

ANA PAULA MINISTÉRIO DE CAMARGO

**EFICIÊNCIA DE MISTURAS DE HERBICIDAS NA CULTURA DO FEIJÃO
NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL E
SEUS EFEITOS RESIDUAIS NO SOLO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C172e
2003

Camargo, Ana Paula Ministério de, 1976-
Eficiência de misturas de herbicidas na cultura do feijão
nos sistemas de plantio direto e convencional e seus efeitos
residuais no solo / Ana Paula Ministério de Camargo. –
Viçosa : UFV, 2003.
58p. : il.

Orientador: Tocio Sedyama
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Viçosa

1. Feijão – Efeito de herbicidas. 2. Feijão – Produção.
3. Resíduos herbicidas. 4. Erva daninha – Controle. 5.
Solos – Manejo. 6. Fomesafen. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 635.6529954

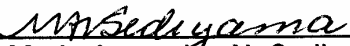
CDD 20.ed. 635.6529954

ANA PAULA MINISTÉRIO DE CAMARGO

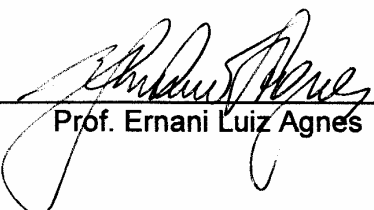
**EFICIÊNCIA DE MISTURAS DE HERBICIDAS NA CULTURA DO FEIJÃO
NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL E
SEUS EFEITOS RESIDUAIS NO SOLO**

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

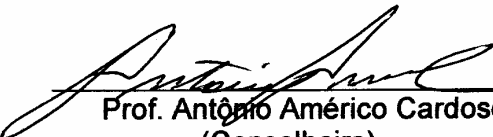
APROVADA: 29 de agosto de 2003.




Pesq. Maria Aparecida N. Sedyama



Prof. Ernani Luiz Agnes



Prof. Antônio Américo Cardoso
(Conselheiro)



Prof. Lino Roberto Ferreira
(Conselheiro)



Prof. Tocio Sedyama
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Aos meus pais, pelo apoio nas decisões mais difíceis e por sempre estarem do meu lado com muito amor e amizade.

Ao meu irmão, pelo amor, pela amizade, pela atenção e pelos conselhos dados sempre que preciso.

Ao André, pelo carinho, pela atenção e pela ajuda prestada.

A todos os meus amigos, por fazerem da minha estada em Viçosa mais aconchegante.

Aos meus amigos Úrsula, Horácio, Thiago, Hans e Laura, que, apesar da distância, nunca deixaram de estar ao meu lado.

Aos meus familiares que sempre torceram pelo meu sucesso.

Ao Ricardo, pelo carinho e pela amizade.

Ao professor orientador Tocio Sedyama, pelas orientações, sugestões e críticas.

Ao conselheiro professor Antônio A. Cardoso, pelos aconselhamentos e pela atenção sempre dispensados.

Ao conselheiro professor Lino R. Ferreira, pela convivência, amizade e atenção sempre dispensadas.

Ao professor Ernani L Agnes, pela amizade e atenção dispensadas e pela ajuda durante os experimentos.

A todos os professores que, de alguma forma, contribuíram para o enriquecimento dos meus conhecimentos.

Ao Luiz, técnico do Laboratório de Plantas Daninhas, pela ajuda prestada durante a condução do meu experimento.

Aos colegas pós-graduandos da UFV, pela mútua troca de conhecimentos.

Aos funcionários da Agronomia, pela colaboração e pelos serviços prestados.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, pelo atendimento prestado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ANA PAULA MINISTÉRIO DE CAMARGO, filha de José Tomás Cavalcanti de Camargo e Elisabeth Ministério de Camargo, nasceu no dia 3 de janeiro de 1976, na cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Em dezembro de 2000, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Em abril de 2001, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de mestrado, da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2003.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Experimentos de Campo.....	12
3.1.1. Características avaliadas	18
3.1.2. Análise estatística.....	20
3.2. Bioensaio em Casa de Vegetação	21
3.2.1. Características avaliadas	21
3.2.2. Análise estatística.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Experimentos de Campo.....	23
4.1.1. Ocorrência de plantas daninhas antes das aplicações dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão	23
4.1.2. Eficiência de controle das plantas daninhas após as aplicações dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão.....	25
4.1.3. Cultura do feijão	35
4.2. Bioensaio em Casa de Vegetação	44
5. RESUMO E CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

RESUMO

CAMARGO, Ana Paula Ministério de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2003. **Eficiência de misturas de herbicidas na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional e seus efeitos residuais no solo.** Orientador: Tocio Sedyama. Conselheiros: Lino Roberto Ferreira e Antônio Américo Cardoso.

O controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão é uma prática muito adotada, no entanto, em muitas situações as doses recomendadas estão superestimadas, proporcionando controle por período superior ao necessário e, conseqüentemente, maior resíduo no solo, podendo inviabilizar a rotação de culturas, a exemplo do fomesafen na cultura do feijão. O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de misturas de herbicidas na redução da dose do fomesafen, associados aos sistemas de plantio direto e convencional em áreas de milho colhido para grão e silagem no manejo integrado de plantas daninhas, na produtividade do feijoeiro, cultivar Meia-Noite, e na ação residual do herbicida fomesafen. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo e em casa de vegetação, entre os meses de abril e dezembro de 2002. Nos experimentos em campo foram avaliados oito modos de controle de plantas daninhas: testemunha com capina; testemunha sem capina; fluazifop-p-butil + bentazon na dose de 125 + 480 g.ha⁻¹; fluazifop-p-butil + fomesafen nas

doses (80 + 100 g.ha⁻¹) e (160 + 200 g.ha⁻¹); fluazifop-p-butil + fomesafen + bentazon nas doses (40 + 50 + 384 g.ha⁻¹), (80 + 100 + 288 g.ha⁻¹) e (100 + 125 + 240 g.ha⁻¹). Nos experimentos em casa de vegetação foi avaliada a ação residual do fomesafen utilizado nos modos de controle em condições de campo, tendo como padrão a testemunha com capina. No plantio convencional, tanto em área de milho colhido para grão como para silagem, houve grande infestação de *Cyperus rotundus* (tiririca), não sendo ela controlada por nenhum dos modos de controle utilizados. Em ambas as áreas de plantio direto não houve infestação desta planta. Todos os modos de controle foram eficientes no controle de plantas daninhas dicotiledôneas, com exceção do fluazifop-p-butil + bentazon (125 + 480 g.ha⁻¹) no sistema de plantio direto sobre o milho colhido para grão. A produtividade do feijoeiro não foi afetada pelos modos de controle em nenhum dos quatro ambientes agrícolas, indicando boa seletividade às misturas avaliadas. O feijoeiro apresentou maior produtividade quando cultivado em área de milho colhido para grão no sistema de plantio direto. Nos experimentos em casa de vegetação, observaram-se sintomas visuais de toxidez do fomesafen nas doses de 100, 125 e 200 g.ha⁻¹ nas plantas de sorgo nos quatro ambientes agrícolas, porém estas doses só afetaram o desenvolvimento das plantas de sorgo cultivadas em solo proveniente do sistema de plantio direto sobre o milho colhido para silagem.

ABSTRACT

CAMARGO, Ana Paula Ministério de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August 2003. **Effect of herbicide mixtures on bean crop using no-till and conventional systems and their residual effects on soil.** Adviser: Tocio Sedyama. Committee Members: Lino Roberto Ferreira and Antônio Américo Cardoso.

Weed chemical control in bean crop is a commonly adopted practice. However, in many cases, the recommended doses are overestimated, providing control for a period longer than necessary, leading to a greater amount of residue in soil, thus jeopardizing crop rotation, as in the case of fomesafen application on bean crop. This work aimed to evaluate the effects of herbicide mixtures on reduced doses of fomesafen, under no-till and conventional systems in areas of corn harvested for grain and silage, on integrated weed control management, common bean productivity, (Meia-Noite cultivar), and fomesafen residual action. The experiments were conducted under field and greenhouse conditions from April to December 2002. The following eight modes of weed control were evaluated under field conditions: control with weeding; control without weeding; fluazifop-p-butyl+bentazon at dose $125 + 480 \text{ g.ha}^{-1}$; fluazifop-p-butyl+fomesafen at doses $(80 + 100 \text{ g.ha}^{-1})$ and $(160 + 200 \text{ g.ha}^{-1})$; fluazifop-p-butyl+fomesafen + bentazon at doses $(40 + 50 + 384 \text{ g.ha}^{-1})$, $(80 + 100 + 288 \text{ g.ha}^{-1})$ and $(100 + 125 + 240 \text{ g.ha}^{-1})$. In the greenhouse experiments, the residual action

of fomesafen applied in the control modes under field conditions was evaluated, using control with weeding as standard. A great infestation of *Cyperus Rotundus* (purple sedge) was observed under conventional system in the areas of corn harvested for grain and silage, without this weed being controlled by any of the control modes utilized. *Cyperus Rotundus* infestation was not observed in either no-till areas. All the control modes were efficient in controlling dicotyledon weeds, except for fluazifop-p-butyl+bentazon (125 + 480 g.ha⁻¹), under no-till system on corn harvested for grain. Bean productivity was not affected by the control modes in any of the four environments, indicating good selectivity in relation to the mixtures evaluated. The bean plant presented the highest productivity when cultivated in areas of corn harvested for grain under no-till system. In the greenhouse experiments, visual symptoms of fomesafen toxicity were observed at doses 100, 125, and 200 g.ha⁻¹ in sorghum plants in the four environments; however, these doses affected only the development of sorghum plants cultivated in soil from the area of corn harvested for silage under no-till system.

1. INTRODUÇÃO

O feijão é um dos alimentos mais importantes na dieta dos brasileiros, principalmente para população de baixa renda, sendo boa fonte de proteína, carboidratos e ferro. Esta cultura é um dos produtos agrícolas de maior importância socioeconômica, em razão de ser cultivada em grandes áreas e pela mão-de-obra empregada durante o seu ciclo (BORÉM e CARNEIRO, 1998).

O mercado mundial de feijões movimenta anualmente 18 milhões de toneladas e o Brasil é o segundo maior produtor e consumidor, com aproximadamente 3 milhões de toneladas na safra de 2001/2002 (AGRIANUAL, 2003).

A cada ano a cultura do feijão apresenta avanços tecnológicos graças à ajuda da pesquisa e da extensão rural. Os progressos da genética, a recomendação de cultivares para diferentes regiões, o sistema de rotação de cultura e o uso racional de insumos têm feito subir as médias de produtividade e a qualidade do feijão brasileiro (AGRIANUAL, 2003).

Na Zona da Mata Mineira, parte da atividade agrícola se concentra nas culturas de milho e feijão cultivados em sucessão ou consorciados, sendo o feijão destinado à alimentação humana e o milho à produção de grãos e de silagem. Um dos sérios problemas enfrentados nesta região é a infestação das áreas com tiririca (*Cyperus rotundus*). A falta de herbicidas seletivos para as culturas de milho e feijão e que sejam eficientes no

controle desta planta daninha, além da ineficiência de outros métodos de controle, estão tornando estas culturas antieconômicas (JAKELAITIS, 2001).

Com a adoção do sistema plantio direto na palha eliminam-se as operações de aração e gradagem, sendo necessárias aplicações de herbicidas pós-emergentes e não-seletivos como dessecantes, antes do plantio. O não-revolvimento do solo e a manutenção dos resíduos culturais na superfície influenciam a dinâmica populacional das plantas daninhas, assim como a produtividade das culturas.

Na cultura do feijão, o controle químico das plantas daninhas é uma prática muito utilizada, empregando-se herbicidas em pré e, ou, em pós-emergência. No entanto, em muitas situações as doses recomendadas estão superestimadas, proporcionando um período de controle superior ao necessário e, conseqüentemente, maior resíduo no solo, podendo inviabilizar a rotação de culturas, a exemplo do fomesafen na cultura do feijão.

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos de misturas de herbicidas na redução da dose do fomesafen, associados aos sistemas de plantio direto e convencional em áreas de milho colhido para grão e silagem no manejo integrado de plantas daninhas, na produtividade do feijoeiro, cultivar Meia-Noite, e na ação residual do herbicida fomesafen.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As plantas daninhas competem com as plantas cultivadas pelos fatores de crescimento, como água, luz e nutrientes, podendo também ocorrer inibição química sobre o desenvolvimento das plantas (alelopatia). Além disso, estas podem ser hospedeiras de patógenos e insetos que atacam o feijoeiro (CHAGAS & DHINGRA, 1979). Os principais prejuízos causados pelos efeitos da competição e da alelopatia são diminuição do rendimento da cultura, redução qualitativa do produto, aumento do custo de produção e depreciação do valor da terra (DURIGAN, 1983).

O grau de interferência das plantas daninhas sobre as plantas cultivadas está relacionado com a redução percentual da produção econômica de determinada cultura. A comunidade infestante (espécie, densidade e distribuição), a cultura (cultivar, espaçamento e densidade), o ambiente (solo, clima e manejo) e o período de convivência são fatores que influenciam o grau de interferência. Entretanto, o mais importante é o período de convivência, podendo-se destacar o período total de prevenção da interferência, o período anterior à interferência e o período crítico de prevenção da interferência (PITELLI & DURIGAN, 1984).

O conhecimento do período crítico de prevenção da interferência, que é definido como o período no qual a cultura deve permanecer livre da competição das plantas daninhas, para que estas não interfiram no potencial produtivo da cultura (DURIGAN, 1983; PITELLI & DURIGAN, 1984), pode

ser de grande utilidade na recomendação do manejo de plantas daninhas. Entretanto, ele não deve ser considerado como um período de tempo definido, e sim como um estágio de desenvolvimento da cultura em relação às plantas daninhas (RADOSEVICH & HOLT, 1984). Portanto, o conhecimento do estágio fenológico da cultura pode auxiliar no manejo das plantas daninhas (WOOLLEY et al., 1993).

A dinâmica populacional das plantas daninhas se refere à mudança na composição da comunidade infestante ao longo do tempo. Essas mudanças são relativas ao número de espécies e sua quantidade em cada agroecossistema (ZELAYA et al., 1997). A comunidade de plantas daninhas é um reflexo do sistema de manejo do solo; em geral, o tipo de manejo, a intensidade do uso da terra, a rotação de cultura e o uso de herbicidas influenciam a composição do banco de sementes (SCHWEIZER & ZIMDAHL, 1984).

A aplicação de um mesmo princípio ativo ou herbicida, ano após ano, favorece uma pressão de seleção de algumas espécies sobre a população de plantas daninhas, causando mudança na comunidade de plantas infestantes (HOLT & LeBARON, 1990), além de facilitar o surgimento de plantas daninhas resistentes.

O revolvimento do solo redistribui verticalmente as sementes das plantas daninhas, criando condições favoráveis à germinação de algumas e também a longevidade de outras sementes, pois aquelas que ficam enterradas permanecem mais tempo viáveis (GODOY et al., 1995). Entretanto, o efeito do manejo do solo sobre a emergência de plantas daninhas não está claro, uma vez que a emergência destas plantas é variável entre espécies, locais e tempo de permanência das sementes no solo (ZELAYA et al., 1997).

O uso de diferentes sistemas de preparo do solo influencia tanto quantitativa quanto qualitativamente as populações de plantas daninhas. Quando se comparam os sistemas plantio direto e convencional observa-se diminuição da população de diversas plantas daninhas no plantio direto, como, por exemplo, *Brachiaria plantaginea* e *Amaranthus viridis* (PEREIRA et al., 2000). O não-revolvimento do solo, associado à presença de resíduos vegetais no plantio direto, leva ao menor desenvolvimento da população de

plantas infestantes (MULUGUETA e STOLTENBERG, 1997). O tipo e a quantidade de resíduos vegetais presentes na superfície do solo dificultam a germinação e o estabelecimento das plantas daninhas (YENISH et al., 1996).

A redução de distúrbios no solo e a localização de sementes de plantas daninhas próximo à superfície do solo no plantio direto aumentam a predação de sementes e a dispersão secundária por animais (BASKIN e BASKIN, 1998), além disso, estas também envelhecem mais rapidamente e apresentam maior taxa de mortalidade (GUERSA e MARTÍNEZ-GUERSA, 2000). O preparo do solo influencia o ambiente de germinação das sementes, por causa da modificação da cobertura do solo e da alteração nos padrões de temperatura, umidade e arejamento. Em razão dessa sensibilidade das sementes às condições do ambiente, essas mudanças interferem na dinâmica populacional de plantas daninhas (GUERSA e MARTÍNEZ-GUERSA, 2000).

O plantio direto modifica a população de plantas daninhas e o seu banco de sementes, além de alterar o ambiente no qual as sementes e os herbicidas interagem (BULHER et al., 1995), influenciando a eficiência dos herbicidas aplicados em pré-emergência, devido à interceptação destes pelos restos culturais na superfície do solo (CRUTCHFIELD et al., 1986; JOHNSON et al., 1989).

O sistema plantio direto, a rotação de culturas e a cobertura morta podem, conjuntamente, reduzir a infestação de plantas daninhas ao longo dos anos, possibilitando que o controle seja realizado somente em partes da lavoura, ou até não ser efetuado, sem resultar em prejuízos no rendimento das culturas (BIANCHI, 1998). JAKELAITIS (2001) trabalhando com dois sistemas de manejo do solo, plantio direto e convencional, observou menor população de tiririca (*Cyperus rotundus*) no plantio direto, em relação ao plantio convencional, pois no plantio direto, além do não-revolvimento, há o efeito da dessecação com glyphosate e 2,4-D, que reduz as brotações dos tubérculos, ao passo que no plantio convencional o preparo do solo favorece a propagação e o estabelecimento de espécies que se propagam por partes vegetativas subterrâneas, como é o caso da tiririca.

O manejo do solo pode alterar a persistência dos herbicidas, o que afeta a eficiência de controle, o potencial de injúria das culturas em sucessão e o risco de contaminação ambiental (FERRI & VIDAL, 2002). Quando a atividade residual resulta em melhor controle das plantas daninhas, torna-se desejável maior persistência do herbicida no solo (GAZZIERO et al., 1997), principalmente quando ela abrange o período crítico de prevenção da interferência.

Segundo WALSH et al. (1993), o sistema plantio direto combinado com rotação de culturas pode proporcionar aumento na produtividade, além de reduzir a erosão do solo e o tempo de trabalho no campo. Entretanto, deve-se ficar atento à ação residual prolongada de alguns herbicidas que restringem o uso da rotação de culturas.

A rotação de culturas é prática muito utilizada pelos agricultores, devido aos benefícios que proporciona, inclusive no controle das plantas daninhas, visto que impede a formação de superpopulações de determinadas plantas associadas a uma única cultura (BRIGHENTI et al., 1998).

A atividade microbiológica é considerada a principal rota de degradação dos herbicidas, porém outros processos também afetam a sua persistência no solo, sendo estes influenciados pelas condições edafoclimáticas, pelo manejo do solo e pelas próprias características físicas e químicas dos herbicidas (BURNSIDE & SCHULTZ, 1978; VITCTORIA FILHO & GODOY JR, 1978; PETERSON & ARNOLD, 1985; FERRI & VIDAL, 2002). Dentre esses processos, têm-se os físicos, como a volatilização, lixiviação e erosão, e os químicos, como a adsorção, a complexação com outros compostos orgânicos e a degradação química (COBUCCI, 1996). O manejo do solo altera esses processos, por influenciar a estrutura, a umidade, o pH, a temperatura e o teor de matéria orgânica do solo (WEED et al., 1995). No plantio direto, o não-revolvimento do solo e o aumento da cobertura morta na superfície diminuem a amplitude térmica e mantêm a umidade do solo, incrementando o teor de matéria orgânica. Conseqüentemente, ocorre incremento na atividade microbiológica e na biotransformação das moléculas dos herbicidas, o que influencia a sua taxa

de degradação no solo (REDDY et al., 1995; WEED et al., 1995; SHAW & MURPHY, 1997).

O controle de plantas daninhas consiste na adoção de determinadas práticas que resultam na redução da infestação até um nível no qual as perdas causadas pela competição sejam iguais ao incremento no custo da produção (SILVA et al., 2002). Isto não significa, necessariamente, que as plantas tenham de ser eliminadas por completo (erradicação), o que é de difícil obtenção na prática (LORENZI, 1994).

O controle integrado de plantas daninhas, que se caracteriza pela associação de diferentes práticas culturais com o objetivo de melhorar a eficiência e o espectro de controle das plantas infestantes, com custos mais baixos (MAROCHI, 1993a), consiste num sistema ambiental do campo, onde todo o conhecimento disponível é usado para a produção das culturas livres de danos econômicos provocados pela competição das plantas daninhas (FISCHER, 1973). Dessa forma, ele visa redução nas doses recomendadas, que normalmente são superestimadas e proporcionam um período de controle superior ao necessário para determinadas plantas daninhas (DURIGAN, 1983; CARVALHO & DURIGAN, 1995; TIMOSSI & DURIGAN, 2002).

Na cultura do feijão, as plantas daninhas podem causar redução de 15 a 80% no rendimento (WILLIAM, 1973; ZOLLINGER & KELLS, 1993; KOSLOWSKI et al., 2002), sendo o seu controle de grande importância para que se alcancem maiores produtividades (COELHO et al., 2001). Por essa razão, há necessidade de conhecer as espécies de plantas daninhas mais importantes em cada região e a sua interferência com as diferentes culturas (SILVA et al., 2002).

No feijoeiro, o período total de prevenção da interferência é de 30 a 35 dias após a emergência da cultura, ou seja, tempo necessário para que os espaços entre linhas sejam fechados. Nesse período é importante a manutenção da lavoura livre da concorrência das plantas daninhas (WILLIAM, 1973; KRAMM et al., 1990).

Dentre os métodos utilizados na cultura do feijão para o controle das plantas daninhas, o uso de herbicidas tem sido o mais empregado, devido à sua grande eficiência e maior praticidade, além de ser o mais econômico,

especialmente em grandes áreas (MAROCHI, 1993b; FERREIRA et al., 1998). Entretanto, o número de herbicidas registrados para controle de plantas daninhas em pós-emergência, na cultura do feijão, é muito restrito (COBUCCI & MACHADO, 1999).

Dos herbicidas pós-emergentes recomendados para a cultura do feijão, destacam-se, no controle de folhas largas, o fomesafen e o bentazon e, no controle de gramíneas, o fluazifop-p-butil, além da mistura pronta, fluazifop-p-butil + fomesafen, que é indicada no controle tanto de folhas largas como de gramíneas. Outros herbicidas, como o imazamox, sethoxydim, trifluralin, clethodim, paraquat, também estão registrados para a cultura do feijão (FERREIRA et al., 1998).

O bentazon é um herbicida inibidor da fotossíntese, pertencente ao grupo químico das benzotiadiazinas. Ele atua nos cloroplastos, mais precisamente na proteína D-1 do fotossistema II, como inibidor da reação de Hill. A absorção ocorre essencialmente pelas folhas e pelos tecidos verdes, sendo menos intensa pelas raízes. Entretanto, sua translocação é reduzida quando absorvido pelas folhas, e, quando absorvido pelas raízes, verifica-se pequena movimentação acrópeta, via xilema. Este produto, além de ser adsorvido pelos colóides orgânicos e minerais, sofre rápido processo de degradação microbiana, sendo pouco lixiviado e apresentando baixa persistência no solo. (SANTOS, 1991; COBUCCI & MACHADO, 1999; SILVA et al., 2002). A dose de bentazon recomendada para o controle de plantas daninhas na cultura do feijão varia de 720 a 960 g i.a. ha⁻¹, de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas a serem controladas (ANDREI, 1999).

O bentazon causa pequena toxidez no feijoeiro, com o desaparecimento dos sintomas em torno de 21 dias após a aplicação do produto (ROCHA & MARTINS, 2002), sem afetar o seu rendimento, confirmando assim a sua seletividade à cultura do feijão (ROZANSKI, 1997). Este produto controla eficientemente plantas daninhas como botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*), corda-de-viola (*Ipomoea purpurea*), trapoeraba (*Commelina* spp.), picão-preto (*Bidens pilosa*) e guanxuma (*Sida rhombifolia*), não apresentando ação sobre leiteiro (*Euphorbia heterophylla*),

caruru (*Amaranthus* spp.) e apaga-fogo (*Alternanthera tenella*) (FERREIRA et al., 1998).

O fomesafen é um herbicida pertencente ao grupo dos difeniléteres, que inibe a ação da enzima protoporfirinogênio oxidase (Protox) na presença de luz. Como consequência final da ação do herbicida na planta, ocorre a ruptura da membrana plasmática devido à peroxidação dos lipídios, vazando compostos celulares para os espaços intercelulares (HESS & WELLER, 2000). Sua absorção ocorre em folhas, caules e raízes, devendo ser aplicados em plantas daninhas jovens com bom estado de vigor. Além disso, para que o controle seja eficiente, é necessária uma boa cobertura das plantas durante a aplicação, pois o fomesafen não se movimenta na planta, por ser um herbicida de contato (SILVA et al., 2002). A dose recomendada para o controle de plantas daninhas na cultura do feijão varia de 225 a 250 g i.a. ha⁻¹, de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas a serem controladas (FERREIRA et al., 1998; ANDREI, 1999).

A degradação do fomesafen em solos anaeróbicos ocorre em menos de três semanas, enquanto em condições aeróbicas ele requer de seis a 12 meses (JOHNSON e TALBERT, 1993). No caso dos solos brasileiros, o fomesafen apresenta-se na forma aniônica, em razão do pH normalmente encontrado nos nossos solos, o que resulta em menor movimentação vertical devido à adsorção do produto aos colóides do solo, à matéria orgânica e às cargas positivas dos óxidos de ferro e alumínio (WEBER, 1993; COBUCCI, 1996).

O fomesafen, mesmo sendo seletivo para a cultura do feijão, causa toxidez às plantas, porém, não afetando o rendimento da cultura (ROZANSKI, 1997). Assim como outros herbicidas pós-emergentes, o fomesafen apresenta algumas limitações quanto ao estágio de desenvolvimento das invasoras que se deseja controlar, devendo-se ter cuidado com plantas daninhas mais tolerantes, como leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*) (SILVA, 1988). Este produto controla eficientemente as plantas daninhas botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*), corda-de-viola (*Ipomoea purpurea*), picão-preto (*Bidens pilosa*), nabo (*Raphanus raphanistrum*) e caruru (*Amaranthus* spp.) (SILVA & SILVA, 1984; SOARES & VIDAL, 1984).

O fluazifop-p-butil é um graminicida inibidor da biossíntese de lipídios pertencente ao grupo químico dos ácidos fenoxipropiônicos. Ele atua na enzima Acetil Coenzima-A Carboxilase (ACCCase), impedindo a conversão da molécula Acetil Coenzima A (Acetil-CoA) em Malonil Coenzima A (Malonil-CoA) pela adição de uma molécula de CO₂ (SILVA et al., 2002). Este herbicida é rapidamente absorvido pelas folhas e translocado via xilema e floema até atingir os meristemas da planta, paralisando o crescimento das raízes e da parte aérea, levando à morte dos pontos de crescimento aproximadamente 14 dias após aplicação (FERREIRA et al., 1998). De acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas que se deseja controlar, a dose recomendada de fluazifop-p-butil pode variar de 94 a 250 g i.a. ha⁻¹ (ANDREI, 1999). No entanto, para se obter um bom controle é necessário que as plantas não estejam em estresse hídrico e apresentem intenso crescimento vegetativo. Este produto apresenta controle eficiente de gramíneas como capim-colchão (*Digitaria horizontales*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-arroz (*Echinochloa cruzgalli*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*) (COELHO et al., 2001), podendo ser usado em mistura com fomesafen para ampliar o espectro de ação, controlando, além das gramíneas, plantas como caruru (*Amaranthus viridis*), campainha (*Ipomoea aristolochiaefolia*) e beldroega (*Portulaca oleracea*) (ROZANSKI, 1997).

Muitos herbicidas apresentam deficiências no controle de determinadas plantas daninhas, principalmente quando aplicados isoladamente. A combinação de dois produtos proporciona maior espectro de ação, sendo uma alternativa para o controle de maior número de espécies invasoras em uma única aplicação (ROCHA & MARTINS, 2002).

A mistura de herbicidas no tanque de pulverização é uma prática comum entre os agricultores, apesar dos riscos que ela pode acarretar, em razão do desconhecimento dos seus efeitos aditivos, sinérgicos e antagônicos sobre as plantas daninhas e cultivadas, sendo de inteira responsabilidade de quem a recomenda ou a pratica (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998). No entanto, esta prática oferece algumas vantagens sobre o uso de um único produto, como aumento do número de espécies controladas, melhor controle de determinada espécie de planta daninha

(sinergismo), redução dos custos de pulverização e possibilidade de redução da dose recomendada, diminuindo resíduo no solo e possíveis efeitos tóxicos sobre a cultura (SOUZA, 1997).

O uso de doses reduzidas dos herbicidas pós-emergentes diminui significativamente o custo de produção e proporciona menor impacto ambiental (STECKEL et al., 1990; PROSTKO & MEADE, 1993). No entanto, para se obter um controle eficiente com doses menores que as recomendadas, é necessária uma perfeita tecnologia de aplicação, em condições ambientais favoráveis e sobre plantas daninhas jovens, com elevada atividade metabólica (FERREIRA et al., 1998; KLINGMAN et al., 1992). As plantas daninhas, quando na fase inicial do ciclo vegetativo, são mais sensíveis à ação dos herbicidas, pois os seus tecidos jovens os absorvem com maior facilidade, sendo esse o momento ideal para a aplicação dos herbicidas em pós-emergência (MAROCHI, 1993b).

Do ponto de vista agrônômico, um herbicida deve permanecer no ambiente tempo suficiente para controlar as plantas daninhas e depois se dissipar por completo, evitando possíveis danos à cultura seguinte. No Brasil, as condições climáticas favorecem a dissipação dos herbicidas, mas, por outro lado, propiciam o cultivo intensivo da terra, reduzindo o intervalo de tempo entre o plantio das culturas e as aplicações dos herbicidas (COBUCCI, 1996).

O período entre a aplicação de um herbicida e o plantio da cultura seguinte é definido de acordo com a sua persistência no solo e a suscetibilidade da cultura em relação ao produto (COBUCCI et al., 1998). Alguns trabalhos comprovam o efeito residual de herbicidas como o fomesafen, aplicados nas culturas da soja e do feijão, sobre as culturas do milho e do sorgo plantados em sucessão (SANTOS, 1991; COBUCCI, 1996; RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

Diante do exposto, pode-se dizer que o controle químico, quando utilizado inadequadamente e de forma isolada, pode onerar os custos de produção e causar danos ao ambiente (FERREIRA et al., 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados quatro experimentos no campo e quatro em casa de vegetação, ambos em áreas pertencentes ao Departamento de Fitotecnia da UFV, no período de abril a dezembro de 2002. Todos os experimentos de campo foram conduzidos na Horta Nova, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço. Cada experimento no campo foi instalado em um ambiente agrícola distinto.

3.1. Experimentos de Campo

A área experimental escolhida para o plantio do feijão já vem sendo utilizada na pesquisa do sistema plantio direto (PD) em comparação com o sistema plantio convencional (PC) há cinco anos. Em 1998, esta área foi dividida em duas partes, uma cultivada no sistema plantio direto e a outra no convencional. Desde então, no plantio de verão, cultiva-se o milho em toda a área; em ambos os sistemas, metade do milho é colhido para silagem (MS) e metade para a produção de grãos (MG), havendo, assim, quatro ambientes agrícolas distintos (Quadro 1). Toda a silagem colhida é destinada à alimentação animal, assim como os grãos. No entanto, a palha do milho colhido para a produção de grãos permanece no campo, como cobertura morta. A forma como esses ambientes agrícolas foram distribuídos no campo está representada na Figura 1.

Quadro 1 – Ambientes agrícolas onde foram instalados os quatro experimentos de campo, com a cultura do feijão

Ambientes Agrícolas	Experimentos	Sistema de Manejo	Colheita do Milho
PC-MG	1	Plantio Convencional	Grão
PC-MS	2	Plantio Convencional	Silagem
PD-MG	3	Plantio Direto	Grão
PD-MS	4	Plantio Direto	Silagem

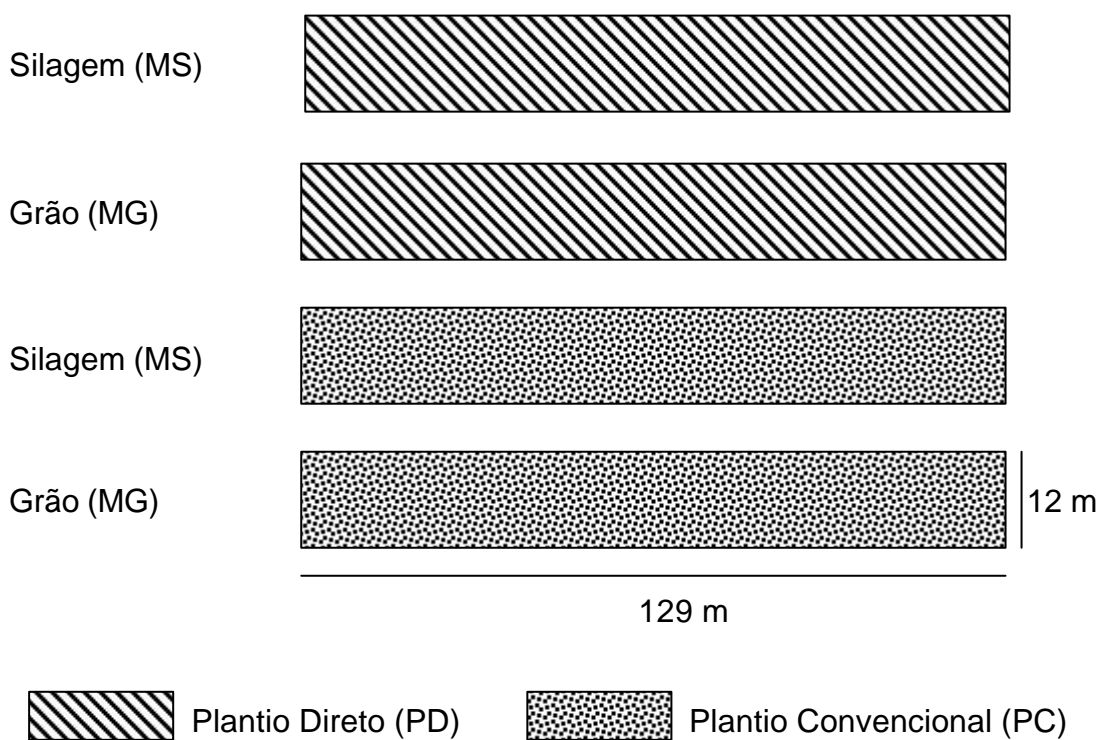


Figura 1 – Esquema representativo da área experimental composta pelos quatro ambientes agrícolas, demonstrando a locação dos sistemas de manejo do solo cultivado com milho para silagem e grão no plantio de verão.

Cada ambiente agrícola descrito constituiu um experimento, cujas análises química e física do solo são apresentadas nos Quadros 2 e 3. As amostragens foram realizadas com trado tubular nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm, em oito pontos por ambiente agrícola, em que se obteve uma amostra composta, sendo submetida à análise química no Laboratório da Central de Pesquisa e Experimentação de Cana-de-Açúcar do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. As amostras para as determinações das análises físicas foram coletadas nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e analisadas no Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda.

Na Figura 2 estão apresentados os dados climatológicos referentes a temperaturas máxima, mínima e média (°C), umidade relativa do ar (%), ocorrência e intensidade de chuva (mm) e insolação (horas) durante a condução dos experimentos nos quatro ambientes agrícolas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições, para cada um dos quatro experimentos (ambientes agrícolas). Todos os ambientes agrícolas apresentaram os mesmos tratamentos referentes aos diferentes modos de controle de plantas daninhas na cultura do feijão, conforme especificados no Quadro 4.

Na área experimental destinada ao plantio direto, a dessecação das plantas infestantes foi realizada dez dias antes do plantio do feijão com a mistura de glyphosate + 2,4-D (1.440 + 670 g i.a. ha⁻¹), utilizando-se um pulverizador de barra acoplado ao trator, com bicos leque 110.02 com um volume de calda de 200 L.ha⁻¹. Na área destinada ao plantio convencional, dois dias antes do plantio, foram realizadas uma aração e duas gradagens, não havendo aplicação de herbicida para o controle da população de plantas infestantes antes do preparo do solo.

A variedade de feijão utilizada foi a Meia-Noite, com hábito de crescimento indeterminado (tipo II). As sementes de feijão foram previamente tratadas com Rhodauram (Thiram, 500 g i.a. kg⁻¹), 1,5 g do produto comercial por kg de semente. O plantio do feijão foi realizado com a semeadora modelo SHM 11/13, fabricada pela Semeato S.A. no dia 23 de abril de 2002. A adubação utilizada foi de 250 kg.ha⁻¹ da mistura de N, P₂O₅

Quadro 2 – Características químicas das amostras de solo das áreas experimentais, nos quatro ambientes agrícolas. Viçosa-MG, 2002

Ambientes Agrícolas	Prof. ---cm---	pH ^{1/}	P ^{2/}	K ^{2/}	Ca ⁺² ^{3/}	Mg ⁺² ^{3/}	H+Al ⁺³ ^{4/}	SB	CTC (T)	V (%)	Mat.Org. ---dag. kg ⁻¹ --
		---H ₂ O---	---mg. dm ⁻³ ---		-----Cmol _c .dm ⁻³ -----						
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	0 - 5	6,06	70	125	2,54	0,47	2,1	3,33	5,40	62	2,23
	5 - 10	5,81	50	128	3,13	0,55	2,6	4,00	6,56	61	2,16
	10 - 20	5,77	57	83	2,86	0,49	2,2	3,56	5,80	61	2,01
	20 - 30	5,81	28	35	2,25	0,37	1,8	2,70	4,54	60	1,50
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	0 - 5	5,88	64	150	1,92	0,31	2,4	2,60	4,96	53	1,97
	5 - 10	5,71	67	75	3,03	0,45	2,6	3,67	6,27	59	2,08
	10 - 20	5,67	73	45	2,53	0,39	2,6	3,03	5,67	54	1,65
	20 - 30	5,58	29	25	1,76	0,28	2,2	2,10	4,26	49	1,50
Plantio Direto Milho colhido para Grão (PD-MG)	0 - 5	5,49	66	168	2,42	0,48	2,9	3,33	6,24	53	3,15
	5 - 10	5,54	72	125	1,93	0,35	2,8	2,60	5,35	49	2,08
	10 - 20	5,40	72	85	1,64	0,26	2,8	2,12	4,87	43	1,79
	20 - 30	5,36	25	65	1,57	0,27	2,4	2,01	4,36	46	1,57
Plantio Direto Milho colhido para Silagem (PD-MS)	0 - 5	5,86	111	143	3,86	0,62	2,5	4,84	7,36	66	2,67
	5 - 10	5,64	108	58	3,29	0,44	2,6	3,87	6,47	60	1,65
	10 - 20	5,53	60	30	2,38	0,32	2,5	2,78	5,29	52	1,57
	20 - 30	5,48	16	20	2,02	0,33	1,9	2,41	4,32	56	1,28

^{1/} pH em água; ^{2/} extrator Mehlich 1; ^{3/} extrator KCl 1 mol.L⁻¹; ^{4/} extrator acetato de cálcio 0,5 mol.L⁻¹, a pH 7,0; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases.

Quadro 3 – Análise textural das frações argila (AR), silte (SI), areia grossa (AG) e areia fina (AF) da área experimental, nos quatro ambientes agrícolas. Viçosa-MG, 2002

Ambientes Agrícolas	Prof. (cm)	AR	SI	AG	AF	Classificação Textural
		----- % -----				
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	0-10	52	26	11	11	Argila
	10-20	58	28	12	02	Argila
	20-30	56	27	10	07	Argila
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	0-10	53	29	12	06	Argila
	10-20	54	25	14	07	Argila
	20-30	60	27	12	01	Argila
Plantio Direto Milho Colhido para Grão (PD-MG)	0-10	58	28	09	05	Argila
	10-20	62	28	09	01	Muito Argilosa
	20-30	62	23	12	03	Muito Argilosa
Plantio Direto Milho Colhido para Grão (PD-MS)	0-10	53	27	11	09	Argila
	10-20	49	25	14	12	Argila
	20-30	59	25	12	04	Argila

^{1/} Franco-argilo-arenoso.

Quadro 4 – Modos de controle das plantas daninhas na cultura do feijão avaliados nos quatro ambientes agrícolas

Modos de Controle das Plantas Daninhas	Produto Comercial (L.ha ⁻¹)	Ingrediente Ativo (g.ha ⁻¹)
T1 Testemunha com capina	-	-
T2 Testemunha sem capina	-	-
T3 (fluazifop-p-butil + bentazon) ^{1/}	1,0 + 1,0	125 + 480
T4 (fluazifop-p-butil + fomesafen) ^{2/}	0,8	(160 + 200)
T5 (fluazifop-p-butil + fomesafen) ^{2/}	0,4	(80 + 100)
T6 [(fluazifop-p-butil + fomesafen) + bentazon] ^{3/}	0,2 + 0,8	(40 + 50) + 384
T7 [(fluazifop-p-butil + fomesafen) + bentazon] ^{3/}	0,4 + 0,6	(80 + 100) + 288
T8 [(fluazifop-p-butil) + fomesafen) + bentazon] ^{3/}	0,5 + 0,5	(100 + 125) + 240

^{1/} Mistura no tanque de Basagran e Fusilade; ^{2/} Mistura pronta denominada Robust; ^{3/} Mistura no tanque de Robust e Basagran.

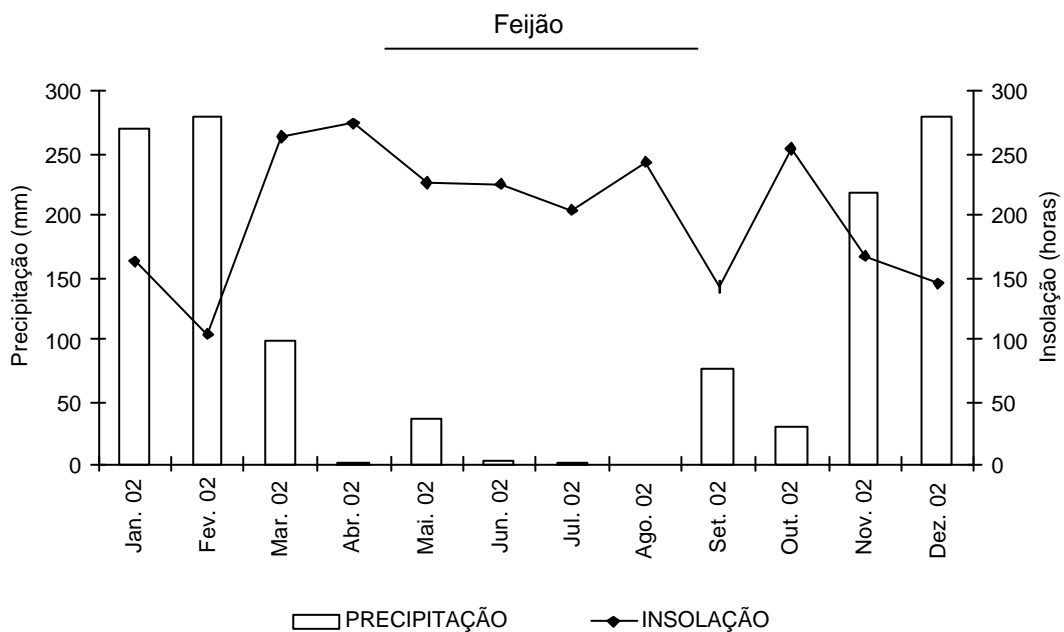
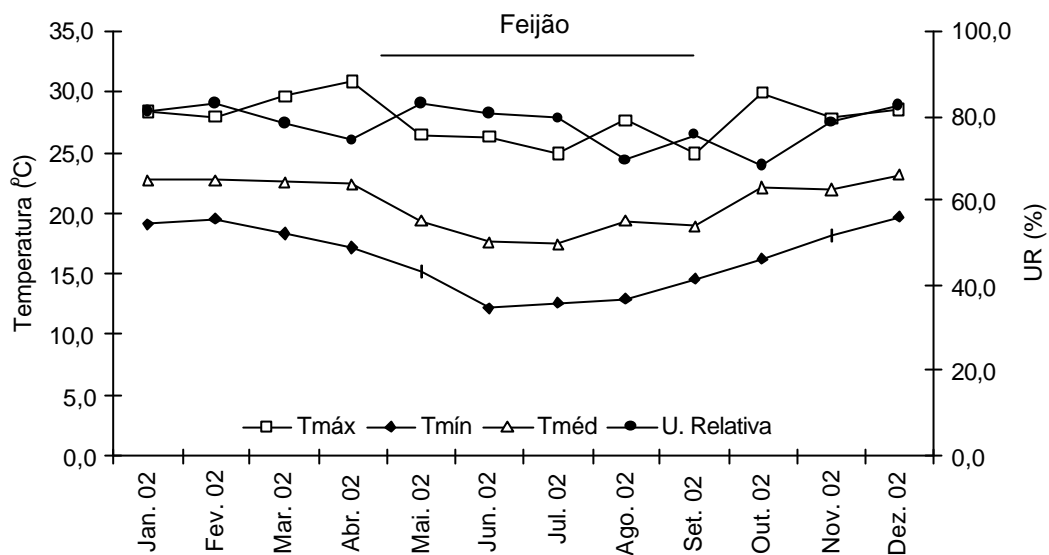


Figura 2 – Temperaturas máxima, mínima e média (°C), umidade relativa do ar (UR%), precipitação e insolação mensal durante o ano de condução dos experimentos, nos quatro ambientes agrícolas. Viçosa-MG, 2002

e K₂O, na proporção de 8:28:16. O espaçamento entre linhas foi de 0,45 m, distribuindo-se 16 sementes por metro linear, procurando-se obter população final de aproximadamente 250 mil plantas por hectare.

As parcelas experimentais foram constituídas por cinco fileiras de feijão espaçadas de 0,45 m, e 12 m de comprimento, perfazendo uma área total de 27,0 m². Foram consideradas para determinação da produtividade duas das três fileiras centrais com 5 m de comprimento, gerando assim uma área útil de 4,5 m².

A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 15 dias após a emergência da cultura, quando as plantas de feijão estavam com o terceiro trifólio formado e as plantas daninhas dicotiledôneas com duas a quatro folhas verdadeiras.

Para a aplicação dos herbicidas utilizou-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado com uma barra com quatro bicos, 110.015 SF, mantendo a pressão constante de 2 kgf.cm⁻², calibrado para um consumo de 120 L.ha⁻¹ de calda.

A capina mecânica, com enxada, foi feita aos 15 e 30 dias após a emergência da cultura do feijão nas parcelas da testemunha com capina de cada ambiente agrícola. As plantas daninhas não controladas pelos herbicidas e aquelas presentes nas parcelas da testemunha sem capina permaneceram convivendo com a cultura do feijão até a colheita. Os tratos culturais que foram realizados na cultura do feijão seguiram as recomendações para ela no Estado de Minas Gerais (VIEIRA et al., 1998), exceto o controle das plantas daninhas.

As plantas de feijão foram colhidas quando se apresentavam praticamente despidas de folhas, com mais de 80% das vagens com coloração amarelada e suas sementes já haviam adquirido cor característica da variedade. Após a colheita, as plantas foram secas ao sol até atingirem umidade na faixa de 15%, ideal para a debulha.

3.1.1. Características avaliadas

As plantas daninhas foram avaliadas um dia antes e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAH). A coleta das plantas foi feita a partir de uma

amostragem em cada parcela, nos quatro ambientes agrícolas, com a utilização de um quadrado de 0,30 m de lado, em que todas as plantas daninhas existentes no interior desta área foram cortadas rente ao solo.

Esse material foi levado ao laboratório, onde as plantas foram separadas e contadas por espécie e, em seguida, secas em estufa de ventilação forçada, por 72 horas, à 70°C, para determinação da matéria seca da parte aérea de cada uma das espécies presentes. Depois disso, as plantas foram agrupadas em dicotiledôneas, gramíneas, ciperáceas e totais.

Também foram realizadas avaliações visuais da eficiência dos herbicidas no controle das plantas daninhas (Quadro 5), avaliando-se a porcentagem de controle de cada espécie e a porcentagem de cobertura do solo pelo total da plantas daninhas em relação à testemunha sem capina, aos 7, 14, 21 e 28 DAH.

Quadro 5 – Conceitos atribuídos à eficiência visual de controle de plantas daninhas, segundo a escala da ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS

Controle (%)	Conceito
0 – 40	Muito ruim
41 – 60	Ruim
61 – 70	Regular
71 – 80	Bom
81 – 90	Muito bom
91 – 100	Ótimo

Fonte: ASOCIACIÓN...(1974).

Foi feita, por ocasião da colheita, a medida do comprimento das plantas de feijão em relação ao solo. Essas medidas foram efetuadas em cinco plantas ao acaso, em cada parcela, nos quatro ambientes agrícolas.

Na avaliação do acamamento das plantas de feijão utilizou-se uma escala adaptada para a cultura da soja, visto que não há na literatura escala similar adaptada à cultura do feijão. O acamamento foi estimado visualmente na colheita, conforme a escala a seguir (BERNARD et al., 1965). Consideraram-se acamadas as plantas com mais de 45° de inclinação em relação à vertical.

- 1 = todas as plantas eretas;
- 2 = plantas ligeiramente inclinadas ou algumas plantas acamadas;
- 3 = plantas moderadamente inclinadas ou 25 a 50% de plantas acamadas;
- 4 = plantas consideravelmente inclinadas ou 50 a 80% de plantas acamadas; e
- 5 = todas as plantas acamadas.

Para a determinação da produtividade e do número de plantas por hectare (estande final), foram colhidas e contadas todas as plantas contidas na área útil da parcela (duas das três fileiras centrais com 5 m de comprimento, avaliando-se assim uma área de 4,5 m²).

Os componentes de produção, como o número de vagens por planta, o número de sementes por planta e o peso de 100 sementes, também foram estimados. Para isso, foram separadas 20 plantas ao acaso do total das plantas colhidas por parcela, nos quatro ambientes agrícolas.

Após debulha, os grãos foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01 g, sendo a sua umidade corrigida para 13% na base úmida, para a determinação de produtividade.

3.1.2. Análise estatística

Quanto às características relacionadas com as plantas daninhas, os resultados obtidos a partir das avaliações de matéria seca da parte aérea, número de plantas, eficiência de controle e cobertura do solo foram analisados utilizando-se estatística descritiva.

Os dados associados à cultura do feijão (acamamento, comprimento das plantas, produtividade, componentes de produção e estande final) foram submetidos à análise de variância individual e conjunta dos quatro experimentos, nos quatro ambientes agrícolas. Independentemente da significância da interação, foi efetuado o seu desdobramento. Na análise de variância utilizou-se o teste F, a 5% de probabilidade, e as variáveis cujo teste F foi significativo tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

3.2. Bioensaio em Casa de Vegetação

Os bioensaios foram conduzidos em casa de vegetação, utilizando-se amostras de solo provenientes das parcelas dos ambientes agrícolas no campo; estas foram coletadas aos 125 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes.

As amostras de solo foram coletadas com o auxílio de um enxadão, na profundidade de 0-10 cm, em pontos ao acaso, em cada uma das quatro repetições de cada modo de controle. Essas amostras foram misturadas e homogeneizadas, formando uma amostra composta para cada um dos modos de controle, à exceção da testemunha sem capina, as quais foram destorroadas, peneiradas e colocadas em cinco vasos, revestidos internamente com saco de polietileno, com capacidade para 300 cm³. Em seguida, foram semeadas cinco sementes de sorgo “AG 1501” por vaso, previamente germinadas em câmara de germinação. Essas plantas foram irrigadas diariamente e adubadas com NPK (4:14:8) sete dias após a emergência. Esse procedimento foi realizado para cada um dos quatro ambientes agrícolas no campo, ou seja, plantio convencional sobre o milho colhido para silagem e para grão (PC-MS e PC-MG) e plantio direto sobre o milho colhido para silagem e para grão (PD-MS e PD-MG).

Cada ambiente agrícola no campo representou um bioensaio em casa de vegetação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e cinco repetições, cada uma representada por um vaso com as cinco plantas de sorgo. Os tratamentos foram os mesmos avaliados em campo, à exceção da testemunha sem capina (Quadro 4). No entanto, nos bioensaios de casa de vegetação avaliou-se o resíduo no solo do herbicida fomesafen. Na determinação do possível resíduo no solo utilizou-se como planta-teste o sorgo (*Sorghum bicolor*).

3.2.1. Características avaliadas

Foram realizadas avaliações visuais dos sintomas de toxidez ao herbicida nas plantas de sorgo aos 14 dias após a emergência das plantas, seguindo a escala adaptada do EWRC (Quadro 6).

Quadro 6 – Conceitos atribuídos à toxicidade de herbicidas, segundo a escala adaptada do EWRC

Toxicidade (%)	Interpretação
0 – 10	Nulo
11 – 20	Muito leve
21 – 30	Leve
31 – 60	Moderado
61 – 70	Forte
71 – 90	Muito forte
91 – 100	Morte

Fonte: FRANS (1972).

Aos 21 dias após o plantio, as plantas foram colhidas e a parte aérea colocada em estufa de ventilação forçada a 70°C por 72 horas, para determinação da matéria seca da parte aérea das plantas de sorgo.

3.2.2. Análise estatística

As avaliações visuais dos sintomas de toxidez ao herbicida nas plantas de sorgo foram analisadas utilizando-se estatística descritiva.

Os resultados obtidos da matéria seca da parte aérea das plantas de sorgo foram submetidos à análise individual e conjunta dos quatro experimentos nos quatro ambientes agrícolas. Independentemente da significância da interação, foi efetuado seu desdobramento. Foi realizada a análise de variância utilizando-se o teste F, a 5% de probabilidade. As variáveis cujo teste F foi significativo tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimentos de Campo

4.1.1. Ocorrência de plantas daninhas antes das aplicações dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão

As espécies de plantas daninhas presentes nos quatro ambientes agrícolas antes das aplicações dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão e o acúmulo de matéria seca da parte aérea por essas espécies encontram-se no Quadro 7. A comunidade infestante foi composta de 17 espécies, distribuídas em 17 gêneros e 11 famílias, com maior ocorrência no sistema de plantio convencional, em que predominaram dicotiledôneas e ciperáceas. *Coronopus didymus* (mastruço) foi a espécie que apresentou o maior número de plantas na área de plantio convencional sobre a cultura anterior do milho, tanto colhido para grão como para silagem, representando, respectivamente, 49,05% e 52,93% do total das espécies encontradas, e também no plantio direto, com incidência de 62,06% na área de milho colhido para grão e 89,05% na área de milho silagem. No plantio convencional, a espécie *Cyperus rotundus* (tiririca), apesar de não ter apresentado maior número de plantas, foi a que teve maior produção de matéria seca da parte aérea, com 84,93 e 73,66% do total das plantas daninhas nas áreas de milho colhido para grão e para silagem, respectivamente (Quadro 7).

Quadro 7 – Média do número ($N^{\circ}.m^{-2}$) e da matéria seca da parte aérea ($g.m^{-2}$) das plantas daninhas presentes nos quatro ambientes agrícolas e suas respectivas porcentagens (%), antes da aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão. Viçosa-MG, 2002

Espécies	Plantio Convencional								Plantio Direto							
	Milho colhido para Grão				Milho colhido para Silagem				Milho colhido para Grão				Milho colhido para Silagem			
	N ^o de Plantas		Matéria Seca		N ^o de Plantas		Matéria Seca		N ^o de Plantas		Matéria Seca		N ^o de Plantas		Matéria Seca	
	N ^o .m ⁻²	%	g.m ⁻²	%	N ^o .m ⁻²	%	g.m ⁻²	%	N ^o .m ⁻²	%	g.m ⁻²	%	N ^o .m ⁻²	%	g.m ⁻²	%
<i>Amaranthus</i> sp.	28,17	0,72	0,36	0,27	33,73	0,85	0,11	0,12	16,27	1,04	0,27	1,70	1,59	0,08	0,00	0,04
<i>Bidens pilosa</i>	0,40	0,01	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,02	0,00	0,02
<i>Brachiaria plantaginea</i>	0,40	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coronopus didymus</i>	1907,94	49,05	6,08	4,53	2109,92	52,93	14,63	16,26	967,06	62,06	4,03	25,70	1668,25	89,05	7,56	75,75
<i>Cyperus rotundus</i>	1139,68	29,30	113,90	84,93	1264,29	31,72	66,26	73,66	2,78	0,18	0,62	3,93	0,79	0,04	0,12	1,18
<i>Digitaria horizontalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,95	0,32	0,01	0,12
<i>Emilia sonchifolia</i>	0,40	0,01	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79	0,04	0,01	0,06
<i>Euphorbia heterophylla</i>	-	-	-	-	0,79	0,02	0,02	0,03	0,79	0,05	0,10	0,64	0,40	0,02	0,03	0,35
<i>Galinsoga parviflora</i>	34,92	0,90	0,23	0,17	17,86	0,45	0,10	0,11	11,51	0,74	0,09	0,60	40,87	2,18	0,31	3,13
<i>Ipomoeia grandifolia</i>	0,79	0,02	0,02	0,02	3,57	0,09	0,14	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidium virginicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,98	2,77	0,12	1,20
<i>Mucuna aterrima</i>	-	-	-	-	0,79	0,02	0,50	0,56	-	-	-	-	0,79	0,04	0,28	2,84
<i>Oxalis latifolia</i>	636,11	16,35	9,95	7,42	533,33	13,38	7,98	8,87	552,38	35,45	10,48	66,90	98,81	5,27	1,30	13,04
<i>Sinapsis arvensis</i>	119,05	3,06	3,42	2,55	5,95	0,15	0,10	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum americanum</i>	2,38	0,06	0,02	0,01	4,37	0,11	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	1,98	0,05	0,01	0,01	1,59	0,04	0,00	0,00	5,56	0,36	0,06	0,37	2,78	0,15	0,23	2,28
<i>Stachys arvensis</i>	17,46	0,45	0,11	0,08	9,92	0,25	0,08	0,09	1,98	0,13	0,03	0,16	-	-	-	-
Total de Plantas	3889,68	100,00	134,11	100,00	3986,11	100,00	89,95	100,00	1558,33	100,00	15,67	100,00	1873,41	100,00	9,98	100,00
Cyperaceas	1139,68	29,30	113,90	84,93	1264,29	31,72	66,26	73,66	2,78	0,18	0,62	3,93	0,79	0,04	0,12	1,18
Gramíneas	0,40	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	5,95	0,32	0,01	0,12
Dicotiledôneas	2749,60	70,69	20,20	15,06	2721,83	68,28	23,72	26,37	1555,56	99,82	15,06	96,07	1866,67	99,64	9,86	98,70

Na área de plantio direto praticamente não houve infestação de tiririca. Segundo JAKELAITIS (2001), a não-ocorrência da espécie *C. rotundus* na área de plantio direto está relacionada com manejo do solo iniciado em 1998, uma vez que a população de tiririca era uniforme em toda a área experimental. No plantio convencional, o preparo do solo (aração e gradagem) favorece a propagação e o estabelecimento desta espécie, devido à quebra de dormência pela divisão da cadeia de tubérculos e eliminação da dominância apical exercida pelo tubérculo distal (GODOY et al., 1995; FERREIRA et al., 2000), ao passo que no plantio direto, além do não-revolvimento do solo, houve o efeito da dessecação com glyphosate e 2,4-D, o que reduz a brotação dos tubérculos, levando a menor matéria seca da parte aérea (JAKELAITIS, 2001).

Observa-se que, no plantio direto do feijão sobre o milho colhido para grão, o número de espécies presentes é menor que sobre o milho colhido para silagem. Isso provavelmente ocorre devido à presença de palha na superfície do solo, que funciona como um impedimento físico para a emergência de várias plantas daninhas. De acordo com ALMEIDA (1991), a presença de resíduos vegetais no solo altera as características físicas, químicas e biológicas e, no que diz respeito às plantas daninhas, modifica a constituição qualitativa e quantitativa do complexo florístico, por interferir no processo de quebra de dormência das sementes e pela sua ação alelopática sobre a germinação e o desenvolvimento das plântulas. No plantio convencional do feijão, quando comparadas às áreas de milho colhido para grão e para silagem, não se observa mudança significativa na comunidade de plantas infestantes, indicando que a incorporação ou não dos restos culturais não interfere na população de plantas daninhas em uma mesma área.

4.1.2. Eficiência de controle das plantas daninhas após as aplicações dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão

Nas Figuras 3 a 7 são apresentados o número e a matéria seca da parte aérea das plantas daninhas, por metro quadrado de solo, presentes na

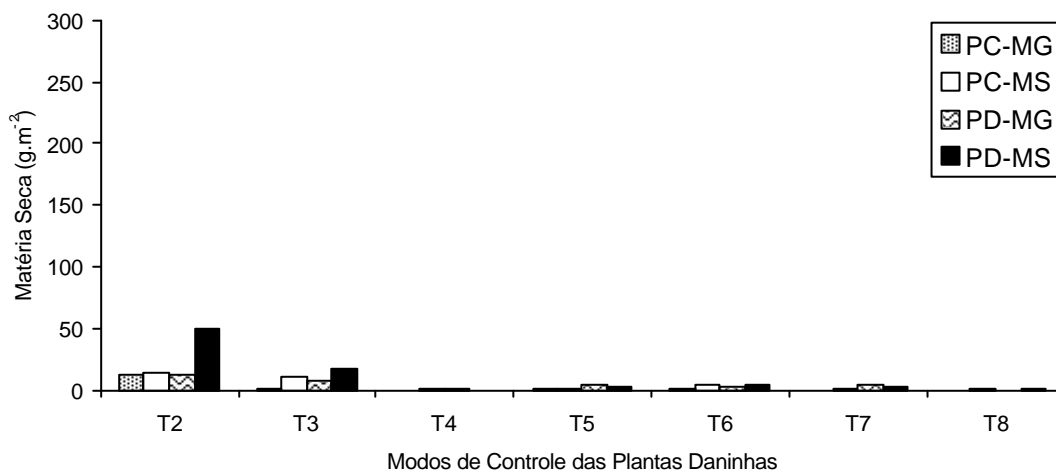
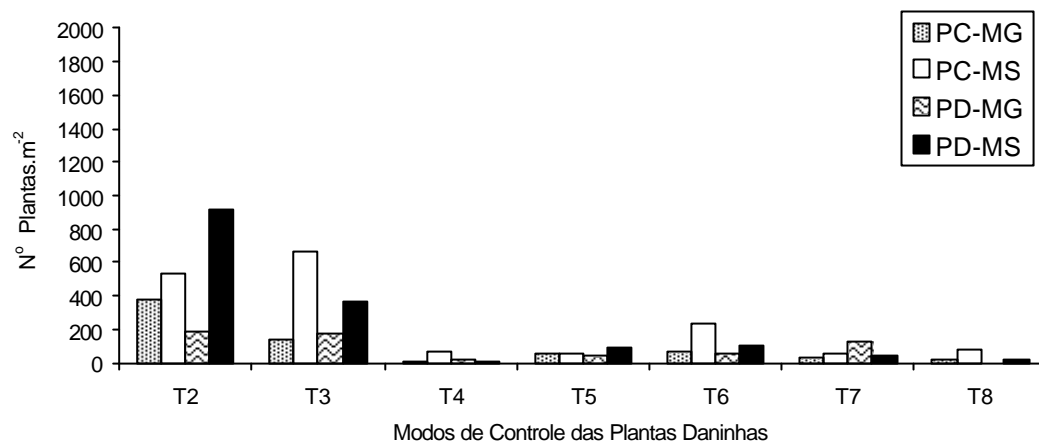


Figura 3 – Número e matéria seca da parte aérea das plantas de *C. didymus*, nos quatro ambientes agrícolas, em avaliação realizada aos 28 dias após a aplicação dos modos de controle das plantas daninhas: T2 = testemunha sem capina; T3 = fluazifop-p-butil + bentazon (125 + 480 g.ha⁻¹); T4 e T5 = fluazifop-p-butil + fomesafen (160 + 200 g.ha⁻¹ e 80 + 100 g.ha⁻¹, respectivamente); T6, T7 e T8 = (fluazifop-p-butil + fomesafen) + bentazon [(40 + 50) + 384 g.ha⁻¹], [(80 + 100) + 288 g.ha⁻¹] e [(100 + 125) + 240 g.ha⁻¹], respectivamente.

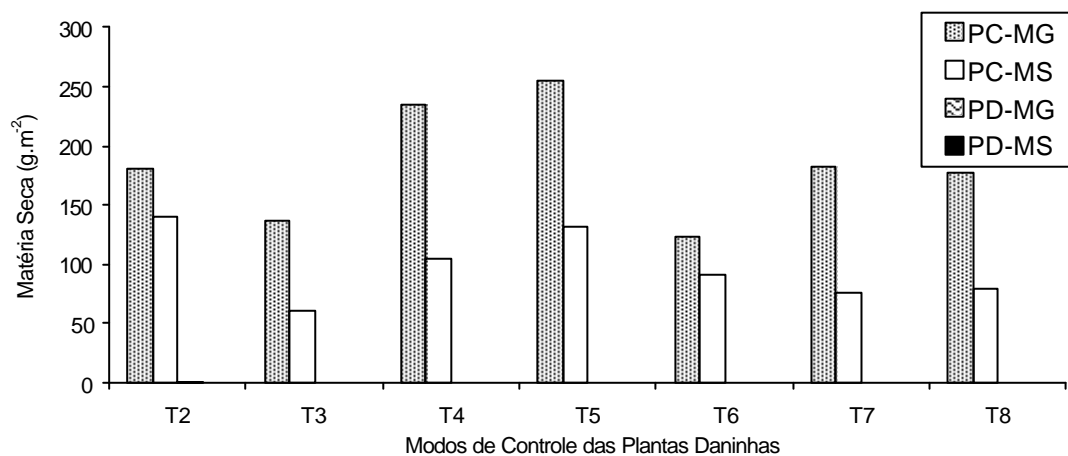
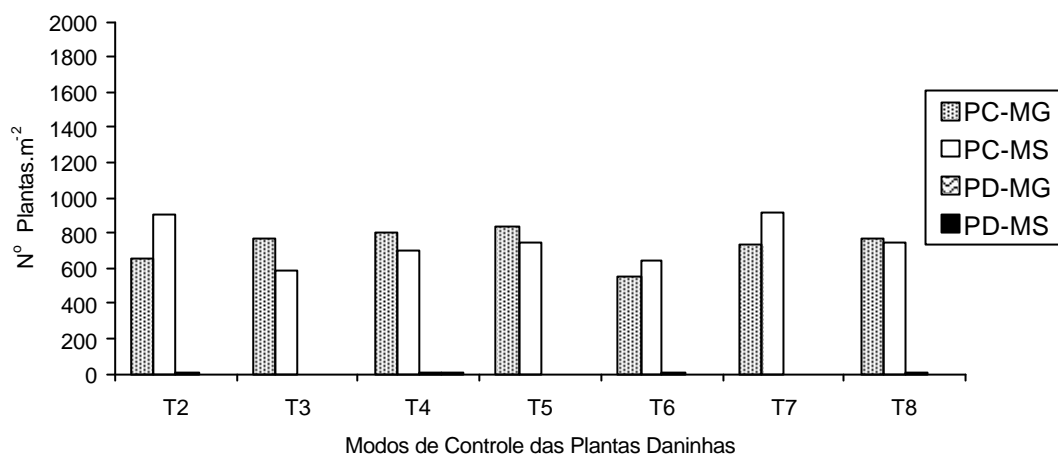


Figura 4 – Número e matéria seca da parte aérea das plantas de *C. rotundus*, nos quatro ambientes agrícolas, em avaliação realizada aos 28 dias após a aplicação dos modos de controle das plantas daninhas: T2 = testemunha sem capina; T3 = fluazifop-p-butil + bentazon (125 + 480 g.ha⁻¹); T4 e T5 = fluazifop-p-butil + fomesafen (160 + 200 g.ha⁻¹ e 80 + 100 g.ha⁻¹, respectivamente); T6, T7 e T8 = (fluazifop-p-butil + fomesafen) + bentazon [(40 + 50) + 384 g.ha⁻¹], [(80 + 100) + 288 g.ha⁻¹] e [(100 + 125) + 240 g.ha⁻¹], respectivamente.

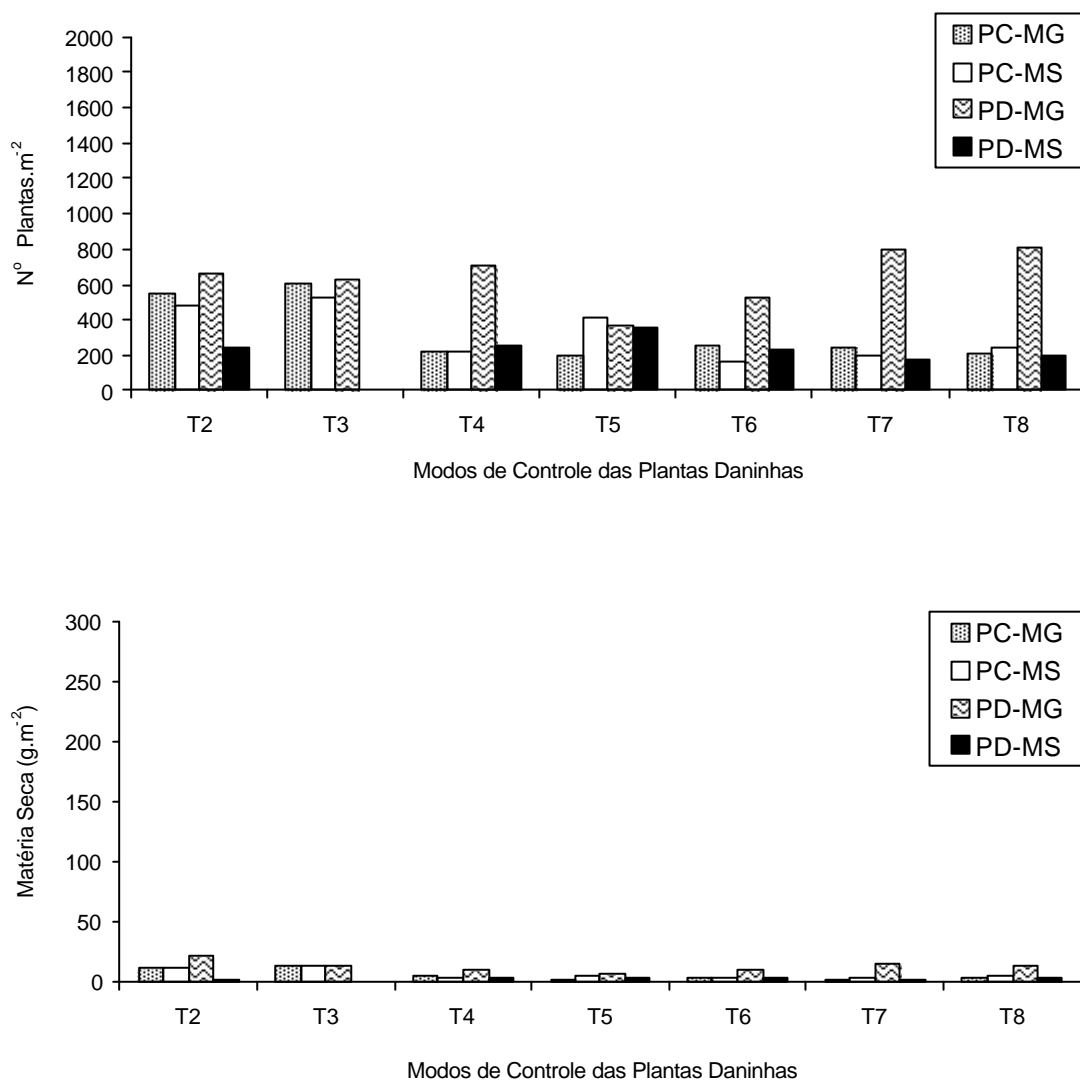


Figura 5 – Número e matéria seca da parte aérea das plantas de *O. latifolia*, nos quatro ambientes agrícolas, em avaliação realizada aos 28 dias após a aplicação dos modos de controle das plantas daninhas: T2 = testemunha sem capina; T3 = fluazifop-p-butil + bentazon (125 + 480 g.ha⁻¹); T4 e T5 = fluazifop-p-butil + fomesafen (160 + 200 g.ha⁻¹ e 80 + 100 g.ha⁻¹, respectivamente); T6, T7 e T8 = (fluazifop-p-butil + fomesafen) + bentazon [(40 + 50) + 384 g.ha⁻¹], [(80 + 100) + 288 g.ha⁻¹] e [(100 + 125) + 240 g.ha⁻¹], respectivamente.

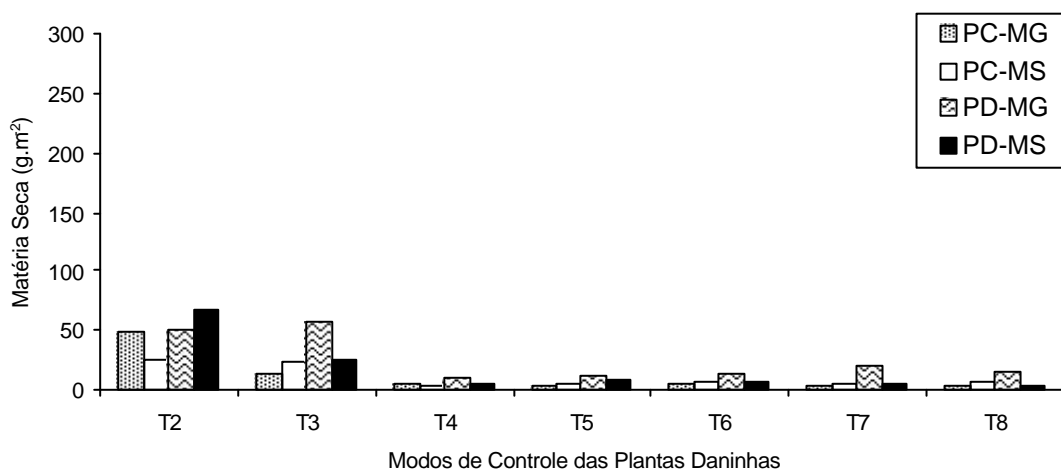
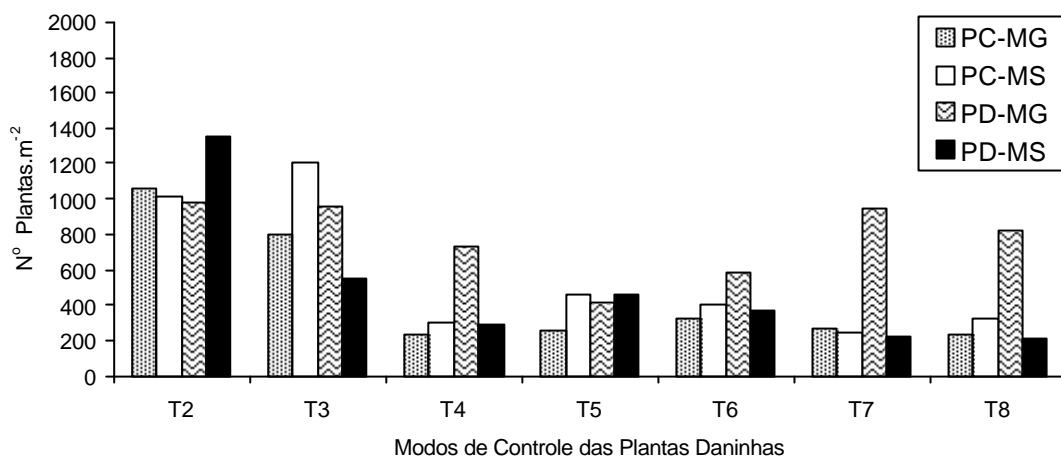


Figura 6 – Número e matéria seca da parte aérea das plantas daninhas dicotiledôneas, nos quatro ambientes agrícolas, em avaliação realizada aos 28 dias após a aplicação dos modos de controle das plantas daninhas: T2 = testemunha sem capina; T3 = fluazifop-p-butil + bentazon ($125 + 480 \text{ g.ha}^{-1}$); T4 e T5 = fluazifop-p-butil + fomesafen ($160 + 200 \text{ g.ha}^{-1}$ e $80 + 100 \text{ g.ha}^{-1}$, respectivamente); T6, T7 e T8 = (fluazifop-p-butil + fomesafen) + bentazon [$(40 + 50) + 384 \text{ g.ha}^{-1}$], [$(80 + 100) + 288 \text{ g.ha}^{-1}$] e [$(100 + 125) + 240 \text{ g.ha}^{-1}$], respectivamente.

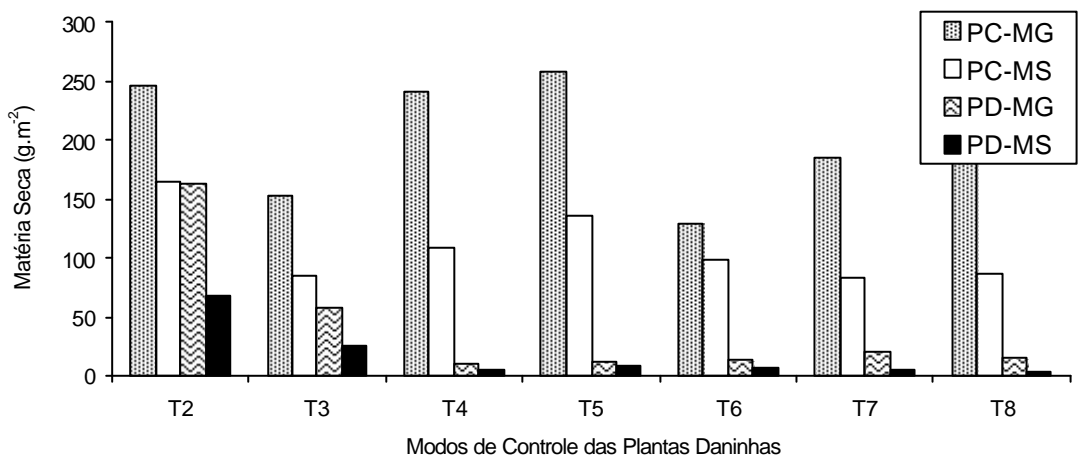
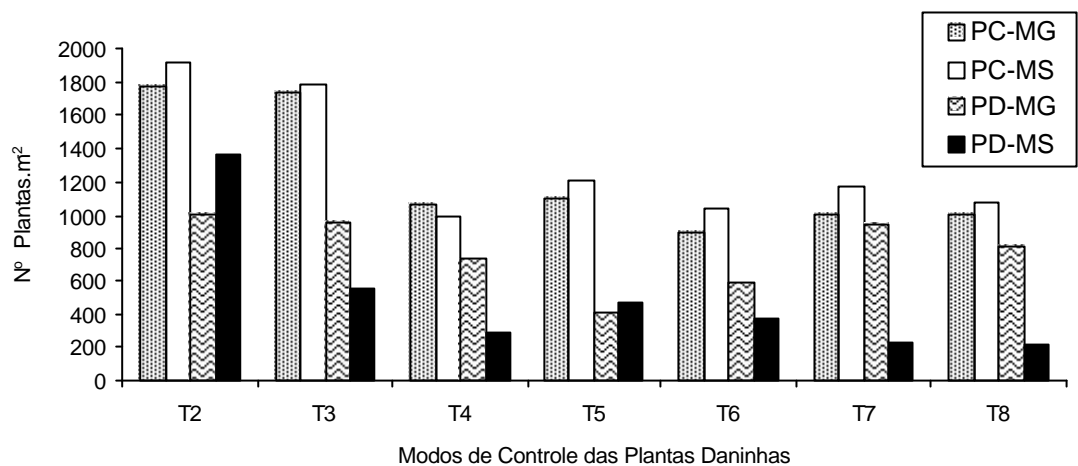


Figura 7 – Número e matéria seca da parte aérea do total de plantas daninhas, nos quatro ambientes agrícolas, em avaliação realizada aos 28 dias após a aplicação dos modos de controle das plantas daninhas: T2 = testemunha sem capina; T3 = fluazifop-p-butil + bentazon (125 + 480 g.ha⁻¹); T4 e T5 = fluazifop-p-butil + fomesafen (160 + 200 g.ha⁻¹ e 80 + 100 g.ha⁻¹, respectivamente); T6, T7 e T8 = (fluazifop-p-butil + fomesafen) + bentazon [(40 + 50) + 384 g.ha⁻¹], [(80 + 100) + 288 g.ha⁻¹] e [(100 + 125) + 240 g.ha⁻¹], respectivamente.

área experimental composta pelos quatro ambientes agrícolas 28 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão. Nestas figuras, o tratamento 1, testemunha com capina, não está presente, pois não havia plantas daninhas para serem avaliadas.

A espécie *C. didymus* foi predominante no plantio direto do feijão sobre o milho silagem, com 919,4 plantas.m⁻² e 49,61 g.m⁻² de matéria seca da parte aérea. Observa-se, com exceção do tratamento 3, fluazifop-p-butyl + bentazon na dose de 125 + 480 g.ha⁻¹, que todos os demais modos de controle das plantas daninhas foram eficientes quando comparados com a testemunha sem capina (Figura 3).

A ocorrência da espécie *C. rotundus* não foi expressiva nas áreas de plantio direto do feijão, entretanto esta espécie foi predominante nas áreas de plantio convencional do feijão sobre o milho colhido para grão com 655,6 plantas.m⁻² e 180,56 g.m⁻² de matéria seca da parte aérea e sobre o milho silagem com 900,0 plantas.m⁻² e 140,5 g.m⁻² de matéria seca da parte aérea (Figura 4). Essa redução de *C. rotundus* na área de plantio direto, em relação ao plantio convencional, pode ser atribuída ao sistema de manejo iniciado no ano de 1998, uma vez que a população de *C. rotundus* se apresentava de maneira uniforme em toda a área experimental, como citado anteriormente. Comparando os modos de controle das plantas daninhas com a testemunha sem capina, observa-se que nenhum deles foi eficiente no controle da *C. rotundus*, o que era de se esperar, pois nenhum dos herbicidas aplicados está registrado para o controle desta espécie.

A espécie *Oxalis latifolia* (trevo) esteve presente em todos os ambientes agrícolas; no plantio direto do feijão sobre o milho colhido para grão ela foi predominante, com 666,7 plantas.m⁻² e 21,17 g.m⁻² de matéria seca da parte aérea (Figura 5). Nota-se que nenhum dos modos de controle das plantas daninhas foi eficiente sobre esta espécie quando comparados com a testemunha sem capina.

Observa-se na Figura 6 que os modos de controle das plantas daninhas não foram eficientes sobre o número de plantas de dicotiledôneas, quando comparadas com a testemunha sem capina, principalmente no plantio direto do feijão sobre o milho colhido para grão. Entretanto, verifica-se menor produção de matéria seca da parte aérea das plantas daninhas,

com exceção do fluazifop-p-butil + bentazon na dose de 125 + 480 g.ha⁻¹, quando comparado com a testemunha sem capina nos quatro ambientes.

A eficiência de controle das plantas daninhas pode ser avaliada pela redução do número de espécies ou pela matéria seca da parte aérea produzida pelas plantas daninhas, dependendo do mecanismo de ação dos herbicidas utilizados. Entretanto, a matéria seca da parte aérea está relacionada com o tamanho das plantas e, conseqüentemente, com o seu estágio de desenvolvimento; logo, do ponto de vista da interferência com a cultura, geralmente existe maior correlação com a matéria seca da parte aérea do que com o número de plantas, desde que se esteja considerando uma mesma espécie de planta daninha.

Na Figura 7, apesar dos modos de controle das plantas daninhas não terem sido muito eficientes sobre o número de plantas daninhas totais nos quatro ambientes, nota-se bom controle da matéria seca da parte aérea nos dois ambientes de plantio direto. Já no plantio convencional do feijão sobre o milho colhido para grão e para silagem, o fato de não ter ocorrido boa eficiência de controle das plantas daninhas totais está relacionado com a alta infestação da área pela espécie *C. rotundus*, que não é controlada pelos herbicidas aplicados.

A eficiência de controle da mistura pronta de fluazifop-p-butil + fomesafen, isoladamente ou em mistura no tanque com bentazon em todas as doses avaliadas nos quatro ambientes agrícolas, foi satisfatória sobre a espécie *C. didymus*, proporcionando controle muito bom (superior a 81%), de acordo com a escala apresentada no Quadro 5 (Quadro 8). No entanto, a mistura no tanque de fluazifop-p-butil + bentazon na dose avaliada apresentou controle regular (inferior a 70%) desta espécie nas áreas de plantio convencional e controle ruim (inferior a 60%) nas áreas de plantio direto (Quadro 8).

Observa-se, no Quadro 9, que a eficiência dos modos de controle das plantas daninhas não foi satisfatória sobre a espécie *Oxalis latifolia*. Os melhores resultados foram obtidos com a mistura pronta de fluazifop-p-butil + fomesafen na dose de 160 + 200 g.ha⁻¹, que, no plantio convencional do feijão sobre o milho colhido para grão, proporcionou controle superior a 60%. Segundo LORENZI (1994), estes produtos, quando aplicados em pós-

Quadro 8 – Porcentagem de controle da espécie *Coronopus didymus* (mastruço) em relação à testemunha sem capina (0%), aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão e sua eficiência. Viçosa-MG, 2002

Ambientes Agrícolas	Modos de Controle das Plantas Daninhas	Doses (g.ha ⁻¹)	% de Controle				Eficiência ^{4/}
			7	14	21	28	
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	70,0	80,0	70,0	60,0	Regular
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	92,5	100	99,5	99,0	Ótimo
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	90,0	95,0	98,0	94,2	Ótimo
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	83,7	90,7	95,0	92,5	Ótimo
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	91,2	100	95,7	96,5	Ótimo
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	91,2	100	98,7	98,2	Ótimo
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	57,5	78,7	70,0	62,5	Regular
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	94,5	100	97,2	96,7	Ótimo
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	95,7	93,7	93,7	90,0	Ótimo
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	92,5	88,7	91,2	90,0	Muito bom
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	95,7	97,0	96,5	91,2	Ótimo
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	96,0	97,5	95,7	95,5	Ótimo
Plantio Direto Milho colhido para Grão (PD-MG)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	62,5	72,5	73,7	52,5	Ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	96,5	98,5	97,2	99,2	Ótimo
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	90,0	89,5	88,7	90,0	Muito bom
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	90,7	86,2	87,5	90,0	Muito bom
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	91,2	90,7	88,2	86,2	Muito bom
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	87,0	91,2	88,7	92,5	Ótimo
Plantio Direto Milho colhido para Silagem (PD-MS)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	65,0	65,0	52,5	25,7	Ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	98,7	98,7	97,7	97,7	Ótimo
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	95,7	94,7	88,7	87,5	Muito Bom
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	95,7	95,0	94,0	88,2	Muito Bom
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	97,7	97,5	95,2	95,0	Ótimo
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	97,5	98,7	95,5	95,0	Ótimo

^{1/} Mistura no tanque de Basagran e Fusilade; ^{2/} Mistura pronta denominada Robust; ^{3/} Mistura no tanque de Robust e Basagran; ^{4/} Eficiência de controle, segundo ALAM (1974).

Quadro 9 – Porcentagem de controle da espécie *Oxalis latifolia* (trevo) em relação à testemunha sem capina (0%), aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão e sua eficiência. Viçosa-MG, 2002

Ambientes Agrícolas	Modos de Controle das Plantas Daninhas	Doses g.ha ⁻¹	% de Controle				Eficiência ^{4/}
			7	14	21	28	
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	5,0	0	0	0	Muito ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	90,0	93,7	85,0	60,0	Regular
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	86,2	87,5	75,0	46,2	Regular
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	77,5	87,5	70,0	37,5	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	91,2	92,5	78,75	52,5	Ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	83,7	92,5	66,2	60,0	Ruim
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	10,0	0	0	0	Muito ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	93,7	90,0	83,7	52,5	Ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	91,2	85,0	77,5	25,0	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	92,5	90,0	77,5	22,5	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	91,2	91,2	78,2	32,5	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	91,2	88,7	80,0	42,5	Ruim
Plantio Direto Milho colhido para Grão (PD-MG)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0	0	0	0	Muito ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	93,7	91,2	81,2	37,5	Ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	91,2	81,2	71,2	15,0	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	91,2	80,0	72,5	11,2	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	88,7	80,0	70,0	8,7	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	83,7	76,2	70,0	13,7	Muito ruim
Plantio Direto Milho colhido para Silagem (PD-MS)	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0	0	0	0	Muito ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	95,7	92,5	82,5	12,5	Muito ruim
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	92,5	75,0	72,5	6,2	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	92,5	85,0	75,0	6,2	Muito ruim
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	94,2	91,2	77,5	12,5	Muito ruim
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	(100 + 125) + 240	91,2	87,5	90,0	7,5	Muito ruim

^{1/} Mistura no tanque de Basagran e Fusilade; ^{2/} Mistura pronta denominada Robust; ^{3/} Mistura no tanque de Robust e Basagran; ^{4/} Eficiência de controle, segundo ALAM (1974).

emergência inicial, podem controlar até 85% da infestação; entretanto, quando aplicados em pós-emergência tardia, o controle não chega a 50% da infestação. Desta forma, o controle observado em ambas as áreas de plantio convencional, possivelmente, se deu pela competição interespecífica com a tiririca predominante nestas áreas (JAKELAITIS, 2001).

A mistura no tanque dos herbicidas fluazifop-p-butil + bentazon na dose de 125 + 480 g.ha⁻¹ (Tratamento 3) não foi eficiente no controle das plantas daninhas dicotiledôneas na cultura do feijão, em todos os ambientes agrícolas (Quadro 10), principalmente sobre as espécies *G. parviflora*, *Amaranthus* sp., *E. heterophylla*, *L. virginicum* e *S. americanum*. COBUCCI (1996) também não encontrou controle eficiente (acima de 80%) das espécies *Amaranthus hybridus* e *E. heterophylla*, com bentazon, na dose de 480 g.ha⁻¹.

A cobertura do solo pelas plantas daninhas (Figura 8) foi elevada em todos os modos de controle nas áreas de plantio convencional (Figura 8 - A e B), devido à alta incidência de *C. rotundus* neste sistema de manejo do solo. Entretanto, nas áreas de plantio direto (Figura 8 - C e D), com exceção do fluazifop-p-butil + bentazon na dose de 125 + 480 g.ha⁻¹, que não apresentou controle eficiente das plantas daninhas dicotiledôneas presentes na área, a cobertura do solo foi baixa, confirmando a eficiência dos demais modos de controle das plantas daninhas.

Esses resultados indicam a eficiência de controle sobre as dicotiledôneas do fomesafen, isolado ou em mistura com bentazon, em todas as doses avaliadas, concordando com os resultados encontrados por ESCHER (2002).

4.1.3. Cultura do feijão

Verificou-se, na análise conjunta dos quatro experimentos (ambientes agrícolas), efeito significativo ($p < 0,01$) entre eles para as variáveis comprimento e acamamento das plantas de feijão na época da colheita; para os modos de controle das plantas daninhas e para a interação entre ambientes agrícolas e modos de controle não houve efeito significativo ($p > 0,05$). No desdobramento da interação, constatou-se efeito significativo

Quadro 10 – Efeito da mistura no tanque dos herbicidas fluazifop-p-butil + bentazon na dose de 125 + 480 g.ha⁻¹ sobre o número de plantas (nº.m⁻²) e matéria seca da parte aérea (g.m⁻²) das populações de plantas daninhas dicotiledôneas, 28 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão. Viçosa-MG, 2002

Espécies	Modos de Controle das Plantas Daninhas	Plantio Convencional				Plantio Direto			
		Milho Colhido para Grão		Milho Colhido para Silagem		Milho Colhido para Grão		Milho Colhido para Silagem	
		Nº ^{1/}	MS ^{2/}	Nº	MS	Nº	MS	Nº	MS
<i>Amaranthus</i> sp.	Testemunha sem capina	27,8	6,53	16,7	0,33	2,8	0,03	13,9	1,03
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	13,9	0,08	111,1	3,97	38,9	17,47	2,8	0,06
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Testemunha sem capina	-	-	-	-	2,8	9,50	-	-
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	-	-	-	-	2,8	5,17	-	-
<i>Galinsoga parviflora</i>	Testemunha sem capina	30,6	1,97	16,7	0,72	2,8	0,19	155,6	13,64
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	11,1	0,03	36,1	0,33	69,4	9,33	97,2	7,42
<i>Lepidium virginicum</i>	Testemunha sem capina	-	-	-	-	-	-	13,9	0,58
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	-	-	-	-	-	-	63,9	0,47
<i>Sinapis arvensis</i>	Testemunha sem capina	27,8	16,17	-	-	-	-	-	-
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	11,1	0,17	-	-	-	-	-	-
<i>Stachys arvensis</i>	Testemunha sem capina	5,6	0,11	30,6	0,97	-	-	-	-
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	8,3	0,03	33,3	1,31	-	-	-	-
<i>Solanum americanum</i>	Testemunha sem capina	22,2	0,67	-	-	91,7	4,19	-	-
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	16,7	0,11	-	-	44,4	4,39	-	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	Testemunha sem capina	-	-	-	-	-	-	5,6	0,42
	Fluazifop-p-butil + Bentazon	-	-	-	-	-	-	8,3	0,06

^{1/} Número de plantas por metro quadrado; ^{2/} Matéria seca da parte aérea por metro quadrado.

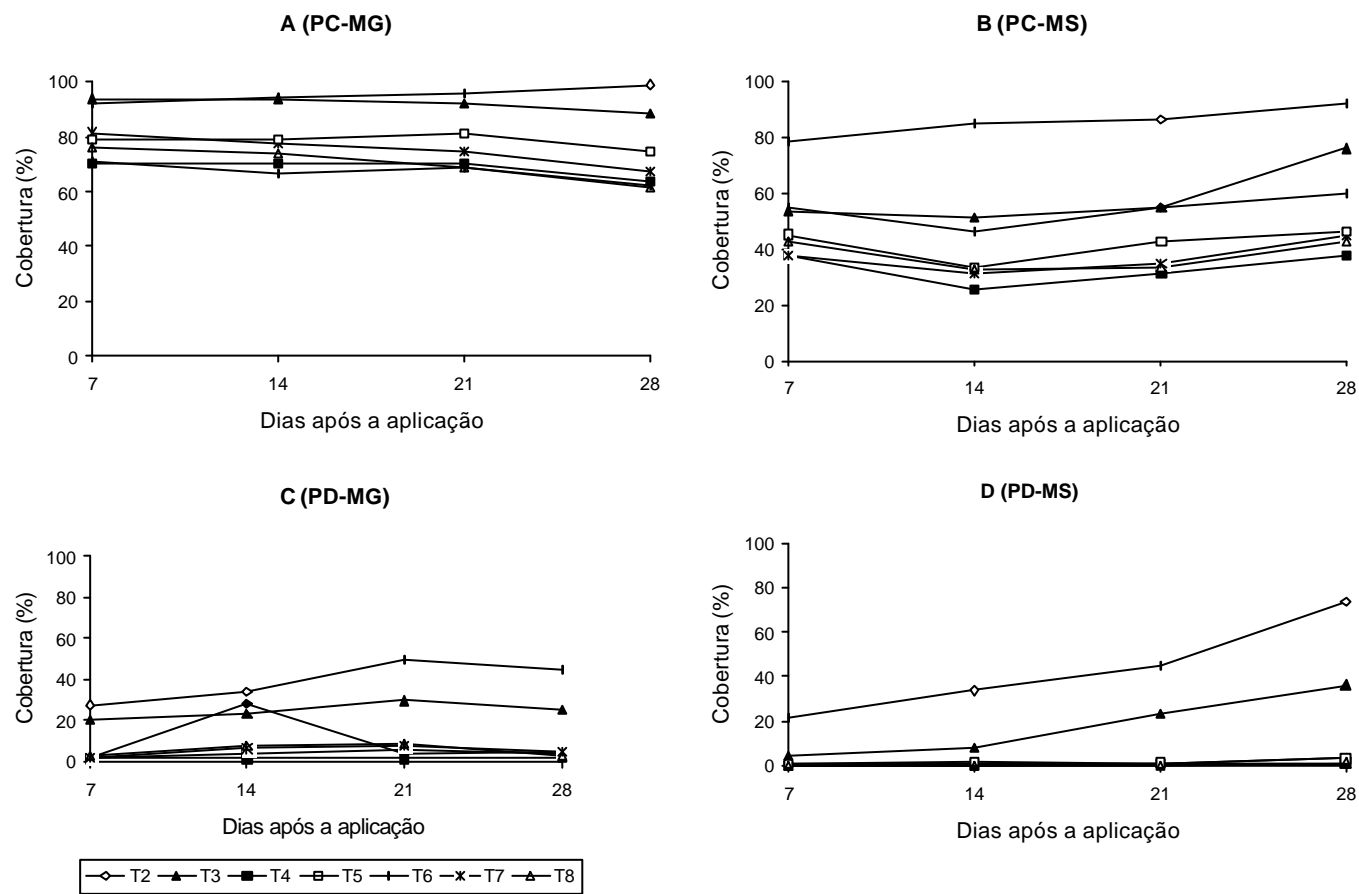


Figura 8 – Cobertura do solo em porcentagem pelas plantas daninhas, em relação à testemunha sem capina, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos modos de controle das plantas daninhas nos quatro ambientes (PC-MG, PC-MS, PD-MG e PD-MS). Os modos de controle das plantas daninhas (T2 a T8) estão de acordo com o Quadro 4.

($p < 0,01$) dos ambientes agrícolas em todos os modos de controle das plantas daninhas para as duas variáveis; para a variável comprimento das plantas de feijão foi observado efeito significativo ($p < 0,01$) dos modos de controle das plantas daninhas somente no plantio direto do feijão sobre o milho silagem (Quadro 11).

Quadro 11 – Resumo da análise de variância para as características comprimento e acamamento das plantas de feijão na data da colheita e os respectivos coeficientes de variação. Viçosa-MG, 2002

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
		Comprimento	Acamamento
BLOCO/AMBIENTES	12	125,8832	1,9062
AMBIENTES	3	1625,4040**	23,0312**
MODOS DE CONTROLE	7	39,0370 ^{ns}	0,2455 ^{ns}
AMBs vs MCs	21	28,5266 ^{ns}	0,3646 ^{ns}
AMB/MC 1	3	270,6767**	2,4167**
AMB/MC 2	3	189,0300**	3,2292**
AMB/MC 3	3	296,1559**	3,8958**
AMB/MC 4	3	166,4492**	2,4167**
AMB/MC 5	3	188,9491**	4,4167**
AMB/MC 6	3	178,9758**	3,0625**
AMB/MC 7	3	125,2334**	2,3958**
AMB/MC 8	3	409,6200**	3,7500**
MC/PC-MG	7	37,3821 ^{ns}	0,4999 ^{ns}
MC/PC-MS	7	19,2055 ^{ns}	0,3393 ^{ns}
MC/PD-MG	7	4,2041 ^{ns}	0,1428 ^{ns}
MC/PD-MS	7	63,8250**	0,3571 ^{ns}
Resíduo	84	20,0841	0,2396
CV (%)		8,80	20,75

ns – não-significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Ambientes – experimentos (PC-MG, PC-MS, PD-MG e PD-MS).

MC – modos de controle das plantas daninhas.

AMBs vs MCs – interação entre ambientes agrícolas e modos de controle das plantas daninhas.

Comparando as testemunhas capinadas nos quatro ambientes agrícolas (Quadro 12), verificou-se maior crescimento das plantas de feijão que foram cultivadas no sistema de plantio direto sobre o milho colhido para grão, o que também proporcionou maior acamamento dessas plantas. Esse mesmo comportamento também foi observado para os demais modos de controle das plantas daninhas, indicando que no sistema plantio direto sobre

Quadro 12 – Comprimento médio e acamamento das plantas de feijão avaliados na colheita. Viçosa-MG, 2002

Ambientes Agrícolas	Modos de Controle das Plantas Daninhas	Doses (g.ha ⁻¹)	Características				
			Comprimento (cm)		Acamamento (Escala ^{4/})		
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	Testemunha com Capina	-	50,25	B		2,3	B
	Testemunha sem Capina	-	59,25	A		2,3	B
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	57,15	A		3,3	A
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	53,80	AB		2,3	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	52,30	AB		2,5	B
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	57,75	A		2,8	AB
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	53,70	AB		2,5	B
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	56,50	A		2,3	B
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	Testemunha com Capina	-	41,35	C		2,0	B
	Testemunha sem Capina	-	47,70	B		1,3	C
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	46,40	B		2,0	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	46,80	BC		2,0	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	48,30	BC		2,0	BC
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	46,90	B		1,5	C
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	44,85	C		1,8	B
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	47,05	B		2,0	B
Plantio Direto Milho colhido para Grão (PD-MG)	Testemunha com Capina	-	59,75	A		3,5	A
	Testemunha sem Capina	-	59,80	A		3,3	A
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	57,50	A		3,3	A
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	57,85	A		3,5	A
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	58,25	A		3,8	A
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	59,40	A		3,5	A
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	57,65	A		3,5	A
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	59,75	A		3,8	A
Plantio Direto Milho colhido para Silagem (PD-MS)	Testemunha com Capina	-	43,75	BC	ab	1,8	B
	Testemunha sem Capina	-	47,55	B	a	1,5	BC
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	39,90	B	ab	1,3	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	43,70	C	ab	1,8	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	41,90	C	ab	1,3	C
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	47,20	B	a	2,0	BC
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	48,80	BC	a	2,0	B
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	37,30	C	b	1,5	B

^{1/} Mistura no tanque de Basagran e Fusilade; ^{2/} Mistura pronta denominada Robust; ^{3/} Mistura no tanque de Robust e Basagran; ^{4/} Acamamento, segundo BERNARD et al. (1965).

Letras minúsculas comparam os oito modos de controle dentro de cada ambiente agrícola, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os quatro ambientes agrícolas dentro de cada modo de controle, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

o milho colhido para grão as plantas de feijão tiveram melhores condições para crescimento e desenvolvimento. Isso provavelmente ocorreu porque a presença de palha na superfície do solo, além de elevar o teor de matéria orgânica na camada de 0-5 cm de profundidade (Quadro 2), também mantém a umidade e reduz a oscilação de temperatura no solo, propiciando condições mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas de feijão. O maior acamamento foi associado com o maior crescimento das plantas.

Segundo TORMENA (1995), a maior umidade do solo, as menores temperaturas médias e a maior diversidade e intensidade da atividade microbiológica do solo são os principais fatores proporcionados pela cobertura do solo, no sistema de plantio direto, com efeito positivo sobre a produtividade das culturas, atuando de forma prática para a melhoria das condições edafoclimáticas.

Considerando os modos de controle das plantas daninhas dentro de cada ambiente agrícola, pode-se dizer que eles não interferiram no crescimento das plantas de feijão, exceto o fluazifop-p-butil + fomesafen + bentazon na dose de 100 + 125 + 240 g.ha⁻¹ no plantio direto do feijão sobre o milho silagem; entretanto, essa diferença não foi suficiente para afetar o acamamento das plantas de feijão (Quadro 12).

De modo geral, tanto no plantio convencional como no plantio direto, a presença da palha de milho ao longo dos quatro anos de cultivo favoreceu o crescimento das plantas de feijão, pois observou-se maior crescimento das plantas nesses dois ambientes agrícolas independentemente do modo de controle, com exceção da testemunha com capina no sistema de plantio convencional do feijão sobre o milho colhido para grão, devido à interferência das plantas daninhas (Quadro 12).

Na análise conjunta dos quatro experimentos (ambientes agrícolas), houve efeito significativo ($p < 0,01$) entre os ambientes agrícolas e entre os modos de controle das plantas daninhas para as variáveis produtividade, número de vagens por planta e número de sementes por planta. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para as variáveis estande final e peso de 100 sementes, nem para a interação entre ambientes agrícolas e modos de controle das plantas daninhas para todas as variáveis. No desdobramento da interação observa-se, para a variável produtividade, efeito significativo

($p < 0,05$) dos ambientes agrícolas em todos os modos de controle das plantas daninhas e também dos modos de controle nos ambientes agrícolas, exceto no plantio convencional do feijão sobre o milho silagem (Quadro 13).

Dentro de cada ambiente agrícola, a produtividade da testemunha sem capina (tratamento 2) foi inferior à dos demais modos de controle das plantas daninhas, com exceção do plantio convencional do feijão sobre o milho silagem. Entretanto, notou-se neste ambiente agrícola uma redução na produtividade da testemunha sem capina em relação à testemunha com capina em valores absolutos na ordem de $479,27 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, indicando que a presença de plantas daninhas na área de cultivo interfere na produtividade das plantas cultivadas (Quadro 14).

Analisando os resultados apresentados no Quadro 14, observa-se que os modos de controle das plantas daninhas com herbicidas não afetaram a produtividade do feijão, inclusive a mistura no tanque de fluazifop-p-butil + bentazon na dose de $125 + 480 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, indicando que apesar dela não ter sido eficiente no controle das plantas daninhas dicotiledôneas, estas não interferiram na produtividade do feijão e que os modos de controle das plantas daninhas avaliadas foram eficientes, com exceção da testemunha sem capina.

Comparando no Quadro 14 a produtividade do feijão nas áreas de milho colhido para grão e para silagem dentro do mesmo sistema de manejo do solo (direto ou convencional), verifica-se tendência de maior produtividade nas áreas de milho colhido para grão, possivelmente devido à presença de restos culturais que permanecem no solo depois da colheita do milho, proporcionando ciclagem de nutrientes, elevando o teor de matéria orgânica no solo (Quadro 2) e a disponibilidade de água para a cultura.

Embora a análise química do solo realizada antes do plantio do feijão (Quadro 2), tenha apresentado teores de fósforo mais elevados nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm no sistema plantio direto sobre o milho colhido para silagem, isto não influenciou a produtividade do feijoeiro quando comparado com os demais ambientes agrícolas. Tal fato, possivelmente, se deve à contaminação da amostra do solo por resíduo de fertilizantes de cultivos anteriores.

Quadro 13 – Resumo da análise de variância para as características estande final (EF), produtividade em kg.ha⁻¹ (PROD), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP) e peso em gramas de 100 sementes (P100S) de feijão e os respectivos coeficientes de variação. Viçosa-MG, 2002

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio				
		EF	PROD	NVP	NSP	P100S
BLOCO/AMBIENTES	12	6,94E+08	369309,40	26,8417	714,6670	4,202805
AMBIENTES	3	1,08E+09 ns	3964504,00 **	118,0016 **	2534,6450 **	4,056511 ns
MODOS DE CONTROLE	7	8,23E+08 ns	2012817,00 **	85,0643 **	2360,1760 **	2,061964 ns
AMBs X MCs	21	1,47E+09 ns	150436,50 ns	13,3821 ns	328,0730 ns	3,537619 ns
AMB/MC1	3	1,72E+08 ns	460617,80 **	24,0001 ns	305,6551 ns	5,415071 ns
AMB/MC 2	3	3,50E+09 ns	1030074,00 **	55,7413 *	1675,1010 *	11,356780 **
AMB/MC 3	3	2,55E+09 ns	368099,60 *	13,0753 ns	137,9807 ns	1,910581 ns
AMB/MC 4	3	1,97E+09 ns	416383,30 **	42,5986 ns	484,7010 ns	1,884667 ns
AMB/MC 5	3	7,22E+08 ns	380150,20 *	8,2976 ns	148,4258 ns	1,279491 ns
AMB/MC 6	3	8,55E+08 ns	926682,80 **	7,1104 ns	504,9440 ns	1,140002 ns
AMB/MC 7	3	2,88E+08 ns	720753,30 **	14,3346 ns	255,5924 ns	0,967163 ns
AMB/MC 8	3	1,36E+09 ns	714798,30 **	46,5183 ns	1318,7570 *	4,866108 ns
MC/PC-MG	7	2,00E+09 ns	1233368,00 **	47,9687 *	1246,4050 *	5,668834 *
MC/PC-MS	7	5,24E+08 ns	185995,20 ns	14,4450 ns	387,3485 ns	2,405782 ns
MC/PD-MG	7	1,73E+09 ns	699458,10 **	37,8707 ns	1039,1920 *	2,284499 ns
MC/PD-MS	7	9,93E+08 ns	345304,80 *	24,9262 ns	671,4501 ns	2,315705 ns
Resíduo	84	1,30E+09	99272,50	18,8271	471,4667	2,205621
CV (%)		19,16	13,85	26,50	27,94	7,45

ns – não-significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Ambientes – experimentos (PC-MG, PC-MS, PD-MG e PD-MS).

MC – modos de controle das plantas daninhas.

AMBs vs MCs – interação entre ambientes agrícolas e modos de controle das plantas daninhas.

Quadro 14 – Médias do estande final (EF), da produtividade em kg.ha⁻¹ (PROD), do número de vagens por planta (NVP), do número de sementes por planta (NSP) e do peso em gramas de 100 sementes (P100S) de feijão. Viçosa-MG, 2002

Ambientes Agrícolas	Modos de Controle das Plantas Daninhas	Doses (g.ha ⁻¹)	Variáveis								
			EF	PROD	NVP		NSP		P100S		
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	Testemunha com Capina	-	184444,4	2349,06	AB	a	16,8	a	78,5	a	21,41
	Testemunha sem Capina	-	146111,1	734,48	B	b	6,8	B	30,8	BC	22,04
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	220000,0	2119,50	B	a	12,3	ab	59,1	ab	19,59
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	199444,4	2315,15	B	a	16,3	a	77,6	ab	19,57
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	192777,8	1879,97	B	a	13,7	ab	64,5	ab	19,24
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	198333,3	2355,23	AB	a	16,8	a	81,8	a	19,79
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	210555,6	2411,34	BC	a	16,4	a	81,9	a	20,14
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	181111,1	2156,62	B	a	15,7	a	79,6	AB	18,33
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	Testemunha com Capina	-	176666,7	2000,87	B		14,8		72,7		19,09
	Testemunha sem Capina	-	195555,5	1521,60	A		11,4	AB	51,4	AB	18,27
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	180555,5	1967,67	B		17,4		76,3		20,63
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	166111,1	2258,57	B		16,7		84,7		20,32
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	180555,6	1882,95	B		14,9		68,2		19,04
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	181666,7	2083,29	B		13,7		67,4		19,37
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	186666,7	2038,81	C		16,1		78,4		19,74
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	203333,3	2096,78	B		16,0		70,8	B	18,91
Plantio Direto Milho colhido para Grão (PD-MG)	Testemunha com Capina	-	168888,9	2828,10	A	a	20,1		88,0	a	21,27
	Testemunha sem Capina	-	216666,7	1789,07	A	b	11,0	AB	48,8	AB	19,52
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	177222,2	2673,91	A	a	20,1		85,5	ab	21,25
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	223333,3	2920,57	A	a	18,0		82,0	ab	19,50
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	201111,1	2781,42	A	a	18,2		82,9	ab	20,00
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	212777,8	2828,46	A	a	16,5		75,8	ab	19,55
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	184444,4	3174,01	A	a	19,0		99,3	a	19,56
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	177777,8	3019,77	A	a	20,3		100,4	AB	20,03
Plantio Direto Milho colhido para Silagem (PD-MS)	Testemunha com Capina	-	180000,0	2417,37	AB	ab	19,4		91,9		19,64
	Testemunha sem Capina	-	187777,8	1826,54	A	b	15,9	A	80,3	A	18,71
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	171111,1	2034,95	B	ab	17,2		76,2		20,36
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	177777,8	2592,96	AB	a	20,3		91,6		20,96
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	193333,3	2209,82	B	ab	15,5		72,9		19,96
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	188888,9	2453,45	AB	ab	16,4		78,0		20,65
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	211111,1	2725,03	AB	a	17,5		99,6		20,77
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	158333,3	2365,57	B	ab	22,8		110,1	A	20,79

^{1/} Mistura no tanque de Basagran e Fusilade; ^{2/} Mistura pronta denominada Robust; ^{3/} Mistura no tanque de Robust e Basagran.

Letras minúsculas comparam os oito modos de controle dentro de cada ambiente agrícola, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os quatro ambientes agrícolas dentro de cada modo de controle, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quando se comparam os modos de controle das plantas daninhas com a testemunha com capina em todos os ambientes agrícolas, verifica-se que nenhum dos herbicidas aplicados influenciou a produtividade do feijão nos quatro ambientes, indicando que estes herbicidas nas doses avaliadas não causaram efeito fitotóxico, foram seletivos para a cultura do feijão e que é possível reduzir as doses aplicadas sem diminuir a eficiência de controle das plantas daninhas.

Observa-se no Quadro 14, que a produtividade do feijão foi superior no plantio direto sobre o milho colhido para grão em relação aos outros ambientes agrícolas para todos os modos de controle avaliados, indicando que a presença da palha na superfície do solo, além de representar um impedimento físico e químico para germinação e emergência de várias plantas daninhas, também propicia condições edafoclimáticas mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas de feijão, o que leva a uma maior produtividade da cultura. De acordo com RODRIGUES (1985), a cobertura morta, uma vez presente na superfície do solo, inibe física e, ou, quimicamente (por alelopatia) o desenvolvimento de inúmeras espécies de plantas daninhas, sendo possível a redução ou até mesmo a eliminação do uso de herbicidas, capinas ou qualquer outro método de controle.

4.2. Bioensaio em Casa de Vegetação

De acordo com a escala apresentada no Quadro 6, verifica-se no Quadro 15 que, aos 125 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão no plantio convencional sobre o milho colhido para grão, a toxicidade do herbicida fomesafen, em todas as doses avaliadas, nas plantas de sorgo (planta-teste) foi nula. No plantio convencional do feijão sobre o milho silagem, somente a dose de 200 g.ha⁻¹ de fomesafen apresentou resíduo no solo causando toxicidade leve nas plantas de sorgo. Contudo, nas áreas de plantio direto, as doses de 100, 125 e 200 g.ha⁻¹ de fomesafen causaram toxidez nas plantas de sorgo.

No sistema de plantio direto, na área de milho colhido para grão, a dose de 100 g.ha⁻¹ de fomesafen causou toxicidade moderada nas plantas

Quadro 15 – Toxicidade, em porcentagem, na parte aérea das plantas de sorgo (planta-teste), aos 14 dias após a emergência das plantas cultivadas em amostras de solo coletadas na profundidade de 0-10 cm, aos 125 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão. Viçosa-MG, 2002

Ambientes Agrícolas	Modos de Controle das Plantas Daninhas	Doses (g.ha ⁻¹)	Toxicidade ^{4/} (%)
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	Testemunha com capina	-	0
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	8,4
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	0
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	0
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	0
(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	0	
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	Testemunha com capina	-	0
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	21,2
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	0
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	0
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	0,6
(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	0	
Plantio Direto Milho colhido para Grão (PD-MG)	Testemunha com capina	-	0
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	12,6
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	35
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	0
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	0,2
(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	13	
Plantio Direto Milho colhido para Silagem (PD-MS)	Testemunha com capina	-	0
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	74
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	49
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	1
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	65
(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	72	

^{1/} Mistura no tanque de Basagran e Fusilade; ^{2/} Mistura pronta denominada Robust; ^{3/} Mistura no tanque de Robust e Basagran; ^{4/} Segundo escala adaptada do EWRC

de sorgo. No entanto, na área de milho silagem, com exceção da dose de 50 g.ha⁻¹, todas as demais doses de fomesafen aplicadas apresentaram persistência no solo após 125 dias da aplicação, causando sintomas de toxicidade moderada a muito forte nas plantas de sorgo (Quadro 15).

Segundo COBUCCI (1996) e ESCHER (2002), o fomesafen apresenta baixa mobilidade no solo e, em condições de baixa umidade, permanece adsorvido nos colóides. ESCHER (2002) supôs que, à medida que a

umidade do solo aumenta, o fomesafen é liberado gradativamente para a solução do solo, sendo absorvido pelas raízes das plantas de sorgo, que passam a apresentar sintomas de toxidez do fomesafen na parte aérea. Esses resultados confirmam o fato das plantas de sorgo terem apresentado sintomas de toxidez do fomesafen no sistema plantio direto sobre o milho silagem, porém estes sintomas não foram notados no plantio convencional (grão e silagem) nem no plantio direto sobre o milho colhido para grão. Isso provavelmente ocorreu porque no plantio direto sobre o milho colhido para grão a presença da palha na superfície impediu que o herbicida entrasse em contato com o solo. Nas áreas de plantio convencional, como foi observado na Figura 4, havia alta infestação de *C. rotundus* (tiririca), proporcionando alta cobertura do solo, a qual possivelmente impediu que o herbicida entrasse em contato com ele.

Houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre os ambientes agrícolas e para a interação dos ambientes com os modos de controle, não havendo efeito significativo ($p > 0,05$) entre os modos de controle para a variável matéria seca da parte aérea das plantas de sorgo, que foram cultivadas em amostras de solo coletadas na profundidade de 0 - 10 cm aos 125 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão (Quadro 16).

Observa-se, no Quadro 17, que as médias da matéria seca da parte aérea das plantas de sorgo em todos os modos de controle no sistema plantio direto sobre o milho colhido para grão foram superiores à de todos os outros ambientes agrícolas, o que provavelmente ocorreu devido ao maior teor de matéria orgânica deste solo na profundidade de 0 - 5 cm (Quadro 2), em relação aos outros ambientes agrícolas.

Apesar de terem sido observados sintomas visuais de toxidez do fomesafen na parte aérea das plantas de sorgo na dose de 200 g.ha^{-1} nas áreas de plantio convencional e nas doses de 100, 125 e 200 g.ha^{-1} na área de plantio direto sobre o milho colhido para grão, quando se observa a matéria seca da parte aérea, nota-se que o resíduo de fomesafen não afetou o desenvolvimento das plantas de sorgo. Entretanto, no plantio direto sobre o milho silagem, em que o solo estava completamente exposto, houve maior severidade dos sintomas de toxidez e redução significativa da matéria seca

Quadro 16 – Resumo da análise de variância para matéria seca da parte aérea das plantas de sorgo (MSS), aos 21 dias após o plantio do sorgo, cultivado em amostras de solo coletadas na profundidade de 0 - 10 cm aos 125 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão. Viçosa-MG. 2002

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio
		MSS
AMBIENTES	3	0,6931067E-01**
MODOS DE CONTROLE	6	0,7668146E-03ns
AMBs X MCs	18	0,1715480E-02**
Resíduo	112	0,4063024E-03
AMB/MC 1	3	0,0101**
AMB/MC 2	3	0,0134**
AMB/MC 3	3	0,0149**
AMB/MC 4	3	0,0863**
AMB/MC 5	3	0,0085**
AMB/MC 6	3	0,0112**
AMB/MC 7	3	0,0127**
MC/PC-MG	6	0,0001ns
MC/PC-MS	6	0,0005ns
MC/PD-MG	6	0,0006ns
MC/PD-MS	6	0,0461**
CV (%)		16,462

ns – não-significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

Ambientes – experimentos (PC-MG, PC-MS, PD-MG e PD-MS).

MC – modos de controle das plantas daninhas.

AMBs vs MCs – interação entre ambientes e modos de controle.

da parte aérea das plantas de sorgo cultivadas em solos que receberam aplicação de fomesafen nas doses de 100, 125 e 200 g.ha⁻¹ (Quadro 17).

Segundo SANTOS (1991), a aplicação de fomesafen na dose de 375 g.ha⁻¹ na cultura do feijão afetou o desenvolvimento do sorgo após 180 dias da aplicação do produto. Esses resultados indicam que o fomesafen apresentou alta persistência no solo, podendo afetar o desenvolvimento de culturas subseqüentes ao feijoeiro, como o sorgo, por exemplo.

Quadro 17 – Matéria seca da parte aérea (MSS), em gramas por planta de sorgo, aos 21 dias após o plantio, cultivado em amostras de solo coletadas na profundidade de 0-10 cm aos 125 dias após a aplicação dos herbicidas na cultura do feijão. Viçosa – MG, 2002

Ambientes Agrícola	Modos de Controle das Plantas Daninhas	Doses (g.ha ⁻¹)	MSS (g.planta ⁻¹)	
Plantio Convencional Milho colhido para Grão (PC-MG)	Testemunha com capina	-	0,091	B
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0,095	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	0,097	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	0,099	C
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	0,085	C
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	0,092	B
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	0,090	B
Plantio Convencional Milho colhido para Silagem (PC-MS)	Testemunha com capina	-	0,095	B
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0,078	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	0,105	B
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	0,079	C
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	0,080	C
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	0,096	B
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	0,088	B
Plantio Direto Milho colhido para Grão (PD-MG)	Testemunha com capina	-	0,180	A
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0,188	A
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	0,200	A
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	0,172	A
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	0,169	A
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	0,192	A
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	0,193	A
Plantio Direto Milho colhido para Silagem (PD-MS)	Testemunha com capina	-	0,159	A a
	Fluazifop-p-butil + Bentazon ^{1/}	125 + 480	0,157	A a
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	160 + 200	0,077	B c
	Fluazifop-p-butil + Fomesafen ^{2/}	80 + 100	0,138	B ab
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(40 + 50) + 384	0,122	B ab
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(80 + 100) + 288	0,107	B bc
	(Fluazifop-p-butil + Fomesafen) + Bentazon ^{3/}	(100 + 125) + 240	0,101	B bc

^{1/} Mistura no tanque de Basagran e Fusilade; ^{2/} Mistura pronta denominada Robust; ^{3/} Mistura no tanque de Robust e Basagran.

Letras minúsculas comparam os oito modos de controle dentro de cada ambiente agrícola, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os quatro ambientes agrícolas dentro de cada modo de controle, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram realizados experimentos em campo e em casa de vegetação. No campo foram desenvolvidos quatro experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos de misturas de herbicidas na redução da dose do fomesafen, associados aos sistemas de plantio direto e convencional em áreas de milho colhido para grão e silagem no manejo integrado de plantas daninhas e na produtividade do feijoeiro. A área experimental foi dividida em plantio direto e convencional. No verão, cultivou-se o milho em toda área, sendo que, em ambos os sistemas, metade do milho foi colhido para silagem e metade para a produção de grãos, tendo assim, quatro ambientes agrícolas distintos, cada um representando um experimento. Em todos os experimentos, utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições e oito tratamentos: testemunha com capina; testemunha sem capina; fluazifop-p-butil + bentazon na dose $125 + 480 \text{ g.ha}^{-1}$; fluazifop-p-butil + fomesafen nas doses $(160 + 200 \text{ g.ha}^{-1})$ e $(80 + 100 \text{ g.ha}^{-1})$; fluazifop-p-butil + fomesafen + bentazon nas doses $(40 + 50 + 384 \text{ g.ha}^{-1})$, $(80 + 100 + 288 \text{ g.ha}^{-1})$ e $(100 + 125 + 240 \text{ g.ha}^{-1})$. Após a colheita do milho, plantou-se o feijão e os tratamentos foram aplicados 24 dias após o plantio.

Foram avaliados o número e a matéria seca da parte aérea das espécies infestantes um dia antes e 28 dias após a aplicação dos tratamentos. A porcentagem de controle de cada espécie e a porcentagem de cobertura do solo pelo total das plantas daninhas em relação à

testemunha sem capina foram avaliadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos. Por ocasião da colheita determinaram-se o comprimento das plantas, a porcentagem de acamamento, o estande final, o número de vagens por planta o número de sementes por planta, o peso de 100 sementes e a produtividade do feijoeiro.

No plantio convencional houve grande infestação de *Cyperus rotundus* (tiririca) não sendo controlada por nenhum dos tratamentos. No plantio direto não houve infestação desta planta. Os tratamentos foram eficientes no controle de plantas daninhas dicotiledôneas, com exceção do fluazifop-p-butil + bentazon na dose de 125 + 480 g.ha⁻¹. A produtividade do feijoeiro não foi afetada pelos modos de controle em nenhum dos quatro ambientes agrícolas, indicando boa seletividade das misturas avaliadas. O feijoeiro apresentou maior produtividade quando cultivado no sistema plantio direto sobre o milho colhido para grão. Concluiu-se que é possível reduzir as doses do fomesafen a partir da mistura com bentazon, sem afetar a eficiência de controle e a produtividade do feijoeiro nos quatro ambientes agrícolas; e a presença de palha no sistema plantio direto incrementou a produtividade do feijoeiro.

Os ensaios em casa de vegetação foram realizados a partir de amostras de solos coletadas aos 125 dias após a aplicação dos herbicidas pós-emergentes na cultura do feijão nos experimentos de campo, avaliou-se a ação residual do herbicida fomesafen, utilizando-se o sorgo como planta-teste. A unidade experimental foi composta por um vaso, onde foram plantadas cinco sementes pré-germinadas de sorgo. Em todos os ensaios utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos avaliados foram os mesmos em condição de campo, exceto a testemunha sem capina.

Aos 14 dias após a emergência das plantas foi realizada avaliação visual dos sintomas de toxidez dos herbicidas nas plantas de sorgo, e aos 21 dias após o plantio essas plantas foram colhidas para a determinação da matéria seca da parte aérea. Observaram-se nas plantas de sorgo sintomas visuais de toxidez do fomesafen na dose de 200 g.ha⁻¹ nas áreas de plantio convencional e nas doses de 100, 125 e 200 g.ha⁻¹ nas áreas de plantio direto, entretanto, estas doses só afetaram o desenvolvimento das plantas

de sorgo cultivadas em solo provenientes do sistema de plantio direto sobre o milho silagem. As plantas de sorgo cultivadas em solo proveniente do plantio direto sobre o milho colhido para grão apresentaram maior matéria seca da parte aérea para todos os tratamentos. Concluiu-se que no plantio convencional, a redução das doses de fomesafen a partir da mistura com bentazon, reduziu a sua persistência no solo, possibilitando a rotação de culturas com plantas sensíveis ao fomesafen; no plantio direto, a presença de cobertura morta na superfície reduziu a persistência do fomesafen no solo, e propiciou um melhor desenvolvimento das plantas de sorgo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S. Plantas daninhas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, PR, p. 138-193, 1991.

AGRIANUAL. **Plantio de feijão tende a crescer em 2003**. 2003. p. 345-354.

ANDREI, E. Compêndio de defensivos agrícolas. 6 ed. São Paulo: Editora Andrei, 1999. 672p.

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: Ecology, biogeography and evolution and dormancy and germination. Academic Press, San Diego, 1998. 666p.

BERNARD, R. L.; CHAMBRELAIN, D. W.; LAWRENCE, R. E. **Results of cooperative uniform soybean tests**. Washington, D.C.: USDA, 1965. 134 p.

BIANCHI, M. A. Manejo integrado de plantas daninhas no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 1., 1998, Passo Fundo, RS. **Resumo de palestras**. Passo Fundo: Editora Aldeia Norte, p. 108-118, 1998.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura do feijão. In: VIEIRA, C., PAULA JR., T. J., BORÉM, A. et al. **Feijão**: aspectos gerais e cultura no estado de Minas. Viçosa: Editora UFV, p. 13-17, 1998.

BRIGHENTI, A.M.; SILVA, J.F.; SEDIYAMA, T.; SILVEIRA, J.S.M.; SEDIYAMA, C.S. Controle químico de plantas daninhas em cultivos sucessivos de milho e feijão. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 109-116, 1998.

BULHER, D.D.; DOLL, J.D.; PROOST, R.T.; VISOCKY, M.R. Integrating mechanical weeding with reduced herbicide use in conservation tillage corn production systems. **Agronomy Journal**, v. 87, p. 507-512, 1995.

BURNSIDE, O.C.; SCHULTZ, M.E. Soil persistence of herbicides for corn, sorghum, and soybeans during the year of application. **Weed Science**, v. 26, n. 2, p. 108-115, 1978.

CARVALHO, F.T.; DURIGAN, J.C. Integração de práticas culturais e redução da dose de bentazon na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 13, n. 1, p. 46-49, 1995.

CHAGAS, D.; DHINGRA, O.D. Effects of timing of weed control on the incidence of seed borne fungi in dry bean seeds. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, n. 3, p. 423-426, 1979.

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

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, p. 419-432, 1999.

COBUCCI, T.; PRATES, H.T.; FALCÃO, C.L.M.; REZENDE, M.M.V. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops. **Weed Science**, v. 46, p. 258-263, 1998.

COELHO, F.C.; FREITAS, S.P.; MONERAT, P.H.; DORNELLES, M.S. Efeitos sobre a cultura do feijão das adubações com nitrogênio e molibdênio e do manejo de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v. 48, n. 278, p. 455-467, 2001.

CRUTCHFIELD, D.A.; WICKS, G.A.; BURNISE, O.C. Effect of winter wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch level on weed control. **Weed Science**, v. 34, p. 110-114, 1986.

DURIGAN, J.C. **Matocompetição e comportamento de baixas doses de herbicidas, na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1983. 163p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1983.

ESCHER, V. **Eficiência do fomesafen, isolado e em mistura com bentazon, na cultura de feijão e seus efeitos residuais na cultura de sorgo, em sucessão.** Viçosa, MG; UFV, 2002. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; GOMES, J. M. Manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças. In: MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS, PRAGAS E PLANTAS DANINHAS, 3, 2000, Viçosa, MG. **Palestras...**Viçosa, MG. 2000. p. 583-608. Viçosa, 2000.

FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; COBUCCI, T.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas. In: VIEIRA, C., DE PAULA JR., T. J., BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais a cultura no Estado de Minas.** Viçosa. UFV, p. 325-355, 1998.

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.

FISCHER, H. H. Conceito de ervas daninhas. In: RODRIGUES, J. J., WILLIAN, R. D. (Ed.) **Curso intensivo de controle químico de plantas daninhas.** Viçosa, MG: UFV, p. 1-74, 1973.

FRANS, R. E. Measuring plant response. In: WILKINSON, R. E. (Ed.). **Research methods in weed science [S.1.]: Southern Weed Science Society**, p. 28-41, 1972.

GAZZIERO, D. L. P.; KARAN, D.; VOLL, E.; ULBRICH, A. Persistência dos herbicidas imazaquin e imazethapyr no solo e os efeitos sobre plantas de milho e pepino. **Planta daninha**, v. 15, n. 2, p. 162-169, 1997.

GODOY, G.; VEGA, J.; PITY, A. El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. **Ceiba**, v. 36, n. 2, p. 217-229, 1995.

GUERSA, C. M.; MARTÍNEZ-GUERSA, M. A. Ecological correlates of seed size and persistence in the soil under different tilling systems: Implications for weed management. **Field Crops Research**, v. 67, p. 141-148, 2000.

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

HOLT, J. S.; LeBARON, H. M. Significance and distribution of herbicide resistance. **Weed Technology**, v. 4, p. 141-149, 1990.

JAKELAITIS, A. **Dinâmica populacional de plantas daninhas nos plantios convencional e direto da cultura do milho.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 79p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

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.

JOHNSON, M. D.; WYSE, D. L.; LUESCHEN, W. E. The influence of herbicide formulation on weed control in four tillage systems. **Weed Science**, v. 37, p. 239-249, 1989.

KLINGMAN, T. E.; KING, C. A.; OLIVER, L.R. Effect of application rate, weed species, and stage of growth on imazethapyr activity. **Weed Science**, v. 40, n. 2, p. 227-232, 1992.

KOZLOWSKI, L. A.; RONZELLI JR., P.; PURISSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

KRAMM, V. E.; VIEIRA, C.; SILVA, J. F.; CARDOSO, A. A. Efeitos da competição com plantas daninhas sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v. 37, n. 212, p. 345-361, 1990.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4. ed. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1994. 336 p.

MAROCHI, A. I. Controle de investantes na cultura da soja. **Revista Batavo**, Carambeí, Castro, PR, ano 2, n. 25, p.18-26, 1993a.

MAROCHI, A. I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro. **Anais...** Castro: Fundação A.B.C., p. 208-227, 1993b.

MULUGUETA, D.; STOLTENBERG, D.E. Increase weed emergence and seed bank depletion by soil disturbance in no-tillage systems. **Weed Science**, v. 45, p. 234-241, 1997.

PEREIRA, E. S.; VELINE, E. D.; CARVALHO, L. R.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Avaliações qualitativas e quantitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 207-216, 2000.

PETERSON, M. A.; ARNOLD, W. E. Response of rotation crops to soil residues of chlorsulfuron. **Weed Science**, v. 34, p. 131-136, 1985.

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

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

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J. S. **Weed ecology**: Implication for vegetation management. New York, John Wiley & Sons, 1984. 263 p.

REEDY, K. N.; ZABLOTOWICZ, R. M.; LOCKE, M. A. Chlorimuron adsorption, desorption, and degradation in soil from conventional tillage and no-tillage systems. **Journal Environment Quality**, v. 24, p. 760-767, 1995.

ROCHA, C.; MARTINS, L. Avaliação dos herbicidas bentazon e imazamox no controle de plantas daninhas na cultura do feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Londrina: SBCPD, p. 322, 2002.

ROZANSKI, A. Avaliação da eficiência do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen na cultura de feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos.** Viçosa: SBCPD, p. 195, 1997.

RODRIGUES, B. N. Utilização de herbicidas em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargil, p. 51-85, 1985.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: Edição dos autores, 1998. 648 p.

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

SCHWEIZER, E. E.; ZIMDAHL, R. L. Weed seed decline in irrigated soil after six years of continuous corn (*Zea mays*) and herbicides. **Weed Science**, v. 32, n. 1, p. 76-83, 1984.

SHAW, D. R.; MURPHY, G. P. Field persistence of bioavailable flumetsulam. **Weed Science**, v. 45, n. 2, p. 568-572, 1997.

SILVA, A. A., SILVA, F., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R. Controle de plantas daninhas. Brasília, DF: **ABEAS**; Viçosa, MG: UVF, 2002. 203p. (Curso de Proteção de Plantas. Módulo, 3).

SILVA, N. G., SILVA, J. F. Eficiência dos graminicidas sethoxydim, fluazifop-butil; CGÁ 82725, Dowco 453 e clopropoxydim isolados e em mistura, com bentazon e fomesafen em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo. Horizonte. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, p. 59, 1984.

SILVA, N. G. **Eficiência de fomesafen e bentazon, isolados e em mistura com graminicidas, no controle de plantas daninhas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1988. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.

SOARES, J. E., VIDAL, R. A. Controle pós-emergente de plantas daninhas latifoliadas, em soja, com fomesafen. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo. Horizonte. **Resumos...** Piracicaba: SBHED, p. 89-90, 1984.

SOUZA, R. O. Controle de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, n. 38, Aldeia Norte Editora, p. 13-16, 1997.

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.

TIMOSSI P. C., DURIGAN, J. C. Doses reduzidas de fluazifop-p-butil + fomesafen no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 439-447, 2002.

TORMENA, C. A. Resíduos culturais: efeitos no controle da erosão e alterações em propriedades físicas do solo. In: Curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto. **Anais...** Castro, PR, p. 37-51, 1995.

VICTORIA FILHO, R.; GODOY JUNIOR, C. Herbicidas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Controle, fitotoxicidade e persistência no solo. **Planta Daninha**, v. 1, n. 1, p. 25-37, 1978.

VIEIRA, C., PAULA JR, T. J., BORÉM, A. **Feijão**: Aspectos gerais e cultura no estado de Minas. Viçosa: UFV, 1998. 596 p.

WALSH, J. D., DEFELICE, M. S., SIMS, B. D. Influence of tillage on soybean (*Glycine max*) herbicide carryover to grass and legume forage crops in Missouri. **Weed Science**, v. 41, p. 144-149, 1993.

WEBER, J. B. Ionization and sorption of fomesafen and atrazine by soils and soil constituents. **Pesticide Science**, v. 39, p. 31-38, 1993.

WEED, D. A. J.; KANWAR, R. S.; STOLTENBERG, D. E.; PFEIFFER, R. L. Dissipation and distribution of herbicides in the soil profile. **Journal Environment Quality**, v. 24, n. 1, p. 68-79, 1995.

WILLIAN, R. D. Competição entre a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Revista Ceres**, v. 20, n. 112, p. 424-432, 1973.

WOOLLEY, B. L., MICHAELS, T. E., HALL, M. R., SWANTON, C. J. The critical period of weed control in the white bean (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Science**, v. 41, p. 180-184, 1993.

ZOLLINGER, R. K., KELLS, J. J. Perennial Sowthistle (*Sonchus arvensis*) interference in soybean (*Glycine max*) an dry edible bean (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Technology**, v. 7, p. 52-57, 1993.

YENISH, J. P., WORSHAM, A. D., YORK, A. C. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*), **Weed Technology**. v. 10, p. 815-821, 1996.

ZELAYA, I. A., OVEN, M. D. K., PITY, A. effect of tillage and environment on weed population dynamics in the dry tropics. **Ceiba**, v. 38, n. 2, p. 123-135, 1997.