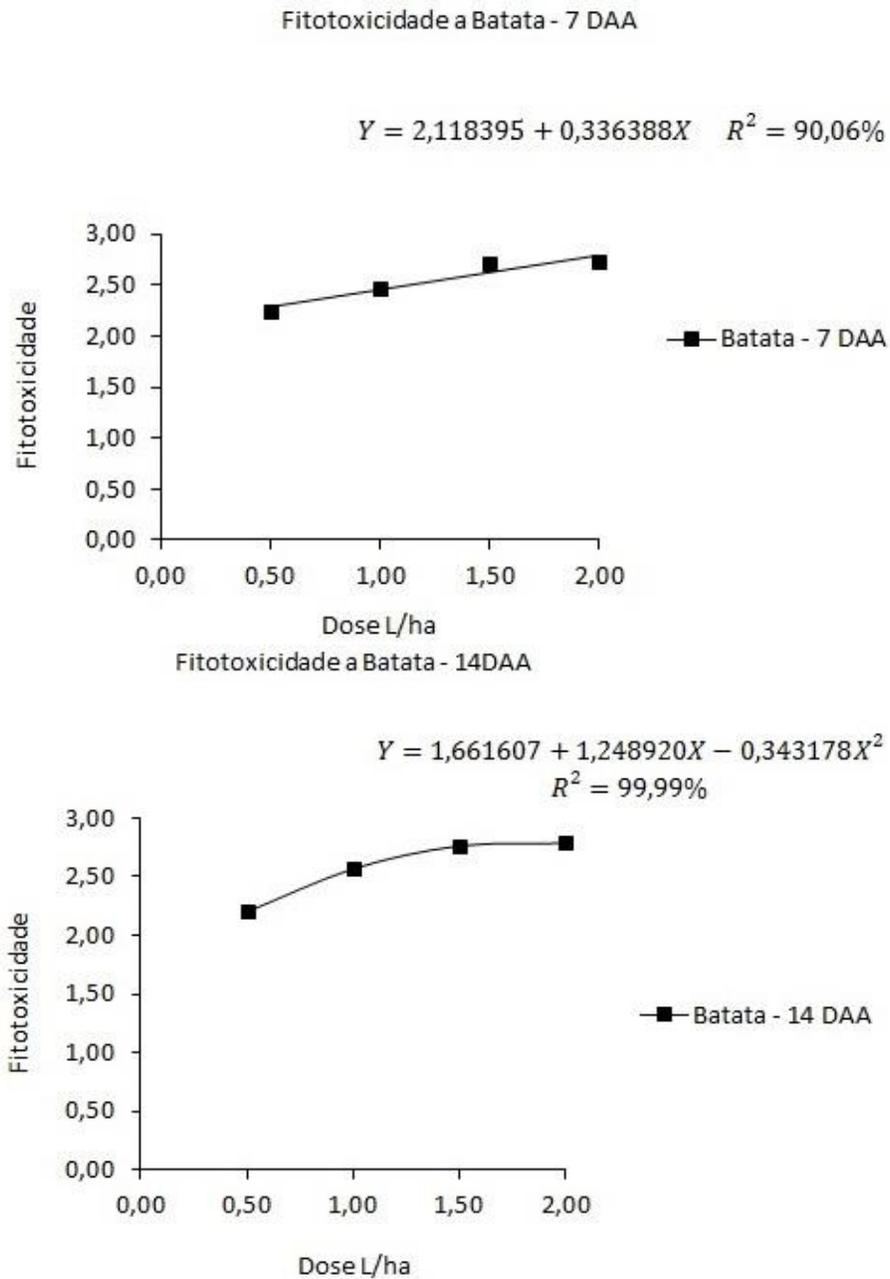


Figura 6 Efeitos de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante batata, avaliações aos 7 e 14 DAA. Safra inverno, Lambari, 2016.

Com relação às espécies tiririca e grama-seda, a injúria foi inferior àquela causada à batata, conforme pode ser visto nas Figuras 7 e 8. Apesar dos menores danos, entretanto, observou-se que aos 7 DAA o aumento da dose de fomesafen causou incremento linear da injúria, observando essa mesma tendência de fitotoxicidade do herbicida aos 14 DAA. De fato, plantas do gênero *Cyperus* e outras de folhas estreitas não são controladas pelo fomesafen, de acordo com instruções do fabricante, este é um herbicida seletivo, indicado para o controle.

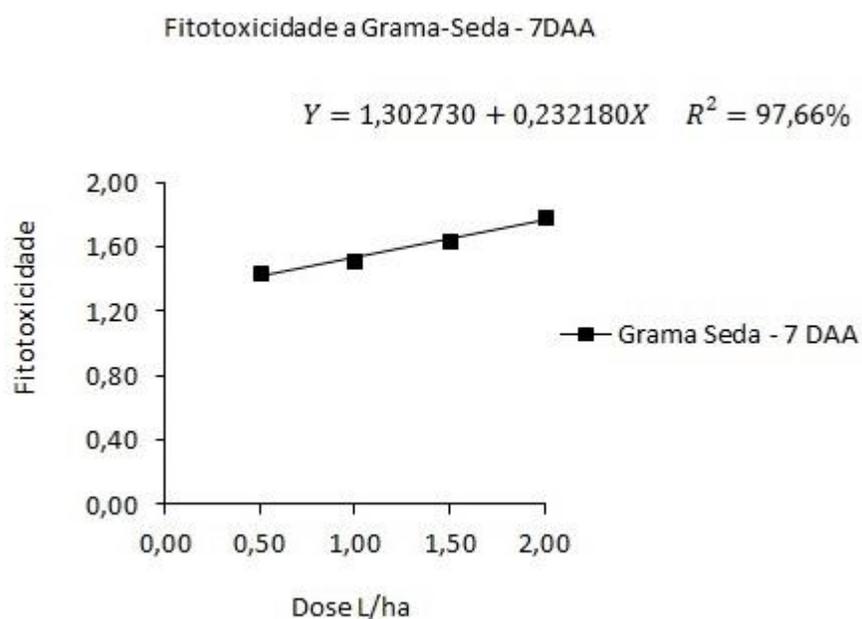


Figura 7 Efeitos de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante tiririca, avaliações aos 7 e 14 DAA. Safra inverno, Lambari, 2016.

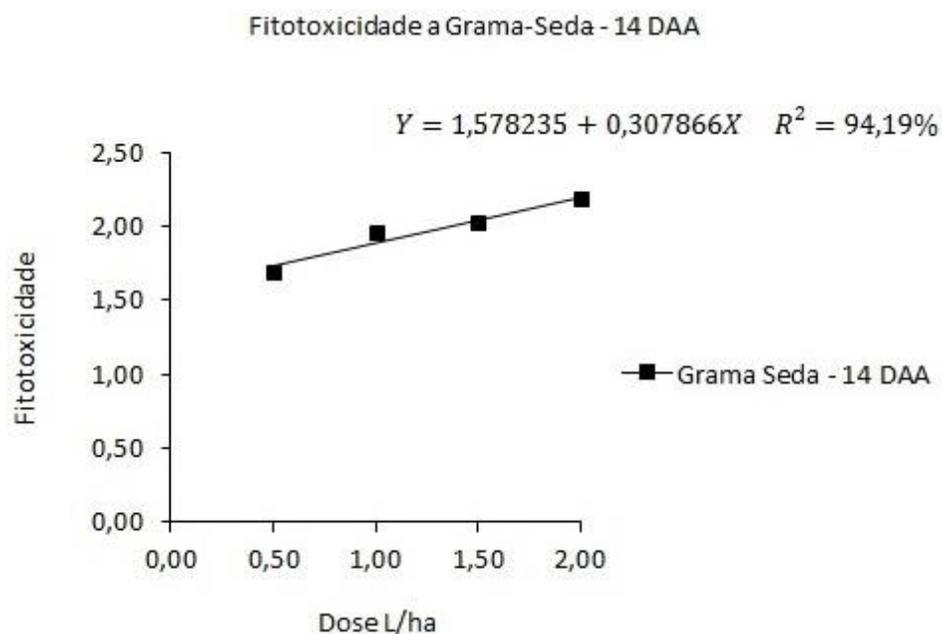


Figura 8 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante grama-seda, aos 7 e 14 DAA. Safra inverno, Lambari, 2016.

Na espécie poaia, o desdobramento da interação populações de feijão x doses de fomesafen revelou que houve efeito de populações dentro da dose 1,0L ha⁻¹ de fomesafen e efeito de doses dentro da população de 100 mil plantas de feijão ha⁻¹ aos 7 DAA (Figura 9). Aos 14 DAA, houve uma intoxicação linear conforme há o aumento das doses de fomesafen (Figura 10).

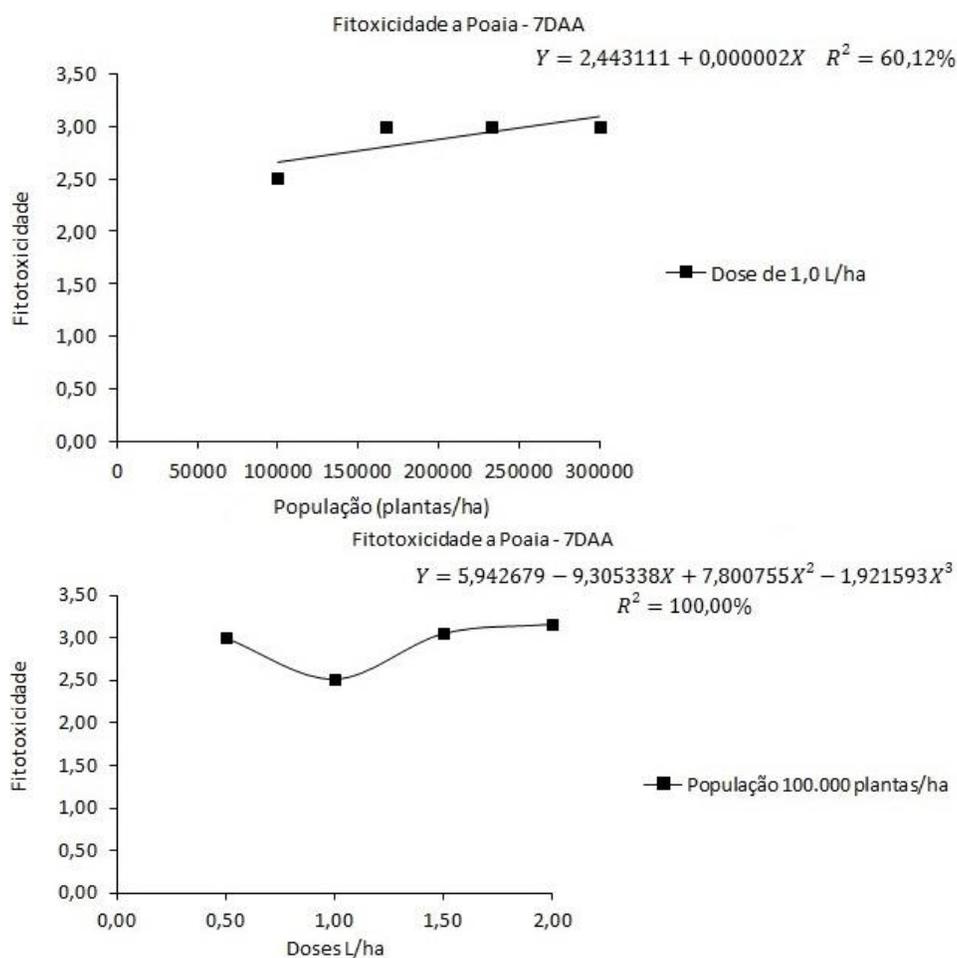


Figura 9 Efeito de populações de feijoeiro sobre a intoxicação de poaia dentro da dose $1,0L \text{ ha}^{-1}$ de fomesafen e efeito de doses de fomesafen dentro da população de 100 mil plantas de feijão ha^{-1} , aos 7 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

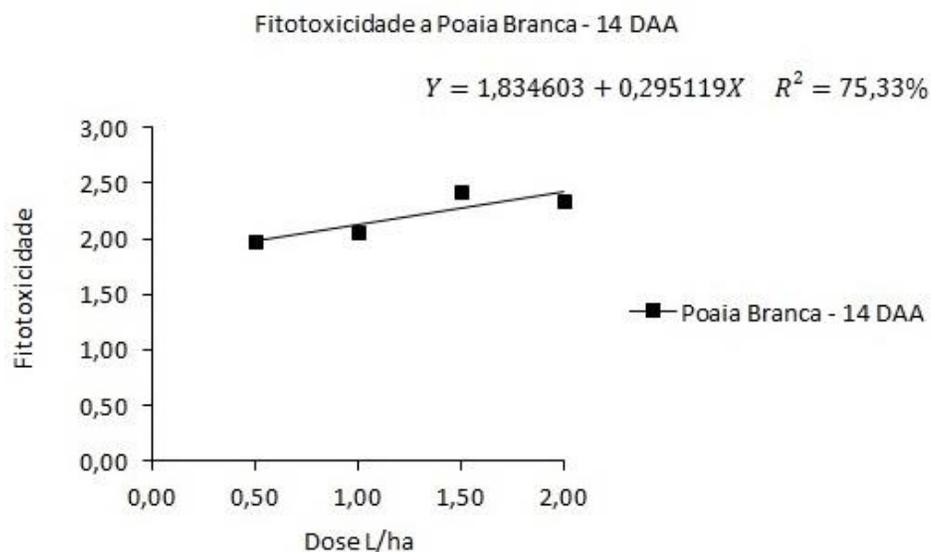


Figura 10 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante poaia branca, aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

No desdobramento de populações do feijoeiro dentro de doses de fomesafen, verificou-se que foi significativo dentro da dose de $1,0L\ ha^{-1}$ fomesafen, corroborando com as instruções do fabricante, que para a cultura do feijoeiro é recomendada a dose de até $1,0L\ ha^{-1}$ de fomesafen, no estágio de crescimento da poaia entre 2 a 4 folhas (5 cm) (SYNGENTA, 2014). Nesta condição, percebe-se que conforme houve o adensamento do feijoeiro aumentou-se linearmente a fitotoxicidade à planta infestante, verificando-se assim, que o adensamento auxiliou na injúria causada na planta daninha.

No desdobramento, as doses de fomesafen dentro de populações do feijoeiro foram significativas para população de 100 mil plantas ha^{-1} , isso pode ser devido ao baixo adensamento das plantas do feijoeiro implicando em uma melhor cobertura do herbicida sobre essas plantas daninhas, causando assim, maior fitotoxicidade na poaia.

Aos 14 DAA, apenas o efeito de doses do herbicida foi significativo e não mais a interação, devido provavelmente ao adensamento não ser suficiente para controlar essas plantas. Pois, a poaia (*R. braziliensis*) é uma espécie dicotiledônea com arquitetura de folhas horizontal que pode auxiliar na interceptação de luz, uma vez que essa característica promove maior ângulo de contato entre a superfície foliar e a luz solar, conseqüentemente, um melhor aproveitamento da luz incidente. Assim, em ambientes mais adensados, esta espécie pode aumentar em frequência e tornar-se mais dominante na área que outras plantas daninhas por estas não serem tão eficientes na captação de luz (GOMES et al., 2014).

As espécies losna e trapoeraba apresentaram aos 7 DAA um incremento linear da injúria conforme o aumento da dose de fomesafen. Essa mesma tendência de fitotoxicidade do herbicida foi observada aos 14 DAA apenas para a losna. A trapoeraba não apresentou fitotoxicidade significativa aos 14 DAA, podendo-se assim, acreditar que essa planta recuperou-se da ação do herbicida.

Verifica-se que através do aumento das doses de fomesafen houve um aumento na fitotoxicidade da losna (*Parthenium hysterophorus*) e até mesmo a diminuição da densidade delas, como pode se observar acima (Tabela 4) em que a densidade de muito abundante diminuiu para ocasional, sendo uma consequência da ação do herbicida. Essa alta densidade da losna (MA – muito abundante) é devido essa planta florescer por um longo período de tempo e suas sementes apresentarem dormência, ocasionando um florescimento descontínuo que gera um banco de sementes no solo com períodos de germinação variados (BARROSO et al., 2012). Portanto, percebe-se que o fomesafen foi eficiente no controle dessa planta e conseqüentemente, na diminuição do banco de sementes por o herbicida agir antes da reprodução dessa planta infestante.

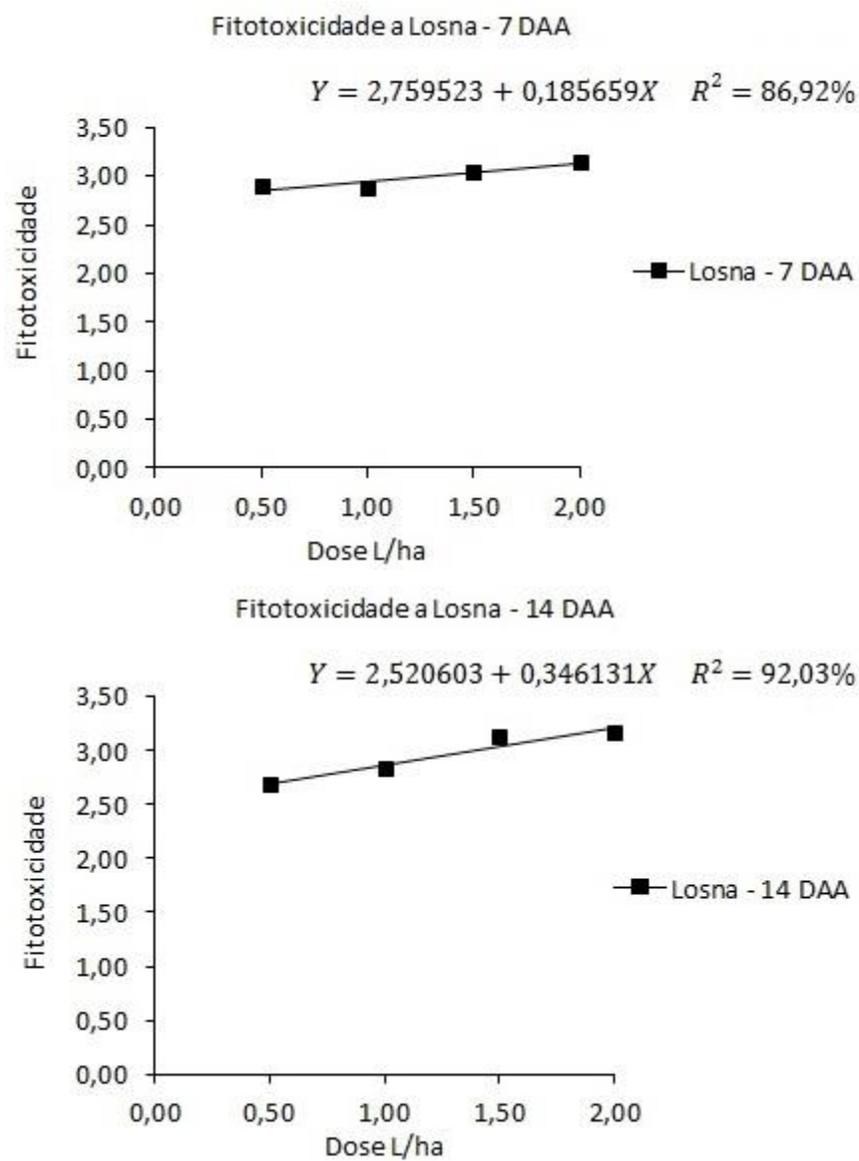


Figura 11 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante losna, aos 7 e 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

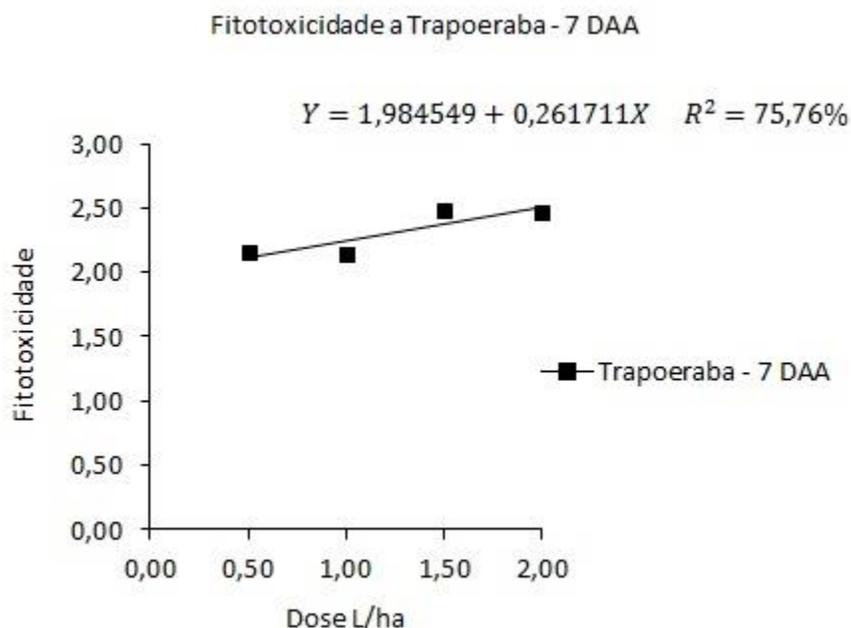
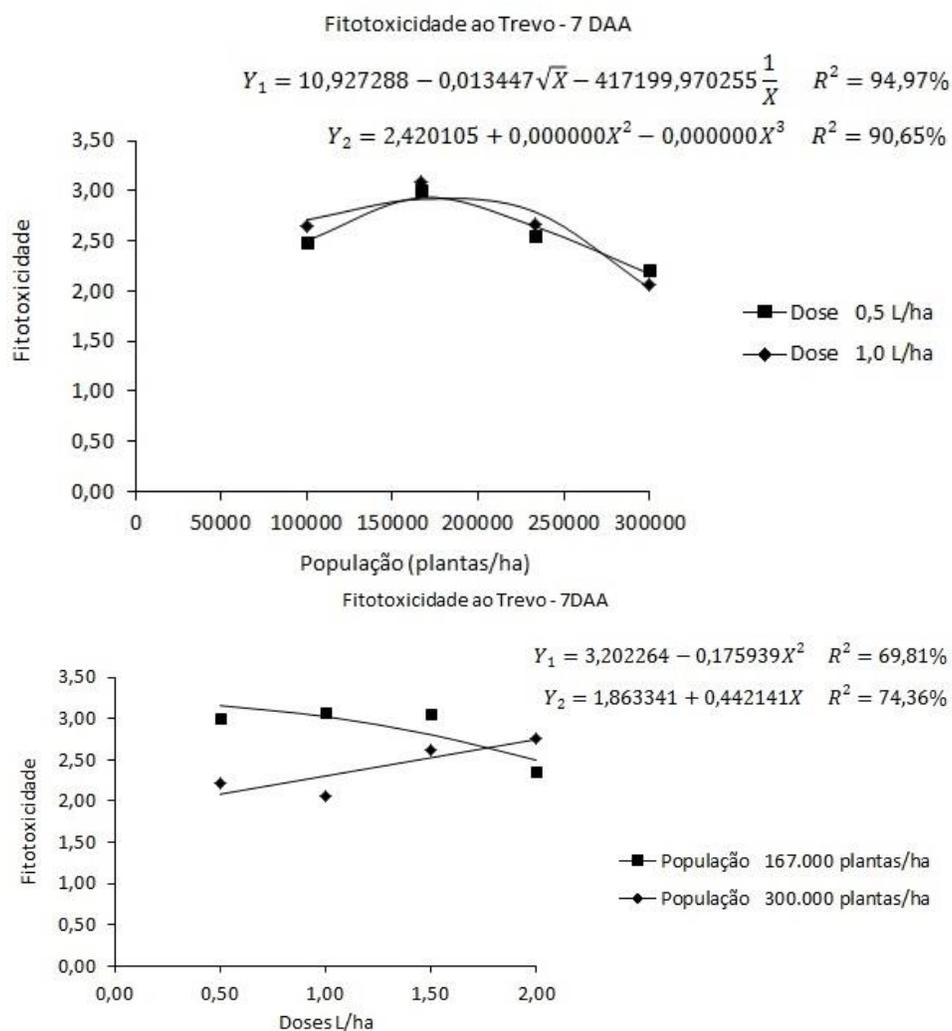


Figura 12 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante trapoeraba, aos 7 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Na trapoeraba aos 7 DAA, conforme houve aumento das doses de fomesafen, verifica-se um aumento linear da fitotoxicidade causada nessa planta. Aos 14 DAA, não se observou efeito significativo, estes resultados corroboram com as pesquisas de Mancuso et al. (2016), que observaram que a trapoeraba conseguiu recuperar-se da ação dos herbicidas testados (bentazona, fomesafen e diclosulam) entre as épocas de avaliação (inicial e tardia). O que leva a acreditar que as gemas apicais das plantas não foram comprometidas, ou, mesmo, que havia sementes na área que ainda estavam por germinar.

As Figuras 13, 14 e 15 apresentam a fitotoxicidade causada na planta infestante trevo, o qual apresentou interação entre as populações do feijoeiro X doses do fomesafen significativas as 7 DAA (Figura 13). O desdobramento dessa interação revelou que houve efeito de populações dentro das doses 0,5L

ha⁻¹ e 1,0L ha⁻¹ de fomesafen e efeito de doses dentro das populações de 167 mil e 300 mil plantas de feijão ha⁻¹. Aos 14 DAA, observou-se significativos o efeito das populações do feijoeiro (Figura 14) e o efeito das doses de fomesafen (Figura 15).



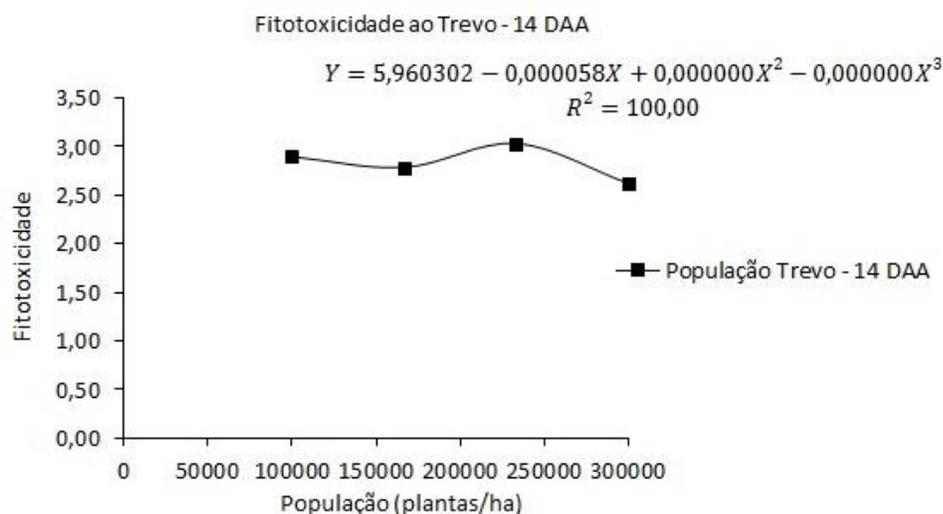


Figura 14 Efeito das populações do feijoeiro sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante trevo, aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

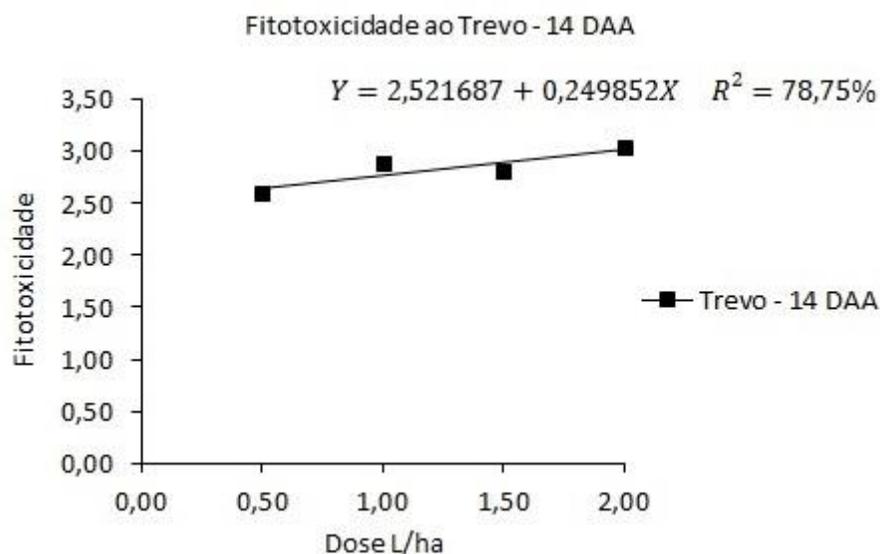


Figura 15 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante trevo, aos 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

O desdobramento do efeito das populações do feijoeiro, aos 7 DAA foi significativo para as doses de 0,5 e 1,0L ha⁻¹, sendo que essas duas doses

causaram maior injúria nos menores adensamentos (populações de 100 e 167 mil plantas ha^{-1}), maiores populações diminuiu-se a injúria por essas doses. O desdobramento do efeito das doses do herbicida fomesafen foi significativo dentro das populações de 167 mil e 300 mil plantas ha^{-1} . Dentro da população de 167 mil ha^{-1} , a fitotoxicidade diminuiu conforme se aumentou as doses do herbicida, e essa condição apesar de estranha, pode ser devido ao baixo adensamento do feijoeiro que permitiu uma maior incidência de luz solar, com melhor qualidade dessa irradiação no trevo, que contribuiu para este se recuperar da ação do herbicida mesmo em altas dosagens. Dentro da população de 300 mil, doses maiores causaram aumento da injúria, assim, além do aumento das doses de fomesafen, o alto adensamento contribuiu para a diminuição da incidência de luz solar nessas plantas ocasionando o aumento da injúria.

Aos 14 DAA, o efeito de populações do feijoeiro causou maior injúria sobre trevo na população de 233 mil plantas ha^{-1} , sendo essa talvez uma condição ótima para o desenvolvimento do feijoeiro e competição com essa planta daninha; quando comparado com a densidade, a dose de 0,5 L ha^{-1} foi capaz de causar efeito nessa mesma população (Figura 5). O efeito das doses de fomesafen foi diretamente proporcional à injúria do trevo (doses maiores causaram maior fitotoxicidade), conseqüentemente diminuição da densidade dessas plantas, conforme observado na densidade do trevo (Figura 5), na população de 233 mil plantas ha^{-1} , porém, houve baixo controle dessa planta, que de muito abundante passou para abundante (Tabela 4). O mesmo foi observado por Mancuso et al. (2016), em que todos os herbicidas testados (bentazona, fomesafen e diclosulam), bem como as épocas de aplicação avaliadas (inicial e tardio), foram pouco eficientes no controle de trevo, resultando em percentagens inferiores a 50%.

4.1.1.3 Matéria seca de plantas daninhas na colheita do feijão

A significância dos fatores em estudo sobre a característica matéria seca de plantas daninhas por ocasião da colheita do feijão (MS) é apresentada na Tabela 15, em que somente houve efeito significativo das populações de feijoeiros sobre a matéria seca de plantas daninhas.

Tabela 15 Resumo da análise de variância da variável matéria seca de plantas daninhas por ocasião da colheita do feijão. Safra inverno, Lambari, 2016.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios
Blocos	2	33479,60 ^{ns}
Pop. Feijão (P)	3	50296,80*
Doses Fomesafen(D)	3	25081,39 ^{ns}
P x D	9	17282,02 ^{ns}
Resíduo	30	14005,30
CV (%)		58,90
Média		200,92

^{ns} Não-significativo e *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 16, o aumento da população de feijoeiros reduziu linearmente a massa da matéria seca de plantas daninhas, revelando maior controle dessas plantas na área, possivelmente ao maior sombreamento da área pelo feijoeiro, principalmente a partir do estágio R6, quando o feijoeiro apresenta máxima área foliar. Segundo Balbinot Jr. et al., (2003) e Vogt et al. (2014), a formação de dossel denso pelas plantas cultivadas, com elevada cobertura do solo, reduz a quantidade e a qualidade de luz disponível às plantas daninhas, afetando negativamente sua taxa fotossintética líquida, refletindo-se em diminuição da competição por água, luz e nutrientes. Jannink et al. (2000) e Vogt et al. (2014) discutem que a cada 14g.m⁻² de aumento da MS de plantas daninhas há redução

de 1% na produtividade do feijão, e sugerem que a habilidade competitiva dos cultivares de feijão está mais associada à capacidade de suprimir o crescimento dessas plantas, e não em tolerar a interferência.

Na colheita não se verifica mais o efeito da aplicação do fomesafen (Tabela 15), evidenciando que a precocidade e a magnitude da cobertura do solo pela cultura tem grande efeito sobre a reinfestação tardia de plantas daninhas, a qual ocorre quando os efeitos dos princípios ativos dos herbicidas já começam a declinar devido a lixiviação, degradação das moléculas e outras reações.

Cury et al. (2013) relata autores que identificam características morfofisiológicas relacionadas à habilidade competitiva superior das culturas em relação às plantas daninhas, tais como: matéria seca da parte aérea (LAMEGO et al., 2005), distribuição espacial (DIAS et al., 2010), germinação e emergência (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008), estatura (McDONALD, 2003), hábito de crescimento (TEIXEIRA et al., 2009), índice de área foliar (HAEFELE et al., 2004), cobertura do solo (BALBINOT Jr. et al., 2003), interceptação da radiação solar (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008) e densidade foliar na parte superior da planta (CATON et al., 2001). Essas características contribuem para o controle de reinfestações tardias de plantas daninhas.

O Brasil possui condições climáticas favoráveis para a dissipação dos herbicidas (SILVA et al., 2013). Santos (1991) e Cobucci et al. (1998) observaram degradação mais rápida do fomesafen em situação de maior teor de umidade no solo. Precipitações com volumes de 40 mm diários de chuva, por vários dias, podem aumentar a degradação do fomesafen, devido ao encharcamento do solo, tornando seus poros cheios de água, assim, reduzindo a oxigenação (SILVA et al., 2013). Nas irrigações necessárias durante o ciclo da cultura do feijoeiro, com a devida manutenção da umidade do solo, as doses deste herbicida não influenciaram significativamente sobre a matéria seca de

plantas daninhas na época da colheita. A degradação do fomesafen em solos sob condição anaeróbica ocorre em menos de três semanas, enquanto em condições aeróbicas ele requer de seis a 12 meses para total dissipação (JOHNSON; TALBERT, 1993).

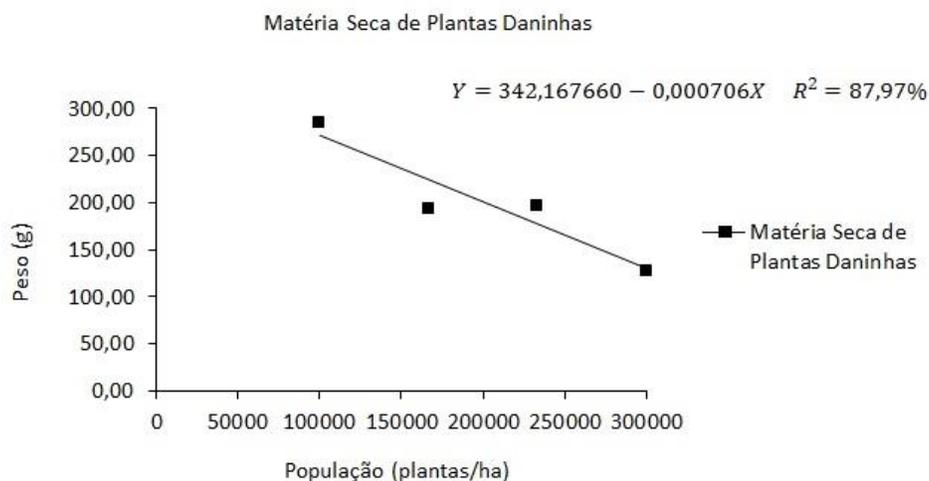


Figura 16 Efeito de populações de feijoeiro sobre a massa de matéria seca de plantas daninhas por ocasião da colheita do feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.

4.1.2 Lavras

Em razão do excesso de pluviosidade em poucos dias (Figura 17) e da ocorrência de chuvas de granizo na região, o desenvolvimento do feijão foi bastante prejudicado em Lavras. Além disso, a alta infestação de plantas daninhas no final do ciclo da cultura, não permitiu o aproveitamento dos dados agrônômicos do feijoeiro e nem a semeadura do sorgo. Deste modo, neste experimento, apenas os dados relativos a plantas daninhas na área são apresentados.



Figura 17 Precipitação de Lavras, MG, de outubro de 2014 a abril de 2015.
 Fonte Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2015.

4.1.2.1 Densidade de plantas daninhas

Em Lavras foram identificadas 14 espécies de plantas daninhas distribuídas em 8 famílias (Tabela 16). As famílias mais representativas de todo o levantamento fitossociológico, no que se refere ao número de espécies, foram Poaceae com quatro representantes, seguida por Asteraceae (Compositae) com três espécies e Euphorbiaceae, com duas espécies. As demais famílias presentes foram Amaranthaceae, Portulacaceae, Convolvulaceae, Rubiaceae e Commelineaceae, cada uma com apenas uma espécie.

Tabela 16 Composição de plantas daninhas e classificação quantitativa em duas avaliações durante o ciclo cultural do feijão. Safra das águas, Lavras, 2016.

Plantas Daninhas Encontradas	Espécie	Família	Avaliação	
			0 DAA	14 DAA
Apaga-fogo	<i>Alternanthera tenella</i>	Amaranthaceae	MA	MA
Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	O	O
Capim-Colchão	<i>Digitaria</i> spp.	Poaceae	MA	MA
Capim-Colonião	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	F	O
Corda-de-viola	<i>Ipomea nil</i>	Convolvulaceae	A	A
Erva de Sta. Luzia	<i>Chamaesyce hirta</i>	Euphorbiaceae	F	O
Falsa Serralha	<i>Emilia sonchifolia</i>	Asteraceae	F	F
Gramma-seda	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	O	O
Leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	F	F
Mentrasto	<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	MA	MA
Picão Preto	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	A	A
Poaia	<i>Richardia brasiliensis</i>	Rubiaceae	MA	MA
Timbete	<i>Cenchrus echinatus</i>	Poaceae	MA	MA
Trapoeiraba	<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae	MA	MA

Nessa safra, observou-se maior ocorrência de espécies daninhas anuais de propagação seminíferas, em relação àquelas que se propagam vegetativamente. Dentre as espécies que se propagam por sementes encontrou-se *A. tenella*, *A. conyzoides*, *B. pilosa*, *E. sonchifolia*, *Commelina benghalensis* (reprodução por sementes aéreas e subterrâneas formadas nos rizomas), *Ipomea nil*, *Chamaesyce hirta*, *E. heterophylla*, *Portulaca oleracea*, *R. brasiliensis*, entre as dicotiledôneas, e *Cenchrus echinatus*, *Digitaria* spp. e *Panicum maximum*, entre as monocotiledôneas. *Cynodon dactylon* se reproduz por meio de estolões.

Das espécies encontradas nessa safra, 6 espécies foram semelhantes à safra passada, são elas: *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis*, *Cynodon dactylon*, *Ipomea nil*, *Portulaca oleracea* e *Richardia brasiliensis*.

Em experimento realizado por Furtado (2004), em campo, na mesma safra, foi observado espécies de plantas daninhas semelhantes a este trabalho, dentre elas: *Digitaria* spp., *Panicum maximum*, *Ipomea nil*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, *Richardia brasiliensis*, *Cenchrus echinatus* e *Commelina benghalensis*. Segundo Teixeira et al. (2009), as espécies daninhas encontradas, como leiteiro (*E. heterophylla*), trapoeraba (*C. benghalensis*) e picão-preto (*B. pilosa*) são espécies frequentes no agrossistema do feijoeiro cultivado na safra de verão-outono em condições de Cerrado.

As espécies mais frequentes na área experimental foram *Digitaria* spp. e *Richardia brasiliensis*, assim como encontrado por Furtado (2004), em que essas 2 espécies e mais *Cyperus rotundus* compõem mais de 50% da infestação total aos 50 DAA. Além dessas espécies, a *Alternanthera tenella* se apresentou muito abundante (MA) na área (alta densidade), o mesmo foi destacado por Sousa et al. (2009), que em seu estudo, na família Amaranthacea destacou-se a espécie *Alternanthera tenella* (apaga-fogo) por ser a mais relevante em densidade.

4.1.2.2 Fitotoxicidade às plantas daninhas

Como já mencionado, foram incluídas na análise de variância, as plantas daninhas que apresentavam incidência em mais de 50% das parcelas. Com relação às notas atribuídas de acordo com a tabela de EWRC, através de avaliação visual, se pode observar que aos 7 DAA a interação entre populações de feijoeiro e doses do herbicida fomesafen foi significativa no caso da espécie apaga-fogo e que o fator dose teve efeito significativo sobre corda de viola e mentrasto. Aos 14DAA percebeu-se interação significativa nos casos de apaga-fogo, corda de viola, mentrasto e timbete; nessa mesma época de avaliação, as doses do herbicida fomesafen tiveram efeito significativo sobre capim-colchão e poaia branca.

Tabela 17 Resumo da análise de variância dos dados relativos à fitotoxicidade, aos 7 DAA, às plantas daninhas apaga-fogo, capim-colchão, corda de viola, mentrasto, poaia branca, timbete e trapoeraba. Safra das águas, Lavras, 2016.

FV	GL	Planta Daninha						
		Apaga-fogo	Capim-Colchão	Corda de Viola	Mentrasto	Poaia Branca	Timbete	Trapoeraba
Blocos	2	0,040370	0,033674	0,253662	0,159701	0,032869	0,002105	0,027213
Pop. Feijão (P)	3	0,076262	0,005612	0,160817	0,196697	0,039633	0,002105	0,118765
Dose Fomesafen (D)	3	0,337541*	0,005612	0,435635*	0,362378*	0,149402	0,002105	0,080268
P x D	9	0,258741*	0,007483	0,281233	0,170217	0,118995	0,002105	0,112121
Resíduo	30	0,076325	0,006735	0,128329	0,101752	0,125381	0,002105	0,075279
CV (%)	-	11,44	5,70	15,70	12,80	14,01	3,23	11,83
Média		2,42	1,44	2,28	2,49	2,53	1,42	2,32

Dados transformados em $(x + 1,0)^{0,5}$. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 18 Resumo da análise de variância (graus de liberdade, quadrados médios e coeficiente de variação) dos dados relativos à fitotoxicidade, aos 14 DAA, às plantas daninhas apaga-fogo, capim-colchão, corda de viola, mentrasto, poaia branca, timbete e trapoeraba. Safra das águas, Lavras, 2016.

FV	GL	Planta Daninha						
		Apaga-fogo	Capim-Colchão	Corda de Viola	Mentrasto	Poaia Branca	Timbete	Trapoeraba
Blocos	2	0,205579	0,250349	0,474387	0,155180	0,831657	0,016206	0,123314
Pop. Feijão (P)	3	0,137128	0,035501	0,099535	0,296493*	0,250483	0,006600	0,054956
Dose Fomesafen (D)	3	0,860330*	0,069036*	1,150243*	1,636053*	0,523014*	0,006600	0,179978
P x D	9	0,186178	0,012695	0,373055*	0,255279*	0,295866	0,016658*	0,112359
Resíduo	30	0,113672	0,020899	0,105223	0,086827	0,144400	0,004594	0,074563
CV (%)	-	14,34	9,66	13,66	11,10	14,86	4,68	12,88
Média		2,35	1,50	2,38	2,65	2,56	1,45	2,12

Dados transformados em $(x + 1,0)^{0,5}$. *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 19 Valores médios do índice de fitotoxicidade das plantas daninhas capim-colchão, poaia branca, timbete e trapoeraba, aos 7 e 14 DAA, em função da população de plantas e das doses de fomesafen. Safra das águas, Lavras, 2016.

Fator		Fitotoxicidade			
População de feijão (mil plantas ha⁻¹)	Capim-Colchão 7DAA	Poaia Branca 7DAA	Timbete 7DAA	Trapoeraba 7DAA	Trapoeraba 14DAA
100	1,414214	2,509763	1,440700	2,225659	2,030921
133	1,440700	2,455288	1,414214	2,308525	2,173654
167	1,467186	2,587185	1,414214	2,458695	2,171927
200	1,440700	2,556091	1,414214	2,282195	2,104859
Dose de Fomesafen					
(L ha⁻¹)					
0,5	1,440700	2,366293	1,414214	2,200375	1,948720
1,0	1,440700	2,565340	1,414214	2,343793	2,188962
1,5	1,414214	2,552802	1,440700	2,388527	2,119268
2,0	1,467186	2,623892	1,414214	2,342379	2,224411

As Figuras 18 e 19 são referentes a fitotoxidez causada à planta infestante apaga-fogo (*Alternanthera tenella*) aos 7 e 14 DAA do herbicida fomesafen, respectivamente. Aos 7 DAA (Figura 18) o Apaga-fogo apresentou interação População de feijão X Doses de fomesafen significativo nessa época de avaliação. No desdobramento de Populações de feijão verificou-se significância dentro das doses de 1,0 L ha⁻¹ e 2,0 L ha⁻¹. Nesse caso, a dose de 1,0 L ha⁻¹ apresentou injúria linear, conforme se adensou o feijoeiro houve uma diminuição na fitotoxicidade do apaga-fogo, isso é devido ao efeito “guarda-chuva” sobre as plantas daninhas, consequentemente o herbicida atingiu com maior eficiência seu alvo em populações menores do feijoeiro. Embora a maior população de feijoeiro empregada cubra melhor o solo e evite um contato melhor do herbicida com as plantas daninhas, essas também sombreiam as plantas daninhas, prejudicando o desenvolvimento delas na área. A dose de 2,0 L ha⁻¹ é o dobro recomendado para a cultura do feijoeiro, que através da análise verifica-se que maiores adensamentos apresentaram também maior injúria sobre a planta infestante, demonstrando assim, que apesar do adensamento do feijoeiro que causa um menor contato do herbicida, em doses maiores ainda há eficiência. O desdobramento de doses de fomesafen foi significativo dentro das populações de 133 e 200 mil plantas de feijão ha⁻¹. Nesse caso, dentro da população de 133 mil plantas de feijão ha⁻¹ observou-se que as doses de 1,0 a 1,5 L ha⁻¹ causaram injúria semelhante e superior que as outras doses sobre a planta infestante, sendo a dose recomendada pelo fabricante de 1,0 L ha⁻¹. Dentro da população de 200 mil plantas de feijão ha⁻¹, a dose de 1,5 a 2,0 L ha⁻¹ apresentou maior injúria sobre a planta infestante, devido ao maior adensamento foram necessárias doses superiores à recomendada pelo fabricante para atingir o alvo e causar intoxicação à planta.

Aos 14 DAA (Figura 19), essa mesma planta apresentou o fator doses de fomesafen significativo, em que com o aumento das doses do herbicida se verificou o aumento linear da injúria.

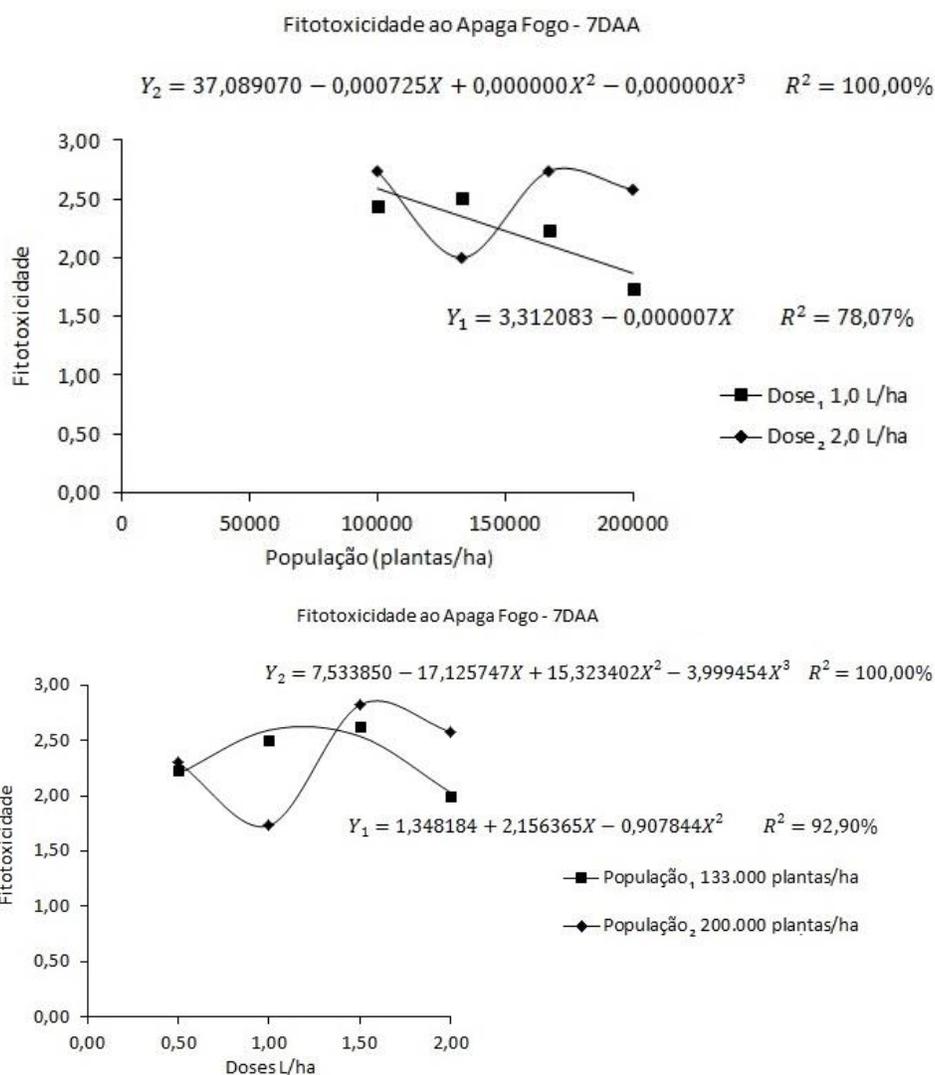


Figura 18 Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante apaga-fogo, aos 7 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

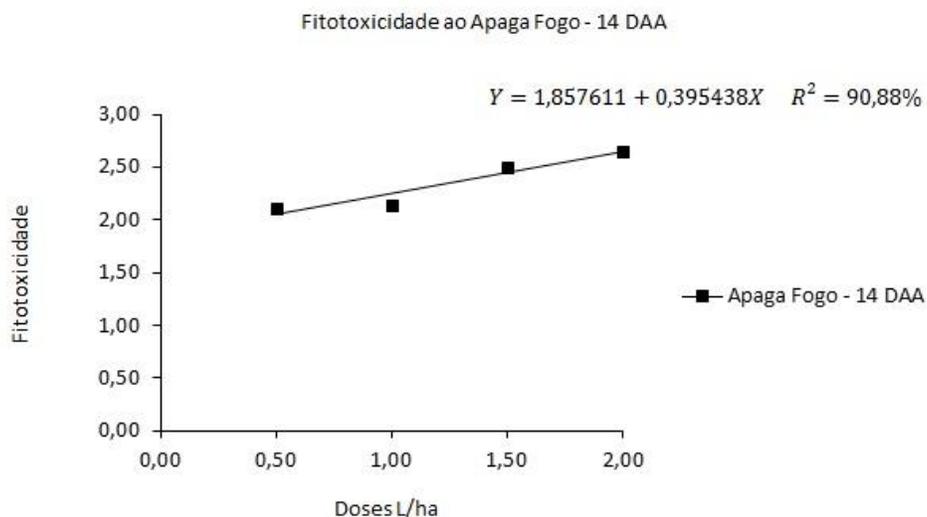


Figura 19 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante apaga-fogo, aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

O apaga-fogo se apresentava na área ao 0 DAA do herbicida como muito abundante (MA), aos 14 DAA percebe-se baixo controle e injúria dessas plantas, com densidade constante em MA (Tabela 16), além disso, a presença da palha de milho na área não foi suficiente para seu controle, o mesmo foi observado por Ferreira e Lamas (2010) e Canossa et al. (2007), os quais verificaram que a presença de palha na superfície do solo não afetou a velocidade de emergência das plântulas de *A. tenella* e que as sementes posicionadas nas camadas mais superficiais do solo apresentaram velocidade de emergência superior às daquelas colocadas nas camadas mais profundas, independentemente da presença de palha na superfície do solo. De acordo com Sousa et al. (2009), *A. tenella* é uma planta perene, comumente descrita como uma das principais infestantes da entressafra e das operações de manejo.

A planta infestante Corda de viola (*Ipomea nil*) está representada nas Figuras 20 e 21. Aos 7 DAA foi significativo o fator doses de fomesafen, que o

aumento das doses incrementou linearmente a fitotoxicidade (Figura 20). Aos 14 DAA (Figura 21), foi significativa a interação População de feijão X Doses de fomesafen, com significância no desdobramento população de feijão dentro das doses de 0,5, 1,0 e 1,5 L de fomesafen ha⁻¹. A dose de 0,5 L de fomesafen ha⁻¹ apresentou ascendência linear, em que conforme se adensou o feijoeiro, houve maior intoxicação da planta daninha, o contrário é observado na dose de 1,5 L ha⁻¹. A dose de 1,0 L ha⁻¹ apresentou-se variável quanto à intoxicação da planta infestante, porém a ação do herbicida causou maior injúria à população de 167 mil plantas de feijão ha⁻¹. Todas as doses apresentaram injúria semelhante ao maior adensamento do feijoeiro. O desdobramento de doses de fomesafen foi significativo dentro das populações 100 e 133 mil plantas de feijão ha⁻¹ (menor adensamento), e assim, permitiram um contato ideal do herbicida sobre a planta infestante, conseqüentemente, o aumento de doses causou um aumento linear da injúria.

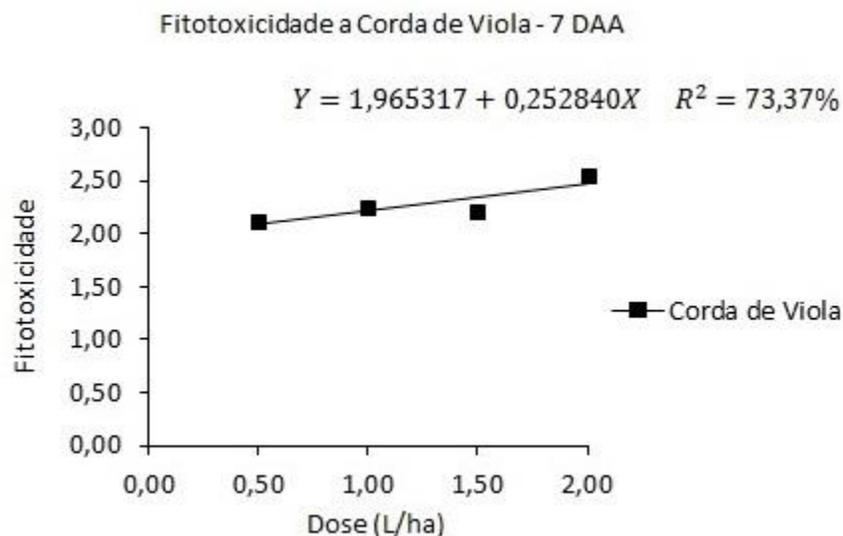


Figura 20 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante corda de viola, aos 7DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

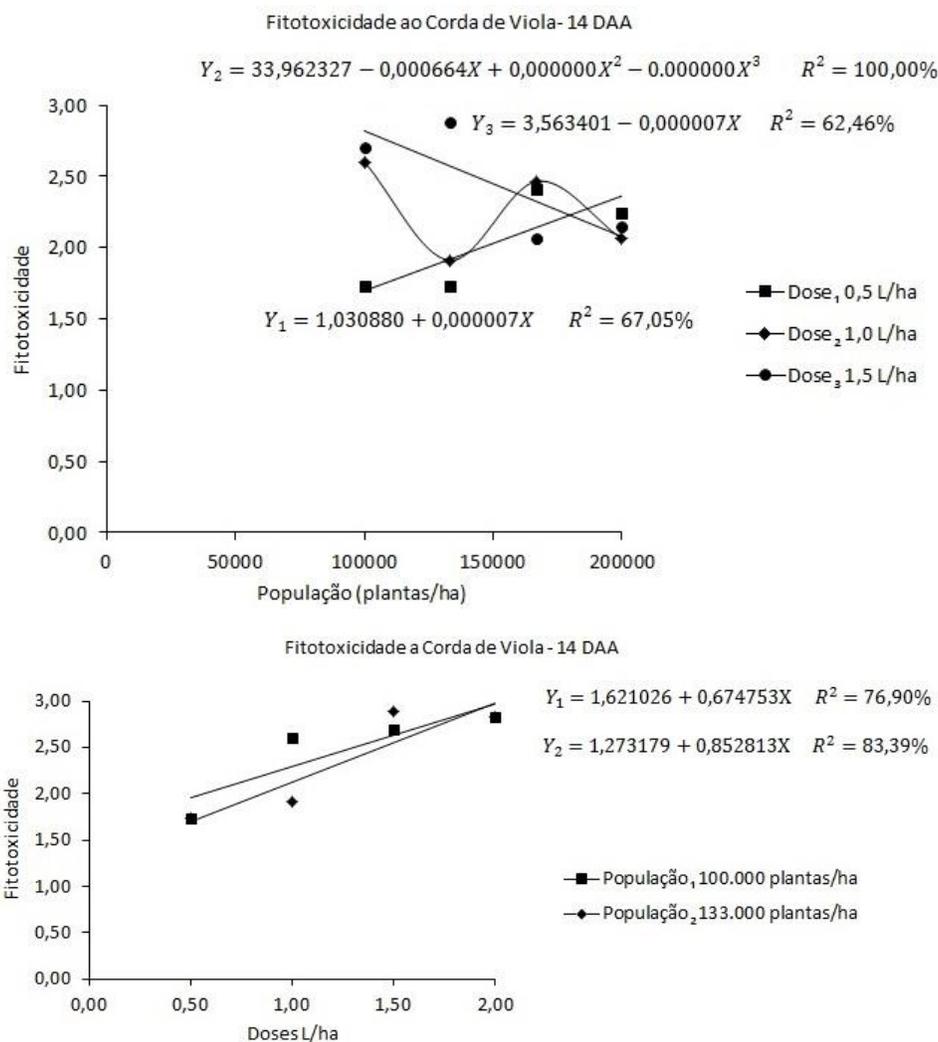


Figura 21 Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante corda de viola, aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

Percebe-se maior presença da corda de viola em Lavras do que em Lambari, onde sua densidade não foi suficiente para a análise estatística. Em Lavras, o experimento foi conduzido em cultivo mínimo, com presença de palha de milho no solo, diferentemente do experimento em Lambari, que foi

conduzido tradicionalmente. Segundo Barroso et al. (2012) quando se tem uma cobertura do solo com palha, algumas plantas daninhas podem ser favorecidas, corroborando outros estudos de Correia e Durigan (2004), que observaram incremento na emergência de *Ipomoea quamoclit* na presença de palha de cana-de-açúcar.

A fitotoxicidade causada ao mentrasto (*Ageratum conyzoides*) está representada nas Figuras 22 e 23. Aos 7 DAA (Figura 22), foi significativo o efeito de doses de fomesafen em que as doses empregadas são diretamente proporcionais à fitotoxicidade do mentrasto. Aos 14 DAA (Figura 23), a interação População de feijão X Doses de fomesafen foi significativa, com significância no desdobramento População de feijão dentro da dose de 1,0 L de fomesafen ha⁻¹, sendo essa dose com maior efeito fitotóxico nas populações de 167 mil plantas ha⁻¹, seguida pela população de 200 mil plantas ha⁻¹, demonstrando que a dose recomendada conseguiu atingir a planta alvo e causar injúria nela, mesmo com o adensamento do feijoeiro. A dose recomendada pelo fabricante é de 0,9 a 1,0 L de fomesafen ha⁻¹ com aplicação no estágio de crescimento entre 4 a 6 folhas (5 a 8 cm) (SYNGENTA, 2014). O desdobramento de Doses de fomesafen foi significativo dentro de todas as populações do feijoeiro e causaram efeito de injúria semelhante entre eles.

O mentrasto (*A. conyzoides*) é uma planta daninha originária da América tropical e com grande adaptação a diversas condições ambientais, infestando aproximadamente 40 culturas em mais de 50 países. No Brasil, pode ser encontrada em todas as regiões, surgindo em culturas perenes, anuais, hortas e áreas sem cultivo (LORENZI, 2008).

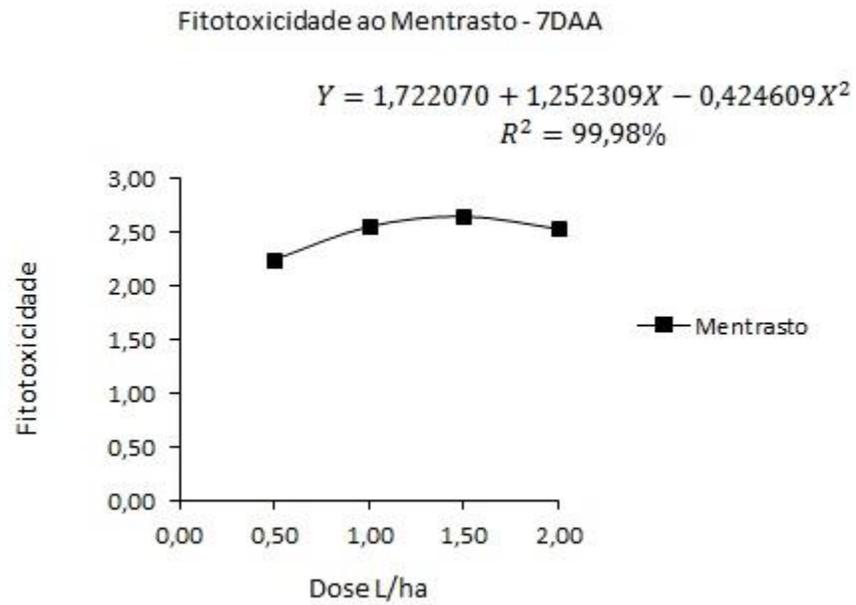


Figura 22 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante mentrasto, avaliações aos 7DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

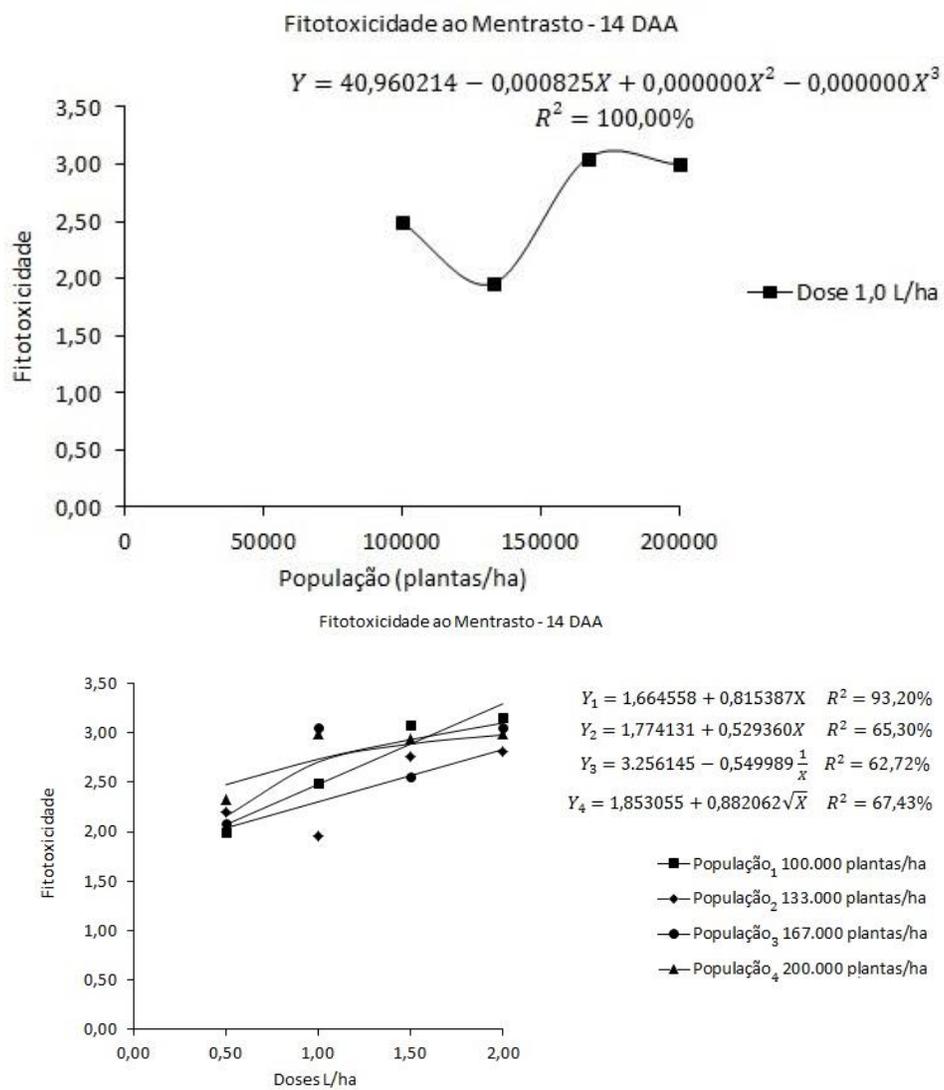


Figura 23 Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante mentrasto, aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

A poaia (*R. braziliensis*), aos 14 DAA teve efeito significativo das doses de fomesafen, na qual a intoxicação aumentou linearmente (Figura 24),

semelhante ao verificado em Lambari na safra de inverno, em que aos 14 DAA as doses do herbicida também causaram uma intoxicação linear.

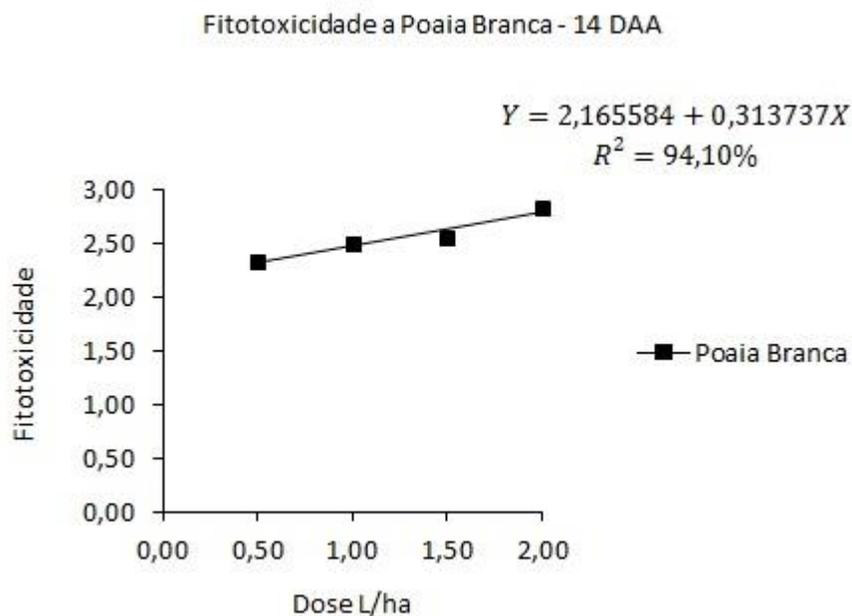


Figura 24 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante poaia branca, aos 14DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

Furtado (2004) encontrou que *R. brasiliensis* permaneceu em alta frequência relativa até a época da colheita, semelhante à este estudo que de MA (0 DAA) permaneceu MA (14 DAA). Lorenzi (2000) afirma que esta rubiácea tem a capacidade de tolerar certo grau de sombreamento, causando, como a *Ipomea* spp., problema na operação da colheita, corroborando com o presente trabalho, em que a alta infestação de plantas daninhas impediu a colheita do feijão. A *Ipomea* spp. causa sérios problemas na colheita mecanizada, confere alta umidade aos grãos e é considerada de difícil controle (LORENZI, 2000).

Na Figura 25, o herbicida foi capaz de causar sinais de injúria no capim colchão (*Digitaria* spp.), essa injúria aumentou linearmente conforme o aumento

das doses de fomesafen. As doses não foram capazes de controlar essa planta, pois é perceptível visualmente uma baixa fitotoxicidade, apenas conseguem diminuir sua velocidade de propagação, devido o herbicida não ser recomendado para o controle de plantas de folha estreita.

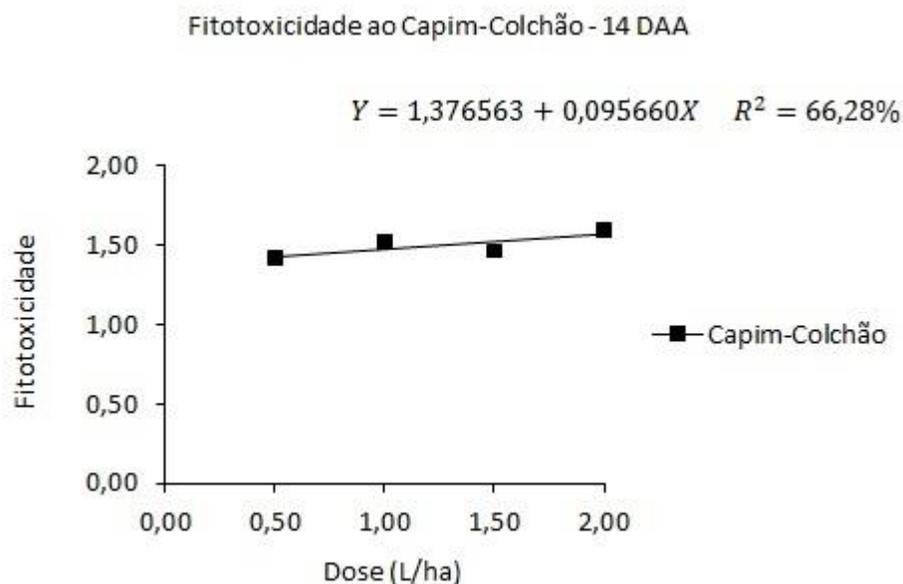


Figura 25 Efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante capim-colchão aos 14DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

O timbete (*Cenchrus echinatus*) apresentou fitotoxicidade apenas aos 14 DAA, com a interação População do feijoeiro X Doses do herbicida significativa. O desdobramento população do feijoeiro foi significativo dentro das doses de 1,0, 1,5 e 2,0 L de fomesafen ha⁻¹, nesse desdobramento ambas as doses causaram uma baixa injúria e semelhante entre as doses, como pode ser observado na figura 26. No desdobramento de doses de fomesafen houve significância as populações de 100, 167 e 200 mil plantas de feijão ha⁻¹, ambas as populações também tiveram efeito semelhante de fitotoxicidade, com baixa injúria. O timbete também é uma monocotiledônea, o qual o herbicida não

controla, semelhante ao capim-colchão (Figura 25), de metabolismo C4, em que o herbicida causa a injúria e desacelera o desenvolvimento dessas plantas.

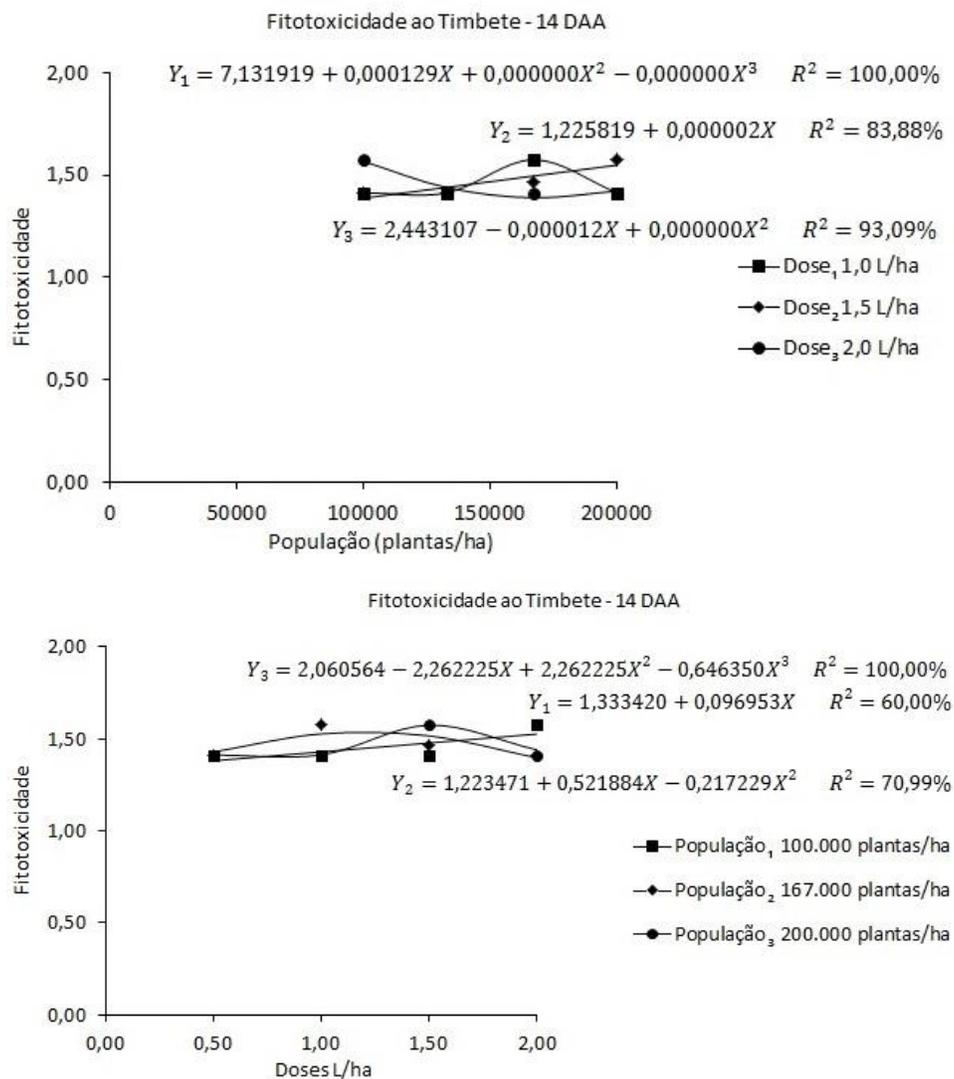


Figura 26 Efeito das populações do feijoeiro e efeito de doses de fomesafen sobre a injúria (fitotoxicidade) causada em campo à planta infestante timbete, aos 14 DAA. Safra das águas, Lavras, 2016.

O feijoeiro por apresentar ciclo vegetativo curto, sistema radicular superficial e metabolismo fotossintético C3, se torna muito sensível à competição com plantas daninhas, principalmente às de metabolismo C4 (FERREIRA et al., 2006). A competição interespecífica entre plantas daninhas e culturas ocorre pelos recursos limitados no meio, tais como os nutrientes, a luz, a água e o espaço (VARGAS; ROMAN, 2008). Quanto mais semelhantes forem as características morfofisiológicas entre plantas cultivadas e plantas daninhas, maior será a perda de produtividade da cultura (LAMEGO et al., 2004).

Quando sua convivência se dá no período de primavera-verão, com a ocorrência de altas temperaturas e radiação solar, o crescimento das plantas de metabolismo C4, como *D. horizontalis* e *E. indica* é favorecido, em detrimento do feijoeiro (FERREIRA et al., 2006), sendo essas espécies consideradas de alta nocividade para a cultura (AREVALO; ROSANSKI, 1991). Segundo Tavares et al. (2013), outras plantas de metabolismo C4 nocivas à cultura do feijoeiro, na safra primavera-verão, são *B. pilosa*, *C. echinatus* e *P. maximum*. A família Poaceae, dada a sua diversidade e capacidade de adaptação, tem as espécies infestantes mais agressivas e os métodos agrícolas permitem crescentes infestações das lavouras com gramíneas diversas (SOUSA et al., 2009).

Segundo Procópio et al. (2004), em trabalho em que se comparou a absorção de nitrogênio pela soja, feijão e plantas daninhas, a adubação nitrogenada favoreceu mais o crescimento das plantas daninhas que não pertenciam à família das Leguminosas do que as culturas de soja e feijão.

As plantas de feijão de cultivares modernas são baixas, geralmente não ultrapassando 70 cm de altura, aumentando a suscetibilidade à competição por luz. A maioria das plantas daninhas possui características que causam o sombreamento das plantas de feijão (VOGT et al., 2014). Além disso, a cultura possui menor capacidade de captar e de transformar a luz interceptada em biomassa, comparativamente à soja (SANTOS et al., 2003).

Pires et al. (2008) alerta para a importância do manejo visando o impedimento da introdução de propágulos de plantas daninhas nas áreas agrícolas, não só durante o ciclo das culturas, mas também durante o período de pousio, devido à dificuldade de controle químico das espécies e impedir a disseminação de plantas daninhas em regiões onde ainda não as encontra.

O uso de doses reduzidas de herbicidas aplicados em pós-emergência, segundo Steckel et al. (1990) e Prostko e Meade (1993), proporciona menor impacto ambiental, além de reduzir o custo de produção. No entanto, para se obter controle eficiente, é necessário que o produto seja aplicado sobre plantas daninhas jovens, com elevada atividade metabólica, em condições ambientais favoráveis e com eficiente tecnologia de aplicação (FERREIRA et al., 1998).

4.2 Feijoeiro

4.2.1 Lambari

O resumo apresentado na Tabela 20 revelou que na análise de variância apenas houve efeito significativo das populações de feijoeiro sobre o número de vagens por planta e que não houve significância de doses de fomesafen e nem da interação populações x doses sobre nenhuma das características avaliadas no feijoeiro. Os respectivos valores médios são apresentados na Tabela 21.

Tabela 20 Resumo da análise de variância dos dados de NVP - número de vagens por planta, NGV - número de grãos por vagem, M100 - massa de 100 grãos e rendimento de grãos (RG) do feijoeiro. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fontes de Variação	GL	Características			
		NVP	NGV	M100 (g)	RG (kg/ha)
Blocos	2	54,251458 ^{ns}	5,325265 ^{ns}	3,395140 ^{ns}	1752247,619015 ^{ns}
Pop. Feijão (P)	3	155,073333*	0,350919 ^{ns}	0,707514 ^{ns}	404741,098250 ^{ns}
Doses Fomesafen (D)	3	6,445556 ^{ns}	0,247447 ^{ns}	2,437081 ^{ns}	73926,569150 ^{ns}
P X D	9	23,634074 ^{ns}	0,645035 ^{ns}	2,754038 ^{ns}	192086,284652 ^{ns}
Resíduo	30	21,809014	0,300367	2,254253	181711,580492
CV (%)		38,94	12,92	7,45	45,40
Média		11,99	4,24	20,15	938,93

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

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 21 Valores médios das características NVP - número de vagens por planta, NGV - número de grãos por vagens, M100 - massa de 100 grãos e rendimento de grãos (RG) do feijoeiro. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fator	Características			
	NVP	NGV	M100 (g)	RG (kg.ha ⁻¹)
População de feijão				
(mil plantas ha⁻¹)				
100	16,925000	4,238333	20,441667	675,305000
167	12,175000	4,142500	19,868333	1084,302500
233	8,625000	4,485000	20,217500	955,837500
300	10,241667	4,105000	20,060833	1040,261667
Doses de Fomesafen				
(L ha⁻¹)				
0,5	11,766667	4,062500	19,475833	892,855833
1,0	11,283333	4,396667	20,441667	958,079167
1,5	11,900000	4,204167	20,357500	863,983333
2,0	13,016667	4,307500	20,313333	1040,788333

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

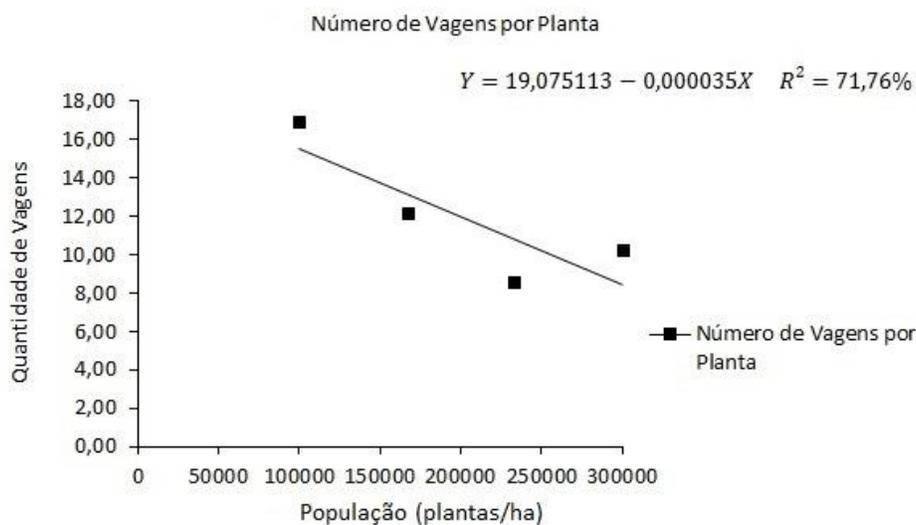


Figura 27 Efeito de populações do feijoeiro sobre o número de vagens por planta do feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Com o aumento da densidade populacional houve diminuição do número de vagens por planta (Figura 27), o que coincide com vários estudos com o feijoeiro (SOUZA et al. 2004; 2008; 2014). Certamente o ambiente de competição interferiu nesse componente do rendimento, de modo que nas menores densidades houve melhor utilização dos recursos luz, água e nutrientes pelas plantas sobreviventes, resultando na produção de maior número de vagens em cada planta. Esse resultado, contudo, não interferiu no número de grãos por vagem (Tabela 21), confirmando outros estudos os quais relacionam essa variável à herdabilidade genética (ARF et al., 2008).

Apesar do incremento da densidade de plantas, não se verificou acréscimos na massa ou no rendimento de grãos (Tabela 21), evidenciando certa plasticidade ou capacidade de compensação, na qual o feijoeiro pôde proporcionar produtividades comparáveis com base no equilíbrio entre os componentes do rendimento.

Em relação ao efeito do fomesafen, as doses aplicadas no controle de plantas daninhas não interferiram nas avaliações do feijoeiro (Tabela 21). Com a mesma leguminosa, Machado et al. (2006) também não verificaram efeitos da aplicação desse ingrediente ativo em mistura com fluazifop-p-butil. Embora não tenham sido realizados testes de fitotoxidez, observou-se sinais de necrose foliar poucos dias após aplicação do herbicida (Figura 29), o que parece não ter comprometido a cultura. De acordo com Silva et al. (2013), mesmo sendo seletivo para o feijão, o fomesafen pode causar intoxicação às plantas, não afetando a produtividade de grãos. Este resultado certamente está relacionado ao seu mecanismo de ação, haja vista que o produto atua como inibidor da protox, expressando tais injúrias quando aplicado em pós-emergência, após 4-6 horas de exposição à luz solar (FERREIRA et al., 2005). Segundo o fabricante, o herbicida pode proporcionar uma leve descoloração das folhas da cultura, que desaparece 15 dias após a aplicação; assim, problemas de fitotoxicidade no feijoeiro são comumente verificados logo após sua aplicação, diminuindo a severidade com o decorrer do seu ciclo (OLIVEIRA et al., 2013).

Além disso, condições climáticas (Figura 28) com déficit de chuva e escassez de água nos rios para a irrigação prejudicaram as características analisadas. Andrade (2015), na mesma época, observou que o déficit de chuva causou redução de produtividade no feijoeiro.



Figura 28 Precipitação de Lambari, Minas Gerais.
Fonte Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, 2015.



Figura 29 Sinais de necrose foliar no feijoeiro devido o contato do herbicida fomesafen, 14 DAA. Safra de inverno, Lambari, 2016.

4.3 Sorgo

Não houve influência das fontes de variação sobre as características avaliadas do sorgo (Tabela 22) e, com base nos valores do coeficiente de variação (CV%), a precisão experimental situou-se entre média e boa.

Tabela 22 Resumo da análise de variância dos dados relativos a AP (altura de plantas), DBC (diâmetro basal do colmo), PMS (peso de matéria seca dos colmos e folhas), EP (estande de plantas), M1000 (massa de 1000 grãos) e RG (rendimento de grãos) do sorgo “BRS 308” cultivado em sucessão ao feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fontes de Variação	GL	Características					
		AP (cm)	DBC (cm)	PMS (g)	EP	M1000 (g)	RG (kg/ha)
Blocos	2	0,097315 ^{ns}	787,216694 ^{ns}	3776,895208 ^{ns}	302.020833 ^{ns}	2.020833 ^{ns}	317112.635977 ^{ns}
Pop. Feijão (P)	3	0,040180 ^{ns}	146,862719 ^{ns}	1523,525556 ^{ns}	73.687500 ^{ns}	1.479167 ^{ns}	104076.256969 ^{ns}
Doses Fomesafen (D)	3	0,050935 ^{ns}	34,091113 ^{ns}	35362,747222 ^{ns}	780.798611 ^{ns}	2.395833 ^{ns}	395065.855936 ^{ns}
P X D	9	0,119750 ^{ns}	142,000963 ^{ns}	36060,626852 ^{ns}	255.965278 ^{ns}	1.928241 ^{ns}	300449.150527 ^{ns}
Resíduo	30	0,060986	168,814563	17257,305208	356.843056	2.548611	252462.234613
CV (%)		10,19	17,86	38,24	34,83	7,25	29,84
Média		2,42	72,75	343,52	54,23	22,02	1683,88

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

Tabela 23 Valores médios das características AP (altura de plantas), DBC (diâmetro basal do colmo), PMS (peso de matéria seca dos colmos e folhas), EP (estande de plantas), M1000 (massa de 1000 grãos) e RG (rendimento de grãos) do sorgo “BRS 308” cultivado em sucessão ao feijão. Safra de inverno, Lambari, 2016.

Fator	Características do Sorgo					
População de feijão (mil plantas ha⁻¹)	AP (cm)	DBC (cm)	PMS (g)	EP	M1000 (g)	RG (kg.ha⁻¹)
100	2,400000	72,750833	346,341667	54,583333	22,125000	1669,148333
167	2,407500	67,820000	354,441667	52,083333	22,208333	1583,522500
233	2,508333	74,805833	345,558333	57,583333	21,500000	1673,953333
300	2,378333	75,610833	327,725000	52,666667	22,250000	1808,907500
Dose de Fomesafen (L ha⁻¹)						
0,5	2,368333	72,403333	327,858333	65,750000	21,375000	1931,540000
1,0	2,376667	74,541667	392,241667	53,583333	22,083333	1684,605833
1,5	2,508333	70,584167	273,716667	50,000000	22,375000	1502,310000
2,0	2,440833	73,458333	380,250000	47,583333	22,250000	1617,075833

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Aos 30 dias após a semeadura do sorgo não foram observados efeitos sobre a altura, diâmetro do colmo e matéria seca da parte aérea dessa cultura e, do mesmo modo, não foram influenciados o estande de plantas, a massa de 1000 e produtividade de grãos. Isso indica que as populações do feijoeiro e as doses do herbicida não interferiram no desenvolvimento e produtividade do sorgo. Ou seja, as doses do herbicida não deixaram no solo resíduos capazes de afetar a cultura em sucessão. Segundo a bula do produto aplicado, recomenda-se um intervalo mínimo de 150 dias entre a aplicação do herbicida e o plantio de milho ou sorgo (SYNGENTA, 2014); neste experimento, a cultura do sorgo foi implantada aos 89 DAA e, não se verificou indícios de que o fomesafen foi capaz de intoxicar e prejudicar a produção da gramínea. Em trabalho realizado no inverno, em sistema convencional de plantio de feijão, Silva et al. (2013) verificaram efeito do fomesafen aos 183 DAA, com sintomas de intoxicação e com redução de 53% no acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas de sorgo, isso com aplicação de 250 g ha⁻¹ do fomesafen. Devido a isso, levanta-se a hipótese de que, apesar da estiagem que houve nessa safra, bem como durante todo o ano, fatores como a umidade do solo devido à irrigação do feijoeiro, as características físico-químicas do solo e atividade de microrganismos podem ter contribuído para a rápida degradação do herbicida fomesafen. Em condições de boa disponibilidade de água no solo, como ocorre em períodos de elevada precipitação ou com irrigações frequentes, a degradação do fomesafen é acelerada, pois há aumento da atividade dos microrganismos, e estes usam o grupo amino da molécula do herbicida como seu aceptor de elétrons, ocorrendo a redução desse grupo amino (COBUCCI, 1996; COBUCCI et al., 1998).



Figura 30 Estande do sorgo 30 dias após o plantio. Safra de inverno, Lambari, 2016.



Figura 31 Cultura do Sorgo no Estádio 6- Floração. Safra de inverno, Lambari, 2016.

5 CONCLUSÕES

As doses de fomesafen se mostraram seletivas para a cultura do feijão, com problemas de fitotoxicidade inicial que tiveram menor severidade no decorrer do ciclo cultural e não interferiram nas características produtivas.

As populações do feijoeiro e as doses do fomesafen não prejudicaram o desenvolvimento e produção do sorgo, assim, as doses do herbicida não deixaram resíduos no solo capazes de afetar a cultura da gramínea em sucessão.

Em Lambari – MG, o fomesafen foi eficiente no controle das plantas daninhas e causou fitotoxidez aos 7 DAA sobre a batata, grama-seda, losna, poaia, tiririca e trapoeraba; aos 14 DAA, o fomesafen causou injúria sobre a batata, grama-seda, losna, poaia e tiririca.

O adensamento do feijoeiro reduziu a quantidade e a qualidade de luz disponível para o desenvolvimento das plantas daninhas, refletindo-se em diminuição da matéria seca dessas plantas e conseqüentemente na competição com a cultura presente na área.

Em Lavras – MG, o herbicida não foi eficiente para o controle de plantas daninhas apaga-fogo, capim-colchão, corda de viola, mentrasto, poaia, timbete e trapoeraba, com densidade inicial (antes da aplicação do herbicida) muito abundante ou abundante.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S.; DEL PELOSO, M. J.; PAULA JÚNIOR; FARIA, L. C.; MELO, L. C.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARTINS, M.; SANTOS, J. B.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C.; SARTORATO, A. BRSMG Majestoso: another common bean cultivar of carioca grain type for the state of Minas Gerais. Brazilian Society of Plant Breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 7, p. 403-405, 2007.

ANDRADE, E. R. **Particionamento e Remobilização de Fotoassimilados em Feijoeiro Visando a Tolerância à Seca**. 2015. 90 p. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas- IAC, Curso De Pós-Graduação Em Agricultura Tropical E Subtropical. Campinas – SP, 2015.

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. **Exigências edafoclimáticas**. In: VIEIRA, C.; PAULA JR, T.Z.D.; BORÉM, A. (Orgs.). Feijão. Viçosa - MG: UFV, v. 2, p. 67- 86, 2006.

AREVALO, R.A.; ROZANSKI, A. Plantas daninhas na cultura do feijão. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS E DOENÇAS DO FEIJOEIRO, 4., 1991, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1991. p. 33-43.

ARF, O.; AFONSO, R. J.; ROMANINI JUNIOR, A.; SILVA, M. G.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogen plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 499-506, 2008.

ARTUZI, J. P.; CONTIERO, R. L. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1119-1123, 2006.

BALBINOT JR., A. A.; FLECK, N. G.; BARBOSA NETO, J. F.; RIZZARDI, M. A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 165-174, 2003.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BARROSO, A. A. M.; YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. C. A. Interferência entre espécies de planta daninha e duas cultivares de feijoeiro em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 69, p. 609-616, 2010.

BARROSO, A.A.M.; ALVES, P.L.C.A.; YAMAUTI, M.S.; NEPOMUCENO, M.P. Comunidade infestante e sua interferência no feijoeiro implantado sob plantio direto, na safra de primavera. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 279-286, 2012.

BLANCO, H. G. Plantas daninhas e mato competição. **Boletim informativo especial**; Curso de Atualização: Herbicida em Floresta, Piracicaba, v. 5, n. 15, p. 1-89, 1977.

BORCHARTT, L.; JAKELAITIS, A.; VALADÃO, F.C.A.; VENTUROSU, L.A.C.; SANTOS, C.L. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 725-734, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000300019>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

BORGES, G. C.; BORTONI, E. C.; ALMEIDA, R. A.; BARISON, M. R. Uso de Tecnologias para o Monitoramento Qualitativo de Águas Minerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 19., **Anais...** Curitiba, Brasil, 2006.

CABRAL, P. H. R.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; ARAÚJO, V. T.; PEDRINI, E. C. F. Interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo cultivado em safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 308-314, jul./set. 2013.

CAMARGO, P. N. **Controle Químico de Plantas Daninhas**. 4. ed. Piracicaba. SP, 1972.

CANOSSA, R. S.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; FRANCHINI, L. H. M. Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. **Planta Daninha**, v. 25, p. 719-725, 2007.

CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Science Agriculture**, v. 65, n. 3, p. 239-245, 2008.

CATON, B. P.; MORTIMER, A. M.; FOIN, T. C.; HILL, J. E.; GIBSON, K. D.; FISCHER, A. J. Weed shoot morphology effects on competitiveness for light in direct-seeded rice. **Weed Research**, Oxford, v. 41, n. 2, p. 155-163, 2001.

COBUCCI, T. **Avaliação agrônômica dos herbicidas fomesafen e bentazon e efeito de seus resíduos no ambiente, no sistema irrigado feijão-milho**. 1996. 106 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

COBUCCI, T. et al. Effect of imazamox, fomesafen and acifluorfen soil residue on rotational crops. **Weed Science**, v. 46, n. 3, p. 258-263, 1998.

COBUCCI, T.; MACHADO, E. Seletividade, eficiência de controle de plantas daninhas e persistência no solo de imazamox aplicado na cultura do feijoeiro. **Planta Daninha**, v. 17, n. 3, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. v. 2 - Safra: 2014/2015. Brasília, 2014. Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_10_23_10_20_02_bol_etim_graos_outubro_2014.pdf>. Acesso em: 27 out. 2014.

CONCENÇO, G.; CECCON, G.; CORREIA, I.V.T.; LEITE, L.F.; ALVES, V.B. Ocorrência de espécies daninhas em função de sucessões de cultivo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, 2013.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.

CURY, J.P.; SANTOS, J.B.; SILVA, E.B.; BRAGA, R.R.; CARVALHO, F.P.; VALADÃO SILVA, D.; BYRRO, E.C.M. Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1. Viçosa, 2013.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; DAN, L. G. M.; PROCÓPIO, S. O.; OLIVEIRA JR., R. S.; SIMON, G. A.; MUNHOZ, D.M. Atividade residual de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja sobre o milheto cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 663-671, 2011.

DAN, H. A.; DAN, L. G. M.; BARROSO, A. L. L.; PROCÓPIO, S. O.; OLIVEIRA JR., R. S.; SILVA, A. G.; LIMA, M. D. B.; FELDKIRCHER, C. Residual activity of herbicides used in soybean agriculture on grain sorghum crop succession. **Planta Daninha**, v. 28, n. 5, p. 1087-1095, 2010.

DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S.J.P.; MARCOLINI, L.W.; MELO, M.S.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Competitiveness of alexandergrass or bengal dayflower with soybean. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 515-522, 2010.

DIAS, A. C. R. **Comportamento no ambiente e propriedades físico-químicas dos herbicidas**. 2013. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ralkimista/comportamento-de-herbicidas-no-solo>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. **Cultivo do Sorgo**. Sistema de Produção 2. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. **Milho e Sorgo- Sistemas de Produção, Produção de sorgo**, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Híbrido de sorgo granífero BRS 308**. Comunicado Técnico 146. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do Feijão da Primeira e Segunda Safras na Região Sul de Minas Gerais**. EMBRAPA Arroz e Feijão. 2005. Disponível em: <
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/#intro>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do Sorgo**. 2008. EMBRAPA Milho e Sorgo. 2000. Disponível em: <
http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/importancia.htm>. Acesso em: 30 nov. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. COBUCCI, T.; DI STEFANO, J.G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56 p. (EMBRAPA Arroz e Feijão. Circular Técnica, 35).

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de fríjol. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. van, ed. **Frijol: investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p. 61-78.

FERREIRA, D.F. Sisvar, a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M. Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 6, p. 778-786, 2010.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; COBUCCI, C.; FERREIRA, L. R.; JAKELAITIS, A. **Manejo de plantas daninhas**. In: VIEIRA, C.; PAULA JR, T.Z.D.; BORÉM, A. (Orgs.) Feijão. Viçosa - MG: UFV, 2006. v. 2, p. 309-340.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Mecanismos de ação de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., **Anais...**p. 4. 2005.

FERREIRA, F. A. et al. Manejo de plantas daninhas. In: VIEIRA, C.; DE PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais da cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 325-355.

FERRI, M. V. W.; VIDAL, R. A. Persistência do acetochlor em solo sob semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v. 20, n. 1, p. 133-139, 2002.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: Funep, 2009.

FRANCESQUINI, J. P. O. **Caracterização morfofisiológica, molecular e simbiótica de rizóbios e bactérias presentes em nódulos de feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.) em diferentes sistemas de cultivo**. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2014.

FURTADO, D. A. S. **Seletividade e Eficácia Agronômica do Herbicida Mesotrione na Cultura do Milho**. 2004. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

GOMES, T. C.; RODRIGUES, N. C.; REZENDE, L. A.; KARAM, D. Levantamento Fitossociológico de Plantas Daninhas em Sorgo Sacarino Semeado em Diferentes Espaçamentos e Densidades. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

GONZÁLEZ, G. G. H.; LISKA, G. R.; MORAIS, A. R.; CIRILLO, M. A.; AGUILERA, L. A.; DÜECK, J. Agrupamento de características agronômicas para avaliação de cultivares de sorgo via análise fatorial. **Revista da Estatística UFOP**, Ouro Preto, MG, v. 3, n. 3, p. 25-29, 2014.

GUO, J.; ZHU, G.; SHI, J.; SUN, J. Adsorption, desorption and mobility of fomesafen in Chinese soils. **Air, Water Soil Pollution**, v.14, n. 1, p. 77-85, 2003.

HAEFELE, S. M.; JOHNSON, D. E.; M' BODJ, D.; WOPEREIS, M. C. S.; MIÉZAN, K. M. Field screening of diverse rice genotypes for weed competitiveness in irrigated lowland ecosystems. **Field Crops Res.**, v. 88, n. 1, p. 39-56, 2004.

HERMES, L.C. **Adsorção e mobilidade dos herbicidas 2,4-D e ametrina em solos do Estado de São Paulo**. 1991. 79 p. Dissertação. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1991.

HINZ, C. Description of sorption data with isotherm equations. **Geoderma**, v. 99, n. 3-4, p. 225-243, 2001.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J.; ALONSO, D. G.; SANTANA, D. C. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Science**, v. 30, n. 5, p. 631-638, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE – Estatística da Produção Agrícola, Abril de 2013**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201304.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estações Convencionais** – Gráficos. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf>. Acesso em: 06 jul. 2015.

JAKELAITIS, A. et al. Atividade Residual no Solo da Mistura Comercial dos Herbicidas Fluazifop-P-Butil e Fomesafen Utilizados no Cultivo Convencional e Direto do Feijoeiro. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 533-540, 2006.

JANNINK, J. L.; ORF, J. H.; JORDAN, N. R.; SHAW, R. G. Index selection for weed suppressive ability in soybean. **Crop Science**, v. 40, n. 4, p.1087-1094, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2000.4041087x>>. Acesso em: 1 out. 2015.

JOHNSON, D. H.; TALBERT, R. E. Imazaquin, chlorimuron, and fomesafen may injure rotational vegetables and sunflower (*Helianthus annuus*). **Weed Technology**, v. 7, p. 573-577, 1993.

LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; VIDAL, R. A. Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja – I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 405-414, 2005.

LAMEGO, F. P.; FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; SCHAEGLER, C. E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja - II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v. 22, p. 491-498. 2004.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas. Plantio direto e convencional. 6.ed. Nova Odessa, SP. **Plantarum**, 2008. 384 p.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas e Tóxicas. 3. ed. Nova Odessa, SP. **Instituto Plantarum**, 2000. 608 p.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais. 2 ed. Nova Odessa, SP. **Plantarum**, 1991. 440 p.

MACHADO, A. F. L., CAMARGO, A. P. M., FERREIRA, L. R., SEDIYAMA, T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G. Misturas de herbicidas no manejo de plantas daninhas na cultura do feijão. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 107-114, 2006.

MANABE, P. M. S.; MATOS, C. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; MANABE, A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, C. T. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 333-343. 2015.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“*Carryover*”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151-164, mai./ago. 2011.

MANCUSO, M. A. C.; AIRES, B. C.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M. R.; SORATTO, R. P. Seletividade e eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 1, p. 25-32, jan./fev. 2016.

McDONALD, G. K. Competitiveness against grass weeds in field pea genotypes. **Weed Res.**, v. 43, n. 1, p. 48-58, 2003.

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 da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 567-575, 2004.

OLIVEIRA JR, R.S. **Relação entre propriedades químicas e físicas do solo e sorção, dessorção e potencial de lixiviação de herbicidas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 83 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1998.

OLIVEIRA JR., R.S.; MARCHIORI JR., O.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. Influência do período de restrição hídrica na atividade residual de Isoxaflutole no solo. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 733-740, 2006.

OLIVEIRA JR., R. S.; ALONSO, D. G.; KOSKINEN, W. C. Sorption-Desorption of Aminocyclopyrachlor in Selected Brazilian Soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 2, p. 1103-1112, 2011.

OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.

OLIVEIRA, M. B.; ALVES, P. F.; TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, H. D.; SÁ, R. A.; CAMPOS, R. G. C.; CARVALHO, A. J.; ASPIAZÚ, I. Fitotoxicidade de Herbicidas Aplicados em Diferentes Épocas em Pós-Emergência do Feijão-Caupi. **Revista UniMontes Científica**, Montes Claros, v. 15, n. 1, jan. 2013.

OLIVEIRA, V. S.; LIMA, J. M.; COSTA, A. L.; MANSUR, B. L.; MAGRIOTIS, Z. M. **Sorção, Lixiviação, Dissipação e Efeito Residual do Herbicida Fomesafen em Latossolos sob Efeito da Aplicação de Vinhaça, Lodo e Fosfato**. 2011. 102 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2011.

PARREIRA, M. C., ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C. M. D. Efeitos da época relativa de emergência de picão preto (*Bidens pilosa*) com a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Revista de Agricultura**, v. 82, n. 2, p. 197-203, 2007.

PARREIRA; M.C.; ALVES; P.L.C.A. Plantas daninhas na cultura do feijoeiro com e sem resíduos vegetais de *Crotalaria juncea*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. 27., **Anais...** Ribeirão Preto, SP, p. 2240-2244, 2010.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, G. P.; MORAES, L. L.; RUDOVALHO, M. C.; BÔER, C. A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v. 55, n. 2, p. 094-101, 2008.

POWLES, S. B.; PRESTON, C. HERBICIDE CROSS RESISTANCE AND MULTIPLE RESISTANCE IN PLANTS. **Herbicide Resistance Action Committee**, 2005. Disponível em: < <http://www.hracglobal.com/Education/HerbicideCrossResistanceandMultipleResistance.aspx> >. Acesso em: 26 jul. 2014.

PROCÓPIO, S. O. et al. Absorção e utilização do nitrogênio pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 365-374, 2004.

PROSTKO, E. P.; MEADE, J. A. Reduced rates postemergence herbicides in conventional soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v. 7, n. 2, p. 365-369, 1993.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed Ecology: Implication for Management**. New York, EUA. John Wiley and Sons, 1997. 589 p.

RAUCH, B.J. et al. Dissipation of fomesafen in New York state soils and potential to cause carryover injury to sweet corn. **Weed Technology**, v. 21, n.1, p.206-212, 2007.

REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA CENTRAL BRASILEIRA DE FEIJÃO. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2015-2017. **Anais da Reunião da Comissão Técnica Central Brasileira de Feijão**. Lavras: FUNDECC, 2014. 168 p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. 359 p.

RIZZARDI, M. A.; KARAM, D.; CRUZ, M. B. Manejo de plantas daninhas em milho e sorgo. In: VARGAS, L.; ROMAM, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, 2004. p. 571-594.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. R. **Guia de herbicidas**. 5. ed., Londrina: Edição dos Autores. 2005. 591 p.

SALGADO, T. P.; SALLES, M. S.; MARTINS, J. V. F.; ALVES, P. L. C. A. Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 443-448, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000300002>>. Acesso em: 30 nov. 2013.

SANTOS, J.B. et al. Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragantia**, v. 62, n.1, p.147-153, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052003000100018>>. Acesso em: 1 out. 2015.

SANTOS, J. G. M. **Controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no inverno**. 1991. 86 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

SIGMA-ALDRICH. **Fomesafen**. 2015. Disponível em: <<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/fluka/46325?lang=pt®ion=BR>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

SILVA, A.A., SILVA, J.F., FERREIRA, F.A., FERREIRA, L.R., SILVA, J.F. **Controle de plantas daninhas**. Brasília: ABEAS. 2001. 202 p. (Curso por Tutoria a Distância. Curso de Proteção de Plantas. Módulo, 3).

SILVA, C. M. M.; FREITAS, S. P.; ROSA, R. C. C. Efeito residual da aplicação de fluazifop-p-butil + fomesafen em solos com plantas-teste. **Ciência Rural**, v. 37, n.5, Santa Maria, RS. set./out. 2007.

SILVA, A. A. et al. **Herbicidas: classificação e mecanismos de ação**. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007a. 367 p.

SILVA, V.P.; FERREIRA, L.R.; D'ANTONINO, L.; CARNEIRO, J.E.; SILVA, G.R.; FONTES, D.R. Eficiência e residual no solo de herbicidas na cultura do feijão. **Planta daninha**. v. 31, n. 4. Viçosa, out./dez. 2013.

SILVA, G.R.; D'ANTONINO, L.; FAUSTINO, L.A.; FERREIRA, F.A.; TEIXEIRA.C.C. Persistência do Fomesafen em argissolo vermelho-amarelo em dois sistemas de cultivo. **Planta daninha**, Viçosa, v. 32, n. 2, 2014.

SYNGENTA. Flex. **Guia de Produtos**. São Paulo, SP, mar. 2014. 13 p.

SOUSA, Z. B. B.; SILVA, M. R. M.; RODRIGUES, A. A. C.; COSTA, E. A.; ARAÚJO, M. S. Leguminosas usadas como adubo verde no controle de plantas espontâneas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável**. 2004. 393 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M. J. B.; ALVES, V. G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. IAPAR 81) em Gleissolo de Ponta Grossa, estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, N. M. B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio convencional em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 1, p. 39-43, 2008.

SOUZA, A. B.; OLIVEIRA, D. P.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A. Populações de plantas e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sistema convencional. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 998-1006, 2014.

STECKEL, L. E.; DEFELICE, M. S.; SIMS, B. D. Integrating reduced rates of postemergence herbicides and cultivation for broadleaf weed control in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, v. 38, n. 6, p. 541-545, 1990.

TAVARES, C. J.; JAKELAITIS, A.; REZENDE, B. P. M.; CUNHA, P. C. R. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife – PE. v. 8, n.1, p.27-32, 2013.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, R.P.; SILVA, A.G.; FREITAS, R.S. Competição entre feijoeiros e plantas daninhas em função do tipo de crescimento dos cultivares. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 235-240, 2009.

TORRES, L. G.; FERREIRA, E. A.; ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; GONÇALVES, V. A.; GALON, L.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A. Alterações nas características fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Planta daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 581-587, 2012.

VARGAS, L., ROMAN, E. S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. 1. ed. Embrapa Trigo. Passo Fundo, Brasil. 2008. 779 p.

VENCILL, W. K. Herbicide Handbook. Lawrence: **Weed Science Society of America**, 2002. 493 p.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R.: Meteorologia básica e Aplicações. Viçosa – MG. **Imprensa Universitária**, 1991. 449 p.

VICTORIA FILHO, R. **Manejo integrado de plantas daninhas do feijoeiro (Phaseolus vulgaris)**. In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO, 5., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. p. 100-111.

VIEIRA, C. et al. Melhoramento de feijão. In: BORÉM, A. **Melhoramento de plantas cultivadas**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p. 301-391.

VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006. 600 p.

VOGT, G. A.; BALBINOT Jr, A. A.; TREZZI, M. M.; HEMP, S.; NICKNICH, W. Relação de interferência mútua entre plantas daninhas e sete cultivares de feijão do grupo Carioca. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p.88-93, jul./out. 2014.

WELLER, S.C., WARREN, G.F. **Diphenyletheres and oxadiazon**. In: **PURDUE UNIVERSITY (West Lafayette)**. Herbicide action course. West Lafayette, 1992. p.113-120.