

O Uso dos Herbicidas como Ferramenta de Manejo de Plantas Daninhas em Pastagens

Prof. Dr. Ricardo Victoria Filho

Prof. Titular da Área de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas

ESALQ/USP - Piracicaba

Introdução

No ambiente das pastagens cultivadas a gramínea forrageira devido a problemas de manejo ou adaptação as condições de clima e solo dificilmente utiliza todos os recursos disponíveis ao seu desenvolvimento. Consequentemente os espaços disponíveis no ambiente serão ocupados pelas plantas daninhas (DIAS FILHO, 1990).

Embora poucos trabalhos na literatura mostrem os efeitos da competição das plantas daninhas com as pastagens, é bem conhecido que as pastagens mais produtivas são aquelas que dentre outros fatores apresentam baixo nível de infestação das plantas daninhas (VICTORIA FILHO, 1986).

As plantas daninhas competem com a gramínea forrageira pelos fatores essenciais ao crescimento ou seja água, luz e nutrientes. VICTORIA FILHO et al. (2001) estudando interferência de plantas daninhas na implantação de *Brachiaria brizantha* verificaram que o período crítico de prevenção da interferência situa-se entre 15 a 60 dias após a emergência. Portanto o manejo adequado das plantas daninhas é importante não só na pastagem estabelecida como também na sua formação, quando a espécie forrageira terá condição de ocupação do espaço na superfície do solo evitando novos fluxos de emergência das plantas daninhas.

Considerando que cerca de 50% das áreas ocupadas por plantas forrageiras apresentam alguns estágio de degradação, tem-se a ideia do volume de negócios relacionadas a renovação de pastagens (VIEIRA e KICHEL, 1995).

O efeito competitivo exercido pelas plantas daninhas não apresentam um visual tão drástico como seria, por exemplo, com a ocorrência de uma doença grave dos animais. Portanto nas pastagens extensivas é muito comum observar-se infestações altas de plantas daninhas, ocupando o espaço que seria destinado a planta forrageira. Nesta situação o pecuarista está perdendo o potencial produtivo de suas terras, e essa redução na capacidade de suporte pode fatalmente conduzir a uma situação econômica precária da empresa.

2. PLANTAS DANINHAS EM PASTAGENS

A implantação das pastagens e o sistema de manejo utilizado de uma forma inadequada com o uso de práticas similares leva a ocorrência de plantas daninhas no ecossistema da pastagem, que de um modo geral são constituídas por plantas dicotiledôneas arbustivas e arbóreas. Também algumas gramíneas não desejadas no ecossistema das pastagens podem apresentar problemas na produtividade das pastagens. Assim, plantas de *Sorghum halepense* (L.) Pers. (campim-massambará); *Brachiaria decumbens* (capim braquiária); *Andropogon bicornis* L. (capim-rabo-de-burro) podem necessitar de um manejo adequado devido as características semelhantes as espécies usadas como forrageiras.

No Brasil existem diversos levantamentos realizados das plantas daninhas que ocorrem em pastagens. Assim, Dantas & Rodrigues (1980) realizaram um levantamento em pastagens cultivadas na Amazônia, apresentando uma lista de 266 espécies pertencentes a 54 famílias e 168 gêneros. Gonçalves et al. (1974)

apresentam uma relação de 144 espécies invasoras de pastagens do Estado do Pará, indiciando as mais frequentes nas áreas levantadas.

Evidentemente ocorre uma variação das espécies em função das áreas onde se localizam as pastagens no Brasil. POTT & POTT (2006) apresentam as principais plantas daninhas que ocorrem no cerrado. Todavia, pelo dados de trabalhos já realizados, algumas das principais plantas daninhas de ocorrência nas pastagens encontram-se na tabela 1.

As plantas tóxicas que ocorrem no Brasil, tem uma importância enorme pelo número de mortes dos bovinos adultos. Na região Norte do Brasil ocorre os maiores prejuízos de morte de bovinos adultos. A grande maioria de mortes, é provocada por uma única planta tóxica *Palicourea marCGravii* (cafezinho). Estima-se que 80% das mortes na região amazônica é causada por essa planta (Tokarnia et al. 2000).

Controle químico das plantas daninhas em pastagens

O controle químico é realizado com a utilização de produtos químicos denominados herbicidas, que provocam a morte ou impedem o desenvolvimento dos arbustos. Esses produtos devem controlar os arbustos e serem seletivos às gramíneas forrageiras. Essa seletividade é devido a aspectos morfológicos das plantas como também a habilidade da gramínea forrageira em degradar metabolicamente parte do herbicida que é absorvido (seletividade bioquímica).

Os herbicidas utilizados em pastagens, de modo geral, são sistêmicos, ou seja, após a absorção necessitam ser translocados até o local de ação na planta daninha.

Herbicidas mimetizadores de auxina

Esse grupo de herbicidas tem importância pela sua utilização em áreas de culturas gramíneas, como trigo, arroz, milho e pastagens. O primeiro herbicida oficialmente registrado no Brasil foi o ester butílico do ac. 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) que tinha o nome em inglês de "weed-no-more" e recebeu o nome de mata-mato-mágico. Esse registro ocorreu em 1948 (Deuber, 1992).

TABELA 1. Principais plantas daninhas de ocorrência em pastagens no Brasil.

Nome Vulgar	Nome Científico	Ciclo de Vida
Alecrim-do-campo	<i>Brachiaria dracunculifolia</i>	P
Arranha-gato	<i>Acácia plumosa</i>	P
Arnica	<i>Solidago chilensis</i>	P
Algodão-de-seda	<i>Calotropis procera</i>	P
Assa-peixe-branco	<i>Vernonia polianthes</i>	P
Assa-peixe-roxo	<i>Vernonia westiniana</i>	P
Babaçu	<i>Orbygnia speciosa</i>	P
Bacuri	<i>Attalea phalerata</i>	P
Cafezinho, erva-de-rato	<i>Palicourea marcgravii</i>	P
Cajussara, cega-jumento	<i>Solanum rugosum</i>	P
Cambara	<i>Lantana câmara</i>	P
Carqueja	<i>Bacharis trimera</i>	P
Canela-de-perdiz, gervão	<i>Cróton grandulosus</i>	A
Camboata	<i>Tapirira guainensis</i>	P
Ciganinha	<i>Memora peregrina</i>	P
Cipó-de-São João	<i>Pyrostegia venusta</i>	P
Espinho-agulha	<i>Barnadesia rósea</i>	P
Fedegoso, mata-pasto	<i>Senna occidentalis</i>	A
Fedegoso branco	<i>Senna obtusifolia</i>	A
Guanxuma	<i>Sida spp</i>	A/P
Jurubeba	<i>Solanum paniculatum</i>	P
Jurubebão, lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i>	P
Lacre	<i>Visnia guianensis</i>	P
Leiteiro	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	P
Limãozinho	<i>Acantocladus brasiliensis</i>	P
Mata-pasto	<i>Eupatorium laevigatum</i>	P
Mata-pasto	<i>Eupatorium maximilianii</i>	P
Mata-pasto	<i>Eupatorium squalidum</i>	A
Malícia	<i>Mimosa invisa</i>	P
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	P
Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i>	P
Taboca	<i>Guadua angustifolia</i>	P
Tucum	<i>Astrocaryum tucuma</i>	P

É interessante comentar que a descoberta do picloram ocorreu quando os cientistas estavam estudando o uso de uma piridina para inibir a nitrificação no solo de adubos nitrogenados. Pela nitrificação os íons nitrato ficam disponíveis no solo, mas quando ocorre de uma forma rápida pode lixiviar e contaminar águas subterrâneas. No solo a piridina usada foi transformada pelos microorganismos em picloram, que passava a matar plantas (ZINDHAL, 1999).

As auxinas são reguladores de crescimento que estimulam o crescimento das plantas. O ácido indolacético (AIA) é uma auxina natural que tem como precursor o aminoácido triptofano. Os herbicidas desse grupo desregulam o crescimento das plantas.

As principais características dos herbicidas desse grupo são: a) os herbicidas desse grupo agem em locais de ligação da auxina com proteínas nas membranas celulares, provocando um desbalanço hormonal e afetando a síntese de proteínas; b) apresentam translocação predominantemente simplástica, mas podem translocar pelo apoplasto; c) controlam plantas daninhas dicotiledôneas em culturas de gramíneas; d) a volatilidade depende da formulação, sendo os ésteres mais voláteis. Os ésteres com pequeno número de átomos de carbono no radical são mais voláteis (metil, etil, propil e butil); e) geralmente são móveis no solo, e a persistência não é alta (exceção para o picloram); f) geralmente são ácidos fracos com pKa variando de 2 a 4. A solubilidade depende da formulação sendo alta para os sais, moderada para os ácidos e baixa para os ésteres; g) deve-se tomar cuidado com a deriva quando existem culturas sensíveis próximas, como algodão, tomate, uva e cucurbitáceas; h) deve-se adotar procedimentos de descontaminação dos pulverizadores, após o uso com herbicidas desse grupo, utilizando amoníaco a 3% por 24 h, e após lavagem com detergente. Também pode ser usado carvão ativado a 3g/l por 1 a 2 dias e após lavagem com detergente.

Mecanismo de ação

O mecanismo de ação desses herbicidas ainda não está completamente esclarecido. Sabe-se que eles interferem no metabolismo do ácido nucleico e com os aspectos metabólicos da plasticidade da parede celular. Trabalhos de pesquisa mais recentes procuram esclarecer os aspectos do mecanismo de ação (Grossmann, 2009; Mithila, J. et al., 2011, Grossmann et al. 2001).

Esses herbicidas interferem na ação da enzima RNA-polimerase e, conseqüentemente, na síntese de ácidos nucleicos e proteínas. Dependendo da concentração que atinge as regiões meristemáticas caule ou da raiz, observam-se os sintomas. Assim, em altas concentrações inibem a síntese de ácidos nucleicos, mas em baixas concentrações estimulam estes processos, provocando multiplicação celular intensa. Esse crescimento celular provoca epinastia nas folhas e caules, como também ocorre interrupção do fluxo de fotoassimilados no floema (LIEBL, R. 1997)..

Também se verifica aumento da enzima carboximetilcelulose (CMC), principalmente nas raízes, que provoca a destruição do sistema radicular.

Os principais sintomas observados devido a ação no crescimento e estruturas das plantas são: epinastia nas folhas; retorcimento dos pecíolos, pedúnculos e caules; proliferação de tecidos no floema, provocando a redução na translocação de fotoassimilados; formação de raízes adventícias; morte de raízes secundárias.

Assim, a epinastia pode ocorrer minutos após a aplicação, o crescimento paralisa em horas e a formação de calos e raízes adventícias em dias. Como conseqüência dos sintomas e da paralisação de absorção de água e nutrientes a planta morre.

A seletividade dos herbicidas desse grupo ocorre pelas seguintes razões:

absorção diferenciada entre as plantas. As gramíneas, tendo as folhas mais verticais, e proteção das gemas absorvem menor quantidade do herbicida.; b) a anatomia das gramíneas com os feixes protegidos pelo esclerênquima evita o dano ao floema c) metabolismo – a hidroxilação do 2,4-D e a conjugação com glucose ou aminoácidos é o meio de proporcionar a seletividade; d) excreção do herbicida pelas raízes pode ocorrer com algumas plantas; e) a alteração no local de ação da auxina na plasmalema pode modificar a sensibilidade.

Absorção dos herbicidas pelas plantas

A folha é a principal via de penetração dos herbicidas aplicados à parte aérea das plantas. A grande maioria dos herbicidas recomendados para pastagens são aplicados a folha. A aplicação do herbicida a folhagem só terá sucesso quando forem observadas as seguintes condições (Victoria Filho, 1985):

a) **o herbicida deve atingir o alvo** com uma cobertura o mais uniforme possível. Todavia, isso não acontece em muitas aplicações de campo. Uma das razões pelas quais os herbicidas não atingem adequadamente o alvo é o "efeito de cobertura" (guarda-chuva), quando os herbicidas atingem somente a camada superior de uma população de plantas, não controlando as plantas daninhas que estão abaixo. Também a deriva (movimento lateral das gotas na aplicação) e a volatilização podem evitar que um determinado herbicida atinja o alvo em concentração adequada. Outro fator importante é a regulagem dos equipamentos. b) **o herbicida deve ser retido pela folha**. A morfologia das plantas tem um papel importante na retenção e é um dos fatores pelos quais determinados herbicidas são seletivos para gramíneas em pastagens, pois estas apresentam as folhas estreitas, eretas e com seus pontos de crescimento protegidos.

A retenção do herbicida na folha é influenciada pelas características da superfície foliar, assim como pelas características de calda de aplicação. A molhabilidade de uma superfície foliar depende da constituição da planta, assim como da presença de pêlos na superfície.

Plantas com cutícula cerosa e espessa, como as folhas mais velhas, e aquelas com maior número de pêlos, são mais difíceis de serem molhadas por soluções aquosas. Entretanto, a molhabilidade de uma superfície foliar pode ser melhorada com a adição de uma substância apropriada, denominada surfatante. Surfatante é um agente ativador da superfície ou seja, uma substância que, adicionada a outra substância ou mistura, promove, por ação interfacial, a adesão ou o equilíbrio estável entre as fases de contato (Camargo, 1977). Existem diversos tipos de surfatantes, com propriedades específicas, como, por exemplo, os adesivantes, os umectantes, os hipotensores e os viscosantes. De modo geral, os surfatantes aumentam a retenção e penetração de um herbicida na folha por um ou mais dos seguintes fatores: a) aumento da área de contato entre o herbicida e a superfície foliar pela diminuição da tensão superficial da solução do herbicida; b) eliminação dos filmes de ar entre a solução e a superfície foliar; c) auxilia a passagem através da cutícula; d) aumenta a entrada do herbicida pelos espaços intercelulares e estômatos; e) diminui a volatilização da solução na superfície foliar (Anderson, 1983). c) **o herbicida deve ser absorvido** - todo herbicida aplicado à parte aérea das plantas tem como caminho de entrada principal as folhas, mas também pode entrar pelo caule ou pelas gemas. A principal barreira à penetração dos herbicidas aplicados à folha é a cutícula, que reveste toda a superfície foliar, inclusive as câmaras subestomáticas dos estômatos. De modo geral, a face abaxial (dorsal) das folhas, tendo uma camada menos espessa de cutícula, permite com maior facilidade a penetração dos herbicidas.

A cutícula é constituída de cera, cutina, pectina e celulose. As ceras são lipofílicas, a cutina é parcialmente lipofílica, a pectina e celulose são hidrofílicas. Portanto, existem duas rotas de penetração de substâncias através da cutícula: a rota aquosa, que ocorre com as substâncias polares (ex.: água), que atravessam a cutícula difundindo-se nas substâncias polares da cutícula (ex.: pectina), que formam canalículos provocando o distanciamento das plaquetas de cera quando a cutícula está hidratada; e a rota lipoidal, que ocorre com as substâncias não polares (ex.: Óleo), que penetram mais facilmente pela cera e pela cutina. Portanto, de modo geral, os óleos e herbicidas veiculados em óleo penetram mais facilmente pela cutícula do que a água e herbicidas solúveis em água. A passagem de qualquer substância pela cutícula é por difusão, ou seja, o movimento do produto químico é feito pelo gradiente de concentração.

A espessura da cutícula varia de 0,1 a 10 µm dependendo da espécie e das condições ambientais. Na tabela 2 podem ser observadas a presença de componentes polares e não polares na cutícula de diversas plantas daninhas.

Nas figuras 1 e 2 estão apresentadas as superfícies foliares das plantas de *Peschiera fuchsiaefolia*, *Vernonia polyanthes* (Mendonça et al, 2002).

Após a passagem pela cutícula, os íons ou moléculas devem atravessar a parede celular, que seria a parte correspondente à celulose no desenho esquemático da cutícula. A passagem é facilitada para as substâncias

solúveis em água. A barreira seguinte é a plasmalema, membrana que envolve o citoplasma. A passagem na plasmalema é feita por absorção ativa, ou seja, requer energia no processo. Atravessando a plasmalema, o herbicida cai no citoplasma e daí é normalmente transportado até o local de ação na planta.

A passagem do herbicida através da cutícula, da parede celular e da plasmalema é influenciada por uma série de fatores ligados à solução do herbicida aplicado, como aqueles relativos às características da cutícula. Também as condições ambientes influem no processo: **Luz** - até certo ponto aumenta a absorção porque aumenta a intensidade fotossintética e, conseqüentemente, o movimento do herbicida juntamente com os produtos fotossintetizados na planta. Todavia, em determinadas situações, a alta intensidade luminosa provoca uma cutícula mais espessa e também maior número de pêlos que dificultam a absorção; **Temperatura** - de modo geral, dentro dos limites fisiológicos de cada planta, a absorção dos herbicidas pela folha aumenta

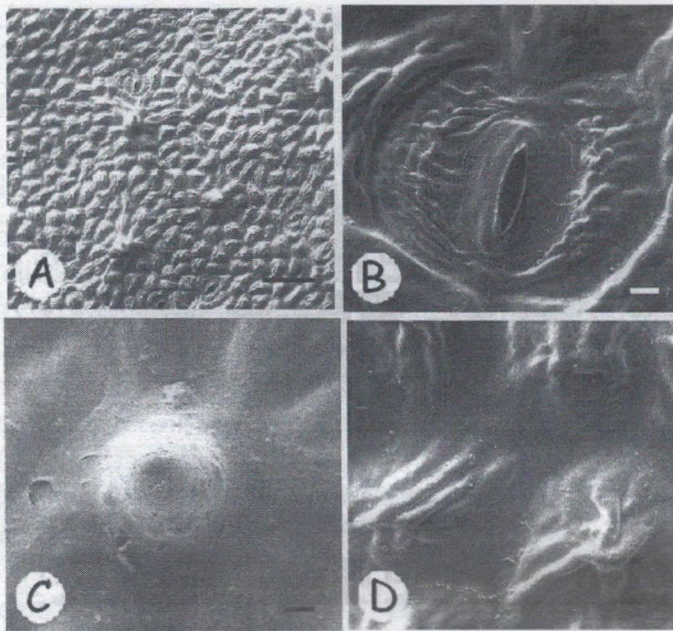
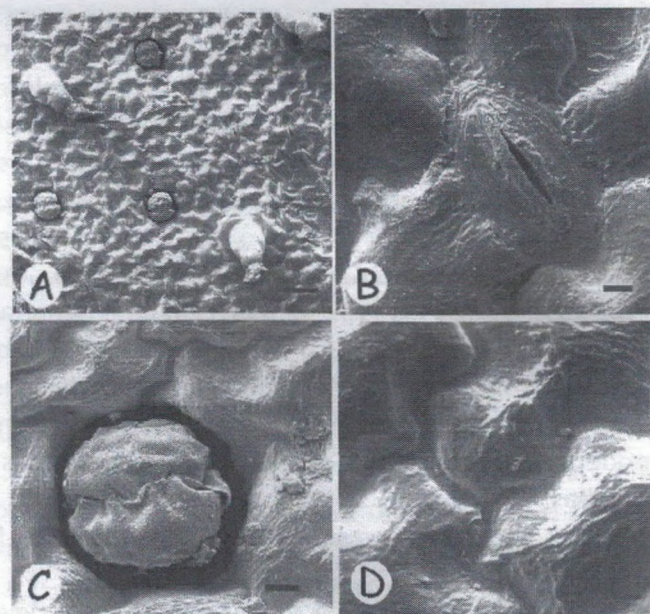


Figura 1. Superfície foliar adaxial de *Peschiera fuchsiaefolia* (leiteiro). A - Visão geral da superfície foliar (200x); B: Detalhe do estômatos (2000x); C: Detalhe do tricoma (2000x); D: Detalhe das células epidérmicas (2000x).

Figura 2. Superfície foliar adaxial de *Vernonia polyianthes* (assa-peixe). A - Visão geral da superfície foliar (200x); B: Detalhe do estômato (2000x); C: Detalhe do tricoma glandular (1000x); D: Detalhe da superfície das células epidérmicas (2000x)..



com a temperatura. Todavia, também temperaturas elevadas podem diminuir a absorção, por proporcionar uma cutícula mais espessa; **Umidade relativa** - a umidade relativa influencia a absorção e translocação dos herbicidas aplicados à folha porque afeta diretamente o tempo de permanência da gota na superfície foliar como também afeta a hidratação da cutícula. Baixa umidade relativa causa evaporação mais rápida da gota, dificulta a penetração na cutícula e pode provocar um estresse de umidade na planta; **Chuva** - a influência da chuva na absorção dos herbicidas pela folha depende primariamente das características de cada herbicida, pois alguns são absorvidos rapidamente, enquanto outros são lentamente absorvidos. De modo geral, os herbicidas formulados em óleo são menos afetados pela chuva que aqueles veiculados em água (Ross & Lembi, 1985); **Estresse de umidade** - plantas em estado de estresse de umidade apresentam cutícula mais espessa, mais pubescente e, conseqüentemente, a absorção de um herbicida será menor, como também a translocação devido à menor atividade metabólica da planta (Hess, 1985); **vento** - o vento afeta indiretamente a absorção pelo fato de aumentar a evaporação da gota na superfície foliar. Também plantas crescendo em condições de muito vento e altas temperaturas apresentam normalmente cutícula mais espessa e mais pubescente, que dificulta a absorção. Todavia cabe ressaltar que exposições breves ao vento podem provocar danos na cutícula, pela ação abrasiva das partículas da poeira, e permitir a absorção mais rápida do herbicida

TABELA 2. Porcentagem de componentes não polares e polares, bem como o pH na superfície da folha de diversas espécies infestantes.

Espécies	Não polares (%)	Polares (%)	pH
<i>Cyperus rotundus</i>	82	17	7,2
<i>Brachiaria plantaginea</i>	17	82	7,0
<i>Cynodon dactylon</i>	12	88	6,4
<i>Digitaria sanguinalis</i>	37	62	7,0
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	17	82	7,0
<i>Sorghum halepense</i>	6	93	7,0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	44	55	8,0
<i>Datura stramonium</i>	92	7	6,6
<i>Ipomoea purpúrea</i>	32	68	8,2
<i>Senna obtusifolia</i>	7	93	6,8
<i>Sida spinosa</i>	85	14	8,2
<i>Solanum nigrum</i>	88	11	8,4
<i>Xanthium orientale</i>	58	41	6,5

SANDOS-AGRO, 1991.

- c) **o herbicida deve ser translocado até o local de ação** - alguns herbicidas de aplicação à folhagem são considerados de ação tópica, ou seja, atuam somente nos tecidos nos quais entram em contato. Entretanto, a grande maioria deles se move do local de aplicação para outras partes das plantas. São denominados herbicidas de translocação ou sistêmicos.

Nas tabelas 3 e 4 observa-se o comportamento do herbicida 2,4-D em planta de cigarrinha (Mendonça et al, 2005). Observa-se a absorção que ocorreu até 48 horas após a aplicação como também a insignificante translocação fora da folha tratada.

TABELA 3. Porcentagens de absorção de ^{14}C 2,4-D em *Memora peregrina*. Piracicaba, SP, 2004.

Tempo (horas)	Porcentagem do ^{14}C 2,4-D aplicado		
	2,4-D	2,4-D + picloram	Dms ¹
1	8,22	9,63	9,16
2	8,92	10,54	11,24
4	12,01	12,07	5,69
8	14,49	14,13	10,93
24	23,17	21,36	19,05
48	23,81	24,26	13,54

¹dms: diferença mínima significativa entre médias usando teste de Tukey a 5% de significância.

TABELA 4. Translocação de ^{14}C 2,4-D absorvido em plantas de *Memora peregrina*, 48 horas após a aplicação, Piracicaba, SP, 2004.

Tempo (horas)	Porcentagem do ^{14}C 2,4-D aplicado		
	2,4-D	2,4-D + picloram	Dms ¹
Folha tratada	98,44	99,50	2,45
Folha oposta a folha tratada	0,12	0,01	-
Folha acima a folha tratada	0,14	0,37	-
Folhas abaixo a folha tratada	0,03	0,01	-
Caules	0,99	0,09	-
Raízes	0,28	0,02	-
Total translocado	1,56	0,50	2,44

¹dms: diferença mínima significativa entre médias usando teste de Tukey a 5% de significância.

Os herbicidas podem se mover a pequenas distâncias por difusão mas, para que tenham translocação eficiente na planta, devem penetrar nos tecidos condutores da planta. O conjunto dos protoplastos da planta forma um conjunto vivo e contínuo denominado de **simplasto**. O floema é o principal componente do simplasto. As paredes celulares e outras partes não vivas formam também um conjunto não vivo e contínuo, denominado de **apoplasto**. O xilema é o principal componente do apoplasto. Alguns herbicidas translocam-se predominantemente pelo simplasto, sendo, geralmente, aplicados às folhas. São denominados de herbicidas de translocação simplástica. Outros translocam-se predominantemente pelo apoplasto, sendo geralmente aplicados ao solo (herbicidas de translocação apoplástica), e outros translocam-se tanto no apoplasto como no simplasto (herbicidas de translocação apo-simplástica).

Quando o transporte da molécula do herbicida está associada ao transporte de carboidratos é importante observar esse transporte de acordo com o desenvolvimento da planta. Para alguns herbicidas de aplicação em pós-emergência, a época de aplicação mais adequada para a aplicação é o estágio de pré-florescimento.

A aplicação do herbicida ao solo é influenciada por uma série de fatores tais como: distribuição na superfície do solo, adsorção, lixiviação, volatilidade, decomposição química, decomposição microbiana e fotodecomposição. Para o uso adequado de uma molécula de herbicida ao solo há necessidade de se conhecer esses fatores que podem afetar o comportamento.

3,4 Uso adequado dos herbicidas em pastagens

O êxito numa aplicação de herbicida em pastagens será obtido quando forem seguidas as seguintes etapas:

- a) **identificação das espécies** - o primeiro passo é um levantamento das principais espécies que predominam infestando a pastagem e o conhecimento, se possível, de alguns aspectos da biologia dessas plantas.
- b) **escolha do herbicida** - a escolha deve ser feita levando-se em consideração a sensibilidade das principais espécies presentes aos herbicidas disponíveis no mercado. As principais moléculas de herbicidas disponíveis para utilização em pastagem no Brasil são; 2,4-D, picloram, dicamba, triclopyr, fluroxypir, aminopyralide, glyphosate, metsulfuron-methyl e tebuthiuron. Essas moléculas são encontradas para venda em mistura ou isoladamente. Verificada a sensibilidade, o passo seguinte é o aspecto de custo.

Também é importante levar em conta a formulação do produto a ser utilizado. Os principais herbicidas para aplicação à folhagem em pastagens podem ser encontrados nas formulações amina e éster. Cuidado especial, deve ser tornado com a formulação éster quando se tem, próximo da propriedade, cultura de plantas sensíveis como algodão, tomate, uva, fumo, banana, hortaliças, etc.

- c) **escolha do equipamento** - a escolha do equipamento, como também a calibração, são aspectos importantes para o sucesso do controle químico. Muitas das falhas do controle ocorrem devido à aplicação de sub-doses ou de doses muito acima da recomendada.
- d) **condições ambientais na aplicação** - o primeiro aspecto é o estágio de desenvolvimento da planta daninha. A planta daninha deve ter porte adequado para absorver uma quantidade que possa ser translocada até o sistema radicular e provocar a morte. Além disso, deve estar em crescimento ativo.

3.5. Métodos de aplicação

A escolha do método de aplicação depende de uma série de fatores tais como: planta daninha a controlar, estado de desenvolvimento e densidade de ocorrência dessas plantas, disponibilidade de equipamento e mão-de-obra, topografia do terreno e época do ano.

Os principais métodos de aplicação são os seguintes:

- a) **aplicação à folhagem** - é o método de aplicação mais comumente utilizado no controle de plantas daninhas em pastagens. Pode ser realizada em área total ou de forma dirigida. A melhor época da aplicação é nos meses quentes e úmidos, quando as plantas estão em atividade metabólica intensa. De modo geral, nos primeiros meses da época chuvosa, quando as plantas têm área foliar suficiente para absorção e translocação do herbicida, o tratamento pode ser feito. Nunca fazer aplicação em planta recém-brotada, pois ela não apresenta área foliar suficiente para absorver a quantidade necessária do herbicida para translocar e matar o sistema radicular.

A aplicação foliar pode ser realizada com pulverizador costal manual, com pulverizador montado sobre o animal (Burrojet), com pulverizador de barra próprio para aplicação em pastagens ou então com a utilização de aviões agrícolas ou helicópteros. A escolha do tipo de equipamento depende de uma série de fatores, como % de infestação, tamanho da área, topografia, altura das plantas e custo.

As aplicações em área total normalmente são realizadas quando a porcentagem de infestação é alta, de modo geral em torno de 60%. É muito importante verificar a presença da planta forrageira na área. Não se justifica a aplicação em área total quando a presença da espécie forrageira não é adequada. Já a aplicação dirigida é realizada com o pulverizador costal manual, ou do tipo adaptável ao lombo dos animais.

- b) **Tratamento no toco** - a aplicação ao toco tem sido bastante utilizada nas pastagens do Brasil, especialmente no programa de manutenção de pastagens formadas com um certo grau de infestação de plantas daninhas com porte elevado. Consiste em se fazer o corte mais rente do solo e logo após aplicar a solução do herbicida com pulverizador costal ou com pincel. Quando se demora muito para fazer a aplicação após o corte, a planta não absorve quantidade adequada do herbicida para provocar a morte do sistema radicular. Portanto, a recomendação é que se faça a aplicação imediatamente após o corte. Esse tipo de aplicação pode ser feito o ano todo, muito embora melhores resultados sejam obtidos

quando a planta está com boa atividade metabólica. Para evitar duplicação nas aplicações no campo normalmente um operador vai na frente cortando os arbustos e outro, atrás, vem fazendo a aplicação do herbicida. Também se recomenda adicionar um corante à solução do herbicida, que pode ser azul de metileno ou violeta de genciana. Isso quando a formulação não apresenta coloração.

- c) **tratamento nos troncos** - é realizado para arbustos de grande porte e com diâmetro normalmente maior que 10 cm. Isso porque a aplicação no toco, nesses casos, torna-se mais dispendiosa. Além disso, essas plantas, mortas em pé, ocupam menos espaço da planta forrageira.

A aplicação do herbicida, nesse caso, pode ser feita por pulverização ou pincelamento basal até uma altura de 30-40 em. Normalmente se utiliza solução com óleo diesel. Também pode ser feita a aplicação com injeção, através de equipamentos especiais que injetam o herbicida ao redor do tronco a intervalos de cada 10 cm, ou então através de cortes feitos manualmente ao redor do tronco.

tratamento no solo - a aplicação ao solo normalmente é feita com herbicida granulado que tenha o tipo de translocação apoplástica, ou seja, possa ser absorvido pelo sistema radicular a ser transportado até a parte aérea da planta. O herbicida é colocado em quantidade adequada ao redor da planta e, com a ocorrência de chuva, é arrastado e absorvido pelo sistema radicular do arbusto.

3.6 Tipos de uso dos herbicidas em pastagens

O herbicida pode ser utilizado no manejo de invasoras em pastagens nas seguintes situações: a) auxílio de formação de pastagens – nas áreas de mata virgem antes da implantação de espécies forrageiras é feito o corte e a extração da madeira de lei. Após é feita a derrubada manual ou mecânica. O fogo é utilizado quando o material já está seco, para permitir a sementeira do capim. Na fase de formação ocorre então a infestação de juquia, que, em muitas situações exige a aplicação do herbicida em área total com trator ou avião; b) limpeza da pastagem – é uma situação de uso do herbicida em pastagens que, devido ao manejo inadequado, foram reinfestadas pelas plantas daninhas. A aplicação do herbicida é feita então em área total quando a % de infestação é alta, mas deve haver boa presença de capim para que a pastagem possa se recuperar após o controle das plantas daninhas; c) manutenção de pastagens – seria a utilização do herbicida de forma dirigida, via foliar ou toco, visando o controle da infestação não muito altas.

3.7 Principais herbicidas utilizados em pastagens

Os principais herbicidas registrados para a aplicação em pastagens no Brasil são: (Rodrigues e Almeida, 2011).

- a) **2,4-D- ácido 2,4 diclorofenoacético**
formulação: sal amina e éster
marcas comerciais diversas: DMA 806 BR, Herbi D480, Aminol 806, U460-Fluid, 2,4-D Nortox, Alminamar, Bratt, Campeon, Dez, Grant, Navajo, Pren-D806 e U46BR
- volatilidade - depende da formulação. As formulações amina são praticamente não voláteis e as formulações ésteres podem ser de alta ou de baixa volatilidade, dependendo da cadeia carbônica do radical éster.
- absorção: é absorvido pelas folhas, raiz e caule.
- translocação: apoplástica
- persistência: curta no solo (1 a 4 semanas)
- tolerância de resíduos: carne, leite, ovos e produtos lácteos - 0,05 ppm.
O 2,4-D é utilizado isoladamente no controle de plantas daninhas de pastagens bastante sensíveis (plantas moles). Seu uso maior é em associação com as moléculas de picloram, ou dicamba, ou triclopyr.
- b) **picloram** - ac. 4-amino - 3,5,6 tricloropicolínico
- formulação: sal amina
- marcas comerciais: Padron (240 g/L), Pique 240 SC, Runner, Texas, Tropero. Misturas: Tordon (64 g

O Uso dos Herbicidas como Ferramenta de Manejo de Plantas Daninhas em Pastagens

e a/L de picloram + 240 g e.a./l de 2,4-D); Mannejo (40 g e.a./l de picloram + 120 g e.a./l de 2,4-D); Grazon (15 g e.a./l de picloram + 105 g e.a./l de 2,4-D); Dontor 22,5 g e.a./l de picloram + 360 g e.a./l de 2,4-D); Disparo (27 g e.a./l de picloram + 360g e.a./l de 2,4-D); Arena, Artys, Galop, Tucson, Turuna (todos com 64 g e.a./l de picloram + 240 g e.a./l de 2,4-D).

volatilidade: baixa $6,2 \times 10^{-7}$ mHg a 25°C

- absorção; folhas, raiz e caule
- translocação: apossimplástica
- persistência: variável dependendo de condições ambientais
- tolerância de resíduos na carne: 0,2 ppm

A mistura picloran + 2,4-D (Tordon/2,4-D) tem sido bastante utilizada em pastagens no Brasil, e o herbicida picloram (PADRON) isoladamente tem sido mais indicado para aplicação no toco (Ladeira Neto & Vicino, 1995).

c) **triclopyr** - ác. [(3,5,6-tricloro)-2-piridinil] oxi] acético - formulação: sal amina

- marcas comerciais: GARLON (triclopyr) - 480 g e.a./l, Triclon (480 g e a/l)
- absorção: folhas, raiz e caule translocação: apossimplástica
- persistência: meia via no solo de 20 a 45 dias

d) **tebuthiuron** - N-[5-(1, 1-dimetiletil)-1,3,4-tiadiazol-2-il]-N-N-dimetiluréia

- formulação: peletizada
- marca comercial: Graslan 100 - 100 g/kg
- volatilidade: 2×10^{-6} m kg a 25°C
- absorção: raiz
- translocação: apoplástica
- persistência: alta - plantar culturas rotacionais após 3 anos
- tolerancia de resíduos na gramínea: 20 ppm

e) **fluroxypyr** - [(4-amino-3,5-dicloro-6-fluoro-2-piridinil)oxi] acético

- formulação: concentrado emulsionável
- marca comercial: STARANE 200 - 200 g e.a./l de fluroxypyr
PLENUM - 80 g e.a./l do fluroxypyr + 80 g e.a./l de picloram
- volatilidade: $3,5 \times 10^{-8}$ mm kg
- absorção: folha e raiz
- translocação: apossimplástica
- persistência: meia vida de 34 a 63 dias dependendo do tipo de solo

f) **gliphosate** - N-(fosfonometil) glicina

- formulação: diversas
- marcas comerciais: Direct, Glifos, Glifosato 480 Agripec, glifosato

Atar 48; Glifosato Atanor, Glifosato Nortox, Glifosato Nufarm Gliz 480 SL, Roundup original, Roundup WG, volatilidade: $1,84 \times 10^{-7}$ mm Hg a 45°C

- absorção: foliar
- translocação: sim plástica
- persistência no solo: 30 a 90 dias
- utilizado em áreas de renovação de pastagens em aplicação de pré-plantio da nova espécie forrageira na área.

O manejo das plantas daninhas (juquira) é um dos fatores mais importantes que afetam a produtividade das pastagens nas regiões tropicais. Muitas pastagens, em alguns países, encontram-se mais ou menos degradadas e as plantas daninhas que sobrevivem no ecossistema normalmente não são palatáveis e são resistentes ao fogo (SWARBRICK e KENT, 1982). Em muitos países os métodos de controle utilizados são rudimentares e, em alguns são quase inexistentes.

Portanto, há necessidade de maior número de trabalhos científicos nessa área procurando estudar a biologia dessas plantas, como a determinação das fases de seu ciclo biológico, quando são mais sensíveis aos métodos de controle disponíveis. Também são necessários estudos da dinâmica da população das espécies daninhas em pastagens quando sujeitas a diferentes métodos de controle, assim como a duração do efeito dos métodos utilizados. O herbicida se constitui numa ferramenta útil desde que utilizado sempre em associação com outros métodos de controle disponíveis, procurando-se favorecer a planta útil forrageira na luta pela ocupação do espaço no agroecossistema.

Bibliografia

- ALMEIDA, F.S. de. *Combate aos arbustos nas pastagens*. Moçambique. Boletim. 1972. 149 p.
- ANDERSON, W.P. *Weed Science: Principles*. West Publishing Company. New York, 1983. 655p.
- CAMARGO, P.N. *Surfatantes*. In: *Herbicidas em Florestas*. Boletim Informativo do Instituto Pesquisas Florestais, IPEF, 1977. p. 144-168
- CARVALHO, M.M. de & XAVIER, D.F. *Controle de capim sapé, planta invasora de pastagens*. In: *Pasta do Produtor 2000*. EMBRAPA/CNPGL, Juiz de Fora, MG. 2000 3 p.
- DANTAS, M. & RODRIGUES, I.A. *Plantas invasoras de pastagens cultivadas na Amazonia*. Belém. Centro de Pesquisas Agropecuária do Trópico Úmido. Boletim de Pesquisa n. 1. 1980. 23p.
- DEUBER, R. *Ciência das plantas daninhas Fundamentos*. Jaboticabal FUNEP, 1992. V.1. 431p
- DIAS FILHO, M. B. *Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle*. Embrapa, CPATO, 1990. 103p.
- DOLL, J. e ARGEL, P. *Guia practica para el control de malezas em potreros*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletim série ES-22. 1976. 30p.
- DUTRA, I. dos S. *Sanidade permitirá que pecuária eleve rentabilidade*. Visão Agrícola, no. 3, Jan/Jun/2005. p. 28-31.
- GONÇALVES, CA; PIMENTEL, D.M.; SANTOS FILHO, B.G. *Plantas invasoras de pastagens do Estado do Pará*. Belém. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte. Boletim Técnico no. 62, 1974. p. 25-37.
- GROSSMANN, K. *Auxin herbicides: current status of mechanism and mode of action*. Pest Management Science 2010(66):113-120, 2009.
- GROSSMANN, K.; KWIATHOWSKI, J.; TRESCH, S. *Auxin herbicide induce H₂O₂ over production and tissue damage in diases (Galium aparine L.)*. Journal of Experimental Botany 52(362):1811-1816. 2001.
- HESS, F.D. *Herbicide absorption and translocation and their relationship to plant tolerance and susceptibility*. In: *Weed Physiology*. Vol. II. CRC Press Inc. Florida. 1985. p. 191-214.
- LADEIRA NETO, A. & VICINO, V.C. *Controle de plantas daninhas em pastagens ganha mais quem maneja melhor*. Revista A Granja Especial. Julho/1995. p. 1-10.
- LIEBL, R. *Growth regulator herbicides*. In: *herbicide Action Course, Purdue University, Indiana, USA*. 1997. 827p.
- MENDONÇA, C.G. de; Tornisielo, V.L.; VICTORIA FILHO, R.; LACERDA, A.L. de S. *Absortion and translocation of 2,4-D in plants of Mamora peregrina*. Journal of Environmental Science and Health, vol, B40(1):137-143, 2005.
- MENDONÇA, C.G. de; VICTORIA FILHO, R.; MARCON, U.M.; LACERDA, A.L.S. *Características ultra-estruturais das superfícies foliares de plantas daninhas dicotiledôneas*. In: *XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Gramado, RS*, p. 22, 2006
- MITHILA, J.; CHRISTOPHER HALL, J. JOHNSON, W.G.; KELEY, K.B.; RIECHERS, D.E. *Evolution of resistance to auxinia herbicides: historical perspectives, mechamins of resistance and implications for ????? wed management in agronomic crops*. Weed Science 59:445-457, 2011.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. *Guia dos herbicidas*. 6ª edição, Londrina 2011. 697p.
- ROSS, MA & LEMBI, CA *Applied Weed Science*. Macmillan Publishing Company. New York. 1985. 339p.
- SWARBR/CK, J.T. & KENT, J.H. *The status of weed control in tropical pastures*. In: *FAO, Improving Weed Management, paper 44*. 1982. p. 126-134.
- TOKARNIA, C.H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P.U. *Plantas Tóxicas do Brasil*. Editora Helianthus. Rio de Janeiro, 2000. 310 p.
- VICTORIA FILHO, R; LIMA, J.F. de. *Controle do capim-braquiaria (Brachiaria decumbens Stapf) na implantação de algumas gramíneas forrageiras*. In: *XIV Congresso de la Asociacion Latinoamericana de Ma/ezas (ALAM) e XXIX Congreso de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiologia Vegetal (COMALFI)*, Cartagena de indias, Colômbia, p. 91, 1999.
- VICTORIA FILHO, R *Controle de plantas daninhas em pastagens*. In: *PEIXOTO, AM.; MOURA, J. C. de; FARIA, V.P. Pastagens na Amazônia*. FEALQ, 1986. p., 72-90.
- VICTORIA FILHO, R *Fatores que influenciam a absorção foliar dos herbicidas*. Informe Agropecuário. 11(129):31-38, 1985.
- VICTORIA FILHO, R.; CORSI, M.; BALSACOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M.; LADEIRA NETO, A.; SVICERO, E.F. *Determinação do período crítico de interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de Brachiaria brizantha*. In: *XV Congreso de la Asociacion Latinoamericana de Malezas (ALAM) Y x Jornada Venezolanas Científico Técnicas em Biología y Combate de Malezas*. Venezuela, 2001. p.118.
- VICTORIA FILHO, R; CORSI, M.; BALSALOBRE, MAA; SANTOS, P.M.; LADEIRA, A; SVICERO, E.F. *Determinação do período crítico de interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de Brachiaria brizantha*. In: *XV Congreso de la Asociacion Latinoamericana de Malezas e X Jornadas Venezolanas Científico Técnicas em Biología y Combate de Malezas*. Venezuela. 2001, p. 118.
- VIEIRA, J.M. & KICHEL, A.N. *Estabelecimento e recuperação de pastagens de Panicum maximum*. In: *Simposio sobre Manejo de Pastagens*. 12. Anais. Pílacaba -FEALQ. 1995. P.147-196.
- ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B. *Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil*. In: *Simpósio de Forragicultura e Pastagens: Temas em Evidências*, Lavras, Anais. P. 1-51, 2000.
- ZINDHAL, R.L. *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press Incorporation California, 1999. 556 p.