

HERBICIDAS NA CULTURA DA ALFAFA¹

Wilson da Silva²
Duarte Vilela²
Reinaldo de Paula Ferreira²
Antônio Vander Perreira²
Tarcísio Cobucci³

RESUMO

Objetivou-se avaliar: 1) a tolerância da alfafa, cultivar Crioula, e a eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas latifoliadas, em pré-emergência, em solos com diferentes teores de matéria orgânica: 0,96% (pH 5,4) e 2,61% (pH 6,1); e 2) também avaliou-se a eficiência do oxyfluorfen e da mistura diuron e paraquat no controle de plantas daninhas após o corte da alfafa (com 10% de floração). Os tratamentos em pré-emergência, em kg ha⁻¹, foram: imazaquin (0,10; 0,20; e 0,30), oryzalin (0,96; 1,92; e 2,88), flumetsulam (0,06; 0,12; e 0,18), acetochlor (1,68; 2,52; e 3,36), alachlor (0,96; 1,92; e 2,88) e metolachlor (1,44; 1,92; e 2,40). Os tratamentos, em kg ha⁻¹, após o corte, foram: 1,0 de diuron + 0,4 de paraquat; 1,5 de diuron + 0,4 de paraquat; 1,0 de diuron + 0,5 de paraquat; 1,5 de diuron + 0,5 de paraquat; 0,24; e 0,36 de oxyfluorfen. Em todos os experimentos foram acrescentadas duas testemunhas (capinada e sem capina), e os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os herbicidas em pré-emergência foram aplicados um dia após o plantio, em solo umedecido; em experimento após o corte, a aplicação foi realizada um dia após o corte da cultura. O oryzalin foi seletivo para a cultura e proporcionou melhor controle de gramíneas e folhas largas, nas duas maiores doses, independentemente dos teores de matéria orgânica e pH do solo. O acetochlor, alachlor e metolachlor podem ser aplicados até na dose intermediária, em ambos os teores de matéria orgânica e pH do solo, com excelente controle das plantas daninhas de folhas largas e gramíneas. O flumetsulam e imazaquin só podem ser aplicados na menor dose estudada, independentemente do teor de matéria orgânica e pH do solo, com bom controle de algumas plantas daninhas latifoliadas, necessitando-se aplicar fluazifop-p-butil em pós-emergência. Os

¹ Aceito para publicação em 20.02.2002.

² Embrapa Gado de Leite. Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco. 36038-330 Juiz de Fora, MG. E-mail: wsilva@cnpaf.embrapa.br, vilela@cnpagl.embrapa.br

³ Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia Goiânia a Nova Veneza, Km 12, Cx. P. 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: cobucci@cnpaf.embrapa.br

herbicidas estudados proporcionaram, em média, 10% a mais de controle das espécies invasoras em solo com 2,61% de matéria orgânica e pH 6,1, em comparação àquelas plantas daninhas em solo com 0,96% de matéria orgânica e pH 5,4. As brotações da alfafa apresentaram injúria até aos 12 dias após a aplicação, causada pelo oxyfluorfen nas doses estudadas, recuperando-se em seguida; este herbicida apresentou razoável potencial de controle das plantas daninhas "pós-tardias" e excelente controle em pré-emergência. A aplicação da mistura em tanque (diuron + paraquat) logo após o corte da alfafa proporcionou danos nas folhas depois do corte e as brotações que surgiram ficaram isentas de toxicidade, com crescimento e desenvolvimento normais na parte aérea. Não houve redução da biomassa seca da parte aérea da cultura, tanto nos tratamentos com oxyfluorfen quanto nos da mistura em tanque, exceto na dose de 0,36 kg ha⁻¹ de oxyfluorfen, que provocou 8,49% de redução na biomassa seca.

Palavras-chaves: *Medicago sativa*, seletividade, mistura de herbicidas, eficiência, plantas daninhas, doses de herbicidas.

ABSTRACT

HERBICIDE IN ALFALFA CULTURE

This study was carried out to evaluate 1) the tolerance of alfalfa Crioula and the efficiency of pre-emergent herbicides on broad leaved weed control, in two different soils (0.96% of organic matter (OM) and pH 5.4; 2.61% OM and pH 6.1) and 2) oxyfluorfen and mixture (diuron + paraquat) weed control efficiency one day after the cutting (harvest) of alfalfa, when the crop had 10% opened flowers. The treatments evaluated in pre-emergence (kg ha⁻¹) were: imazaquin (0.1, 0.2 and 0.3), oryzalin (0.96, 1.92 and 2.88), flumetsulam (0.06, 0.12 and 0.18), acetochlor (1.68, 2.52 and 3.36), alachlor (0.96, 1.92 and 2.88), metolachlor (1.44, 1.92 and 2.40). Treatments evaluated in kg ha⁻¹ after cutting were: 1.0 of diuron + 0.4 of paraquat; 1.5 of diuron + 0.4 of paraquat; 1.0 of diuron + 0.5 of paraquat; 1.5 of diuron + 0.5 of paraquat; 0.24 and 0.36 of oxyfluorfen. Two controls were added to all experiments (weeded and non-weeded) and treatments were distributed in a randomized complete-block design with four replications. Herbicides in pre-emergence were sprayed one day after planting in moistened soil. At the after cutting experiment, application was one day after cutting the aerial part of the plants. Oryzalin was selective to the crop, providing a better control of grasses and broad leaved weeds in the two highest doses, regardless of the amount of organic matter and soil pH. Acetochlor, alachlor and metolachlor may be applied in the lowest and intermediate doses, in both contents of organic matter and soil pH, with excellent control of the broad leaves and grass weeds. Flumetsulam and imazaquin may be applied only in the lowest dose studied, regardless of organic matter content in the soil, with good control of some broad leaved weeds, with spraying with fluazifop-p-butyl needed in post-emergence. The herbicides showed, in average, 10% more control of the weeds in soil with 2.61% of organic matter and pH 6.1, in comparison to those weeds in the soil with 0.96% of organic matter and pH 5.4. Alfalfa budding presented injury by oxyfluorfen up to 12 days after application, in the doses studied; this herbicide presented good potential for post-lasting weed control and excellent pre-emergence control. Mixture application in tank (diuron + paraquat) just after cutting showed some damage to the remaining leaves after cutting and the new leaves were toxicity-free with normal growth and development of the aerial part of the plants.

There was no decrease in the dry matter of the aerial part of the crop for treatments with oxyfluorfen as well as for the mixture treatments in the tank, except in the dose of 0.36 kg ha⁻¹ of oxyfluorfen, which presented 8.49% dry biomass reduction.

Key words: *Medicago sativa*, selectivity, herbicide mixture, efficiency, weeds, herbicide doses.

INTRODUÇÃO

A alfafa é plantada em áreas que são rapidamente infestadas pelas plantas daninhas, principalmente na fase de implantação. O controle destas plantas daninhas reveste-se de grande importância, em razão da alta sensibilidade desta cultura à sua interferência, visto que o crescimento inicial é lento, necessitando de cuidados especiais. Assim, a composição específica da comunidade infestante é fator de fundamental importância na determinação do grau de interferência, pois as espécies integrantes dessa comunidade variam bastante em relação aos seus hábitos de crescimento e exigência em recurso do meio.

A atual demanda desta forrageira requer elevadas qualidade e produtividade de biomassa durante todo o ano, a fim de atender às exigências dos animais de alta produção. Para tanto, torna-se necessária a adequada correção dos fatores limitantes do crescimento e desenvolvimento da cultura, destacando-se aqueles relativos à fertilidade, disponibilidade de água do solo e controle de plantas daninhas.

O uso de herbicidas no manejo integrado das plantas daninhas tem-se tornado prática cada vez mais importante na agricultura, pois, além de reduzir o custo de produção e solucionar o problema da escassez de mão-de-obra no meio rural, proporciona controle mais rápido e eficiente das plantas daninhas, comparado aos procedimentos de capinas manual e mecânica (12).

Para que um herbicida exerça a sua ação final, que é a morte da planta, basta que uma pequena percentagem seja absorvida e translocada até atingir o local de ação (8). A seletividade dos herbicidas aplicados em pós-emergência é função da quantidade interceptada e retida pela parte aérea da planta e da quantidade absorvida e translocada para o sítio de ação do herbicida (1); com relação aos produtos aplicados ao solo, como os de pré-emergência, a tolerância da planta ao herbicida é influenciada pelo seu posicionamento e bioatividade no perfil do solo. A capacidade da planta em degradar a molécula do produto exerce também influência na sua tolerância aos herbicidas.

A ação dos herbicidas sobre o ambiente é influenciada pelas condições climáticas e pelas características do solo (conteúdo e tipo de matéria orgânica, composição e distribuição do tamanho das partículas do solo, pH, densidade aparente, tamanho e distribuição dos poros) que passam a agir de forma combinada. Nos herbicidas de elevada capacidade adsortiva, o conteúdo de matéria orgânica é geralmente o fator mais importante, pois, quanto mais alto,

menor a lixiviação (10). Esta será ainda maior em solos de textura arenosa que em solos siltosos ou argilosos (9).

Com base nesses argumentos, objetivou-se avaliar: 1) a tolerância da alfafa, cultivar Crioula, e a eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas latifoliadas, em pré-emergência, em solos com diferentes teores de matéria orgânica 0,94% (pH 5,4) e 2,64% (pH 6,1); e 2) a eficiência do oxyfluorfen e a mistura diuron e paraquat no controle de plantas daninhas após o corte da alfafa (com 10% de floração).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental de Coronel Pacheco, Coronel Pacheco, MG, pertencente à Embrapa Gado de Leite, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, textura franco-argilosa, com 32% de areia grossa, 17% de areia fina, 22% de silte e 29% de argila (3), sendo o teor de matéria orgânica de 0,92% (2) e o pH 5,9, no experimento após o corte, enquanto nos experimentos de pré-emergência os teores de matéria orgânica e pH foram de 0,96% e 5,4, no primeiro ensaio, e de 2,61% e 6,1, no segundo.

O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens, a primeira com três meses e a segunda dois dias antes do plantio. Fez-se a aplicação de 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e adubação de 300 kg ha⁻¹ da mistura 4-14-8 (N-P₂O₅-K₂O), também três meses antes do plantio. No dia do plantio da alfafa, suplementou-se, ainda, a adubação de 800 kg ha⁻¹ da mistura 4-14-8, 120 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 50 kg ha⁻¹ de FTE-12, nos sulcos. A semeadura foi realizada em sulco de 3 cm de profundidade, colocando-se uma quantidade equivalente a 20 kg ha⁻¹ de sementes. No mesmo dia, as sementes foram inoculadas com *Rhizobium meliloti*, seguindo as recomendações para a cultura. O cultivar plantado foi o Crioula.

As parcelas experimentais foram constituídas de 10 linhas de 6,0 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,30 m, sendo as seis fileiras centrais, situadas a menos de 0,50 m de cada extremidade, consideradas área útil. As parcelas foram irrigadas de acordo com a necessidade da cultura. O período de germinação da cultura foi de, aproximadamente, cinco dias.

Herbicidas aplicados em pré-emergência da alfafa

A aplicação dos herbicidas foi realizada em solo umedecido um dia após a semeadura. Utilizou-se pulverizador costal, pressurizado a CO₂, com pressão constante de 30 lb pol⁻², equipado com três bicos 110.03, e consumo de calda equivalente a 260 L ha⁻¹. A temperatura e a umidade relativa do ar foram de 24°C e 79%, respectivamente, e a velocidade do vento de 3,0 km h⁻¹, entre 8 e 9 h 35 min.

Os efeitos dos herbicidas na cultura foram avaliados, atribuindo-se notas de acordo com sintomas visuais de toxicidade, aos 10, 20 e 30 dias após a aplicação (DAA). Foi utilizada a escala EWRC (5), com valores de 0 a 100%, em que 0% equivale a nenhum dano visível e 100% à morte da planta.

A avaliação de controle das espécies invasoras foi realizada na parcela de 18 m², aos 40 e 80 DAA, adotando-se a escala visual de 0,0 (ausência de controle) a 100 (controle total). Aos 40 DAA, a flora daninha da testemunha sem capina apresentou: 30% de *Amaranthus deflexus* L., 20,9% de *Ageratum conyzoides* L., 10% de *Commelina benghalensis* L. e 11% de *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O' Don.; e as gramíneas com 6,4% de *Panicum maximum* Jacq. e 21,7% de *Digitaria horizontalis* Willd, espécies presentes no experimento com 0,96% de matéria orgânica. No experimento com 2,61% de matéria orgânica, a flora daninha da testemunha sem capina apresentou 30% de *A. deflexus*, 21,6% de *A. conyzoides*, 10,2% de *C. benghalensis* e 10% de *I. grandifolia*; e as gramíneas, 6,8% de *P. maximum* e 21,4% de *D. horizontalis*. Entre a avaliação feita aos 40 e 80 DAA, houve aumento médio de 11% dessas espécies invasoras em ambos os experimentos.

No tratamento adicional (parcela capinada), as invasoras foram controladas mensalmente, com enxada, até aos 90 DAA. Para evitar interferência das gramíneas com a cultura, foram aplicados 250 g ha⁻¹ de fluazifop-p-butil, 42 dias após a aplicação de imazaquin e flumetsulam. As testemunhas, tanto a capinada quanto a sem capina, não receberam fluazifop-p-butil.

Os experimentos foram conduzidos em dois grupos, de acordo com o teor de matéria orgânica. Para elevar o teor de matéria orgânica de 0,96% para 2,61%, foi acrescentado ao solo o equivalente a 20 t ha⁻¹ de esterco bovino.

Os herbicidas avaliados, em kg ha⁻¹, nos experimentos em pré-emergência, foram: imazaquin (0,10; 0,20 e 0,30), oryzalin (0,96; 1,92 e 2,88), flumetsulam (0,06; 0,12 e 0,18), acetochlor (1,68; 2,52 e 3,36), alachlor (0,96; 1,92 e 2,88) e metolachlor (1,44; 1,92 e 2,40), acrescentados das testemunhas (capinada e sem capina). Os 20 tratamentos avaliados, de cada experimento, foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. A biomassa nesses dois experimentos foi comparada pelo teste F, bem como as das testemunhas. O efeito do herbicida foi comparado com cada testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, e expresso em porcentagem de variação. As doses de cada herbicida foram testadas pelo teste F. Quanto aos dados de toxicidade, foi feita a análise descritiva.

Herbicidas aplicados após o corte da alfafa

Os produtos foram aplicados sobre a parte remanescente da cultura, um dia após seu corte em pós-emergência das invasoras. Utilizou-se pulverizador costal, pressurizado a CO₂, com pressão constante de 30 lb pol⁻², equipado com

três bicos 110.03, e consumo de calda equivalente a 260 L ha⁻¹. A temperatura foi de 25 °C, a umidade relativa do ar, 77%, e a velocidade do vento de 2,7 km h⁻¹, entre 8 e 9 h.

A avaliação de controle das espécies invasoras foi realizada na parcela de 18 m², aos 15 e 30 DAA, adotando-se a escala visual de 0,0 (ausência de controle) a 100 (controle total). Nessas épocas de avaliações, as principais plantas infestantes latifoliadas apresentaram: 42% de *Oxalis corniculata* L., 29% de *C. benghalensis*, 9,1% de *A. deflexus*, 5,2 de *A. conyzoides*, 3,5% de *Portulaca oleracea* L., e as gramíneas foram: 4,2% de *P. maximum* e 7% de *D. horizontalis*. Essas invasoras encontravam-se no estágio de desenvolvimento "pós-tardia". No tratamento adicional, as plantas daninhas foram controladas quinzenalmente com enxada, até aos 35 DAA. Para evitar interferência das gramíneas com a cultura, foram aplicados 250 g ha⁻¹ de fluazifop-p-butil, aos 7 DAA. As testemunhas, tanto a capinada quanto a sem capina, não receberam este herbicida.

Os produtos avaliados foram: 1,0 kg ha⁻¹ de diuron + 0,4 kg ha⁻¹ de paraquat; 1,5 kg ha⁻¹ de diuron + 0,4 kg ha⁻¹ de paraquat; 1,0 kg ha⁻¹ de diuron + 0,5 kg ha⁻¹ de paraquat; 1,5 kg ha⁻¹ de diuron + 0,5 kg ha⁻¹ de paraquat; e 0,24 e 0,36 kg ha⁻¹ de oxyfluorfen, acrescentados das testemunhas (capinada e sem capina). Os oito tratamentos avaliados foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os dados de biomassa seca da parte aérea foram comparadas pelo teste F bem como os das testemunhas. Os efeitos das doses dos herbicidas, testemunha sem capina e testemunha capinada foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quanto aos dados de toxicidade, foi feita a análise descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tolerância e eficácia dos herbicidas aplicados em pré-emergência

As plantas de alfafa apresentaram sintomas de toxicidade causados por acetochlor, alachlor, metolachlor, flumetsulam e imazaquin, exceto na menor dose aplicada. As plantas que emergiram mostraram sintomas típicos de folhas retorcidas e enroladas, sem apresentar clorose generalizada e manchas necróticas nos meristemas apicais. Estas plantas apresentaram crescimento vegetativo pouco vigoroso na dose intermediária e na maior dose dos herbicidas, e nesta última dose os efeitos foram maiores, até aos 25 DAA, no solo com 0,96% de matéria orgânica e pH 5,4. No solo com 2,61% de matéria orgânica e pH 6,1, os efeitos de alguns herbicidas foram ainda maiores até aos 32 DAA, e o flumetsulam causou toxicidade nas plantas que emergiram e reduziu em 70% a germinação, na dose intermediária e, principalmente, na maior dose. Ainda nessas doses e nesse teor de matéria orgânica no solo e pH, o imazaquin causou toxicidade nas plantas que emergiram e proporcionou redução de 50% na germinação, principalmente na maior dose. Após as épocas

de 25 DAA e 32 DAA, as plantas que se recuperaram dos danos apresentaram crescimento e desenvolvimento normais em sua parte aérea e começaram a cobrir o solo. Aos 90 DAA, a cultura já cobria totalmente o solo, exceto com o flumetsulam e imazaquin na dose intermediária e na maior dose, porque houve falha na germinação, deixando espaços vazios. O oryzalin, nas três doses estudadas, não proporcionou nenhum sintoma de toxicidade, não afetando o crescimento nem o desenvolvimento da cultura. Segundo Hastings e Kust (6) e Kust (7), um dos problemas para o estabelecimento da cultura no campo tem sido a toxicidade dos herbicidas latifolicidas.

A maior toxicidade na cultura aconteceu com a maior dose de acetochlor, alachlor, metolachlor, flumetsulam e imazaquin, independentemente do teor de matéria orgânica no solo. Isso pode estar relacionado com a capacidade desta cultura de não tolerar doses mais altas desses herbicidas, por eles proporcionarem maior adsorção no local e pela influência do teor de matéria orgânica e de argila, prolongando por um período maior. No caso do flumetsulam e imazaquin, um aumento no solo do teor de matéria orgânica de 0,96% e pH 5,4, para 2,61% e pH 6,1, respectivamente, foi o suficiente para causar alta toxicidade na cultura. Devido à natureza ácido-fraco do flumetsulam (4) e imazaquin (11), a adsorção destes herbicidas aos colóides do solo é fortemente dependente do pH do meio, além dos teores de argila e matéria orgânica (4). Com a diminuição do pH, ocorre aumento acentuado da adsorção (4).

Portanto, baseado no que foi exposto, nas condições dos experimentos, apesar do teor de matéria orgânica maior (o que poderia aumentar a adsorção), o solo com pH 6,1 e teor de 2,61% de matéria orgânica foi o suficiente para liberar moléculas, decisivas nas doses maiores de flumetsulam e imazaquin, para atuarem no sítio de ação e levar à redução superior a 50% na germinação das sementes da cultura. Isso aconteceu em virtude de a maior concentração das moléculas destes herbicidas estar disponível na solução do solo.

No período avaliado de 90 DAA, foi observado crescimento inicial relativamente lento e arquitetura foliar que não permite perfeita cobertura do solo. Esta cultura mostrou alta sensibilidade à competição, exercida, principalmente, por *A. deflexus*, *A. conyzoides* e *D. horizontalis*, que apresentavam rápido crescimento e alta densidade na testemunha sem capina (0,0% de controle), em ambos os teores de matéria orgânica.

Nos tratamentos com herbicidas latifolicidas, foi observado, aos 25 dias após a germinação (DAG), crescimento relativamente lento e arquitetura foliar que não permite perfeita cobertura do solo. Na testemunha sem capina a cultura já sofria alta interferência, especialmente quanto a *A. deflexus*, *A. conyzoides* e *P. maximum*, que apresentavam rápido crescimento e se encontravam em alta densidade. Nos demais tratamentos, o controle das gramíneas foi de 100%, devido à aplicação de fluazifop-p-butil.

O acetochlor, alachlor, flumetsulam e imazaquin, mesmo na menor dose, proporcionaram controle acima de 95% de *A. deflexus*, juntamente com a dose maior de oryzalin e metolachlor. As doses intermediárias de metolachlor e oryzalin propiciaram controle na faixa de 91,7%. *A. conyzoides* foi 100% controlado pelo flumetsulam, nas três doses aplicadas, enquanto o acetochlor, alachlor e imazaquin, na maior dose, alcançaram controle acima de 97%. *C.*

benghalensis apresentou controle acima de 93% na dose intermediária e na dose maior de acetochlor, alachlor, metolachlor, imazaquin e flumetsulam. As maiores doses de flumetsulam e imazaquin foram as que atingiram um nível acima de 93,1% de controle de *I. grandifolia* (Quadro 1). *P. maximum* foi suscetível ao oryzalin, acetochlor, alachlor e metolachlor na menor dose, com variação entre 86,4 e 91,2% de controle. As demais doses desses herbicidas proporcionaram controle acima de 95%. Esses herbicidas, a partir da menor dose, proporcionaram controle acima de 95% de *D. horizontalis*, no solo com 0,96% de matéria orgânica.

Observando o Quadro 2, constata-se que os herbicidas, em suas respectivas doses, aplicados no solo com 2,61% de matéria orgânica e pH 6,1, propiciaram, em média, 10% a mais de controle das espécies invasoras, em relação ao solo com 0,96% de matéria orgânica e pH 5,4 (Quadro 1).

Entre a avaliação feita aos 40 e 80 DAA ocorreu pequena reinfestação das espécies invasoras. Este aumento, em geral, foi inferior a 11%, tanto no teor de 0,96% de matéria orgânica quanto no de 2,61%, provavelmente como consequência da dissipação do herbicida pelo ambiente e, também, pelo fato de as espécies *A. deflexus* e *A. conyzoides* se encontrarem em 95% de sua floração, época em que atingiram maior altura.

QUADRO 1 - Porcentagem de controle de plantas daninhas, por espécie, em 18 m², avaliadas aos 40 dias após a aplicação em resposta às doses dos herbicidas, com 0,96% de matéria orgânica e pH 5,4

Herbicidas	Doses kg ha ⁻¹	<i>Amaranthus deflexus</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Ipomoea grandifolia</i>	<i>Panicum maximum</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>
imazaquin	0,10	97,7	86,1	84,2	77,1	40	61,2
	0,20	100	91	93,4	85,2	50,4	70
	0,30	100	99,7	100	96,4	59,5	76,2
flumetsulam	0,06	100	100	70	75	12	20,6
	0,12	100	100	84,7	80,9	16,7	26,1
	0,18	100	100	93,4	93,1	49,7	30,2
oryzalin	0,96	81,1	49,1	48,4	52,3	86,4	95
	1,92	91,7	55,5	62,7	60	95,4	100
	2,88	95,5	66	70,4	73	100	100
acetochlor	1,68	95,4	87	87	50	87,7	100
	2,52	100	91,8	93,4	60	95,4	100
	3,36	100	97,9	100	83,3	100	100
alachlor	0,96	96,2	85,7	87,2	50	87,7	100
	1,92	100	92,3	93	52,4	95,4	100
	2,88	100	100	100	80,9	100	100
metolachlor	1,44	88	70,2	86,9	52,4	91,2	96,1
	1,92	91,7	80,1	93,4	61,2	95,4	100
	2,40	98,5	85,7	100	83,9	100	100
testemunha* sem capina	-	0	0	0	0	0	0

*Número de plantas daninhas com o respectivo desvio-padrão, 131±20,5 de *A. deflexus*; 91±22,5 de *A. conyzoides*; 44±9,0 de *C. benghalensis*; 48±7,2 de *I. grandifolia*; 28±4,2 de *P. maximum*; e 94±4,9 de *D. horizontalis*.

Aos 90 DAA, época em que os experimentos foram finalizados, as plantas de alfafa tratadas com acetochlor, alachlor e metolachlor apresentaram menor biomassa seca da parte aérea, na maior dose de cada herbicida, quando comparadas com a testemunha capinada; a redução desses valores variou entre 34,7 e 39,71%, no teor de 0,96% de matéria orgânica, e de 41,59 a 47,05%, no teor de 2,61%. O imazaquin e o flumetsulam, na dose intermediária e, principalmente, na maior dose, proporcionaram menor biomassa seca da parte aérea, quando comparada com o controle. Esse valor variou de 28,75 a 79,55, no solo com 0,96% de matéria orgânica, e de 63,65 a 84,20%, no de 2,61% de matéria orgânica. A biomassa seca da parte aérea das plantas tratadas com o oryzalin, nas três doses, foi semelhante ao controle, independentemente dos teores de matéria orgânica no solo. Esta menor biomassa seca foi maior ainda no teor de 2,61% de matéria orgânica, em comparação ao de 0,96% (Quadro 3). Entre os teores de matéria orgânica, verificou-se que somente na testemunha sem capina a biomassa seca da parte aérea foi superior no teor de 2,61%, em relação ao teor de 0,96% de matéria orgânica.

QUADRO 2 - Porcentagem de controle de plantas daninhas, por espécie, em 18 m², avaliadas aos 40 dias após a aplicação, em resposta às doses dos herbicidas, com 2,61% de matéria orgânica e pH 6,1

Herbicidas	Doses kg ha ⁻¹	<i>Amaranthus deflexus</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Ipomoea grandifolia</i>	<i>Panicum maximum</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>
imazaquin	0,10	98	92	90,1	81,1	42,6	65,2
	0,20	100	95,5	98,1	89	53,8	76,1
	0,30	100	99,4	100	96	59,3	80,8
flumetsulam	0,06	100	100	81,2	82,1	20,6	23,6
	0,12	100	100	89,9	89,1	25,4	27,2
	0,18	100	100	96,9	95	55,4	33,5
oryzalin	0,96	87,7	54,3	46,8	56,5	92,3	98
	1,92	93,2	66,9	59,4	69,2	97,8	100
	2,88	97,5	77,4	74,5	76	100	100
acetochlor	1,68	100	90,1	92,3	52,3	93,3	100
	2,52	100	95,8	96,9	68,4	97,2	100
	3,36	100	98,4	100	90,1	100	100
alachlor	0,96	100	91,4	90,5	57,4	90,2	100
	1,92	100	96,7	96,9	66,9	96,2	100
	2,88	100	100	100	86,1	100	100
metolachlor	1,44	93,2	76,6	90,5	62,3	92,2	98
	1,92	95,3	86,9	96,9	67	96,2	100
	2,40	100	90,4	100	85,3	100	100
testemunha* sem capina	-	0	0	0	0	0	0

*Número de plantas daninhas com respectivo desvio-padrão, 137±22,4 de *A. deflexus*; 98±20,5 de *A. conyzoides*; 46±7,5 de *C. benghalensis*; 45,5±6,4 de *I. grandifolia*; 31±5,0 de *P. maximum*; e 97,5±3,8 de *D. horizontalis*.

Pelos resultados apresentados, pode-se inferir que a cultura da alfafa mostrou ser altamente sensível à interferência das plantas daninhas e também às maiores doses de acetochlor, alachlor, metolachlor, imazaquin e flumetsulam

em ambos os teores de matéria orgânica, juntamente com imazaquin e flumetsulam na dose intermediária, exceto as três doses do oryzalin. No teor de 2,61% de matéria orgânica, as plantas de alfafa ainda apresentaram menor biomassa seca da parte aérea que no teor de 0,96%, com imazaquin e flumetsulam.

Tolerância e eficácia dos herbicidas aplicados após o corte da alfafa

As folhas após o corte, tratadas com oxyfluorfen nas doses de 0,24 e 0,36 kg ha⁻¹, exibiram sintomas de toxicidade algumas horas após a aplicação, como clorose e manchas necróticas. Nas brotações da cultura, os sintomas característicos foram: folhas retorcidas e enroladas, sem apresentar clorose generalizada, e manchas necróticas nos meristemas apicais; o crescimento vegetativo permaneceu paralisado até aos 12 DAA. Após esta época, os danos tinham sido reduzidos, indicando rápida recuperação da cultura.

QUADRO 3 - Média da biomassa seca (g) da parte aérea das plantas de alfafa, aos 90 dias após a aplicação, em resposta às doses dos herbicidas					
Herbicida	Doses kg ha ⁻¹	Teor de matéria orgânica e pH		% de variação em relação à testemunha capinada	
		0,96 (%) 5,4	2,61 (%) 6,1	0,96 (%) 5,4	2,61 (%) 6,1
imazaquin	0,10	77,50 A	77,30 A	-3,96	-4,09
	0,20	57,50 A	22,80 B	-28,75 *	-71,71 *
	0,30	16,50 A	12,70 B	-79,55 *	-84,20 *
flumetsulam	0,06	75,90 A	76,60 A	-5,95	-4,96
	0,12	52,40 A	29,30 B	-35,07 *	-63,65 *
	0,18	27,40 A	17,40 B	-66,05 *	-78,41 *
oryzalin	0,96	76,70 A	79,10 A	-4,96	-1,86
	1,92	79,40 A	77,90 A	-1,61	-3,35
	2,88	79,60 A	79,60 A	-1,36	-1,24
acetochlor	1,68	75,95 A	77,78 A	-5,89	-3,50
	2,52	76,30 A	72,38 A	-5,45	-10,20
	3,36	48,65 A	42,68 A	-39,71 *	-47,05 *
alachlor	0,96	78,40 A	76,75 A	-2,85	-4,78 *
	1,92	74,45 A	73,10 A	-7,74	-9,31
	2,88	48,68 A	44,20 A	-39,67 *	-45,16 *
metolachlor	1,44	77,80 A	74,18 A	-3,59	-7,97
	1,92	74,30 A	73,38 A	-7,93	-8,96
	2,40	52,68 A	47,08 A	-34,70 *	-41,59 *
testemunha sem capina		22,60 Bb	29,90 Ab		
testemunha capinada		80,70 Aa	80,60 Aa		
relação entre as testemunhas				-71,99 *	-62,90 *

Em cada herbicida e cada dose (linha), A difere de B pelo teste F (P<0,05).
 Em cada experimento (coluna), a difere de b pelo teste F (P<0,05).
 *Estatisticamente diferente da testemunha, pelo teste de Dunnett (P<0,05).

A aplicação da mistura em tanque (diuron + paraquat), independentemente da dose, logo após o corte da cultura, em geral provocou danos nas folhas após o corte, com clorose, seguida de necrose, enquanto as brotações que surgiram após a aplicação da mistura apresentaram folhas novas sem nenhum dano, com crescimento e desenvolvimento normais em sua parte aérea.

O oxyfluorfen, nas doses de 0,24 e 0,36 kg ha⁻¹, proporcionou controle de 76,0 e 80,4% de *Oxalis corniculata*, respectivamente, espécie que representava 42% do total. As espécies como *C. benghalensis*, *A. deflexus* e *A. conyzoides* apresentaram controle entre 77,5 e 85,6% em ambas as doses (Quadro 4). *Portulaca oleracea* foi a espécie que obteve melhor controle, com 92,5% na dose de 0,24 kg ha⁻¹ de oxyfluorfen, e 94,6% na dose de 0,36 kg ha⁻¹ de oxyfluorfen, em aplicação "pós-tardia". Durante a condução do experimento, não houve incidência de novas plantas invasoras. Dessa forma, este herbicida, nas doses tratadas, poderá ter melhor atuação na modalidade em pré-emergência das plantas daninhas, que na de "pós-tardia", após o corte da alfafa. A mistura em tanque, independentemente da dose, proporcionou controle acima de 94,3% nas latifoliadas. *P. maximum* e *D. horizontalis*, que possuem sistema radicular mais profundo, apresentaram apenas alguns danos e, em seguida, se recuperaram. Para controle de 100% destas duas espécies, foram aplicados 250 g ha⁻¹ de fluazifop-p-butil, sete dias após a aplicação dos herbicidas. Os produtos foram aplicados quando as invasoras se encontravam no estágio de desenvolvimento "pós-tardio". No tratamento adicional (parcela capinada), as plantas daninhas foram controladas quinzenalmente com enxada, até aos 35 DAA.

QUADRO 4 - Porcentagem de controle de plantas daninhas, por espécie, em 18 m ² , avaliadas aos 15 dias após a aplicação, em resposta às doses dos herbicidas, aplicados em pós-emergência						
Herbicidas (kg ha ⁻¹)	<i>Oxalis corniculata</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Amaranthus deflexus</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	Gramíneas
1,0 de diuron + 0,4 de paraquat	96,9	94,3	97,1	97,1	98,4	100,0
1,5 de diuron + 0,4 de paraquat	98,2	95,2	98,3	97,1	98,9	100,0
1,0 de diuron + 0,5 de paraquat	100,0	97,9	100,0	100,0	100,0	100,0
1,5 de diuron + 0,5 de paraquat	100,0	98,8	100,0	100,0	100,0	100,0
0,24 de oxyfluorfen	76,0	77,5	76,8	78,7	92,5	100,0
0,36 de oxyfluorfen	80,4	78,2	79,8	85,6	94,6	100,0
testemunha sem capina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fluazifop-p-butil foi aplicado na dose única de 250 g ha⁻¹, sete dias após a aplicação dos herbicidas.

Aos 35 dias da aplicação dos herbicidas, não foram constatadas diferenças na biomassa seca da parte aérea entre a mistura em tanque e o oxyfluorfen, em suas respectivas doses, e a testemunha capinada (Quadro 5). A exceção foi no tratamento com 0,36 de oxyfluorfen, que apresentou redução de 8,49% na biomassa seca. Na testemunha sem capina, a redução na biomassa foi de 66,87%, quando comparada com a testemunha capinada. Essa redução da biomassa pode estar relacionada com a competição intra e interespecífica, que foi dificultando a sobrevivência da cultura. As plantas de alfafa, quando estiveram livres de competição, como aconteceu nos tratamentos com herbicidas e a testemunha capinada, apresentaram ganhos expressivos na biomassa, indicando suas necessidades pelos fatores do meio, como luz, água e nutrientes.

QUADRO 5 - Valores médios da biomassa seca (g) da parte aérea das plantas de alfafa, avaliadas aos 35 dias após a aplicação, em resposta às doses dos herbicidas¹

Doses (kg ha ⁻¹)	Médias da biomassa seca (g)	Redução (%)
1,0 de diuron + 0,4 de paraquat	107,450 A B	0,83
1,5 de diuron + 0,4 de paraquat	105,525 A B	2,60
1,0 de diuron + 0,5 de paraquat	105,950 A B	2,51
1,5 de diuron + 0,5 de paraquat	104,625 A B	3,43
0,24 de oxyfluorfen	102,475 A B	5,42
0,36 de oxyfluorfen	99,150 B	8,49
testemunha capinada	108,350 A	-
testemunha sem capina	35,900 C	66,87

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

1) O oryzalin é seletivo à cultura e proporciona melhor controle de gramíneas e folhas largas, nas duas maiores doses, independentemente dos teores de matéria orgânica e pH do solo.

2) O acetochlor, alachlor e metolachlor podem ser aplicados até na dose intermediária, em ambos os teores de matéria orgânica e pH do solo, com excelente controle das plantas daninhas de folhas largas e gramíneas

3) O flumetsulam e o imazaquin só podem ser aplicados na menor dose estudada, independentemente do teor de matéria orgânica e pH do solo, com bom controle de algumas plantas daninhas latifoliadas, necessitando-se aplicar fluazifop-p-butil em pós-emergência.

4) Os herbicidas proporcionam, em média, 10% a mais de controle das espécies invasoras do solo com 2,61% de matéria orgânica e pH 6,1, em

comparação com aquelas plantas invasoras do solo com 0,96% de matéria orgânica e pH 5,4.

5) As brotações da alfafa apresentam injúria até aos 12 DAA causada pelo oxyfluorfen, nas doses estudadas, recuperando-se em seguida; esse herbicida apresenta razoável potencial de controle das plantas daninhas “pós-tardias” e excelente controle em pré-emergência.

6) A aplicação da mistura em tanque (diuron + paraquat) logo após o corte da alfafa proporciona danos nas folhas existentes depois do corte; as brotações que surgem ficam isentas de toxicidade, com crescimento e desenvolvimento normais em sua parte aérea. Não há redução da biomassa seca da parte aérea da cultura, tanto nos tratamentos com oxyfluorfen quanto nos da mistura em tanque, exceto na dose de 0,36 kg ha⁻¹ de oxyfluorfen, que provoca redução na biomassa seca.

REFERÊNCIAS

1. ASHTON, F.M. & CRAFTS, A.S. Mode of action of herbicides. 2ª ed. New York, John Wiley & Sons, 1973. 504p.
2. DEFELIPO, B.V.& RIBEIRO, A.C. Análise química do solo (metodologia). Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1981. 17p. (Boletim de Extensão, 29).
3. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual e métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
4. FONTAINE, D.D.; LEHMANN, R.G. & MILLER, J.R. Soil adsorption of neutral and anionic forms of a sulfonamide herbicide, flumetsulam. J. Environ. Qual., 20: 759-62, 1991.
5. FRANS, R.W. Measuring plant response. In: Wilkinson, R.E. (ed.). Research methods in weed science. Puerto Rico, Weed Science Society, 1972. p.28-41.
6. HASTINGS, R.F.& KUST, C.A. Control of yellow rocket and white cockle in establish alfalfa. Weed Science, 18: 329-33, 1969.
7. KUST, C.A. Selective control of hoary alyssum in alfalfa. Weed Science, 17: 99-101, 1969.
8. MORELAND, D. E. Mechanisms of action of herbicides. Ann. Plant. Physiol., 31: 597-638, 1980.
9. NICHOLLS, P.H. Factors influencing entry of pesticides into soil water. Pestic. Sci., 22: 123-37, 1988.
10. SENESI, N.; BRUNRTTI, G. & LA CAVA, P. Adsorption of alachlor by humic acids from sewage sludge and amended and non-amended soil. Soil Sci., 157: 176-84, 1994.
11. STOUGAARD; R.N.; SHEA, P.J. & MARTIN, A. R. Effect of soil type and pH on adsorption, mobility, and efficacy of imazaquin and imazethapyr. Weed Sci., 38: 67-73, 1990.

12. ZOSCHKE, A. Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. *Weed Tech.*, 8: 376-86, 1994.