

Potenciais herbicidas para a cultura de alfafa

Apresentação

O manejo de plantas daninhas em alfafa é muito importante, por ser esta cultura muito vulnerável à competição. O cultivo em presença dessas invasoras proporciona baixa produtividade dos alfafais. No entanto, novas pesquisas com uso de herbicidas estão sendo desenvolvidas, com o intuito de amenizar os problemas causados pelas plantas daninhas.

Essas invasoras, além de reduzir a produção, prejudicam a qualidade da forragem e das sementes, motivo pelo qual recomendam-se procedimentos adequados de manejo, na condução de diversas culturas.

A Embrapa Gado de Leite pretende, com esta publicação, apresentar práticas de manejo de plantas daninhas na cultura da alfafa, visando proporcionar suporte aos produtores nas tomadas de decisão para o correto manejo das plantas daninhas em suas lavouras.

Introdução

A interferência das plantas daninhas é um dos principais fatores responsáveis pela redução da produtividade de diversas culturas. Na alfafa essa interferência ocasiona sérios prejuízos financeiros para os produtores. Segundo Charles et al. (1998), em áreas com infestação de plantas daninhas, a decisão de controlá-las pode ser facilmente justificada em termos econômicos, porque os produtores estão cientes do efeito negativo de densidades elevadas de plantas invasoras sobre o rendimento das culturas. No entanto, em áreas com baixas densidades de plantas daninhas, deve-se optar pelo manejo, considerando os cálculos dos benefícios econômicos de controlá-las, comparativamente ao custo do controle de plantas daninhas com herbicidas (Knezevic et al., 1997). Nesse sentido, faz-se necessário o controle de plantas daninhas na cultura da alfafa, pois esta é vulnerável à competição provocada pelas plantas invasoras, principalmente no estágio inicial de crescimento, impedindo o desenvolvimento adequado da cultura no campo (Nuernberg et al., 1990), com reflexos na qualidade da forrageira e nas sementes produzidas (Peters & Peters, 1992) e diminuição na persistência do estande (Silva et al., 2003). Além da competição, algumas plantas daninhas podem liberar compostos como: alcalóides, terpenóides, quinonas e coumarinas, que também prejudicam o crescimento e o desenvolvimento da cultura (Peters & Peters, 1992).

O controle das plantas daninhas com herbicidas constitui-se no método mais utilizado na cultura da alfafa. Entretanto, são necessários mais pesquisas quanto à tolerância da alfafa aos herbicidas latifolicidas, porque em algumas situações estes produtos proporcionam baixo controle das espécies de plantas daninhas e alta toxicidade na cultura, principalmente quando a alfafa é ainda jovem e sensível. As aplicações dos herbicidas em pré-emergência, pós-emergência e após o corte sem prévio conhecimento dos efeitos dos produtos sobre a cultura e o meio ambiente, bem como a identificação das espécies presentes na comunidade, levam a um aumento desnecessário do custo de produção.

Alguns herbicidas podem ser ineficientes no controle de plantas daninhas e/ou proporcionar toxicidade nos alfafais. Daí surge a necessidade de experimentar herbicidas eficientes para o seu manejo. Todavia, o uso repetitivo de um mesmo herbicida ou herbicidas, com mesmo mecanismo de ação, em uma determinada área, não constitui uma prática recomendada, por exercerem alta pressão de seleção, aumentando a possibilidade de seleção de biótipos resistentes (Vargas et al., 1999), incrementando, assim, a importância do uso de misturas de herbicidas no controle destas plantas.

Juiz de Fora, MG
Novembro, 2004

Autores

Wilson da Silva

Pesquisador, Bolsista do CNPq
Embrapa Gado de Leite/
Núcleo Regional Centro-Oeste
silvawilson@hotmail.com

Duarte Vilela

Engenheiro Agrônomo, D.Sc.
Embrapa Gado de Leite
Rua Eugênio do Nascimento,
610 – Bairro Dom Bosco
Juiz de Fora – MG
vilela@cnpqgl.embrapa.br

Alexandre Bryan Heinemann

Pesquisador
Embrapa Gado de Leite/
Núcleo Regional Centro-Oeste
alexhb@cnpaf.embrapa.br

Roseli Aparecida dos Santos

Pesquisadora, Bolsista do CNPq
Embrapa Gado de Leite/
Núcleo Regional Centro-Oeste

O uso de herbicida 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 (Zoschke, 1994). Desta forma, o controle das plantas daninhas com herbicidas torna-se fundamental para garantir o sucesso do estabelecimento do alfafal.

Para que um herbicida exerça a sua ação final, que é a morte da planta, basta que uma pequena porcentagem seja absorvida e translocada até atingir o local de ação (Moreland, 1980). 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 (Ashton & Crafts, 1973); com relação aos produtos aplicados ao solo, como os de ação residual, 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 eficiência dos herbicidas depende das características físico-químicas dos solos e dos tipos de herbicidas, das condições climáticas, das características morfofisiológicas das culturas e das plantas daninhas (Silva, 2000). Estas características associadas a ocorrência de veranicos pode reduzir a eficiência do manejo das plantas daninhas, que possuem maior adaptabilidade às condições estressantes que a cultura.

Devido à variabilidade do solo, é fundamental que se conheça a textura da área onde será feito o manejo das plantas daninhas, principalmente se for com herbicidas. Solos arenosos suportam doses menores de herbicidas, bem como perdem umidade mais rapidamente que os argilosos, o que exige maiores cuidados na aplicação de herbicidas em pós-emergência após períodos de estiagem.

Ressalta-se que não há herbicidas e misturas de herbicidas registrados pelo Ministério da Agricultura para uso na cultura de alfafa. Parte dos resultados apresentados nesta circular técnica foi obtida nos programas de pesquisa da Embrapa Gado de Leite.

Principais espécies de plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas é um componente importante nos agroecossistemas, mas a definição do que seja uma planta daninha nem sempre é fácil. Uma dentre as numerosas definições poderia ser: "plantas daninhas são aquelas que estão fora de lugar". Assim, em um alfafal, as plantas voluntárias de estilosantes provenientes de sementes do

cultivo são consideradas plantas daninhas. As plantas que se desenvolvem sem serem semeadas tendem a competir com as cultivadas e provocam efeitos negativos. Entretanto, em alguns casos, a completa eliminação das plantas nativas pode ser pior que apenas diminuir sua população. Os efeitos benéficos destas plantas, por exemplo, podem ser a formação de cobertura diminuindo a erosão do solo, reciclagem de nutrientes e favorecimento de insetos benéficos.

As principais plantas daninhas que ocorrem na cultura da alfafa constam na Tabela 1.

Tabela 1. Principais plantas daninhas na cultura da alfafa.

Nome científico	Nome comum
<i>Acanthospermum australe</i>	Carrapicho-rasteiro, mata-pasto
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-de-carneiro
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasito, picão-roxo
<i>Amaranthus</i> spp.	Caruru
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada, papuã
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho, timbete
<i>Chamaesyce</i> spp.	Erva-de-Santa-Luzia, erva-andorinha
<i>Commelina</i> spp.	Trapoeraba
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca
<i>Cuscuta</i> spp.	Fio-de-ovos
<i>Digitaria horinzontalis</i>	Capim-colchão, capim-milhã
<i>Digitaria insulares</i>	Capim-amargoso
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha, pé-de-galinha
<i>Emilia sonchifolia</i>	Falsa-serralha, serralhinha
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteira, amendoim-bravo
<i>Galinsoga</i> spp.	Botão-de-ouro, picão-branco
<i>Heliotropium indicum</i>	Crista-de-galo, borragem-brava
<i>Ipomoea</i> spp.	Corda-de-viola, campainha
<i>Lepidium virginicum</i>	Mentruz, mastruz, mentrasto
<i>Nicandra physaloides</i>	Joá-de-capote
<i>Oxalis corniculata</i>	Azedinha, trevo-azedo
<i>Oxalis latifolia</i>	Trevo-azedo, azedinha-de-folha-cortada
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colônião, capim-coloninho
<i>Pennisetum setosum</i>	Capim-custódio, capim-oferecido
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega, ora-pro-nobis
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca, poaia-do-campo
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha
<i>Sida</i> spp.	Guanxuma

As espécies de plantas daninhas mais agressivas à alfafa pertencem aos gêneros *Brachiaria*, *Cenchrus*, *Digitaria*, *Commelina*, *Amaranthus* e *Ipomoea*. No gênero *Brachiaria* destacam-se as espécies *B. decumbens*, *B. plantaginea*. A *B. decumbens* é uma planta perene que se reproduz por semente e/ou forma vegetativa, a partir de rizomas e estolões. A germinação das sementes é muito irregular, pois muitas apresentam dormência inicial, o que dificulta as medidas de controle, necessitando de herbicidas de efeito residual longo. *B. plantaginea* é uma planta anual com reprodução sexuada, muito agressiva, ocorrendo em todo território nacional, com destaque na Região Sul, onde recebe o nome de papuã.

O gênero *Cenchrus* é constituído por 23 espécies, sendo *C. echinatus* comumente conhecida por timbete ou capim-carrapicho. Essa espécie é altamente competitiva e, quando estabelecida, dificulta os trabalhos manuais, inclusive a colheita, pois os espinhos ferem os trabalhadores. Além disso, o timbete, assim como a braquiária, possuem sementes grandes, com alta reserva nutritiva, permitindo a germinação e emergência daquelas que estão localizadas em maior profundidade no solo. Com isso, podem escapar do controle químico com herbicidas de pré-emergência.

No gênero *Digitaria*, destacam-se as espécies *D. horinzontalis*, popularmente chamada de milhã ou capim-colchão, e *D. insularis*, conhecida como capim amargoso.

As espécies dos gêneros *Commelina*, trapoeraba e *Ipomoea*, corda-de-viola, além de serem altamente competitivas, dificultam a colheita manual ou mecânica e conferem altos teores de umidade ao feno de alfafa.

Interferência das plantas daninhas

As plantas daninhas, por estarem sendo, indiretamente, selecionadas para adaptação às condições adversas, obtêm seus elementos vitais com mais eficiência: extraem água, nitrogênio, fósforo e potássio, quatro, cinco, três e seis vezes mais, respectivamente, que as plantas cultivadas (Lorenzi, 1994).

Soares Sobrinho (1973), citando trabalho de Downton, afirma que das dez piores plantas daninhas do mundo sete são C_4 , duas são C_3 e uma está indefinida. A alfafa é uma planta C_3 que apresenta baixo ponto de compensação luminoso e baixa eficiência de uso de água em comparação com plantas C_4 (Bouhache & Bayer, 1993). Essa característica é de grande importância para o seu controle, pois na época de semeadura podem ocorrer altas temperaturas e altas luminosidades, que favorecem mais o desenvolvimento de plantas C_4 . A alfafa normalmente só completa o estande de plantas a partir dos 60 dias após emergência. Além disto, é mais sensível à deficiência hídrica que as plantas C_4 , e quando isso ocorre torna-se imperativo iniciar mais cedo o controle das plantas daninhas, principalmente em áreas com alta infestação. O período crítico de competição estende-se dos 15 aos 50 dias após a emergência da alfafa.

Os efeitos negativos sobre a produtividade são diversos, pois dependem de fatores relacionados à cultura e ao manejo, como cultivar, espaçamento, densidade de semeadura, às características do solo e seu manejo, fertilidade, preparo e adubação, e, principalmente, às plantas daninhas, sua densidade e espécie.

Além de reduzir a produção, e diminuir a persistência do estande, algumas plantas daninhas interferem na qualidade

da forrageira e nas sementes produzidas, depreciada pela mistura de suas sementes, principalmente quando se refere às sementes de *Cuscuta*, por serem estas parecidas com as sementes de alfafa.

Segundo Silva et al. (2003), a interferência das plantas daninhas reduziu a produção de biomassa seca em 75% e proporcionou menor altura de plantas, nas cultivares Crioula e Pioneer 58 N 58, onde não foi aplicado herbicida. É de se esperar que haja prejuízo na produtividade pela competição das plantas daninhas sobre a cultura da alfafa, e esta deve ser minimizada na fase denominada período crítico de competição.

Técnicas de controle

Segundo Hart (1985), a população das plantas daninhas pode ser dividida em três componentes: as sementes ativas; as sementes inativas ou latentes; e as plantas daninhas propriamente ditas.

As sementes ativas, prontas para germinar, e as inativas, ou latentes, podem vir de fontes comuns: produção das plantas e de sistemas externos. As ativas, por sua vez, podem originar sementes inativas, como se segue, na Fig. 1.

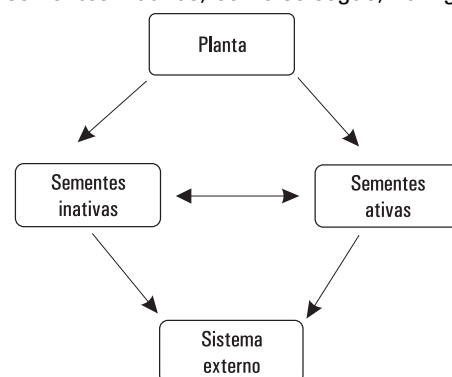


Fig. 1. Comportamento da população das plantas daninhas.

A eliminação direta das plantas daninhas pode ser realizada por procedimentos químicos, mecânicos, manuais e biológicos.

As práticas de controle das plantas daninhas devem associar o melhor método ao momento oportuno, antes do período crítico de competição. A escolha do método ou a associação de métodos deve estar relacionada às condições locais de mão-de-obra e de implementos, considerando a análise de custos.

Preventivo

O método preventivo visa impedir a introdução, o estabelecimento e a disseminação de espécies em áreas ainda não-infestadas. Para isso, uma das principais ações é o uso de sementes com alto grau de pureza.

A legislação nacional estabelece limites para sementes de espécies daninhas toleradas e determina as espécies proibidas nos lotes de sementes comerciais. Isso evita a utilização de sementes com propágulos de plantas daninhas, especialmente daquelas de difícil controle, em áreas ainda não-infestadas.

Outros cuidados são necessários, como evitar o uso de esterco, palha ou compostos que contenham propágulos de plantas daninhas, fazer a limpeza completa dos equipamentos agrícolas antes de entrar na lavoura ou após a sua utilização em talhões onde existam espécies-problema e efetuar o controle destas plantas próximo às margens dos carregadores.

Cultural

O método cultural se baseia na utilização de plantas de alfafa com capacidade de manifestar seu máximo potencial produtivo e de competir com as plantas daninhas. Isso pode ser obtido com o uso de cultivares adaptadas ao clima e solo, sementes de boa qualidade, adubação equilibrada, época adequada de semeadura, uniformidade na profundidade de semeadura, arranjo espacial das plantas, manejo de pragas e doenças. A utilização de seqüência de cultivos em sucessão ou rotação enquadra-se, diretamente, no controle cultural e, indiretamente, no controle biológico, quando os restos culturais de um cultivo exercem efeitos alelopáticos e/ou supressivos sobre a biota do cultivo seguinte.

Rotação de culturas

A rotação de culturas colabora com o equilíbrio econômico e ecológico. Bem planejada e executada, a rotação está intimamente ligada à sustentabilidade de quem a utiliza e das culturas envolvidas.

As culturas possuem necessidades nutricionais distintas e são atacadas por pragas e doenças de forma diferenciada. Assim, ao se manejarem culturas distintas em uma mesma área ao longo do tempo, tem-se uma melhor distribuição dos nutrientes no solo e uma quebra do ciclo de patógenos. Com relação às plantas daninhas, algumas infestam diversas culturas, mas os herbicidas utilizados são diferentes, assim como suas atuações. Dessa forma, a utilização de diferentes herbicidas nas culturas que compõem as rotações, proporcionam ações diferenciadas nas plantas daninhas, reduzindo sua disponibilidade de sementes e capacidade de resistência aos herbicidas envolvidos.

A monocultura contínua, juntamente com a aplicação dos mesmos herbicidas ano após ano, favorece o estabelecimento de espécies daninhas tolerantes, ou resistentes aos herbicidas utilizados. Assim, a rotação de culturas previne o surgimento de altas populações de espécies de plantas daninhas adaptadas a uma determinada cultura ou ambien-

te. Para assegurar a eficiência da rotação de cultura, é importante que as culturas que irão compor o sistema de rotação apresentem características contrastantes entre si.

Cultivares

As cultivares de alfafa de porte baixo são menos competitivas com as plantas daninhas na fase inicial de desenvolvimento da cultura. A altura da planta da alfafa é uma das características mais importantes no controle das plantas daninhas. As cultivares mais competitivas com as plantas daninhas devem apresentar folhas superiores eretas, para facilitar a penetração da radiação solar. Uma alta taxa de crescimento inicial é também uma característica importante para melhorar a competição com as plantas daninhas.

Espaçamento e densidade de semeadura

O emprego de menor espaçamento e o aumento da densidade de semeadura são procedimentos importantes para que a cultura seja mais competitiva com as plantas daninhas. Contudo, o efeito do sombreamento sobre as plantas daninhas depende da composição específica da comunidade infestante, pois esta apresenta grande variação quanto à suscetibilidade à restrição de luz.

Mecânico

O manejo mecânico consiste em eliminar as plantas daninhas por efeito físico-mecânico, como a capina manual ou mecânica e o preparo do solo.

A capina manual é utilizada em pequenas lavouras. Em grandes áreas, o elevado custo e a escassez de mão-de-obra inviabilizam esta prática. A capina deve ser feita superficialmente, movimentando uma camada de 3 a 5 cm de solo, de forma que sejam destruídas as plantas daninhas recém-emergidas e as que se encontram em germinação, sem trazer para a superfície as sementes das camadas mais profundas. A capina deve ser realizada preferencialmente em solo pouco úmido.

Uma das limitações da capina mecânica é a impossibilidade de se controlarem as plantas daninhas que crescem na linha de semeadura. Tal qual a capina manual, o cultivo mecânico não é eficiente em dias chuvosos, devendo, portanto, ser realizada estando o solo com pouca umidade. É conveniente fazer o controle quando as plantas daninhas ainda são jovens, pois, na fase adulta, possuem sistema radicular desenvolvido, o que exige que a capina seja feita a uma maior profundidade, resultando em maior movimentação de solo e maior dano à cultura.

O método de preparo do solo interfere na população e no número de espécies infestantes. O preparo contínuo do solo com grade aradora favorece a germinação e proliferação de plantas daninhas (Kluthcouski et al., 1988), em comparação com a aração profunda, após a incorporação

dos restos culturais com grade aradora, pois este preparo permite colocar a maioria das sementes de plantas daninhas a cerca de 30 cm de profundidade, dificultando a sua emergência e favorecendo o seu apodrecimento (Seguy et al., 1984).

A antecipação do início do preparo do solo, com gradagens periódicas, constitui-se em alternativa eficiente para controlar plantas daninhas emergidas no início da primavera e estimular a germinação das sementes no solo. Esta prática, entretanto, pode ter efeitos danosos na estrutura do solo e favorecer a erosão.

Químico

Por muito tempo não se deu importância ao controle químico de plantas daninhas em alfafa, principalmente por falta de pesquisas com herbicidas. Em consequência disto, existe uma carência de produtos e tecnologia para o controle de plantas daninhas nesta cultura para as condições do Brasil, problema que, somado à baixa capacidade de competição da alfafa com plantas daninhas, constitui num dos principais obstáculos para a introdução da cultura em sistemas agrícolas.

Com a introdução de novas cultivares em regiões tropicais, insumos e tecnologia, a alfafa passou também a ser cultivada nas condições de cerrados. O lançamento de novos herbicidas e a utilização dos existentes possibilita o controle racional das plantas daninhas. Recentemente, o controle químico passou a ser a prática mais utilizada por apresentar menor custo e maior eficiência, quando comparado a outros métodos de controle.

Alguns herbicidas permitem o controle de plantas daninhas em épocas chuvosas, quando os controles mecânico ou manual são difíceis e, muitas vezes, ineficientes. Por se tratar de um método que envolve o uso de produtos químicos, é essencial a orientação de técnicos capacitados, para que se consiga a máxima eficiência, com custos reduzidos e o mínimo risco para a saúde e o ambiente.

Integrado

Manejo integrado é a utilização de dois ou mais métodos de controle de plantas daninhas, objetivando manter as populações abaixo do nível de dano econômico e com o mínimo de impacto ambiental. Para cada condição edafoclimática, topográfica, tipo de solo, precipitação pluvial, espécies de plantas daninhas, tipos de equipamentos existe um determinado método, ou a associação de métodos para o controle de plantas daninhas, que proporcionará ao produtor maior eficiência, economia e menor impacto ao meio ambiente.

A utilização de um único método de controle de plantas daninhas por anos consecutivos pode acarretar sérios

problemas na área, como adensamento do solo, acúmulo de resíduos de herbicidas e seleção de plantas daninhas resistentes.

Herbicidas

Herbicidas, segundo Hertwig (1977), são substâncias químicas orgânicas, ou misturas destas, destinadas a destruir ou impedir o desenvolvimento dos vegetais. O mesmo autor fornece algumas qualificações dos herbicidas, de acordo com a forma de atuação:

- ◆ *seletivo*: aquele que, quando aplicado conforme instruções de uso, não causa danos às culturas para as quais é recomendado;
- ◆ *residual*: quando aplicado no solo, continua sua atividade herbicida por um período mais longo, dissipando-se posteriormente;
- ◆ *contato*: aquele que atua fitotoxicamente nos locais em que atingiu as plantas;
- ◆ *seletivo de contato*: não causa dano às culturas, mas é tóxico às plantas daninhas;
- ◆ *sistêmico, ou de translocação*: aquele que, penetrando pela cutícula, atinge o apoplasto-simplasto, sistema xilemático-floemático.

Os herbicidas também são agrupados de acordo com a época em que devem ser aplicados.

Época de aplicação dos herbicidas

A decisão sobre a época de aplicação de herbicidas está ligada ao gerenciamento da propriedade, pois envolve aspectos relacionados ao produto, plantas daninhas, cultura, ambiente (solo, clima), disponibilidade de equipamentos e aos custos. Essa decisão exige uma visão sistêmica dos diversos aspectos, os quais, de modo geral, interagem.

- ◆ **Pré-plantio** – Os herbicidas dessa modalidade são utilizados para dessecação da comunidade infestante existente antes da semeadura da cultura. Compõem os sistemas de semeadura direta e cultivo mínimo, pois possibilitam a obtenção de cobertura morta.
- ◆ **Pré-plantio incorporado** – O herbicida é aplicado antes da semeadura da cultura e é incorporado superficialmente ao solo com a utilização de grades. Esta prática reduz a perda de parte desses herbicidas por volatilização e/ou fotodegradação e permite a aplicação em solo seco, podendo-se aguardar a umidade ideal do solo para se fazer a semeadura. Não existe nessa modalidade de aplicação nenhum herbicida utilizado para a alfafa.

- ◆ **Pré-emergência** – A aplicação é feita após a semeadura e antes da emergência da alfafa e das plantas daninhas. Para o bom desempenho do herbicida, é necessário que o solo esteja úmido, que ocorram chuvas, ou que se façam irrigações para a incorporação do herbicida na camada superficial do solo, onde a maioria das sementes das plantas daninhas germina. A ocorrência de alta luminosidade, alta temperatura e baixa umidade relativa do ar e do solo induzem a maior volatilização do herbicida pré-emergência, principalmente no momento da aplicação (Van Scoyoc & Ahlrichs, 1992).
- ◆ **Pós-emergência** – A aplicação é feita após a emergência da alfafa e das plantas daninhas em área total, para os herbicidas seletivos, e localizada, para os não-seletivos. Os herbicidas pós-emergência devem ser aplicados em plantas daninhas nos estádios iniciais de desenvolvimento, normalmente com menos de quatro folhas verdadeiras, o que corresponde ao período anterior à interferência (PAI), quando são mais facilmente controladas. É denominada de pós-precoce a situação em que o herbicida é aplicado especificamente no estágio inicial de desenvolvimento da cultura e das plantas daninhas. Os herbicidas aplicados em pós-emergência são absorvidos principalmente via foliar.

Segundo Victoria Filho (1985), para os herbicidas pós-emergência serem eficientes, os requisitos abaixo devem ser considerados:

- ◆ o herbicida deve atingir o alvo, ou seja, deve cobrir uniformemente a superfície foliar das plantas;
- ◆ deve ocorrer a retenção do herbicida na superfície foliar para que este seja absorvido. Se ocorrer chuva após a aplicação, poderá haver falhas na atuação do produto, daí a necessidade de adição de surfactantes;
- ◆ fatores ambientais, como umidade relativa do ar, temperatura, luz, chuva e vento, afetam a absorção dos herbicidas, ou seja, a passagem pela cutícula e parede celular, até atingir o interior da célula.

Fatores externos que influenciam a eficiência dos herbicidas

Os fatores externos que influenciam a eficiência dos herbicidas dizem respeito ao tipo de solo, ao clima e à tecnologia de aplicação.

Tipo de solo – As condições do solo representam um fator de grande importância para a eficiência dos herbicidas utilizados em pré-emergência. Um prévio conhecimento da textura do solo e do teor de matéria orgânica é fundamental, já que argilas e húmus tendem a adsorver os herbicidas, tornando-os menos disponíveis para absorção

pelos herbicidas, reduzindo sua mobilidade no solo. Assim, quanto maiores os teores de matéria orgânica e de argila, principalmente as de maior atividade, maior CTC, maiores serão as doses de herbicidas requeridas.

Umidade do solo – O teor de umidade no solo relaciona-se com a eficiência de praticamente todos os herbicidas pré-emergência (Cobucci et al., 1996), os quais são pouco eficientes quando aplicados em solo seco, pois necessitam de boa umidade para se distribuírem na superfície do solo e alcançam maior eficiência de controle das ervas daninhas quando as plantas apresentam elevada atividade metabólica. Assim, a aplicação em solo seco, o retardamento da chuva ou da irrigação reduzem a eficiência do produto.

Umidade relativa do ar – A umidade relativa do ar, quando inferior a 60%, pode comprometer seriamente a eficiência da maioria dos herbicidas pós-emergência. A baixa umidade relativa do ar durante ou logo após a aplicação do herbicida causa desidratação da cutícula, podendo causar redução da penetração dos produtos solúveis em água, principalmente se cristalizados na superfície foliar. Esse fator, aliado à incidência de alta luminosidade e à baixa umidade do solo, induz a síntese de cutícula, com aumento da camada lipofílica, dificultando ainda mais a penetração dos herbicidas.

Temperatura do ar – Temperaturas altas aumentam a espessura da cutícula e afetam a atividade metabólica das plantas, além de favorecer a evaporação das gotículas de água e a volatilização do produto, prejudicando a absorção dos herbicidas pós-emergência. Temperaturas baixas, por causarem estresse nas plantas daninhas, também interferem na absorção dos herbicidas pós-emergência.

Ventos – Além da deriva, o vento aumenta as perdas de herbicidas voláteis. Isso pode representar menor eficiência do produto e danos consideráveis em culturas vizinhas. Para evitar tal problema, recomenda-se aplicar o herbicida quando a velocidade do vento não seja superior a 8 km h⁻¹.

Tecnologia de aplicação – Existem casos em que apenas 0,1% de agrotóxico atinge o alvo. Isso prejudica a eficiência de qualquer produto químico, porém é mais preocupante no caso dos herbicidas, já que sua eficácia, em geral, depende da aplicação direcionada ao alvo. É no momento da aplicação que tanto se pode aumentar a eficiência dos herbicidas como melhorar a relação benefício/custo.

O mecanismo de aplicação com pulverizadores terrestres e aéreos apresenta itens bem definidos: o pulverizador, as pontas de pulverização responsáveis pela distribuição do produto, bicos e o alvo sobre o qual o herbicida deve atuar. Estes, somados às condições climáticas, irão

determinar as características necessárias para que o herbicida atinja o alvo sem excessos e com pouca agressão ao meio ambiente e ao operador (Marochi, 1993).

Dentre os inúmeros cuidados relacionados à aplicação de herbicidas, destacam-se: evitar aplicações quando houver risco de chuva antes do mínimo de tempo necessário para a absorção do herbicida (pós-emergência); evitar aplicações quando as plantas daninhas estiverem com desenvolvimento vegetativo pouco vigoroso, no caso de uso de herbicidas pós-emergência, quando o solo não estiver bem preparado ou não apresentar umidade ideal (na aplicação de herbicidas em pré-plantio incorporado e pré-emergência); e evitar o uso de água barrenta, com grande quantidade de argila em suspensão ou com quantidades maiores de cátions.

Alguns agricultores estão aplicando herbicidas via água de irrigação, método denominado de herbigação. As principais vantagens deste método são: redução da compactação do solo pelo menor uso de trator e pulverizador; umidade adequada no solo; e economia. A herbigação pode reduzir os custos de aplicação tratorizada, em relação à aplicação tratorizada, em até 50% (Og et al., 1983, citado por Silva & Costa, 1991). Apesar de ser uma boa alternativa de aplicação, são poucas as informações sobre seu uso no Brasil. Vale lembrar que a falta de herbicidas registrados para este fim (Silva & Costa, 1991) e a necessidade de absoluto controle da lâmina de irrigação constituem os maiores entraves à utilização da herbigação. Além disto, este método se restringe aos herbicidas aplicados ao solo, pois os pós-emergência seriam "lavados" em função da vazão, requerendo lâminas de água variando entre 5 e 25 mm, que devem ser tanto menores quanto mais arenoso for o solo, já que o produto pode ser arrastado para perfis abaixo da zona de emergência das plantas daninhas. A solubilidade e o coeficiente de absorção (kd) também influenciam na

altura da lâmina d'água a ser aplicada (Cobucci et al., 1996).

Principais herbicidas

Nas Tabelas 2 e 3 são relacionados os principais herbicidas e misturas de herbicidas, respectivamente, que apresentaram efeito favorável no manejo de plantas daninhas na aplicação em pós-emergência, pré-emergência (Tabela 4) e após o corte da alfafa (Tabela 5). Para a escolha do herbicida deve-se considerar as espécies infestantes na área, a época em que se pretende fazer as aplicações, as características físico-químicas do solo, o preparo de solo, a disponibilidade do produto no mercado e o seu custo.

Os herbicidas como acetochlor, alachlor, metolachlor, flumetsulam e imazaquin provocam alta toxicidade na cultura de alfafa quando aplicados no verão, devido à alta temperatura, além da influência do pH, do teor de argila e da matéria orgânica. Por isto, esses produtos devem ser substituídos pelos herbicidas de pós-emergência, exceto oryzalin.

Oxyfluorfen e misturas de herbicidas proporcionam traumatismo nas folhas e caules remanescentes após o corte da alfafa, até 12 dias após a aplicação. Recuperando-se em seguida, com novas brotações emitidas pela coroa isentas de toxicidade, com crescimento e desenvolvimento normais da parte aérea.

As plantas daninhas são comumente divididas em dois grandes grupos: as monocotiledôneas, conhecidas como plantas daninhas de "folhas estreitas", gramíneas e cyperáceas; e as dicotiledôneas, conhecidas como as de "folhas largas" ou latifoliadas. As principais espécies de plantas daninhas, agrupadas segundo este critério e a sua suscetibilidade aos principais herbicidas testados para a cultura da alfafa estão relacionadas nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10.

Tabela 2. Alternativas de herbicidas para manejo de plantas daninhas em pós-emergência para a cultura da alfafa.

Nome técnico	Nome comercial	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Doses		Observação
			Princípio ativo (kg ha ⁻¹)	Produto comercial (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹)	
Imazethapyr	Pivot	100	0,100	1,00	Controle de dicotiledôneas no estádio de até quatro folhas; e algumas gramíneas entre a 1 ^a e a 4 ^a folha.
MSMA	Diversos	720	4,320	6,00	Controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais.
Fomesafen	Flex	250	0,200	0,80	Controle de dicotiledôneas anuais, estádio das 2-4 folhas.
Bentazon	Basagran	600	0,720	1,20	Controle de dicotiledôneas anuais, na fase inicial de crescimento.
Chlorimuronethyl	Classic	250	0,015	0,06	Controle de dicotiledôneas no estádio de até seis folhas.
Imazamox	Sweeper	700	0,028	0,04	Controle de dicotiledôneas no estádio de até quatro folhas.
Haloxyfop-methyl ▼	Verdict	240	0,120	0,50	Controle de gramíneas anuais em qualquer estádio de desenvolvimento.

▼ Adicionar óleo mineral à calda a 0,5% v/v.

Fonte: Silva et al. (a s.d.).

Tabela 3. Alternativas de misturas de herbicidas para manejo de plantas daninhas em pós-emergência para a cultura da alfafa.

Nome técnico	Nome comercial	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Doses		Observação
			Princípio ativo (kg ha ⁻¹)	Produto comercial (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹)	
Imazethapyr + MSMA	-	100 + 720	0,100 + 4,320	1,00 + 6,00	Controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais
Imazethapyr + imazamox	-	100 + 700	0,100 + 0,028	1,00 + 0,04	Controle de dicotiledôneas no estágio de até quatro folhas; e algumas gramíneas entre a primeira e a quarta folha
MSMA + imazamox	-	720 + 700	4,320 + 0,028	6,00 + 0,04	Controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais
Chlorimuron-ethyl + imazamox	-	250 + 700	0,015 + 0,028	0,060 + 0,04	Controle de dicotiledôneas no estágio de até seis folhas
Bentazon + imazamox	-	600 + 700	0,720 + 0,028	1,20 + 0,04	Controle de dicotiledôneas no estágio de até quatro folhas
Imazethapyr + fomesafen ▼	-	100 + 250	0,100 + 0,200	1,00 + 0,80	Controle de dicotiledôneas no estágio de até quatro folhas; e algumas gramíneas entre a primeira e a quarta folha
Imazethapyr + chlorimuron-ethyl ▼	-	100 + 250	0,100 + 0,015	1,00 + 0,04	Controle de dicotiledôneas no estágio de até quatro folhas; e algumas gramíneas entre a primeira e a quarta folha
MSMA + fomesafen ▼	-	720 + 250	4,320 + 0,200	6,00 + 0,80	Controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais, na fase inicial de crescimento
MSMA + bentazon ▼	-	720 + 600	4,320 + 720	6,00 + 1,20	Controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais, na fase inicial de crescimento
Fomesafen + bentazon ▼	-	250 + 600	0,200 + 0,720 +	0,80 + 1,20	Controle de dicotiledôneas anuais, na fase inicial de crescimento
Fomesafen + imazamox ▼	-	250 + 700	0,200 + 0,028	0,80 + 0,06	Controle de dicotiledôneas anuais, estágio até com quatro folhas
Bentazon + chlorimuron-ethyl ▼	-	600 + 250	0,720 + 0,015	1,200 + 0,060	Controle de dicotiledôneas anuais, na fase inicial de crescimento
Haloxyfop-methyl ●	Verdict	240	0,120	0,500	Controle de gramíneas anuais em qualquer estágio de desenvolvimento

● Adicionar óleo mineral à calda a 0,5% v/v, aplicar três dias antes da aplicação das demais misturas.

▼ Misturas de herbicidas que causam alta toxicidade na cultura (de 43 a 81%) com 25 dias da emergência. Esta fitotoxicidade foi, aproximadamente, até 28 dias após a aplicação. Depois deste período, a cultura se recupera dos danos, com emissão de nova brotação na coroa, isenta de danos.

Fonte: Silva et al. (b s.d.).

Tabela 4. Alternativas de herbicidas para manejo de plantas daninhas em pré-emergência para a cultura da alfafa.

Nome técnico	Nome comercial	Concentração (g L ⁻¹ ou g kg ⁻¹)	Doses		Observação
			Princípio ativo (kg ha ⁻¹)	Produto comercial (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹)	
Acetochlor	Kadett	840	2,520	3,000	Controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais
Alachlor	Laço	480	1,920	4,000	Controle de dicotiledôneas e algumas gramíneas anuais
Metolachlor	Dual	960	1,920	2,000	Controle de gramíneas e algumas dicotiledôneas anuais
Flumetsulam	Scorpion	120	0,060	0,500	Controle de dicotiledôneas
Imazaquin	Scepter	150	0,100	0,667	Controle de dicotiledôneas
Oryzalin	Surflan	480	2,880	6,000	Controle de gramíneas e algumas dicotiledôneas anuais
Fluazifop-p-butyl ▼	Fusilase	125	0,188	1,500	Controle de gramíneas anuais de até quatro perfolhos e algumas perenes

▼ Aplicar, pelo menos, a 42 dias após a aplicação de Flumetsulam e Imazaquin.

Fonte: Silva et al. (2002).

Tabela 5. Alternativas de herbicida e misturas de herbicidas para manejo de plantas daninhas após o corte da alfafa.

Nome técnico	Nome comercial	Concentração (g L ⁻¹ ou g/kg)	Doses		Observação
			Princípio ativo (kg ha ⁻¹)	Produto comercial (L ha ⁻¹ ou kg ha ⁻¹)	
Diuron + MSMA ●	Fortex	500 + 720	2,00 + 3,60	4,00 + 5,00	Controle de dicotiledôneas e gramíneas anuais e algumas perenes
Diuron + Paraquat*	Gramocil	500 + 200	1,50 + 0,50	3,00 + 2,50	Controle de dicotiledôneas e gramíneas anuais, até o estágio de pós-tardia
Oxyfluorfen*	Goal	240	0,24	1,00	Controle de gramíneas e dicotiledôneas anuais, em pré e pós-emergência precoce

Fontes: * Silva et al. (2002) e ● Silva et al. (a s.d.).

Herbicidas testados em pós-emergência da alfafa

Bentazon – Pós-emergência utilizado para o controle de plantas de folhas largas e cyperáceas nos estádios iniciais de desenvolvimento. É um herbicida dependente de luz

para agir, pois inibe a fotossíntese. As aplicações do produto devem ser preferencialmente feitas pela manhã, pois, quanto maior a taxa fotossintética, melhores serão os resultados. Ele requer intervalo mínimo de três horas sem chuva após a aplicação para assegurar a absorção.

Tabela 6. Suscetibilidade das principais plantas daninhas de folhas largas a alguns herbicidas testados em pós-emergência da alfafa.

Nome científico	Nome comum	Imazethapyr		MSMA		Fomesafen		Bentazon		Chlorimuron-ethyl	
		i	t	i	t	i	t	i	t	i	t
<i>Acanthospermum australe</i>	Carrapicho rasteiro	A	S	S	M	S	M	S	M	A	A
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-de-carneiro	A	S	S	M	A	S	S	M	A	S
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentraso	S	M	A	S	A	M	A	S	S	S
<i>Amaranthus deflexus</i>	Caruru	A	S	A	A	A	S	S	M	S	M
<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto	A	S	A	A	S	M	S	M	A	S
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	Erva-de-Santa-Luzia	-	-	-	-	S	M	M	M	M	M
<i>Commelina bengalensis</i>	Trapoeaba	S	M	S	S	S	M	S	M	S	M
<i>Emilia sonchifolia</i>	Falsa-seralha	S	M	S	S	S	M	S	M	S	M
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro	A	S	M	M	S	M	P	P	M	-
<i>Galinsoga parviflora</i>	Botão-de-ouro	S	M	A	S	A	S	S	M	S	S
<i>Heliotropium indicum</i>	Crista-de-galo	-	-	M	-	S	-	S	-	-	-
<i>Ipomoea spp.</i>	Corde-de-viola	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M
<i>Lepidium virginicum</i>	Mastruço	P	P	A	A	S	M	A	S	M	-
<i>Nicandra physaloides</i>	Joá-de-capote	A	S	A	S	S	S	S	S	M	M
<i>Oxalis corniculata</i>	Trevo-azedo	-	-	-	-	-	-	S	M	M	-
<i>Oxalis latifolia</i>	Trevo	-	-	M	P	M	P	M	M	M	P
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	S	S	A	A	S	S	S	S	M	M
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia branca	M	P	S	M	A	S	M	P	M	M
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	M	P	A	S	S	M	S	M	S	M
<i>Sida cordifolia</i>	Guanxuma	S	M	S	M	M	M	S	-	P	P
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	S	M	S	M	M	M	A	S	S	M

i = Pós-emergência (duas a quatro folhas); t = Pós-emergência tardia (quatro a oito folhas).

A = altamente suscetível (acima de 95% de controle); S = suscetível (de 85% a 95% de controle); M = medianamente suscetível (de 50% a 85% de controle); P = pouco suscetível (menos de 50% de controle); T = tolerante (0% de controle); - = sem informação.

Fonte: Lorenzi (1994).

Tabela 7. Suscetibilidade das principais plantas daninhas de folhas estreitas a alguns herbicidas testados em pós-emergência da alfafa.

Nome científico	Nome comum	Herbicidas							
		Imazethapyr		MSMA		Haloxypop-methyl		Fluazifop-p-butyl	
		i	t	i	t	i	t	i	t
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária	M	-	S	S	A	S	A	S
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	S	M	A	A	A	A	A	A
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	P	T	A	A	A	A	A	A
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda	-	-	M	M	A	S	S	S
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	S	M	A	S	T	T	T	T
<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	S	M	A	A	A	A	A	A
<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso	-	-	S	S	A	S	A	A
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	P	P	A	A	A	A	S	S
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião	-	-	A	S	A	A	A	S
<i>Pennisetum setosum</i>	Capim-custódio	S	M	-	-	A	A	A	S

i = Pós-emergência (duas a quatro folhas); t = Pós-emergência tardia (quatro a oito folhas).

A = altamente suscetível (acima de 95% de controle); S = suscetível (de 85% a 95% de controle); M = medianamente suscetível (de 50% a 85% de controle); P = pouco suscetível (menos de 50% de controle); T = tolerante (0% de controle); - = sem informação.

Fonte: Lorenzi (1994).

Tabela 8. Suscetibilidade das principais plantas daninhas de folhas estreitas e largas em relação a alguns herbicidas testados em pré-emergência da alfafa.

Nome científico	Nome comum	Herbicidas					
		Acetochlor	Alachlor	Metolachlor	Flumetsulam	Imazaquin	Oryzalin
		Aplicação*					
		r	r	r	r	r	r
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária	S	S	S	P	P	S
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim-marmelada	M	S	S	?	M	A
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim-carrapicho	S	S	A	?	M	A
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda	P	T	P	T	P	P
<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	P	S	S	-	P	P
<i>Digitaria horinzontalis</i>	Capim-colchão	A	A	A	?	M	A
<i>Digitaria insulares</i>	Capim-amargoso	S	S	S	T	P	S
<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha	A	A	A	T	M	S
<i>Panicum maximum</i>	Capim-colonião	S	S	S	T	P	S
<i>Pennisetum setosum</i>	Capim-custódio	-	M	M	-	-	S
<i>Acanthospermum australe</i>	Carrapicho rasteiro	M	S	S	S	S	P
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho-de-carneiro	P	P	M	S	M	P
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto	S	S	M	A	S	P
<i>Amaranthus deflexus</i>	Caruru	A	A	S	A	A	S
<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto	M	M	P	S	A	P
<i>Chamaesyce hysosopifolia</i>	Erva-de-Santa-Luzia	-	-	P	-	-	-
<i>Commelina bengalensis</i>	Trapoeiraba	S	S	S	M	S	T
<i>Emilia sonchifolia</i>	Falsa-seralha	S	S	S	-	A	M
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteira	p	p	p	S	s	p
<i>Galinsoga parviflora</i>	Botão-de-ouro	S	S	M	S	A	M
<i>Heliotropium indicum</i>	Crista-de-galo	-	M	M	-	-	-
<i>Ipomoea spp</i>	Corde-de-viola	P	P	P	M	M	P
<i>Lepidium virginicum</i>	Mastruço	S	M	M	A	S	M
<i>Nicandra physaloides</i>	Jóá-de-capote	-	M	S	P	M	S
<i>Oxalis corniculata</i>	Trevo-azedo	P	-	P	P	-	P
<i>Oxalis latifolia</i>	Trevo	P	P	-	-	P	P
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	S	S	S	A	M	S
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia branca	S	M	S	S	M	M
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	M	M	P	-	A	M
<i>Sida cordifolia</i>	Guanxuma	S	S	M	S	S	M
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma	S	M	M	A	M	P

*r = pré-emergência

A = altamente suscetível (acima de 95% de controle); S = suscetível (de 85% a 95% de controle); M = medianamente suscetível (de 50% a 85% de controle); P = pouco suscetível (menos de 50% de controle); T = tolerante (10% de controle); ? = não-recomendável; - = sem informação;

Fonte: Lorenzi (1994).

Tabela 9. Porcentagem (%) de controle das plantas daninhas de folhas largas, avaliadas aos 30 dias após aplicação, em resposta às misturas de herbicidas testadas em pós-emergência da alfafa.

Nome científico	Nome comum	Herbicidas					
		Imazethapyr + MSMA	Imazethapyr + Imazamox	MSMA + Imazamox	Chlorimuron-ethyl + Imazamox	Bentazon + Imazamox	Imazethapyr + Fomesafen
		Aplicação*					
		r	r	r	r	r	r
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto	99,5	96,9	97,9	98	96,8	99
<i>Amaranthus deflexus</i>	Caruru	100	97,3	98,3	98,2	97,3	98,5
<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto	98,5	97,9	98	95	96,7	99,1
<i>Commelina bengalensis</i>	Trapoeiraba	96,1	95	95,8	95,1	87,6	96,5
<i>Galinsoga parviflora</i>	Botão-de-ouro	98,5	97,9	98	95	96,7	99,1
<i>Ipomoea spp</i>	Corde-de-viola	98,5	97,9	98	95	96,7	99,1
<i>Lepidium virginicum</i>	Mastruço	98,5	97,9	98	95	96,7	99,1
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	97,7	95,7	98,1	94,6	96,1	98,5
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	91,6	95,2	75	82,2	83,3	99

Fonte: Silva et al. (b s.d.).

Continuação da Tabela 9.

Nome científico	Nome comum	Herbicidas					
		Imazethapyr + Chlorimuron- ethyl	MSMA + Fomesafen	MSMA + Bentazon	Fomesafen + Bentazon	Fomesafen + Imazamox	Bentazon + Chlorimuron- ethyl
		Aplicação*					
		r	r	r	r	r	r
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto	96,8	98,8	99	98,2	97	95,5
<i>Amaranthus deflexus</i>	Caruru	98,6	97,4	97,8	96,3	96,6	92,1
<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto	95,5	98,2	98,7	97,6	96,7	93,6
<i>Commelina bengalensis</i>	Trapoeiraba	82,6	97,2	96,4	68,3	86,4	72,6
<i>Galinsoga parviflora</i>	Botão-de-ouro	95,5	98,2	98,7	97,6	96,7	93,6
<i>Ipomoea spp</i>	Corde-de-viola	95,5	98,2	98,7	97,6	96,7	93,6
<i>Lepidium virginicum</i>	Mastruço	95,5	98,2	98,7	97,6	96,7	93,6
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	99	98,6	98,3	95	90,9	94,2
<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha	91,4	92,2	96,1	90,1	84,1	86,7

*r = pré-emergência.

Fonte: Silva et al. (b s.d.).

Tabela 10. Porcentagem (%) de controle das plantas de folhas largas e gramíneas presentes na área, avaliadas aos 30 dias após aplicação, em resposta às misturas de herbicidas e ao oxyfluorfen testadas após o corte da alfafa.

Nome científico	Nome comum	Herbicida		
		Diuron + MSMA*	Diuron + Paraquat	Oxyfluorfen
		(%)		
<i>Brachiaria brizantha</i>	Braquiarião	92,2	-	-
<i>Digitaria horinzontalis</i>	Capim-colchão	92,3	-	-
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mentrasto	97,0	100	78,7
<i>Amaranthus deflexus</i>	Caruru	98,3	100	76,8
<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto	97,2	96,2	-
<i>Commelina bengalensis</i>	Trapoeiraba	93,2	98,8	77,5
<i>Oxalis corniculata</i>	Trevo-azedo	-	100	76
<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega	97,3	100	92,4

- Não foi testado.

Fontes: Silva et al. (2002) e *Silva et al. (a s.d.).

Imazethapyr – Aplicado em pós-emergência precoce até quatro folhas das dicotiledôneas e atua em algumas espécies de gramíneas entre a 1ª e a 4ª folha, o que acontece entre 5 e 15 dias após o plantio da cultura. Além da ação da parte aérea, possui também ação radicular, o que proporciona uma eficácia contínua sobre as sementes das plantas daninhas.

MSMA – Controla largo espectro de gramíneas e plantas daninhas de folhas largas, anuais e perenes. Usa-se pós-emergência, a absorção se faz essencialmente pelas folhas. Tem bom controle em tiririca. Utiliza-se na estação quente, acima de 21 °C, pois inferior a esta temperatura a eficácia do herbicida reduz-se. As plantas daninhas devem estar com bom estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, umidade relativa inferior a 60% e excesso de chuva.

Fomesafen – Deve ser aplicado quando a alfafa estiver com mais de 25 dias após a emergência, tornando-se mais

tolerante ao produto. Aplicado em pós-emergência precoce das plantas daninhas latifoliadas, em bom estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, umidade relativa inferior a 60%.

Chlorimuron-ethyl – Aplicado em pós-emergência, sendo mais afetivo quando as latifolicidas se encontram na fase inicial de crescimento (até 6 folhas). A persistência do produto no solo é alta, devendo observar-se um intervalo mínimo de 60 dias entre a aplicação e o uso do terreno. Aplica-se com plantas daninhas em bom estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, umidade relativa inferior a 60% e excesso de chuva.

Imazamox – Pós-emergência utilizado para o controle de plantas de folhas largas nos estádios iniciais de desenvolvimento. Aplica-se com plantas daninhas em bom estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, umidade relativa inferior a 60% e excesso de chuva.

Fluazifop-p-butil e haloxyfop-methyl – Pós-emergência: são recomendados para o controle de gramíneas anuais em qualquer estágio de desenvolvimento e algumas perenes. Aplica-se com gramíneas em bom estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, horas de calor, umidade relativa inferior a 70% e excesso de chuva. Requer um período de uma hora sem chuva, após a aplicação, para assegurar a absorção pelas plantas daninhas. Adiciona-se adjuvante, conforme o recomendado pelo fabricante.

Mistura de herbicidas testados após o corte da alfafa

A maioria das plantas daninhas anuais é de fácil manejo, já as perenes são as mais problemáticas, principalmente as gramíneas, a partir de seis meses de emergência.

Paraquat + diuron – Segundo Cobucci et al. (1996), a absorção simultânea de paraquat e diuron pelas plantas daninhas inibe a rápida ação do paraquat, ocasionando um prolongamento da ação do produto sobre as plantas daninhas. Necessita de um período de meia hora sem chuva após a aplicação para a boa eficiência destes herbicidas. Uma única aplicação é recomendada quando as plantas daninhas estiverem com menos de 20 cm de altura. Quando houver gramíneas já entouceiradas, devem ser realizadas aplicações com 0,188 kg ha⁻¹ de fluazifop-p-butil (Silva et al., 2002) ou 0,120 kg ha⁻¹ de haloxyfop-methyl (Silva et al., a s.d.).

Diuron + MSMA – Esta mistura deve ser utilizada em dose única após o corte da alfafa, e a aplicação é recomendada quando as plantas daninhas estiverem, preferencialmente, no início do desenvolvimento, podendo, em algumas espécies, ir até o estágio adulto. Esta mistura atua muito bem nas gramíneas, principalmente braquiárias (Silva et al., a s.d.).

Oxyfluorfen – Indicado para pré-emergência ou pós-emergência precoce das plantas daninhas, após o corte da alfafa. Deve ser aplicado em solos com boas condições de umidade, livre de torrões e restos vegetais. Aplica-se com plantas daninhas em bom estado de vigor vegetativo, evitando períodos de estiagem, horas de calor, umidade relativa inferior a 60% e excesso de chuva. Atua nas plantas daninhas mono e dicotiledôneas.

Herbicidas testados em pré-emergência da alfafa

Acetochlor e alachlor – Controlam principalmente plantas daninhas de folhas largas com atividade sobre algumas gramíneas. O solo deve estar bem preparado e com boas condições de umidade. Devem ser aplicados logo após a

semeadura da cultura, mas no prazo de três dias da última gradagem, para evitar que as plantas daninhas se encontrem em estado avançado de germinação; se tal ocorrer, procede-se à nova gradagem antes da aplicação e/ou semeadura.

Metolachlor – Controla principalmente gramíneas com atividade sobre algumas plantas daninhas de folhas. O solo deve estar bem preparado e com boas condições de umidade. É essencial que a aplicação se faça antes de as sementes alcançarem um estado avançado de germinação. Deve ser aplicado logo após a semeadura da cultura, mas no prazo de três dias da última gradagem, para evitar que as plantas daninhas se encontrem em estado avançado de germinação; se isso ocorrer, procede-se à nova gradagem antes da aplicação e/ou semeadura.

Flumetsulam – É indicado para o controle de plantas daninhas de folhas largas. A aplicação deve ser feita imediatamente após a semeadura da cultura. O solo deve estar bem preparado e com boas condições de umidade. Não deve usar dose superior a 60 g ha⁻¹.

Imazaquin – Exige que o solo esteja bem preparado e úmido. É indicado para o controle de plantas daninhas de folhas largas. A aplicação deve ser feita imediatamente após a semeadura da cultura, para que as plantas daninhas se encontrem em estado avançado de germinação. A persistência no solo é alta. Não se deve utilizar doses superiores a 100 g ha⁻¹.

Oryzalin – Utilizado em pré-emergência, apenas na concentração de 480 g.L⁻¹ (6 L ha⁻¹), para o controle de gramíneas e algumas espécies de folhas largas anuais. Aplica-se logo após a semeadura da cultura, mas no prazo de dois dias da última gradagem, para evitar que as plantas daninhas se encontrem em estado avançado de germinação; se tal ocorrer, procede-se à nova gradagem antes da aplicação e/ou semeadura. O solo deve estar bem preparado e com boas condições de umidade.

Estratégias de controle químico de plantas daninhas

Seletividade

O primeiro passo para o controle químico de plantas daninhas é o conhecimento da seletividade dos herbicidas ou de sua mistura na alfafa. A aplicação dos produtos é realizada geralmente da semeadura até 25 dias após emergência, ou imediatamente após o corte da alfafa. Se houver danos na alfafa devido à aplicação de herbicida ou mistura, a produção de biomassa da alfafa é pouca afetada até que a cultura alcance 10% da floração.

A seletividade dos herbicidas para a cultura da alfafa ocorre, principalmente, pelos seguintes fatores:

- ◆ nas aplicações em pré-emergência, a seletividade deve-se à posição do herbicida com relação à semente de alfafa no solo;
- ◆ nas aplicações em pós-emergência, a seletividade é principalmente de natureza fisiológica, por meio de mecanismos de degradação que evitam traumatismos às plantas.

Isto sugere que a sensibilidade da alfafa aos herbicidas ou sua mistura varie de acordo com as espécies de plantas que possuem mecanismos diferenciados de metabolização das moléculas dos herbicidas.

O fomesafen é do grupo químico difenil-éteres e o bentazon do tiadiazidas. Ambos possuem seletividade metabólica para a cultura da alfafa, desde que sejam aplicadas doses inferiores a $0,20 \text{ kg ha}^{-1}$ e $0,72 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. Todavia, as misturas que contêm a presença de fomesafen ou bentazon nessas doses proporcionaram alta toxicidade na cultura, aos 25 dias após a emergência, com morte do meristema apical (Fig. 2).



Fig. 2. Fitotoxicidade das misturas de herbicidas: imazethapyr + fomesafen, imazethapyr + chlorimuron-ethyl, MSMA + fomesafen, MSMA + bentazon, fomesafen + bentazon, fomesafen + imazamox e bentazon + chlorimuron-ethyl na alfafa, com morte do meristema apical.

Aproximadamente, aos 21 dias após a aplicação, a cultura se recuperou em virtude da quebra da dominância apical; com isto, ocorreram emissões de novas brotações na coroa, livre dos danos, e com crescimento e desenvolvimento normal. Isto vai depender das condições química e física do solo, que devem ser propícias, principalmente, quanto ao teor de umidade.

A recuperação da alfafa foi total no início da floração (10% da floração), após ter recebido as misturas dos herbicidas: imazethapyr + fomesafen, imazethapyr + chlorimuron-ethyl, MSMA + fomesafen, MSMA + bentazon, fomesafen + bentazon, fomesafen + imazamox e bentazon + chlorimuron-ethyl (Fig. 3).



Fig. 3. Recuperação total da alfafa no estágio de 10% da floração, após ter recebido aplicação das misturas de herbicidas: imazethapyr + fomesafen, imazethapyr + chlorimuron-ethyl, MSMA + fomesafen, MSMA + bentazon, fomesafen + bentazon, fomesafen + imazamox e bentazon + chlorimuron-ethyl.

A seletividade da alfafa aos herbicidas MSMA, imazethapyr, imazamox, chlorimuron-ethyl, fomesafen e bentazon, em aplicação pós-emergência, depende do estágio da planta na época da aplicação, assim como aplicação das misturas. A pulverização aos 25 dias após a emergência (DAE) diminui a toxicidade na cultura; porém, com idade inferior a este período pode causar maiores traumatismos na cultura, principalmente quando aplicado fomesafen ou bentazon, tanto na aplicação individual ou em mistura. Entretanto, as plantas daninhas com idade mais avançadas tornam-se mais resistentes, às vezes precisando de maiores doses, o que não é bom, por elevarem os custos dos herbicidas e proporcionar maior toxicidade, já que a recomendação desses produtos é para pós-emergência precoce. Aos 25 DAE não há problemas de fitotoxicidade na aplicação dos produtos (Fig. 4).



Fig. 4. A alfafa com 25 dias após a aplicação dos herbicidas, MSMA, imazethapyr, imazamox, chlorimuron-ethyl, fomesafen e bentazon, isenta de toxicidade e plantas daninhas.

Oxyfluorfen e as misturas de diuron com paraquat e também a de diuron com MSMA proporcionam traumatismos nas folhas e caules remanescentes após o corte da alfafa. A fitotoxicidade vai ao máximo até 12 dias após a aplicação, podendo recuperar-se antecipadamente, se o teor de umidade no solo estiver de acordo com a sua necessidade. A Fig. 5 ilustra a recuperação da cultura aos dez dias após a aplicação. Nesta época, observa-se que a cultura apresenta-se com novas brotações emitidas pela coroa isentas de toxicidade, com crescimento e desenvolvimento normais em sua parte aérea.



Fig. 5. Crescimento e desenvolvimento normal, aos 12 dias após a aplicação dos produtos. As misturas foram aplicadas um dia após o corte da alfafa, com controle total das plantas daninhas.

Aplicação dos herbicidas, latifolicidas (folha largas) e graminicida proporcionou excelente controle da maioria das plantas daninhas. Na Fig. 6, aos 35 dias após a aplicação dos herbicidas, vê-se que é indispensável aplicação dos produtos na cultura da alfafa.



Fig. 6. Controle de plantas daninhas aos 35 dias após a aplicação dos herbicidas, latifolicidas e graminicida.

As plantas daninhas, por estarem indiretamente selecionadas para condições adversas, furtam energia do

sistema extraíndo, principalmente, água e nutrientes em proporção maior que as plantas cultivadas, propiciando assim alta redução na produtividade. Observa-se na Fig. 7 que a ausência da aplicação de herbicidas propiciou alta densidade de *Brachiaria decumbens* e outras latifoliadas, e redução de 75% de biomassa seca da alfafa. Por isto, faz-se necessário o controle de plantas daninhas na cultura da alfafa, pois esta é vulnerável à competição provocada pelas plantas invasoras, principalmente no estágio inicial de crescimento, impedindo o desenvolvimento adequado da cultura no campo.

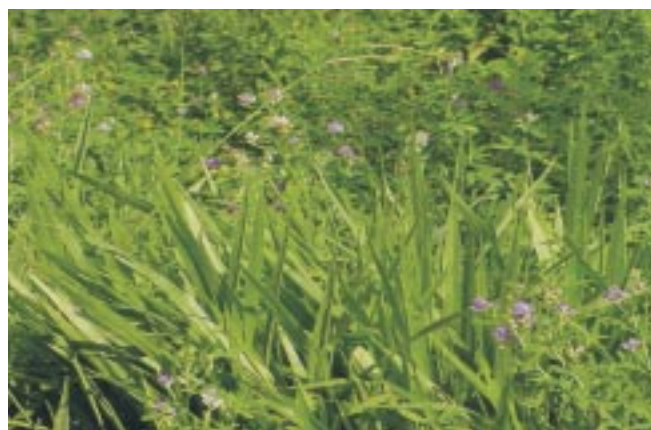


Fig. 7. Ausência da aplicação de herbicidas proporcionando alta densidade de *Brachiaria decumbens* e outras latifoliadas, redução de 75% de biomassa seca.

Os herbicidas como acetochlor, alachlor, metolachlor, flumetsulam e imazaquin provocam alta toxicidade na cultura de alfafa quando aplicado no verão, devido à alta temperatura (Fig. 8), além da influência do pH, do teor de argila e da matéria orgânica. Por isto, estes produtos devem ser substituídos pelos herbicidas de pós-emergência, exceto oryzalin.



Fig. 8. A aplicação de acetochlor, alachlor, metolachlor, flumetsulam e imazaquin provocam alta toxicidade na alfafa quando aplicado no verão, devido à alta temperatura.

Conclusões

A capacidade competitiva da alfafa em relação às plantas daninhas depende de fatores como emergência mais rápida da cultura em relação às invasoras e maior taxa de crescimento inicial. Tais fatores de competição estão ligados ao manejo de solo (bom preparo do solo e umidade adequada) e ao manejo cultural (uso de sementes certificadas, plantio sem falhas, menor espaçamento, maior densidade de semeadura, fertilidade e condições físicas do solo propícias à alfafa).

Outra estratégia seria a eliminação e/ou redução do crescimento das plantas daninhas por métodos químicos, mecânicos e manuais. A aplicação de herbicidas exige o conhecimento da seletividade do produto e a eficiência no controle sobre as populações infestantes predominantes. Assim concluiu-se que os seguintes herbicidas possuem potencial para uso na cultura da alfafa:

- ◆ **Herbicidas testados em pós-emergência da alfafa** – Imazethapyr (100 g L⁻¹); MSMA (4.320 g L⁻¹); fomesafen (200 g L⁻¹); haloxyfop-methyl (120 L ha⁻¹) e fluazifop-p-butyl (188 g L⁻¹), estes dois graminicidas + adjuvante devem ser aplicados pelo menos 42 h antes da aplicação do latifolicida.
- ◆ **Misturas de herbicidas testados em pós-emergência da alfafa** – Imazethapyr (100 g L⁻¹) + MSMA (4.320 g L⁻¹); imazethapyr (100 g L⁻¹) + imazamox (28 g L⁻¹); MSMA (4320 g L⁻¹) + imazamox (28 g L⁻¹); bentazon (720 g L⁻¹) + imazamox (28 g L⁻¹); chlorimuron-ethyl (15 g L⁻¹) + imazamox (28 g L⁻¹). O graminicida haloxyfop-methyl (48 g ha⁻¹) + adjuvante deve ser aplicado 42 h antes da aplicação dessas misturas.
- ◆ **Misturas de herbicidas testados após o corte da alfafa** – Diuron (2.000 g ha⁻¹) + MSMA (3.600 g ha⁻¹); Diuron (1.500 g ha⁻¹) + Paraquat (500 g ha⁻¹). O graminicida haloxyfop-methyl (48 g ha⁻¹) + adjuvante, deve ser aplicado 42 h antes da aplicação dessas misturas.

Referências bibliográficas

- ASHTON, F. M.; CRAFTS, A. S. **Mode of action of herbicides**. New York: John Wiley & Sons, 1973. 504 p.
- BOUHACHE, M.; BAYER, D. E. Photosynthetic response of flooded rice (*Oryza sativa*) and three *Echinochloa* species to changes in environmental factors. **Weed Science**, Ithaca, v. 41, p. 611-614, 1993.
- CHARLES, G. W.; MURISON, R. D.; HARDEN, S. Competition of noogora burr (*Xanthium occidentale*) and fierce thornapple (*Datura ferox*) with cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Sci.**, v. 46, n. 4, p. 442-446, 1998.
- COBUCCI, T.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. da. Controle de plantas daninhas. In: ARAUJO, 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.
- HART, R. D. El subsistema malezas. In: HART, R. D. (Ed.). **Conceptos básicos sobre agroecosistemas**. Turrialba: CATIE, 1985. p. 103-110.
- HERTWIG, K. V. **Manual de herbicidas desfolhantes, desseccantes e fitorreguladores**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 480 p.
- KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p. 249-259.
- KNEZEVIC, S. Z.; HORAK, M. J.; VANDERLIP, R. L. Relative time of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence is critical in pigweed-sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) competition. **Weed Sci.**, v. 45, n. 4, p. 502-508, 1997.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1994. 299 p.
- MAROCHI, A. I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: CURSO INTENSIVO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 1993, Castro. **Resumos...** Castro: Fundação ABC, 1993. p. 152-178.
- MORELAND, D. E. Mechanisms of action of herbicides. **Ann. Plant. Physiol.**, v. 31, p. 597-638, 1980.
- NUERNBERG, N. J.; MILAN, P. A.; SILVEIRA, C. A. M. **Manual de produção da alfafa**. Florianópolis: EMPASC, 1990. 102 p.
- PETERS, E. J.; PETERS, R. A. Weeds and control. In: AMERICAN Society of Agronomy. Alfalfa science and technology. Madison: Wisconsin, 1992. 812 p.
- SEGUY, L.; KLUTHCOUSKY, J.; SILVA, J. G. da; BLUMENSCHNEIN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. **Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação da água**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 26 p. (Circular Técnica, 17).

SILVA, A. A. et al. Controle de plantas daninhas. In: **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR**. Brasília, DF: ABEAS, 2000. p. 133-172. (ABEAS. Curso de Proteção de Plantas. Módulo 3, Sessão 3.3 – Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas).

SILVA, J. B.; COSTA, E. F. Aplicação de herbicidas na cultura do milho via irrigação por aspersão. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Relatório técnico anual da Embrapa-CNPMS 1985-1987**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1991. p. 89-90.

SILVA, W.; VILELA, D.; FERREIRA, R. P.; PEREIRA, A. V.; COBUCCI, T. Herbicidas na cultura da alfafa. **Revista Ceres**, v. 49, n. 284, p. 405-418, 2002.

SILVA, W.; VILELA, D.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P.; COBUCCI, T. Eficiência de herbicidas na cultura da alfafa em fase de estabelecimento. **Revista Ceres**, v. 50, n. 288, p. 171-181, 2003.

SILVA, W.; VILELA, D.; COBUCCI, T.; HEINEMANN, A. B.; REIS, F. A.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P. Redução de plantas daninhas com herbicidas e mistura de herbicidas em alfafa. **Ciência e Agrotecnologia** (no prelo, a).

SILVA, W.; VILELA, D.; COBUCCI, T.; HEINEMANN, A. B.; REIS, F. A.; SANTOS, R. A.; PEREIRA, A. V. Uso potencial de mistura de herbicidas no controle de plantas daninhas em alfafa. **Revista Ceres** (no prelo, b).

SOARES SOBRINHO, J. A. de S. **As plantas invasoras em relação às atividades humanas: ciclo de vida, propagação e disseminação das ervas daninhas**. Pelotas: UFPel, 1973. (2. Curso Intensivo sobre Plantas Invasoras e Herbicidas).

VAN SCOYOC, G. E.; AHLRICHS, J. L. Fate of herbicides in soil. In: PURDUE UNIVERSITY. **Herbicide action course**. West Lafayette: Purdue University, 1992. p. 407-438.

VARGAS, L. et al. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa, MG: Jard, 1999. 131 p.

VICTORIA FILHO, R. Potencial de concorrência de plantas daninhas em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 31-48.

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

Circular Técnica, 77

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Gado de Leite
Endereço: Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Bairro Dom Bosco - 36038-330 Juiz de Fora – MG
Fone: (32) 3249-4700
Fax: (32) 3249-4751
E-mail: sac@cnpgl.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2004): 1.000 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Pedro Braga Arcuri
Secretária-Executiva: Inês Maria Rodrigues
Membros: Aloísio Torres de Campos, Angela de Fátima A. Oliveira, Antonio Carlos Cóser, Carlos Eugênio Martins, Edna Froeder Arcuri, Jackson Silva e Oliveira, João César de Resende, John Furlong, Marlice Teixeira Ribeiro e Wanderlei Ferreira de Sá

Expediente

Supervisão editorial: Angela de Fátima Araújo Oliveira
Revisão de texto: Newton Luiz de Almeida
Tratamento das ilustrações e editoração eletrônica: Angela de Fátima A. Oliveira