

Controle de Plantas Daninhas com Herbicidas Aplicados Via Herbificação, na Cultura do Feijão, em Plantios Direto e Convencional



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-5111

Dezembro, 2002

Documentos 55

Controle de Plantas Daninhas com Herbicidas Aplicados Via Herbificação, na Cultura do Feijão, em Plantios Direto e Convencional

José Roberto Antoniol Fontes
Antônio Alberto da Silva
Rogério Faria Vieira
Márcio Mota Ramos

Planaltina, DF
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73301-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

http\www.cpac.embrapa.br

sac@cpac.embrapa.br

Supervisão editorial: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Capa: *Chaile Cherne Soares Evangelista*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza /
Jaime Arbués Carneiro*

1ª edição

1ª impressão (2002): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Cerrados.

-
- C764 Controle de plantas daninhas com herbicidas aplicados via herbigação, na cultura do feijão, em plantios direto e convencional / José Roberto AntonioI. Fontes... [et al.]. – Planaltina-DF : Embrapa Cerrados, 2002.
33 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 55)

1. Feijão. 2. Planta daninha - controle. 3. Herbicida. I. Fontes, José Roberto AntonioI. II. Título. II. Série.

632.954 - CDD 21

© Embrapa 2002

Autores

José Roberto Antoniol Fontes

Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados,
roberto@cpac.embrapa.br

Antônio Alberto da Silva

Eng. Agrôn., Ph.D., Universidade Federal de Viçosa,
aasilva@ufv.br

Rogério Faria Vieira

Eng. Agrôn., Ph.D., Epamig,
rfvieira@homenet.com.br

Márcio Mota Ramos

Eng. Agrôn., Ph.D., Universidade Federal de Viçosa,
mmramos@ufv.br

Apresentação

A agricultura brasileira tem apresentado índices de crescimento importantes em todos os setores, com destaque para a produção de grãos. A abertura e a incorporação de novas áreas, atividade que atingiu grandes proporções há algumas décadas, sofreram um declínio nos últimos anos. O principal fator que contribuiu para esse crescimento foi o aumento da produtividade por área, resultado do avanço tecnológico gerado pelas pesquisas desenvolvidas em nosso país. O manejo integrado de plantas daninhas é um dos campos do conhecimento em que a pesquisa tem contribuído de maneira significativa, apresentando-se como uma das principais ferramentas para a otimização da produção agrícola. A herbigação é uma técnica de aplicação de herbicidas que vem sendo utilizada no Brasil, embora não existam herbicidas registrados para essa modalidade de aplicação em nosso país e as pesquisas nessa área ainda serem incipientes. Os produtores rurais percebem-na como alternativa de redução de custos sem comprometer a eficácia técnica, tornando a operação de controle de plantas daninhas mais eficiente. A possibilidade de adoção dessa técnica de aplicação de herbicidas (e também de outros defensivos e fertilizantes) no Brasil é grande em razão da área irrigada ocupada por culturas de grande importância como o feijão. Essa publicação apresenta resultados de pesquisa que comprovam a eficácia da técnica no controle de plantas daninhas na cultura do feijão, cultivado em sistemas de plantio direto e convencional, contribuindo para aumentar o nível de conhecimento a respeito da herbigação e, com isso, estimular o desenvolvimento de novos trabalhos.

Carlos Magno Campos da Rocha
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução	9
Plantio Direto e Manejo de Plantas Daninhas	10
Herbificação na Cultura do Feijão	12
Considerações Finais	29
Referências Bibliográficas	29
Abstract	35

Controle de Plantas Daninhas com Herbicidas Aplicados Via Herbigeação, na Cultura do Feijão, em Plantios Direto e Convencional

José Roberto Antoniol Fontes

Antônio Alberto da Silva

Rogério Faria Vieira

Márcio Mota Ramos

Introdução

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). A cultura tem grande importância socioeconômica uma vez que é cultivada em pequenas e grandes propriedades onde se empregam grande contingente de mão-de-obra.

Parte considerável da produção de feijão é obtida em áreas de monocultivo. A semeadura pode ser feita em quatro épocas: primavera (ou feijão das “águas”), verão (ou feijão da “seca”), outono e inverno. Nas duas últimas, empregam-se tecnologias avançadas, principalmente, no que diz respeito a defensivos agrícolas e à irrigação. Segundo [Silveira et al. \(2001\)](#), a área plantada com feijão irrigado é de aproximadamente 160.000 ha, sendo a aspersão o sistema mais utilizado. O feijão destaca-se como a principal cultura granífera cultivada, com irrigação, no outono-inverno e inverno-primavera no Sudeste, no Centro-Oeste e em algumas áreas da Região Nordeste. Em algumas dessas regiões, vários produtores têm utilizado a água de irrigação para aplicar defensivos agrícolas, entre eles os herbicidas. O termo herbigeação é adotado para designar essa técnica.

O primeiro relato do uso dessa técnica foi feito por [Bruns et al. \(1955\)](#). Esses autores utilizaram solventes aromáticos para controle de plantas aquáticas em canais de irrigação. A herbigeação pode ser realizada com todas as técnicas de

irrigação, mas é mais comum na de aspersão em que a água é aplicada em área total. Por isso, podem ser aplicados por essa técnica herbicidas em PPI*, em PRÉ** e em PÓS*** ([Vieira, 1994](#)). [Vieira & Silva \(1998\)](#) citam as seguintes vantagens da herbificação quanto à: redução do custo de aplicação; de gastos com energia (óleo diesel); do emprego de mão-de-obra; do uso de equipamentos; da compactação do solo, devido ao menor tráfego de veículos e implementos na área cultivada; redução do perigo de contaminação do operador (alta diluição do herbicida), (incorporação no perfil do solo e redução de perdas por volatilização e, fotodecomposição); aumento de uniformidade de aplicação e distribuição; maior compatibilidade com o sistema plantio direto (incorporação de herbicidas aplicados em PPI sem revolvimento do solo); e redução de injúrias mecânicas nas culturas, por não haver trânsito de veículos e implementos na área cultivada. Esses autores citam como desvantagens: exigência de mais conhecimentos sobre o manejo e o controle de plantas daninhas e do manejo de irrigação; uso de equipamentos adicionais, como tanques de diluição, bombas injetoras, válvulas de segurança que aumentam os custos de utilização do sistema de irrigação; aumento do risco de contaminação ambiental, se medidas de segurança não forem adotadas; aumento do tempo de aplicação; e realização de irrigação desnecessária quando o herbicida tiver de ser aplicado com o solo já úmido.

Plantio Direto e Manejo de Plantas Daninhas

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo dos solos tem sido apresentada como opção para garantir a sustentabilidade do uso agrícola deles, destacando-se o plantio direto. De acordo com [Balbino et al. \(1996\)](#), o plantio direto é um sistema para estabelecimento de culturas sem o revolvimento do solo desde a colheita da cultura anterior até a semeadura seguinte, mantendo sobre a superfície vegetação seca e com palha. Conseqüentemente, há redução significativa da erosão e da degradação física, química e biológica do solo, tornando-o um sistema de plantio ambientalmente sustentável em qualquer região agrícola. Atualmente, o plantio direto é empregado nas mais diferentes regiões do País, com as mais variadas culturas. Segundo [Kluthcouski et al. \(2000\)](#), além da redução da erosão e da degradação do solo, há redução de tempo no plantio, economia de combustível, melhor estabelecimento da cultura,

* PPI - Pré-plantio incorporado

** PRÉ - Pré-emergência

*** PÓS - Pós-emergência

maior retenção de água no solo e economia de mão-de-obra e de máquinas e implementos. Os aspectos favoráveis dessa técnica têm despertado o interesse de agricultores e pesquisadores, razão pela qual a área cultivada e o volume de pesquisas relacionadas a esse sistema de cultivo vêm aumentando rapidamente, entre elas o manejo de plantas daninhas.

Algumas considerações são importantes quanto ao manejo e ao controle de plantas daninhas no plantio direto. Segundo [Ball \(1992\)](#) e [Yenish et al. \(1992\)](#), nesse sistema, as sementes de plantas daninhas concentram-se próximas à superfície do solo. Com isso, podem-se reduzir o banco de sementes e a infestação da gleba com essas plantas via indução da germinação. Carmona & [Villas Bôas \(2001\)](#) verificaram que a germinação da maioria das sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*) ocorre depois de sua maturação, e ela é acelerada na superfície do solo, em razão da maior incidência de luz e maior variação de temperatura. Em consequência, a adoção do sistema plantio direto pode acelerar o decréscimo do número de sementes dessa espécie, pois elas se concentram próximas à superfície do solo. A cobertura morta do solo promove o impedimento físico à germinação de várias espécies de plantas daninhas e também pode produzir substâncias alelopáticas que atuam sobre as sementes, impedindo-as de germinar. Ruedell (1990), citado por [Cobucci et al. \(1996\)](#), verificou que, em geral, no sistema plantio direto houve redução do número de plantas daninhas em relação ao preparo convencional. [Theisen et al. \(2000\)](#) constataram que a densidade de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) diminuiu de 829 plantas m⁻² para 86 plantas m⁻², com a elevação da quantidade de palha de aveia-preta (*Avena strigosa*) sobre o solo de zero para 10,5 t ha⁻¹.

O feijão é prejudicado pela interferência das plantas daninhas (competição e alelopatia) que, além de provocar a redução na quantidade e na qualidade do produto colhido, podem inviabilizar a colheita e outros tratos culturais. Por isso, o manejo de plantas daninhas em feijão é necessário para reduzir e eliminar tais efeitos. O período crítico de competição das plantas daninhas com o feijoeiro situa-se entre 15 e 30 dias depois da emergência das plântulas ([Ferreira et al., 1998](#)). Entre as várias técnicas de manejo das plantas daninhas uma das principais é o uso de herbicidas. Esses produtos são empregados em pequenas ou grandes áreas de cultivo, garantindo eficiência e economia de tempo e de mão-de-obra. Como consequência, o uso de herbicidas vem crescendo, existindo diversos produtos registrados para aplicação em pré-plantio incorporado (PPI), em pré-emergência (PRÉ) e em pós-emergência (PÓS).

No sistema plantio direto, a eficiência de herbicidas, aplicados em pré-plantio incorporado e em pré-emergência, pode ser reduzida com o aumento da quantidade de palha na superfície do solo, pois ela pode reter parte do produto aplicado, impedindo-o de atingir o alvo. Ou seja, a sorção desses herbicidas aos restos culturais pode reduzir-lhes a bioatividade ou mesmo impedir que atinjam o solo. [Banks & Robinson \(1986\)](#) verificaram que a palhada de trigo reduziu a eficiência dos herbicidas acetochlor, alachlor e metolachlor. Segundo [Helling et al. \(1988\)](#) e [Mills & Witt \(1989\)](#), os restos culturais sobre a superfície do solo interceptam os herbicidas, tornando-os mais expostos a raios solares, altas temperaturas e ventos, o que pode favorecer a fotodecomposição e a volatilização.

Herbificação na Cultura do Feijão

O metolachlor é um herbicida que pertence ao grupo químico das acetanilidas, com registro para uso em pré-emergência na cultura do feijão, para controle de espécies daninhas monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas. De acordo com [Rodrigues & Almeida \(1998\)](#), esse herbicida apresenta baixa pressão de vapor ($1,3 \times 10^{-5}$ mm de Hg, a 20 °C) e solubilidade em água de 488 mg L⁻¹, a 20 °C. Para que apresente boa eficiência no controle de plantas daninhas, é necessário que seja aplicado em solo úmido ([Barnes et al., 1992](#)). Sua absorção ocorre principalmente pelo coleótilo (em monocotiledôneas) ou pelo hipocótilo (em dicotiledôneas) quando essas partes das plântulas atravessam a camada de solo tratada com o herbicida. A absorção foliar e radical é desprezível, com translocação predominantemente xilemática ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)). Entretanto, segundo [Fuerst \(1987\)](#), a absorção radical também pode ser importante em gramíneas. Nas espécies sensíveis, o herbicida inibe a síntese de lipídios, possivelmente, por interferir na ação da acetil-coenzima A carboxilase. Essa enzima permite a carboxilação da acetil coenzima A, etapa inicial da rota metabólica da síntese de lipídios, atuando nas regiões meristemáticas dos pontos de crescimento. Nas plantas sensíveis, verificam-se o rompimento de membranas celulares e a inibição da divisão e elongação celular, paralisando o crescimento da plântula ([Vidal, 1997; Rodrigues & Almeida, 1998](#)).

O metolachlor apresenta sorção moderada aos colóides minerais e orgânicos do solo ([Ahrens, 1994](#)). Tem coeficiente de partição octanol-carbono orgânico (Koc) de 200 mL g⁻¹ e sua persistência no solo é de 15 a 50 dias ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)).

O metolachlor tem sido usado há mais de 20 anos para controle seletivo de plantas daninhas em mais de 70 culturas em todo o mundo. A moderada movimentação e persistência no solo e o baixo risco de desenvolvimento de espécies daninhas resistentes dão a esse herbicida condição de integrar práticas sustentáveis de manejo de plantas daninhas, como o uso em diferentes sistemas de plantio.

[Barnes et al. \(1992\)](#) avaliaram a eficiência no controle de plantas daninhas do metolachlor (2,8 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação, em comparação com a pulverização. Verificaram alto nível de controle de caruru (*Amaranthus hybridus*), capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*) e capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) na herbificação. Quando aplicado com água de irrigação, sua incorporação no perfil do solo é rápida, o que também acarreta menores perdas por fotodecomposição e volatilização. Ademais, segundo [Vieira & Silva \(1998\)](#), em solos mais úmidos o metolachlor fica mais disponível em solução, possibilitando maior absorção pela plântula e melhor eficiência de controle.

Quando aplicado em solo seco, é necessária a ocorrência de chuva ou o uso de irrigação para proporcionar a movimentação e a ativação do metolachlor. [Keller et al. \(1998\)](#) verificaram que 41% do metolachlor, aplicado por pulverização, foi perdido por volatilização, quando a irrigação foi realizada 18 horas depois da aplicação do herbicida. Na herbificação, com o uso de grande volume de água, ocorrem a distribuição e a incorporação do herbicida no solo, evitando-se perdas por volatilização, tornando-o imediatamente ativo.

O fomesafen é um herbicida pertencente ao grupo químico dos difeniléteres, registrado no Brasil para uso em pós-emergência na cultura do feijão, para controle de espécies daninhas dicotiledôneas anuais ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)). Ele é mais eficiente em plantas daninhas em plena atividade metabólica e em condições de temperatura amena, elevada umidade relativa do ar e boa disponibilidade de água no solo ([Bolaños Espinoza et al., 1992](#)). Apresenta alta solubilidade em água (600.000 mg L⁻¹ a 25 °C, formulação salina de sódio) e baixa pressão de vapor (10⁻⁷ mm de Hg a 50 °C). A absorção é predominantemente foliar, ocorrendo também pequena absorção radical, com translocação xilemática ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)). O mecanismo de ação é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), o que leva à formação excessiva de protoporfirinogênio IX e, conseqüentemente, geração de oxigênio singlete na presença de luz. O oxigênio singlete provoca peroxidação de lipídios e destruição de membranas celulares ([Vidal, 1997](#); [Rodrigues & Almeida, 1998](#)).

O fomesafen tem K_{oc} de 60 mL g⁻¹ e apresenta longa persistência no solo, com meia-vida de 60 a 180 dias, devendo-se observar intervalo de 150 dias entre a aplicação do fomesafen e a semeadura do milho ou do sorgo ([Cobucci et al., 1996](#); [Rodrigues & Almeida, 1998](#)). [Bolaños Espinoza et al. \(1992\)](#) verificaram que a aplicação de doses de 0,125 kg ha⁻¹ a 2,2 kg ha⁻¹ não causou efeito tóxico ao trigo semeado 180 dias depois da aplicação do fomesafen, provocando, porém, injúrias no milho e no sorgo com a aplicação de 0,5 kg ha⁻¹ nesse mesmo período.

Em alguns estudos, foi avaliada a eficiência do fomesafen aplicado via herbificação. [Dowler \(1984\)](#) aplicou-o misturado com óleo de soja, em lâmina de água de 2,5 mm e constatou controle total de corda-de-viola (*Ipomoea purpurea*) e *Jacquemontia tamnifolia*. Observou, ainda, controle moderado de carrapicho-beiço-de-boi (*Desmodium tortuosum*) e fedegoso (*Senna obtusifolia*). [Dowler \(1987\)](#), também avaliando a mistura de fomesafen com óleo de soja, aplicada com lâminas de água de 2,5 e 6,3 mm, verificou bom a excelente controle de carrapicho-beiço-de-boi, fedegoso, corda-de-viola, *Richardia scabra* e caruru (*Amaranthus* spp). Todavia, [Vieira & Fontes \(1994\)](#), avaliando a aplicação do fomesafen com lâmina de água de 9 mm, em lavoura de feijão de outono-inverno, observaram controle eficiente de picão-preto, mas ineficiente de corda-de-viola (*Ipomoea* spp). Essa espécie só foi adequadamente controlada com a pulverização do fomesafen. [Fontes et al. \(1999\)](#) aplicaram o fomesafen com lâmina de água de 3 mm na cultura de feijão de outono-inverno e constataram ótimo controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*), semelhante ao proporcionado pela pulverização. [Leite et al. \(1999\)](#) aplicaram o fomesafen com lâminas de água de 3, 6 e 9 mm e notaram que a eficiência de controle de nabiça foi maior com o aumento da lâmina de água, sugerindo que a absorção radical foi importante. Nesse estudo, não foi realizada irrigação, tampouco choveu no período entre a aplicação do herbicida e a avaliação do controle.

[Fontes \(2002\)](#) avaliou a eficácia da herbificação do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) e do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹), aplicados isoladamente e associados na cultura do feijão de inverno em plantio direto - estabelecido sobre palha de milho e de vegetação daninha - e convencional. Para a aplicação dos herbicidas, utilizou-se um pivô-central. O metolachlor foi aplicado em pré-emergência com lâminas de água de 5, 10 e 15 mm, e o fomesafen, aplicado em pós-emergência, com 3, 6 e 9 mm. Os herbicidas também foram aplicados com pulverizador costal, pressurizado com CO₂ (volume equivalente a 200 L ha⁻¹). A espécie

daninha predominante na área de plantio direto foi o picão-preto e no plantio convencional predominou a losna-branca (*Artemisia verlotorum*). Outras espécies dicotiledôneas que ocorreram na área foram mentrasto (*Ageratum conyzoides*), corda-de-violão (*Ipomoea grandifolia* e *I. purpurea*), mastruz (*Lepidium virginicum*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), trevo (*Oxalis corniculata*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*) e quebra-pedra (*Phyllanthus tenellus*). Entre as espécies monocotiledôneas, verificou-se a ocorrência de capim-marmelada, capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), grama-seda (*Cynodon dactylum*) e tiririca (*Cyperus rotundus*).

Quanto ao efeito do metolachlor no controle de losna-branca, no plantio direto, vê-se, na Tabela 1, que houve redução na eficiência de controle com o aumento das lâminas de água. A maior quantidade de água empregada para aplicação do herbicida pode ter provocado seu deslocamento para uma região no solo além daquela e que encontrava a maioria das sementes da planta daninha. Vale ressaltar que nesse sistema de plantio não ocorreu o seccionamento das estruturas aéreas da losna-branca, impedindo sua reprodução vegetativa, importante forma de disseminação dessa espécie.

No plantio convencional, o metolachlor, aplicado com lâminas de água de 5 e 10 mm e por pulverização, foi ineficiente no controle da planta daninha.

Tabela 1 - Eficiência do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de losna-branca, nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ^{1/}	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	5 mm	0,0	82,9 ± 2,5	100 A	0 E
	10 mm	3,1 ± 0,8	65,2 ± 3,1	76 C	21 E
	15 mm	4,8 ± 0,20	0,0	62 D	100 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		1,2 ± 0,02	46,0 ± 3,2	91 A	45 E
Testemunha com capina		1,1 ± 0,12	5,9 ± 1,1	92 A	93 A
Testemunha sem capina		12,8 ± 0,7	82,9 ± 3,5	-	-

^{1/} As letras nas colunas significam: A - controle excelente, C - controle moderado, D - controle deficiente, E - ausência de controle.

Fonte: [SBCPD, 1995](#).

A razão disso pode ter sido a não-incorporação ou a incorporação superficial do metolachlor, o que facilitou perdas por fotodecomposição e volatilização. Vale salientar que houve intervalo de quatro dias entre a aplicação do herbicida e a realização da irrigação. A aplicação-incorporação com lâmina de água de 15 mm parece ter sido suficiente para evitar essas perdas. De acordo com Vieira & Silva (1998), o metolachlor é altamente solúvel em água e apresenta certa mobilidade no solo. Por isso, a aplicação do metolachlor via herbificação é uma maneira de proteger o herbicida contra as perdas supracitadas. Segundo [Dowler \(1984\)](#) e [Caviness \(1988\)](#), a eficiência de herbicidas pré-emergentes, aplicados via água de irrigação, pode ser melhor do que quando aplicado por pulverização.

Segundo [Lorenzi \(1994\)](#), o nível de controle de losna-branca proporcionado pelo metolachlor com o método convencional fica em torno de 50%.

O metolachlor foi ineficiente no controle do picão-preto quando aplicado por pulverização, em ambos os sistemas de plantio e com a menor lâmina de água no plantio direto (Tabela 2). De acordo com [Lorenzi \(1994\)](#), essa espécie é pouco suscetível a esse herbicida quando aplicado por pulverização. No entanto, quando o metolachlor foi aplicado com 10 e 15 mm de água, proporcionou excelente controle de picão-preto. Não se encontrou explicação para esse fato. Entretanto, acredita-se que o deslocamento do herbicida para abaixo da superfície do solo, com lâminas de água de 10 e 15 mm, pode ter ajudado a reduzir as perdas por fotodecomposição e volatilização do metolachlor, permitido contato mais prolongado das plântulas das invasoras com o herbicida em maior concentração.

Tabela 2. Eficiência do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de picão-preto nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ^{1/}	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	5 mm	80,2 ± 8,7	0,0	21 E	100 A
	10 mm	0,0	0,2 ± 0,002	100 A	95 A
	15 mm	1,7 ± 0,45	0,0	98 A	100 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		91,2 ± 6,1	2,1 ± 0,2	11 E	39 E
Testemunha com capina		0,0	0,3 ± 0,01	100 A	91 A
Testemunha sem capina		101,9 ± 13,03	3,4 ± 0,23	-	-

^{1/} As letras nas colunas significam: A - controle excelente, E - ausência de controle.

Verificou-se também que, no plantio convencional, houve redução de 96,7% na infestação de picão-preto em relação ao plantio direto. Segundo [Carmona & Villas Bôas \(2001\)](#), a germinação da maioria das sementes de picão-preto ocorre depois da sua maturação, e ela é acelerada quando se encontram na superfície do solo onde há incidência de luz e maior variação de temperatura.

Vê-se, na Tabela 3, que, no plantio direto, o metolachlor aplicado com a menor lâmina de água foi ineficiente no controle das outras dicotiledôneas.

Diferentemente do que ocorreu com picão-preto, houve bom controle das invasoras com a pulverização (82%). Esse controle foi semelhante ao obtido com as lâminas de água de 10 e 15 mm. Não se encontrou explicação para esse fato.

Tabela 3. Eficiência do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de outras dicotiledôneas* nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados	Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
	PD	PC	PD	PC
Herbificação	5 mm	18,6 + 4,2	0,0	0 E 100 A
	10 mm	3,3 + 1,1	0,0	81 B 100 A
	15 mm	3,56 + 0,2	0,0	80 B 100 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)	3,2 + 1,05	0,4 + 0,03	82 B	78 C
Testemunha com capina	1,4 + 0,01	0,1 + 0,02	93 A	95 A
Testemunha sem capina	17,5 + 1,85	1,8 + 0,75	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, B - controle bom, C - controle moderado, E - ausência de controle.

* mentrasto, corda-de-violão, mastruz, falsa-serralha, trevo, leiteiro, botão-de-ouro e quebra-pedra.

Fonte: SBCPD, 1995.

De acordo com [Lorenzi \(1994\)](#), quebra-pedra é altamente suscetível ao metolachlor (controle acima de 95%); falsa-serralha e botão-de-ouro são suscetíveis (entre 85% e 95% de controle); mentrasto e mastruz são medianamente suscetíveis (entre 50% e 85% de controle); e corda-de-violão, leiteiro e trevo são pouco suscetíveis (controle inferior a 50%).

No plantio convencional, a infestação de outras dicotiledôneas foi 90% menor, em relação ao plantio direto (testemunha sem capina). Apenas a pulverização do metolachlor não proporcionou controle eficiente de dicotiledôneas no plantio convencional.

A infestação de monocotiledôneas na área de plantio direto foi 94,2% menor do que a verificada no plantio convencional (Tabela 4), em razão da forma de reprodução e dispersão dos propágulos de tiririca, espécie predominante entre as monocotiledôneas que é favorecida pela aração e pelas gradagens. [Jakelaitis et al. \(2001\)](#), trabalhando com feijão, verificaram redução de até 95% no número de plantas de tiririca por metro quadrado de solo em área de plantio direto em relação ao plantio convencional.

Quanto à eficiência do metolachlor no controle das monocotiledôneas, verificou-se melhor efeito quando ele foi aplicado via água de irrigação no plantio direto.

Tabela 4. Eficiência do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de monocotiledôneas* nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	5 mm	0,1 ± 0,03	10,0 ± 2,7	98 A	90 A
	10 mm	0,2 ± 0,08	0,0	97 A	100 A
	15 mm	0,2 ± 0,02	1,4 ± 0,3	97 A	99 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		1,3 ± 0,25	4,0 ± 1,04	78 C	96 A
Testemunha com capina		0,6 ± 0,02	2,9 ± 1,65	90 A	97 A
Testemunha sem capina		5,9 ± 2,4	100,9 ± 8,4	-	-

¹ As letras nas colunas, de acordo com SBPCD (1995), significam: A - controle excelente, C - controle moderado.

* capim-marmelada, capim-colchão, capim-pé-de-galinha, grama-seda e tiririca.

Fonte: [SBPCD, 1995](#).

O controle apenas moderado proporcionado pelo metolachlor quando aplicado por pulverização no plantio direto pode ser atribuído à retenção de parte do herbicida na palhada, o que pode ter reduzido sua eficiência sobre as sementes das plantas daninhas localizadas na camada superficial do solo. Ademais, essa situação pode ter favorecido perdas por fotodecomposição e volatilização. No plantio convencional, a técnica de aplicação do metolachlor não teve muita influência na eficiência do herbicida no controle das monocotiledôneas.

Em ambos os sistemas de plantio, o metolachlor, quando aplicado com 5 mm de água, apresentou baixa eficiência no controle do total de plantas daninhas (Tabela 5). No entanto, quando esse herbicida foi aplicado com 15 mm de água,

ele proporcionou controle eficiente das espécies infestantes, superior ao obtido com a aplicação convencional. É possível que essa diferença entre os sistemas não ocorresse, ou fosse menor, se a irrigação tivesse sido feita logo depois da pulverização.

Tabela 5. Eficiência do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle do total de plantas daninhas nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	5 mm	98,9 ± 21,0	92,9 ± 12,35	29 E	51 D
	10 mm	6,6 ± 1,26	67,7 ± 5,1	95 A	65 D
	15 mm	10,2 ± 3,0	1,4 ± 0,15	93 A	99 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		96,9 ± 3,98	50,9 ± 3,56	30 E	73 C
Testemunha com capina		3,1 ± 0,06	9,2 ± 2,05	98 A	95 A
Testemunha sem capina		138,1 ± 9,12	189,0 ± 23,68	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, C - controle moderado, D - controle deficiente, E - ausência de controle.

Fonte: [SBCPD, 1995](#).

Verifica-se, na Tabela 6, que o estande final do feijoeiro foi pouco afetado pelas técnicas de aplicação do metolachlor e pelo sistema de plantio. A população final de plantas (213.000 a 246.000 plantas.ha⁻¹) ficou dentro do recomendado para essa cultura ([Vieira, 1983](#)).

Tabela 6. Efeito da aplicação do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização sobre o estande final e a produtividade do feijoeiro cultivado nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Estande final (plantas m ⁻²)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	5 mm	21,3 ± 3,2	22,4 ± 2,3	2,566 ± 141	2,334 ± 56
	10 mm	22,2 ± 1,3	24,7 ± 1,8	2,601 ± 59	2,322 ± 42
	15 mm	21,9 ± 0,7	22,8 ± 1,1	2,641 ± 50	2,399 ± 166
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		23,3 ± 1,1	21,6 ± 2,0	2,567 ± 59	2,221 ± 56
Testemunha com capina		24,6 ± 0,6	24,6 ± 3,1	2,652 ± 42	2,096 ± 48
Testemunha sem capina		23,5 ± 2,2	23,5 ± 2,3	569 ± 147	503 ± 182
Média		22,4 ± 2,12	22,3 ± 1,74	2,266 ± 83	1,979 ± 92

As produtividades praticamente não foram influenciadas pelas técnicas de aplicação do metolachlor. Todavia, foram consistentemente maiores na área de plantio direto que rendeu, em média, 330 kg ha⁻¹ a mais que no plantio convencional. Nesse cálculo, foram desconsideradas as produtividades obtidas de testemunhas sem capina. Entre os possíveis fatores que concorreram para esse fato estão a menor variação térmica e a maior reserva de água no solo, bem como a maior fertilidade do solo na área de plantio direto.

Quando não se realizou o controle de plantas daninhas, a produtividade foi reduzida em 74,9% e 74,6%, em relação à testemunha capinada, no plantio direto e no convencional, respectivamente.

Em geral, o controle de losna-branca com a aplicação do fomesafen foi melhor no plantio direto que no convencional (Tabela 7). Provavelmente, essa espécie apresente mais tolerância ao herbicida quando a reprodução ocorre por via vegetativa, principal modo de reprodução e disseminação dessa espécie, quando há revolvimento do solo. Comparando a infestação dessa invasora nas testemunhas sem capina do plantio convencional com a do plantio direto, verifica-se que, no convencional, a aração e as gradagens estimularam a propagação vegetativa de losna-branca.

No plantio direto, a losna-branca foi bem controlada apenas quando o fomesafen foi aplicado com a maior lâmina de água e por pulverização. Observou-se que o fomesafen provocou apenas alguma injúria nas folhas da planta daninha no plantio convencional.

Tabela 7. Eficiência do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de losna-branca nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	3 mm	5,3 ± 1,01	42,6 ± 3,49	59 D	49 E
	6 mm	4,2 ± 0,23	75,7 ± 9,85	67 D	9 E
	9 mm	1,6 ± 0,44	49,3 ±10,05	88 B	41 E
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		1,2 ± 0,6	61,5 ± 4,92	91 A	36 E
Testemunha com capina		1,1 ± 0,12	5,9 ± 1,1	91 A	93 A
Testemunha sem capina		12,8 ± 0,7	82,9 ± 3,5	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, B - controle bom, D - controle deficiente, E - ausência de controle.
Fonte: [SBCPD, 1995](#).

O controle de picão-preto, obtido com a aplicação do fomesafen, foi excelente, independentemente da técnica de aplicação e do sistema de plantio (Tabela 8). Esses resultados foram semelhantes aos verificados por [Vieira & Fontes \(1994\)](#) que obtiveram excelente controle (acima de 90%) dessa espécie, com o fomesafen (0,2 kg i.a. ha⁻¹), aplicado em mistura com o fluazifop-p-butil (0,1 kg i.a. ha⁻¹) com lâmina de água de 9 mm, na cultura do feijão cultivado no verão-outono, no norte de Minas Gerais.

Tabela 8. Eficiência do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de picão-preto nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	3 mm	9,4 ± 1,66	0,0	91 A	100 A
	6 mm	10,1 ± 2,04	0,0	90 A	100 A
	9 mm	2,4 ± 0,75	0,0	98 A	100 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		0,0	0,0	100 A	100 A
Testemunha com capina		0,0	0,3 ± 0,01	100 A	92 A
Testemunha sem capina		101,9 ± 13,03	3,4 ± 0,23	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente.

Fonte: [SBCPD, 1995](#).

A infestação dessa espécie, na área de plantio direto, foi 96,7% superior em relação à verificada na área de plantio convencional quando se compararam as testemunhas sem capina nos dois sistemas de plantio. De acordo com [Carmona & Villas Bôas \(2001\)](#), a germinação de sementes de picão-preto no plantio direto é mais rápida e intensa do que no plantio convencional, pois elas ficam concentradas próximas à superfície do solo. Segundo esses autores, a maior incidência de luz e a maior variação de temperatura na superfície do solo, no plantio direto, também ajudam na germinação das sementes. No plantio convencional, as sementes dessa espécie ficam localizadas em profundidade variável no solo, não recebendo condições ideais para que ocorra a germinação de forma mais uniforme.

Quanto à eficiência no controle de outras dicotiledôneas, observou-se que o fomesafen, aplicado por ambas as técnicas, proporcionou de bom a excelente controle dessas espécies ([Tabela 9](#)) nos dois sistemas de plantio.

Tabela 9. Eficiência do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de outras dicotiledôneas* nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	3 mm	3,0 ± 0,7	0,0	83 B	100 A
	6 mm	0,4 ± 1,0	0,0	97 A	100 A
	9 mm	2,1 ± 0,57	0,0	88 B	100 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		1,8 ± 0,24	0,0	90 A	100 A
Testemunha com capina		1,4 ± 0,01	0,1 ± 0,02	92 A	94 A
Testemunha sem capina		17,5 ± 1,85	1,8 ± 0,75	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, B - controle bom.
* mentrasto, corda-de-viola, mastruz, falsa-serralha, trevo, leiteiro, botão-de-ouro e quebra-pedra.
Fonte: [SBCPD, 1995](#).

[Vieira & Fontes \(1994\)](#) não obtiveram controle satisfatório de espécies do gênero *Ipomoea* (corda-de-viola) com a aplicação do fomesafen (0,2 kg i.a. ha⁻¹) por pivô-central com lâmina de água de 9 mm. [Fontes et al. \(1999\)](#) verificaram excelente controle de nabiça (*Raphanus raphanistrum*) com herbificação (lâmina de água de 3 mm) e pulverização com fomesafen (0,25 kg i.a. ha⁻¹). [Leite et al. \(1999\)](#) obtiveram excelente controle de nabiça com herbificação do fomesafen com lâminas de água de 3, 6 e 9 mm, misturado ou não com óleo de soja, comparável ao obtido com pulverização (200 L ha⁻¹).

Houve maior infestação de monocotiledôneas na área de plantio convencional, em relação à área de plantio direto ([Tabela 10](#)). Isso pode ter ocorrido por causa da predominância de tiririca nessa classe de plantas cujos modos de reprodução e de disseminação são favorecidos por aração e gradagens.

O fomesafen foi ineficiente no controle de monocotiledôneas em ambos os sistemas de plantio, independentemente da técnica de aplicação. Isso era esperado, pois esse herbicida atua apenas sobre espécies dicotiledôneas ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)).

Tabela 10. Eficiência do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle de monocotiledôneas* nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	3 mm	6,8 ± 0,09	106,1 ± 6,6	0 E	0 E
	6 mm	7,9 ± 1,06	98,8 ± 10,1	0 E	0 E
	9 mm	8,0 ± 0,3	107,7 ± 9,8	0 E	0 E
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		5,6 ± 0,9	120,0 ± 3,4	0 E	0 E
Testemunha com capina		0,6 ± 0,02	2,9 ± 1,65	90 A	97 A
Testemunha sem capina		5,9 ± 2,4	100,9 ± 8,4	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, E - ausência de controle.

* capim-marmelada, capim-colchão, capim-pé-de-galinha, grama-seda e tiririca.

Fonte: [SBCPD, 1995](#).

Vê-se, na Tabela 11, que o fomesafen foi mais eficiente no controle das plantas daninhas na área de plantio direto, em razão de esse herbicida ter controlado melhor as espécies dicotiledôneas que predominaram nesse sistema. No plantio convencional, por sua vez, predominaram as monocotiledôneas que não são suscetíveis ao fomesafen.

Tabela 11. Eficiência do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) aplicado via herbificação e por pulverização no controle do total de plantas daninhas nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	3 mm	24,5 ± 6,22	148,6 ± 12,4	82 B	21 E
	6 mm	22,6 ± 3,02	174,5 ± 15,85	84 B	8 E
	9 mm	14,1 ± 2,41	157,0 ± 11,9	90 A	17 E
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		8,6 ± 1,74	181,5 ± 4,44	94 A	4 E
Testemunha com capina		3,1 ± 0,06	9,2 ± 2,05	98 A	95 A
Testemunha sem capina		138,1 ± 13,12	189,0 ± 23,68	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, B - controle bom, C - controle moderado, E - ausência de controle.

Fonte: [SBCPD, 1995](#).

Verifica-se, Tabela 12, de modo semelhante ao observado no experimento com o metolachlor (Tabela 6), que a técnica de aplicação do fomesafen e o sistema de plantio exerceram pouca influência sobre o estande final do feijoeiro.

Tabela 12. Efeito da aplicação do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização sobre o estande final e a produtividade do feijoeiro cultivado em plantios direto (PD) e no convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Estande Final (plantas m ²)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação	3 mm	23,4 ± 1,0	26,8 ± 2,7	2,736 ± 59	1,742 ± 99
	6 mm	22,8 ± 1,0	26,0 ± 1,5	2,603 ±157	2,429 ± 253
	9 mm	24,5 ± 0,8	22,6 ± 1,1	2,763 ± 54	1,746 ± 428
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		22,4 ± 0,3	24,8 ± 0,8	2,710 ±178	2,214 ± 99
Testemunha com capina		24,6 ± 0,6	24,6 ± 3,1	2,652 ± 42	2,096 ± 48
Testemunha sem capina		23,5 ± 2,2	23,5 ± 2,3	569 ±147	503 ± 182
Média		23,5 ± 1,9	24,7 ± 3,8	2,339 ±106	1,788 ± 185

Por causa do melhor controle de plantas daninhas no plantio direto, neste sistema, foram obtidas as maiores produtividades. Estas, provavelmente, também foram beneficiadas pelo sistema de plantio (menor variação térmica e maior reserva de água no solo) e pela maior fertilidade do solo.

O não-controle das plantas daninhas reduziu a produtividade do feijoeiro em 76% e 72% no plantio direto e no plantio convencional, respectivamente, em relação à testemunha capinada.

O nível de controle de losna-branca, obtido com aplicação do metolachlor em pré-emergência e do fomesafen em pós-emergência, é apresentado na Tabela 13. Os herbicidas proporcionaram excelente controle de losna-branca em ambos os sistemas de plantio. Possivelmente tenha ocorrido efeito aditivo da ação dos herbicidas, já que as aplicações isoladas propiciaram graus de controle inferiores (Tabelas 1 e 7).

Tabela 13. Efeitos da aplicação do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) e do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização no controle de losna-branca nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação*	5 e 3 mm	1,2 ± 0,6	7,9 ± 2,45	91 A	91 A
	10 e 6 mm	1,4 ± 0,08	6,3 ± 1,05	90 A	94 A
	15 e 9 mm	1,5 ± 0,7	1,4 ± 0,03	88 B	98 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		11,4 ± 2,33	21,0 ± 1,55	11 E	75 C
Testemunha com capina		1,1 ± 0,12	5,9 ± 1,1	92 A	93 A
Testemunha sem capina		12,8 ± 0,7	82,9 ± 3,5	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, B - controle bom, C - controle moderado, D - controle deficiente, E - ausência de controle.

* 5, 10 e 15 mm para o metolachlor e 3, 6, 9 mm para o fomesafen.

Fonte: [SBCPD, 1995](#).

O controle da planta daninha, obtido com as pulverizações dos herbicidas, foi moderado (plantio direto) ou não houve controle (plantio convencional). Convém ressaltar que, no plantio direto, a eficiência de controle de losna-branca, obtido com a pulverização isolada do metolachlor ou do fomesafen (ambas de 91%), foi superior à verificada com aplicação dos dois herbicidas. Não se encontrou explicação para esse fato. No plantio convencional, a pulverização dos herbicidas proporcionou melhor controle que no plantio direto, ainda que moderado.

Verifica-se, na [Tabela 14](#), que a aplicação dos herbicidas, com todas as lâminas de água, proporcionou controle excelente de picão-preto em ambos os sistemas de plantio. Esse ótimo controle de picão-preto pode ser atribuído ao fomesafen conforme pode ser verificado na [Tabela 8](#). De acordo com [Lorenzi \(1994\)](#), esse herbicida é eficiente no controle dessa espécie (85% a 95%).

Tabela 14. Efeitos da aplicação do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) e do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização no controle de picão-preto nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação*	5 e 3 mm	4,8 ± 0,48	0,2 ± 0,06	95 A	94 A
	10 e 6 mm	3,7 ± 1,3	0,0	96 A	100 A
	15 e 9 mm	0,1 ± 0,04	0,0	97 A	100 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		0,0	0,0	99 A	100 A
Testemunha com capina		0,0	0,3 ± 0,01	100 A	91 A
Testemunha sem capina		101,9 ± 13,03	3,4 ± 0,23	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente.
* 5, 10 e 15 mm para o metolachlor e 3, 6 e 9 mm para o fomesafen.
Fonte: [SBCPD, 1995](#).

No plantio convencional, o controle de outras dicotiledôneas, obtido com os herbicidas aplicados tanto por herbificação quanto por pulverização (Tabela 15), foi semelhante ao obtido com as suas aplicações isoladas ([Tabelas 3 e 9](#)).

Tabela 15. Efeitos da aplicação do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) e do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização em três lâminas de água no controle de outras dicotiledôneas* nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação**	5 e 3 mm	1,0 ± 0,02	0,0	94 A	100 A
	10 e 6 mm	1,2 ± 0,6	0,0	93 A	100 A
	15 e 9 mm	0,0 ±	0,3 ± 0,02	100 A	83 B
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		0,0 ±	0,3 ± 0,006	100 A	83 B
Testemunha com capina		1,4 ± 0,01	0,1 ± 0,02	92 A	94 A
Testemunha sem capina		17,5 ± 1,85	1,8 ± 0,75	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente, B - controle bom.
* mentrasto, corda-de-violão, mastruz, falsa-serralha, trevo, leiteiro, botão-de-ouro e quebra-pedra.
** 5, 10 e 15 mm para o metolachlor e 3, 6 e 9 mm para o fomesafen.
Fonte: [SBCPD, 1995](#).

Entretanto, no caso do plantio direto, tanto a herbificação quanto a pulverização dos dois herbicidas proporcionaram maior eficiência de controle que as aplicações isoladas desses herbicidas. Provavelmente, nesse caso, a ação isolada de cada herbicida sobre as espécies daninhas teve efeito aditivo no controle, em razão da maior ou menor tolerância de cada espécie a cada um dos herbicidas. Isso pode ser ilustrado para o caso de mentrasto. Segundo [Lorenzi \(1994\)](#), o fomesafen controla, com eficiência (acima de 95%), o mentrasto que é apenas medianamente suscetível ao metolachlor (50% a 85% de controle).

De maneira geral, a aplicação dos herbicidas, por ambas as técnicas proporcionou excelente controle das espécies monocotiledôneas, tanto na área de plantio direto quanto na de plantio convencional (Tabela 16).

Tabela 16. Efeitos da aplicação seqüencial do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) e do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização no controle de monocotiledôneas* nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados	Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
	PD	PC	PD	PC
Herbificação**	5 e 3 mm	0,0	100 A	100 A
	10 e 6 mm	0,0	100 A	97 A
	15 e 9 mm	0,3 ± 0,03	95 A	93 A
Pulverização (200 L ha ⁻¹)	0,3 ± 0,09	2,3 ± 0,85	95 A	98 A
Testemunha com capina	0,6 ± 0,02	2,9 ± 1,65	90 A	97 A
Testemunha sem capina	5,9 ± 2,4	100,9 ± 8,4	-	-

¹ As letras nas colunas, de acordo com a SBCPD (1995), significam: A - controle excelente.

* capim-marmelada, capim-colchão, capim-pé-de-galinha, grama-seda e tiririca.

** 5, 10 e 15 mm para o metolachlor e 3, 6 e 9 mm para o fomesafen.

Fonte: [SBCPD, 1995](#).

Esse controle foi semelhante ao verificado com a aplicação do metolachlor isoladamente ([Tabela 4](#)), pois o fomesafen não tem efeito sobre monocotiledôneas.

Os efeitos da aplicação do metolachlor e do fomesafen no controle do total de plantas daninhas podem ser verificados na [Tabela 17](#). Independentemente da técnica de aplicação e do sistema de plantio, associando-se herbicidas

metolachlor com fomesafen foi possível, obter controle das plantas daninhas, superior aos alcançados com as herbificações de cada herbicida isolado (Tabelas 5 e 11). No plantio convencional, apenas a herbificação isolada do metolachlor com a maior lâmina de água (15 mm) havia proporcionado controle excelente (Tabela 5).

Tabela 17. Efeitos da aplicação sequencial do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) e do fomesafen (0,225 i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização no controle do total de plantas daninhas em plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados		Massa Seca (g m ⁻²)		Controle (%) ¹	
		PD	PC	PD	PC
Herbificação*	5 e 3 mm	7,0 ± 0,99	8,1 ± 2,22	99 A	96 A
	10 e 6 mm	6,3 ± 1,06	20,3 ± 2,01	95 A	90 A
	15 e 9 mm	4,6 ± 2,34	8,6 ± 1,55	97 A	95 A
Pulverização (200 L ha ¹)		11,7 ± 1,85	20,6 ± 3,3	92 A	90 A
Testemunha com capina		3,1 ± 0,06	9,2 ± 2,05	98 A	95 A
Testemunha sem capina		138,1 ± 13,12	189,0 ± 23,68	-	-

¹ As letras nas colunas significam: A - controle excelente. SBPCD, 1995.
* 5, 10 e 15 mm para o metolachlor e 3, 6 e 9 mm para o fomesafen.
Fonte: SBPCD, 1995.

A aplicação do metolachlor, em pré-emergência e do fomesafen, em pós-emergência, independentemente da técnica de aplicação e do sistema de plantio, pouco afetou o estande final (Tabela 18). As produtividades não foram muito influenciadas pelas técnicas de aplicação dos herbicidas. Verificou-se, porém, efeito do sistema de plantio sobre a produtividade. Em média, a produtividade do feijoeiro, alcançada no sistema plantio direto, foi 23% superior à obtida no plantio convencional, possivelmente, em razão da menor variação térmica e da maior reserva de água no solo e da maior fertilidade do solo na área de plantio direto. O não-controle das plantas daninhas reduziu a produtividade do feijoeiro em 75% e 72%, no sistema plantio direto e no convencional, respectivamente.

Tabela 18. Efeitos da aplicação do metolachlor (2,4 kg i.a. ha⁻¹) e do fomesafen (0,225 kg i.a. ha⁻¹) via herbificação e por pulverização sobre o estande final e a produtividade do feijoeiro cultivado nos plantios direto (PD) e convencional (PC).

Tratamentos Avaliados	Estande Final (plantas m ²)		Produtividade (kg ha ⁻¹)		
	PD	PC	PD	PC	
Herbificação*	5 e 3 mm	23,4± 2,1	22,1 ± 1,7	2,728 ±118	1,946 ± 87
	10 e 6 mm	23,1± 0,5	22,4 ± 1,1	2,668 ± 65	1,837 ±371
	15 e 9 mm	22,9± 0,9	22,7 ± 0,1	2,506 ± 56	2,041 ± 66
Pulverização (200 L ha ⁻¹)		23,3± 2,2	23,7 ± 1,8	2,706 ± 89	2,327 ± 32
Testemunha com capina		24,6± 0,6	24,6 ± 3,1	2,652 ± 42	2,096 ± 48
Testemunha sem capina		23,5± 2,2	23,5 ± 2,3	569 ±147	503 ±182
Média		23,5± 1,4	23,1 ± 1,6	2,305 ± 86	1,792 ± 31

* 5, 10 e 15 mm para o metolachlor e 3, 6 e 9 mm para o fomesafen.

Considerações Finais

Analisando-se os resultados, observa-se que a herbificação via pivô-central é uma técnica que permite níveis de controle de plantas daninhas semelhantes e, em alguns casos, superiores aos obtidos com a pulverização do metolachlor e do fomesafen. O uso dessa técnica com outros herbicidas é perfeitamente possível, carecendo de estudos detalhados como os desenvolvidos neste trabalho. A possibilidade de utilização generalizada da herbificação é grande, principalmente, em razão do grande número de pivôs-centrais existentes no Brasil. Com o avanço das pesquisas nas áreas agrônômica e ambiental, será possível viabilizar a recomendação dessa técnica, embora legalmente nenhum herbicida registrado para uso no Brasil possa ser aplicado por meio da herbificação. Os agricultores buscam continuamente a redução de custos, e a herbificação pode representar excelente opção nesse sentido.

Referências Bibliográficas

- AHRENS, W. H. (Ed.). **Herbicide Handbook**. 7. ed. Champaign: WSSA, 1994. 352 p.
- BANKS, P. A.; ROBINSON, E. L. Soil reception and activity of acetochlor, alachlor, and metolachlor as affected by wheat (*Triticum aestivum*) straw and irrigation. **Weed Science**, Champaign, v. 34, n. 4, p. 607-611, Jul. 1986.

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. da; OLIVEIRA, E. F. de; OLIVEIRA, I. P. de. Plantio direto. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 301-352.

BALL, D. A. Weed seed bank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. **Weed Science**, Champaign, v. 40, n. 4, p. 654-659, Jul. 1992.

BARNES, C. J.; LAVY, T. L.; TALBERT, R. E. Leaching, dissipation, and efficacy of metolachlor applied by chemigation or conventional methods. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, n. 2, p. 232-236, Apr. 1992.

BOLAÑOS ESPINOZA, A., MEDINA PITALÚA, J. L.; ÚRZUA SORIA, F. Actividad biologica del herbicida fomesafen en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su residualidad en rotacion com maiz (*Zea mays* L.). **Chapingo**, Chapingo, v. 16, n. 77, p. 96-100, 1992.

BRUNS, V. F.; HODGSON, J. M.; ARLE, H. F.; TIMMONS, F. L. **The use of aromatic solvents for control of submersed aquatic weeds in irrigation channels**. Washington, DC: USDA, 1955. 33 p. (USDA Circular, 971).

CARMONA, R.; VILLAS BÔAS, H. D. C. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, Mar. 2001.

CAVINESS, D. M.; TALBERT, R. E.; KLINGAMAN, G. L. Chemigation and spray application of herbicides on container-grown ornamentals. **Weed Technology**, Champaign, v. 2, n. 4, p. 418-422, Oct. 1988.

COBUCCI, T.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. da. Controle de plantas daninhas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 433-464.

DOWLER, C. C. **Present herbicide application technology with sprinkler irrigation**. Soil Crop Science Society of Florida, [S.l.], n. 3, p. 6-9, 1984.

DOWLER, C. C. Efficacy of some recently developed herbicides applied through irrigation. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 40., 1987, Orlando. **Proceedings...**, Champaign: SWSS, 1987. p. 372.

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

FONTES, J. R. A.; SILVA, A. A.; LEITE, J. A. O.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, M. M. Aplicação de herbicidas em pós-emergência via água de irrigação na cultura do feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos...** Salvador: Embrapa-CNPAP, 1999. p. 459-461

FONTES, J. R. A. Eficácia de herbicidas aplicados via pivô-central na cultura do feijão em plantio direto e convencional. 2002. 64 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FUERST, E. P. Understanding the mode of action of the chloroacetamide and thiocarbamate herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 1, n. 4, p. 270-277, Oct. 1987.

HELLING, C. S.; ZHUANG, W.; GISH, T. J.; COFFMAN, C. B.; ISENSEE, A. R.; KEARNEY, P. C.; HOAGLAND, D. R.; WOODWARD, M. D. Persistence and leaching of atrazine, alachlor, and cyanazine under no-tillage practices. **Chemosphere**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 175-187, 1988.

JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. Manejo integrado de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em culturas de milho e feijão em sistema de plantio convencional e direto. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Manejo integrado: fitossanidade - cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: Suprema, 2001. p. 655-682.

KELLER, K. E.; WEBER, J. B.; CASSEL, D. K.; WOLLUM, A. C.; MILLER, C. T. Temporal distribution of ^{14}C in soil water from field lysimeters treated with ^{14}C -metolachlor. **Soil Science**, Baltimore, v. 163, n. 11, p. 872-882, Nov. 1998.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, Jan. 2000.

LEITE, J. A. O.; RAMOS, M. M.; FONTES, J. R. A.; VIEIRA, R. F.; SILVA, A. A. da. Aplicação do herbicida fomesafen, com e sem óleo, em três lâminas de água na cultura do feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos...** Salvador: Embrapa-CNPAP, 1999. p. 462-463.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1994. 299 p.

MILLS, J. A.; WITT, W. W. Effect of tillage systems on the efficacy and phytotoxicity of imazaquin and imazethapyr in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 37, n. 2, p. 233-238, Mar. 1989.

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBPCD. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina, PR, 1995. 42 p.

SILVEIRA, P. M.; SILVA, O. F.; STONE, L. F.; SILVA, J. G.. Efeitos do preparo de solo, plantio direto e de rotação de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 257-263, jan. 2001.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 753-756, abr. 2000.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R. A. Vidal, 1997. 165 p.

VIEIRA, C. **A cultura do feijão**. Viçosa: UFV, 1983, 146 p.

VIEIRA, R. F. Introdução à quimigação. In: COSTA, E. F. da; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. (Ed.) **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 13-39.

VIEIRA, R. F.; FONTES, J. R. A. Aplicação da mistura dos herbicidas fomesafen e fluazifop-p-butil por intermédio da água de irrigação de pivô central, na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 14., 1994, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, 1994.

VIEIRA, R. F.; SILVA, A. A. Aplicação de defensivos via água de irrigação por aspersão. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Ed.) **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa: Editora UFV, 1998. p.13-17.

YENISH, J. P.; DOLL, J. D.; BUHLER, D. D. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in the soil. **Weed Science**, Champaign, v. 40, n. 3, p. 429-433, Jul. 1992.

Weed Control in Beans by Herbicides Applied with Irrigation Water in two Tillage Systems

Abstract - Herbicides can be applied with irrigation water, the herbigation. The aim of this work was evaluate the efficacy of the herbicides metolachlor and fomesafen applied with water dephts on weed control in bean (*Phaseolus vulgaris*), in conventional and no-tillage cropping systems. The metolachlor ($2.4 \text{ kg a.i. ha}^{-1}$) was applied in pre-emergence with 5, 10, and 15 mm water depths, and fomesafen ($0.225 \text{ a.i. kg ha}^{-1}$) in post-emergence with 3, 6, and 9 mm, using a center pivot irrigation system. The herbicides also were applied with a CO_2 backpack sprayer (200 L ha^{-1}). Were conducted out three experiments: 1- metolachlor applied alone; 2- fomesafen applied alone; and 3- metolachlor application followed by fomesafen one. Four days before and after metolachlor application the experimental area was irrigated with a 10 mm water depth. In no-tillage system the predominat weed was *Bidens pilosa*, and in conventional tillage *Artemisia verlorum*. Other weeds species that occurred in experimental area were grouped in monocotyledonous and other dicotyledonous groups. In no tillage the most important species were *B. pilosa* and other dicotyledonous, and in the conventional tillage *A.verlorum* and monocotyledonous. Metolachlor applied with 15 mm water depth provided excellent control of the weeds in both tillage systems, higher than obtained with spraiyng. The fomesafen applied wiyh all water depths provided good to excellent dicotyledonous control in the two tillage systems. When applied in association the weed control was excellent, regardless water depths and tillage systems. Despite of better weed control with application of the two herbicides in association, the isolated ones did not affected bean yield.

Index terms: metolachlor, fomesafen, herbigation, no tillage, conventional tillage.