

I Curso de Uso e Manejo da Irrigação

SIL, J.B. da
1986

CNPMS, 10 anos
pesquisando para o produtor
————— 1976-86 —————



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA — MA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária — EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo — CNPMS
Sete Lagoas — MG

1235

MANEJO E CONTROLE
DE
PLANTAS DANINHAS
EM ÁREAS IRRIGADAS

JOÃO BAPTISTA DA SILVA

ENG^o AGR^o Ph.D.

Pesquisador — CNPMS/EMBRAPA

I. - CONSIDERAÇÕES GERAIS

01. Matocompetição - definições e perdas culturais

Segundo Pitelli (1985), os efeitos negativos observados no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas, devido à presença de plantas daninhas, não devem ser atribuídos única e exclusivamente à matocompetição. Os efeitos negativos devem ser atribuídos a uma ação resultante de pressões ambientais que as plantas daninhas exercem sobre as plantas cultivadas. Essas pressões ambientais podem ser diretas (competição, alelopatia, interferência física na colheita) ou mesmo indiretas (hospedagem de pragas, doenças, nematodos etc). A ação total resultante dessas pressões ambientais das plantas daninhas sobre uma determinada cultura é denominada interferência e de uma maior ou menor interferência resultarão os diversos graus de perda cultural. A Figura 1 mostra o modelo esquemático dos fatores que afetam o grau de interferência entre cultura e comunidades infestantes. Ao se considerar uma determinada cultura, crescendo e se desenvolvendo no meio de uma comunidade de plantas daninhas, será muito difícil estabelecer qual a perda cultural resultante da matocompetição, da alelopatia etc. O que é certo é que a interferência das plantas daninhas representará uma perda cultural que pode ser estimada em termos de produtividade e, em última instância, em termos de cruzados perdidos.

As plantas daninhas competem com as plantas cultivadas pelo suprimento de recursos do solo (água, sais minerais, espaço físico) e do ar (luz solar, CO₂). É importante entender que a matocompetição só se estabelece quando o meio ambiente não é capaz de fornecer os recursos do solo ou do ar nas quantidades requeridas para as plantas cultivadas e infestantes. Por exemplo, em um ano chuvoso ou sob um sistema de irrigação, não se espera que a competição por água seja importante. Por outro lado, em um solo de drenagem rápida como são os solos de cerrado, a competição por água é crítica nos períodos de verão. A disponibilidade do recurso pode até mesmo cancelar o efeito negativo da matocompetição. Blanco et al (1977) verificaram que 80 Kg a mais de N em cobertura permitiram que parcelas de milho sem capina produzissem tanto quanto outras parcelas capinadas.

A matocompetição é sempre relativa e como pode ser visto, na Figura 1, ela varia com a população de plantas daninhas presente (espécies, densidade,

período de competição), varia com a cultura (espécie, variedade ou cultivar, densidade, espaçamento, época de plantio) e sofre interferências do meio ambiente (condições edáficas, condições climáticas, práticas culturais etc). A Tabela 1 dá um exemplo do efeito de cinco espécies de plantas daninhas em competição com arroz em duas condições de fertilidade. Neste caso o maior suprimento de sais minerais não beneficia a cultura.

FIGURA 1. Modelo esquemático dos fatores que afetam o grau de interferência entre culturas e comunidades infestantes.

FONTE: Bleasdale (1960) - Adaptado.

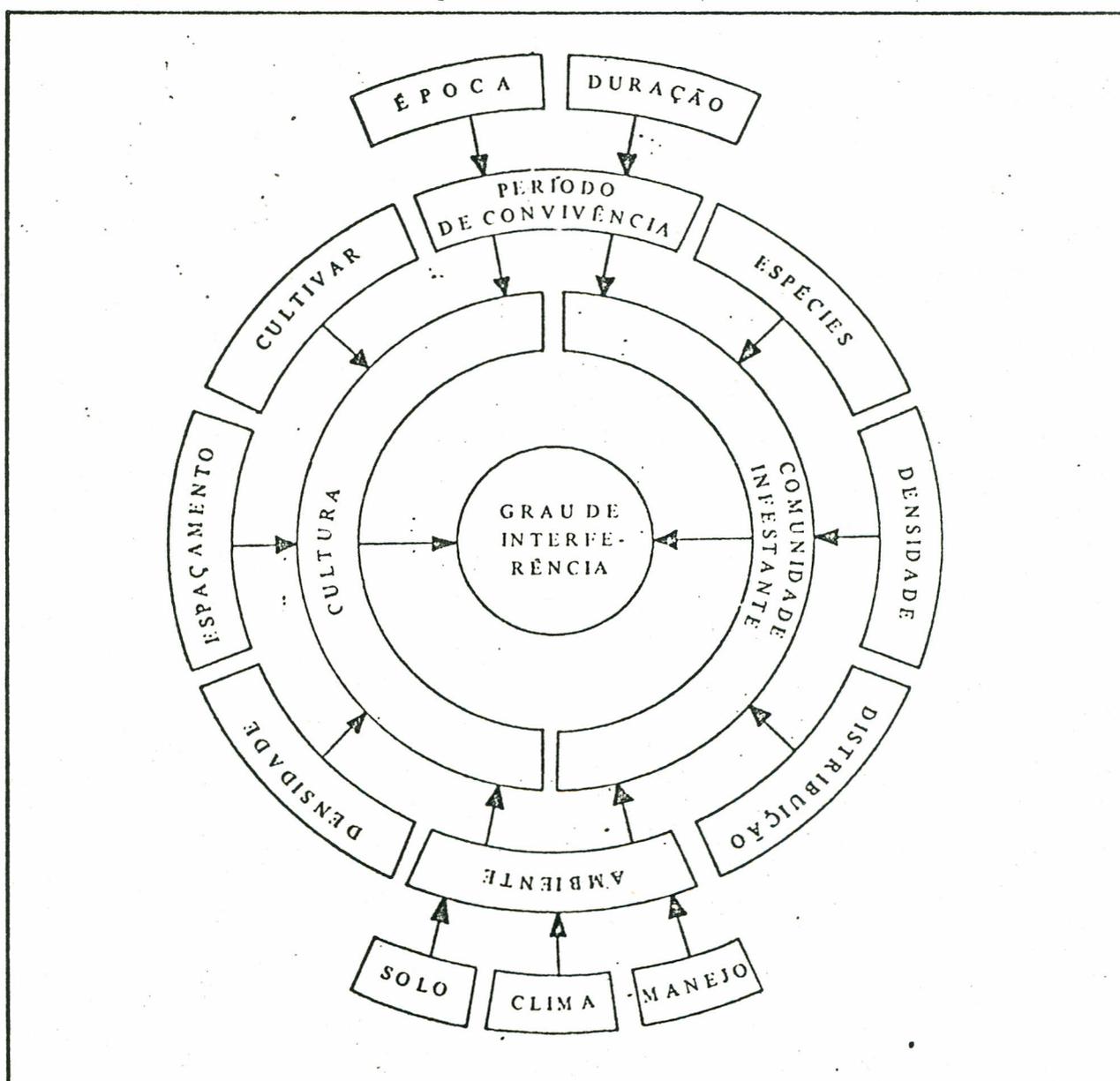


TABELA 1. Perdas de produção (%) de arroz em Taiwan, causadas pelas cinco mais importantes espécies de mato da região. Densidade: 100 plantas/m².

ESPÉCIES	FERTILIDADE	
	ALTA	BAIXA
<i>Echinochloa crusgalli</i>	85,5	76,1
<i>Monochoria vaginalis</i>	31,2	25,4
<i>Cyperus difformis</i>	73,6	49,1
<i>Marsilea quadrifolia</i>	56,5	45,1
<i>Spirodela polyrhiza</i>	8,5	10,6

FONTE: Chang, W.L. (1969).

Deve ser salientado também que o grau de competição depende do período de convivência entre as plantas daninhas e a cultura. Dessa observação resulta o conceito de "período crítico de competição", que é o período quando as plantas daninhas são realmente deletérias para a cultura. Qualquer programa de manejo e controle de plantas daninhas deve ser dimensionado para este período. Não se justifica o uso de equipamentos ou herbicidas para controlar o mato após o período de competição. Tal atitude seria antieconômica e não beneficiaria o ambiente. A tabela 2 mostra um exemplo na cultura de milho onde o controle de 27 gramíneas/m² e 50 dicotiledôneas/m² durante todo o ciclo não resultou em produtividade maior em relação ao controle até 50 dias. Neste exemplo fica evidenciado que a própria cultura do milho é capaz de competir e manter as plantas daninhas sob controle após os 50 primeiros dias de vida. Coincidentemente, verifica-se que após este estágio inicial de crescimento, o milho começa a absorver N com muito mais força.

TABELA 2. Produção de grãos de milho em função do período de controle do mato. CNPMS, Sete Lagoas, 1982/83.

TRATAMENTO EM RELAÇÃO AO CONTROLE DO MATO	PRODUÇÃO DE GRÃOS Kg / ha	% DE PERDA EM RELAÇÃO A 6.
1. Sem controle todo o ciclo	939	85,5
2. Sem controle 50 dias	1805	72,2
3. Sem controle 30 dias	4531	30,3
4. Com controle até 30 dias	4083	37,2
5. Com controle até 50 dias	6994	—
6. Com controle todo o ciclo	6500	—

FONTE: CNPMS, Circular Técnica 09.

Em termos de competição por água, existem plantas mais eficientes que outras, sendo capazes de produzir matéria seca com muito menos água. As culturas pouco eficientes neste aspecto sofrem mais a competição por água. A Tabela 3 mostra dados originais de Blanco (1974) indicando algumas culturas e plantas daninhas mais e menos eficientes no uso da água.

TABELA 3. Necessidade de água de algumas plantas cultivadas e daninhas.

<u>PLANTAS EFICIENTES</u>	<u>Kg água/Kg m.s.</u>
Caruru (<i>Amaranthus sp.</i>)	152
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	153
Milho (<i>Zea mays</i>)	174
Beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>)	281
Capim rabo de raposa (<i>Setaria sp.</i>)	285
<u>PLANTAS POUCO EFICIENTES</u>	
Erva-de-bicho (<i>Polygonum aviculare</i>)	339
Ambrosia (<i>Ambrosia artemisiae folia</i>)	456
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	542
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	568
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	682
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	700

FONTE: Blanco, H.G. Seção de Cereais, IAC.

02. Métodos de Manejo e Controle de Plantas Daninhas

Plantas daninhas são controladas pelas perdas culturais que elas causam. O manejo e controle delas é mais do que um método, é um sistema integrado de medidas que visa deixá-las sob controle. Vários métodos de controle são usados e mais por razões didáticas, eles são descritos separadamente.

02.01. Métodos culturais

As práticas culturais beneficiam a cultura, dando-lhe maior poder de competição. A aplicação de adubo fosfatado na linha de uma cultura de raiz pivotante (soja, por exemplo) beneficia a cultura, colocando o adubo próximo das raízes. O plantio na época certa, o espaçamento adequado, o uso de sementes selecionadas etc, são outros exemplos de métodos culturais que servem para dar à cultura condições de crescer e competir com a população de plantas daninhas.

02.02. Controle biológico

Plantas daninhas podem ser controladas por insetos, doenças e predadores. Alguns exemplos são citados na bibliografia mostrando o controle de certas espécies de plantas daninhas por carneiro, galinha, insetos etc. O que compromete o controle biológico é que as comunidades de plantas daninhas são compostas por mais de uma espécie e o controle de uma delas por uma praga ou doença, acaba beneficiando outras espécies. No caso de plantas daninhas, o controle biológico está hoje em vias de desenvolvimento e deverá representar no futuro uma ajuda substancial no controle de plantas daninhas problemáticas, resistentes a outros métodos de controle.

02.03. Processos mecânicos

São os processos mais usados na prática, servindo tanto para o manejo quanto para o controle das plantas. Os métodos mecânicos são usados desde o preparo do solo até o fim do período crítico de competição. O arado e a grade, usados habilmente, são ainda as melhores armas para o manejo de plantas daninhas perenes e para o estabelecimento da cultura em um leito isento de plantas daninhas. Após a emergência da cultura e das plantas daninhas, os métodos de controle mecânico são as capinas manuais e os cultivos. A capina manual de

manda de 08 a 10 homens-dia/ha/capina e deve ser feita de acordo com a necessidade da cultura. Os cultivos mecânicos são muito usados na cultura do milho e outras de plantio em linha e espaçadas de 0,60m a 1,0m. Não são muito empregadas em culturas de espaçamento abaixo de 0,50m. Para fins de cálculo estima-se que um cultivador de tração animal cultiva 01 ha/dia e que o cultivador de tração tratorizada gasta de 01 a 1,5 hora para cultivar um hectare. O número e a época de cultivos devem ser ajustados para cada cultura e ambiente. Os cultivos devem eliminar as plantas daninhas tão logo elas apareçam e deve ser repetido até que a cultura vença o período crítico de competição.

Em culturas de raiz fasciculada como é o caso do milho, arroz, trigo e outras gramíneas, muito cuidado deve ter-se com a profundidade de cultivo. Logo nos primeiros 30 dias o milho, por exemplo, tem o seu sistema radicular no meio das entrelinhas. O corte das raízes secundárias injuria a planta, atrasa o crescimento, abre portas para doenças e acaba diminuindo a produtividade. Um outro aspecto que deve ser lembrado é que as operações de cultivo são muitas vezes coincidentes com a época das chuvas e que às vezes não são realizadas na hora certa por esse motivo.

02.04. Controle químico

O uso de herbicidas tem sido um dos processos mais usados para o manejo de plantas daninhas no sistema de plantio direto e para o controle de plantas daninhas em culturas de menor espaçamento como a soja, trigo, arroz etc. O uso de herbicidas está intimamente ligado a lavouras de médio e grande porte e deve ser recomendado especificamente para sistemas de produção de alta tecnologia, com boa produtividade. O uso dessas substâncias químicas tem crescido assustadoramente nos países desenvolvidos e mesmo no Brasil, o mercado de herbicidas já suplanta física e economicamente qualquer outro grupo de defensivos agrícolas.

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas é uma faca de dois gumes na mão de pessoas inexperientes. O uso adequado garante o sucesso do controle e possibilita uma maior produtividade. O uso inadequado pode causar a destruição de toda a cultura e um prejuízo considerável. É preciso que o usuário siga as instruções de um técnico que possa prescrever uma receita e assumir os riscos. Os erros mais frequentes são: uso de um herbicida comprado para outra cultura e que não é recomendado para a cultura atual; aplicação errada quanto à forma, época, estágio da cultura ou das plantas daninhas; dosa-

gens inapropriadas para a cultura ou para o controle das plantas daninhas; inobservância de fatores ambientais etc.

O estudo de herbicidas é um assunto complexo e de longa duração. Várias classificações dos herbicidas podem ser feitas quanto ao modo de ação, quanto ao tipo de formulação, quanto ao grupo químico, quanto a seletividade etc. Entretanto, deve-se ressaltar aqui somente a classificação dos mesmos quanto à época de aplicação.

02.04.01. Herbicidas de pré-plantio de superfície (PPS)

São herbicidas capazes de controlar plantas daninhas em um solo na condição de pousio, na ausência da cultura. Podem ser usados herbicidas de contato e herbicidas sistêmicos. Este grupo de herbicidas é chamado de herbicidas de manejo e seu uso está ligado ao sistema de plantio direto. Neste caso o herbicida substitue o arado e a grade.

02.04.02. Herbicidas de pré-plantio incorporado (PPI)

São herbicidas que têm ação no solo impedindo a emergência de plântulas recém-germinadas. Esses produtos são misturados com a terra através de uma gradagem e essa operação pode ser feita porque o herbicida é muito volátil ou o herbicida tem pouca mobilidade no solo. Geralmente esses herbicidas são perdidos se forem deixados na superfície do solo.

02.04.03. Herbicidas pré-emergentes (PRE)

São os herbicidas mais comumente usados. São produtos de ação semelhante ao grupo anterior (PPI) mas neste caso a incorporação é chamada ativação e decorre da umidade do solo. Em contato com a água do solo o herbicida percola e entra na zona de ação. Normalmente são produtos que dependem da umidade do solo no momento da aplicação e quase não têm ação sobre plantas daninhas já emergidas. A pré-emergência é sempre em relação à cultura.

02.04.04. Herbicidas pós-emergentes seletivos (Pós-precoce)

Estão aqui representados os chamados herbicidas seletivos, capazes de serem aplicados sobre a cultura e as plantas daninhas e afetarem somente es-

tas últimas. Normalmente os herbicidas usados na chamada pós-emergência precoce são produtos que conseguem eliminar uma planta daninha já emergida e mesmo assim possuem ação residual no solo.

02.04.05. Herbicidas pós-emergentes não seletivos (Pós-Dirigida)

Esse grupo de herbicidas é usado geralmente para melhorar as condições da colheita. A aplicação é feita de tal modo a acertar as plantas daninhas e evitar as folhas baixeras da cultura. A pulverização dirigida é usada principalmente nas culturas de cana e milho. Estes herbicidas são também usados como dessecantes para acelerar a colheita. A ação pós-emergente do herbicida depende geralmente da umidade do solo e da umidade relativa do ar.

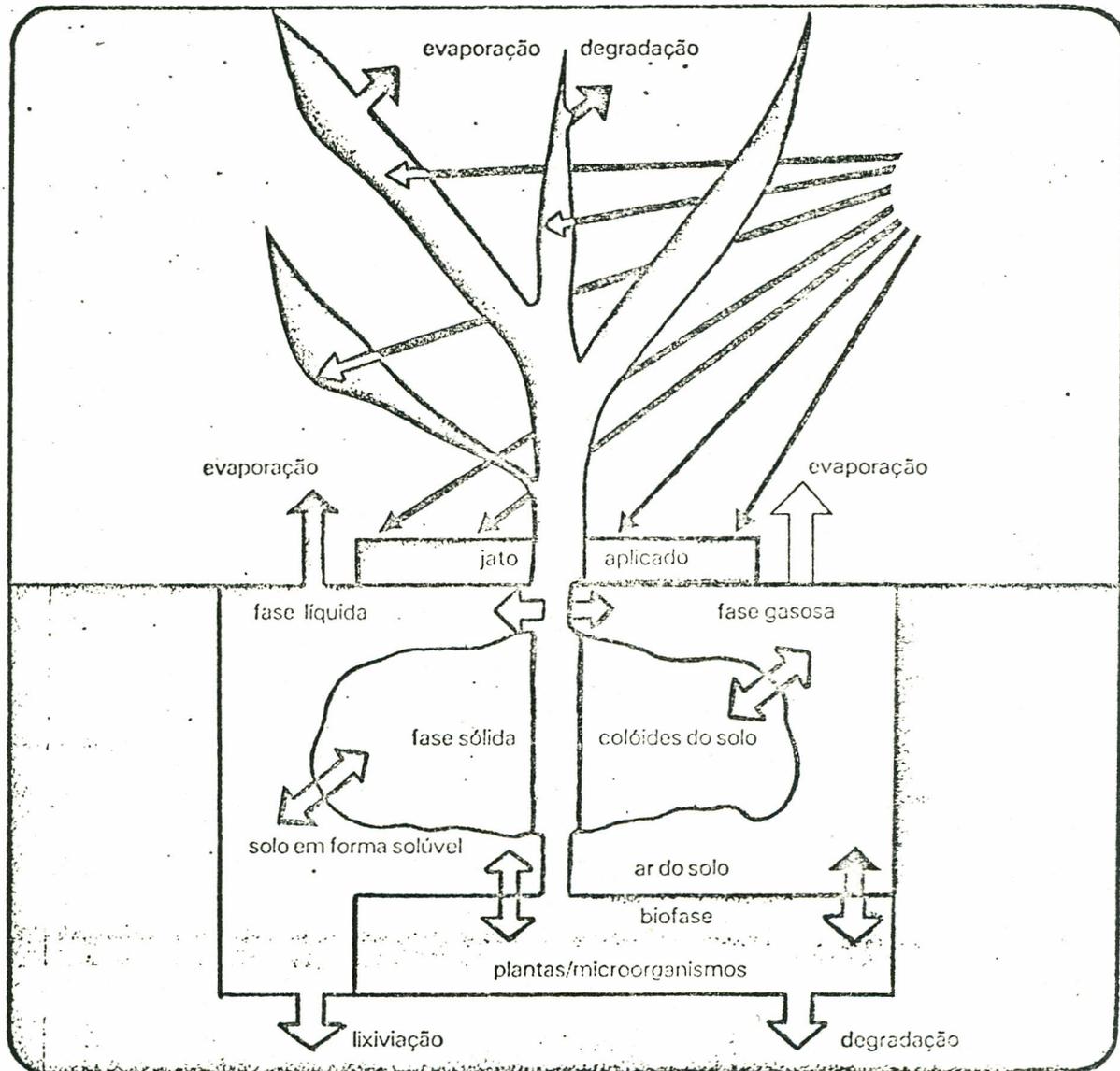
03. Interação Solo-Herbicida

A maioria dos herbicidas é aplicado sobre o solo para atuar diretamente na biofase. A quantidade de herbicida aplicado por área é muito pequena, não chegando, na grande maioria dos casos, a $1\text{g}/\text{m}^2$ de produto formulado. Apesar dessa concentração tão pequena, os herbicidas demonstram uma ação notável na população de plantas daninhas (alvo biológico) e algumas vezes sobre a população de micro-organismos do solo. Para que o herbicida atue eficientemente sobre o alvo biológico, é necessário que: o ponto de ação seja atingido; o herbicida esteja disponível para assimilação na solução do solo; o herbicida permaneça ativo na área de atuação por um período não menor e nem muito maior que o período crítico de competição.

O conhecimento do comportamento dos herbicidas no solo é o primeiro passo para se entender o porque dos sucessos e dos insucessos quando se aplica um produto sobre a superfície do solo. A Figura 2 mostra esquematicamente o que acontece com o herbicida no solo. Inicialmente o herbicida entra em contato com o meio, dividindo-se entre a fase líquida (solução do solo), a fase sólida (colóides do solo) e a fase gasosa (ar do solo). Dependendo das características físico-químicas do produto, uma maior ou menor parte pode estar presa na fase sólida (adsorção) ou disponível para absorção pelas plantas. Uma vez atingido o equilíbrio entre as fases, começa o processo de dissipação do herbicida:

- a) absorção pelas plantas (partes dissolvida e gasosa);
- b) adsorção pelos colóides do solo;
- c) perda por evaporação (fase líquida, gasosa e absorvida pelas plantas);
- d) perda por lixiviação;
- e) degradação por micro-organismos;
- f) degradação por plantas resistentes.

Figura 2. Distribuição dos herbicidas em suas distintas fases do solo.



Os processos de absorção pelas plantas e degradação microbiana são desejáveis tanto pela ação do herbicida quanto pela sua dissipação ao longo de certo tempo. Se não houvesse a degradação química e microbiana, o herbicida poderia permanecer no solo por um tempo longo demais e acabaria injuriando culturas subsequentes. É preciso entretanto que se conheça algumas características físico-químicas dos herbicidas para que sejam evitadas perdas desnecessárias pelos processos de evaporação, lixiviação e adsorção. Para melhor entender estes três processos, é interessante relembrar: solubilidade em água dos herbicidas, alcalinidade e volatilidade.

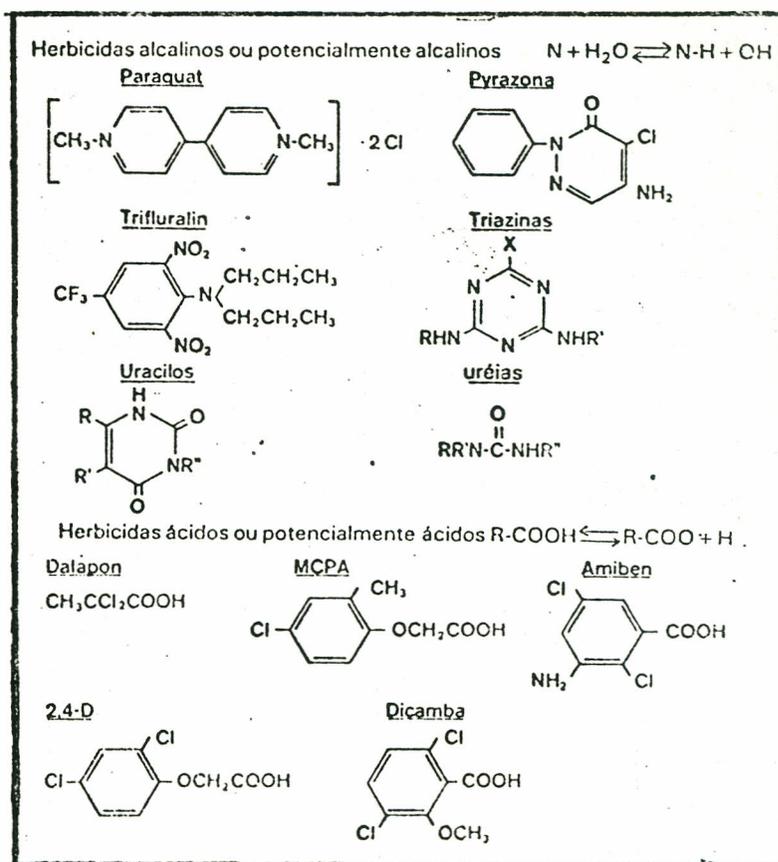
Solubilidade em água

A Tabela 4 mostra a solubilidade em água de alguns herbicidas. A disparidade é muito grande. Enquanto existem herbicidas muito pouco solúveis em água, como simazina e lenacil, existem também produtos de alta solubilidade, como o metribuzin e dalapon. A solubilidade em água é um dado fornecido nos catálogos técnicos de herbicidas. Por si só a solubilidade em água não explica muito, mas dá para ver: herbicidas pouco solúveis têm dificuldade para movimentar no solo e atingir o ponto de atuação; herbicidas hidrosolúveis podem ser perdidos facilmente por lixiviação e podem atingir o sistema radicular de plantas cultivadas como as fruteiras, árvores ornamentais etc. A solubilidade em água dá uma idéia de quanto será dissolvido e entrará na fase líquida do solo. A solubilidade em água deve ser sempre vista ao lado da característica seguinte que é a alcalinidade.

TABELA 4. Solubilidade em água de alguns herbicidas.

HERBICIDA	SOLUBILIDADE P P M	TEMPERATURA
a) Baixa solubilidade - Trifluralina	0,3	20°C
Simazine	3,5	20°C
Lenacil	6,0	20°C
b) Média solubilidade - Atrazine	33	20°C
Diuron	42	25°C
Linuron	75	25°C
Ametryne	185	20°C
Alachlor	242	25°C
c) Alta solubilidade - Picloram	430	20°C
Metolachlor	530	20°C
Bromacil	815	25°C
Metribuzin	1.200	60°C
Dalapon	500.000	20°C

FIGURA 3. Caráter alcalino ou ácido dos herbicidas.



Volatilidade

A volatilidade, também conhecida como pressão de vapor é expressa em mmHg. É uma característica considerável para alguns herbicidas que têm de ser incorporados ao solo para não se perderem na forma de vapores. Dos herbicidas usados em lavouras, o EPTC é o mais volátil, como mostrado na Tabela 6. Outros herbicidas muito voláteis são o Butylate, o 2,4-D na formulação éster, a trifluralina etc. A volatilização deve ser controlada de maneira a evitar-se perdas desnecessárias de produto e consequências indesejáveis. Por exemplo, vapores de 2,4-D na atmosfera podem injuriar culturas susceptíveis como o algodoeiro, tomateiro, batata etc.

É interessante frisar que a volatilidade de um herbicida é uma característica influenciada pela temperatura e pela umidade do solo. A volatilidade aumenta com a temperatura e com a umidade do solo. A incorporação mecânica dos se grupo de herbicidas, principalmente o EPTC e Butylate, deve ser feita preferencialmente em solo seco, em dias mais frescos. Por outro lado, uma chuva abundante ou uma irrigação intensa, logo após a pulverização, pode funcionar

como meio de incorporação para o produto. A volatilização é a perda de herbicida da fase gasosa do solo para a atmosfera. Ela diminui com a adsorção das moléculas aos colóides do solo e aumenta consideravelmente com chuvas esparsas e altas temperaturas.

TABELA 6. Volatilidade de alguns herbicidas.

HERBICIDA	VOLATILIDADE mm.Hg	TEMPERATURA °C
EPTC	$3,4 \times 10^{-2}$	25
Butylate	$1,3 \times 10^{-2}$	25
2,4-D (isopropyléster)	$1,0 \times 10^{-2}$	25
Trifluralina	$1,1 \times 10^{-4}$	25
Metribuzin	$2,0 \times 10^{-4}$	60
Metolachlor	$1,3 \times 10^{-5}$	20
Diuron	$3,1 \times 10^{-6}$	50
Atrazine	$3,0 \times 10^{-7}$	20
Simazine	$6,1 \times 10^{-9}$	20

Adsorção

Conhecendo-se as características físico-químicas dos herbicidas (solubilidade, alcalinidade e volatilidade), fica mais simples entender o processo da adsorção de herbicidas aos colóides do solo. A adsorção é um processo reversível, não sendo, portanto, um processo de perda definitiva do herbicida adsorvido. Quando um herbicida é aplicado ao solo, há sempre uma parte adsorvida e outra parte dissolvida na solução do solo. A relação entre essas duas concentrações pode ser determinada experimentalmente e é denominada valor K_d . O valor K_d é uma constante regida pela lei geral de dispersão, o que signifi-

ca que se a concentração na parte absorvida diminua (absorção pelas plantas, precipitações pluviométricas etc), automaticamente a parte adsorvida aos colóides cede moléculas para a outra.

A adsorção aumenta consideravelmente com o aumento do teor de matéria orgânica do solo e é proporcional à superfície de contato das partículas minerais do solo. Assim, entre as argilas, o valor Kd de um herbicida é muito mais alto para uma argila montmorilonita (2:1) do que para uma caolinita. De uma maneira geral o valor Kd aumenta com o número de cargas negativas dos colóides que é por sua vez influenciado pela natureza dos colóides e pela superfície de contato.

A acidez titulada do solo é também um fator considerável na variação do valor Kd. Quanto mais ácido o solo, mais íons Hidrogênio estão disponíveis para reagir com o átomos alcalinos dos herbicidas. Isto é uma decorrência da alcalinidade dos herbicidas. Quando mais próximo for o pH do solo do pK do herbicida, maior será o valor Kd. Essa ação da acidez titulável do solo sobre a adsorção, explica porque em solos ácidos os herbicidas alcalinos (triazinas, dinitroanilinas etc) são menos eficientes.

Finalmente, pode-se considerar que o valor Kd decresce da dissipação do herbicida das fases líquida e gasosa do solo, quer seja através da lixiviação, da evaporação, da absorção pelas plantas, da degradação por micro-organismos etc. A temperatura do solo é também importante, principalmente quando se consideram dois climas bem diferentes. Em altas temperaturas o valor Kd é praticamente nulo.

04. Revisão Bibliográfica

ALMEIDA, F.S. de & RODRIGUES, B.N. Guia de herbicidas; contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina, IAPAR, 1985. 468 p.

BESTE, C.E. Herbicide handbook of weed Science Society of América. 5 ed. Champaign, Ill. WSSA, 1983. 515 p.

BLANCO, H.G. Plantas daninhas e matocompetição. Campinas, Instituto Biológico, s.d. 87 p.

- BLANCO, H.G.; HAAG, H.P. & OLIVEIRA, D. de A. Estudo sobre a competição das plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays*, L.) V. Influência da adubação nitrogenada no grau de competição. São Paulo, Ciba-Geigy, s.d.
- BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. The biology of weeds. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1960. p.133-42.
- CRUZ, J.C. & RAMALHO, M.A.P. Tração animal no controle de plantas daninhas na cultura do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, MG. Mecanização na cultura do milho utilizando a tração animal. 2 ed. Sete Lagoas, 1985. p. 17 - 28. (EMBRAPA. CNPMS. Circular Técnica, 9).
- DUBACH, P. A dinâmica dos herbicidas no solo. São Paulo, Ciba-Geigy, s.d.
- KEARNEY, P.C. & KAUFMAN, D.D. Herbicides; chemistry, degradation and mode of action. 2 ed. rev. New York, Marcel Dekker, 1975. V.1.
- KEARNEY, P.C. & KAUFMAN, D.D. Herbicides; chemistry, degradation and mode of action. 2 ed. rev. New York, Marcel Dekker, 1976. V.2.
- PITELLI, R.A. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 11 (129):16-27, 1985.
- RODRIGUEZ, J.J. do V. Comportamento dos herbicidas no solo. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 11 (129):39-43, 1985.