



**EMBRATER**

Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural  
Vinculada ao Ministério da Agricultura

SIL, J.B.  
1979

### APRESENTAÇÃO

A EMBRATER (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural), objetivando concentrar esforços para execução de um programa de difusão de tecnologia para a cultura do milho, promove o treinamento de seus extensionistas a níveis Estadual e Regional.

Dentro desta sistemática patrocina também, a elaboração de apostilas, procurando iniciar o "Manual Técnico para a Cultura do Milho", material básico para técnicos que trabalham com a cultura no país.

A iniciativa da EMBRATER, sem dúvida, além de promover a transferência de conhecimentos aos extensionistas e técnicos, incentiva o relacionamento e cooperação com técnicos e instituições de pesquisas nas mais diversas áreas.

RICARDO MAGNAVACA

Chefe do Centro Nacional de  
Pesquisa de Milho e Sorgo

## CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO

João Baptista da Silva\*

José Carlos Cruz\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

Por anos e anos a figura de um homem com uma enxada tem sido o símbolo do produtor rural. Um melhor símbolo muito dificilmente seria encontrado. A enxada simboliza o esforço do produtor rural no controle de plantas daninhas que por si só causam mais perdas culturais que as pragas e doenças. Somente nos Estados Unidos, como um exemplo, as perdas ocasionadas pelas plantas daninhas atingem 180 bilhões de cruzeiros anualmente.

A competição das plantas daninhas com o milho nos estágios iniciais da cultura é extremamente importante. NEITO, em trabalho realizado no México, mostrou que os 30 primeiros dias após o plantio são críticos para a cultura (Quadro 1).

QUADRO 1. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho.

Tempo de competição após plantio (Dias)	Rend. kg/ha	Tempo sem competição após plantio (Dias)	Rend. kg/ha
10	4.100	Todo Ciclo	4.800
20	4.200	50	4.600
30	3.600	40	4.500
40	2.300	30	4.400
50	1.800	20	3.600
Todo Ciclo	40	10	2.400

Outros trabalhos realizados nos Estados Unidos (Quadro 2 e 3), mostram a redução na produção de milho pela competição de plantas daninhas.

\* Engº Agrº, Ph.D. e Pesquisador do CNPMS - EMBRAPA.

\*\* Engº Agrº, M.S. Pesquisador do CNPMS - EMBRAPA.

QUADRO 2. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho.

Tempo de Competição	Rend. kg/ha
0	7.280
2 semanas	6.720
3 semanas	6.272
5 semanas	6.048

QUADRO 3. Efeito de diferentes populações de Caruru na redução da produção de milho.

Stand de Carurú	Prod. kg/ha	Red. na produção kg/ha
0	6.050	0
1/100 cm	5.660	390
1/ 50 cm	5.150	900
1/ 25 cm	5.100	950
1/12,5 cm	4.370	1.680
1/2,5 cm	3.750	2.300
Fileira de ervas	3.580	2.470

## 2. CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS

O controle químico de plantas daninhas é uma prática altamente recomendável.

O emprego desta prática permite a distribuição mais homogênea do trabalho humano durante o ano, reduz a quantidade de sementes de plantas daninhas no campo, previne o controle do mato em épocas chuvosas quando os métodos mecânicos não são possíveis, elimina o perigo a que se expõe a cultura aos cultivos manuais que danificam principalmente as raízes e mantém a cultura livre de mato por um maior período de tempo.

O modo de ação dos herbicidas sobre as plantas varia conforme as propriedades dos mesmos e de acordo com as características e locais de atividades em que atuam, provocando reações de sintomas diversos e característicos. Assim, há herbicidas que atuam sobre o crescimento, provocando um desequilíbrio total da planta e, conseqüentemente, a sua morte; outros,

atuam no metabolismo da proteína, ou na fotossíntese ou na respiração vegetal; alguns agem como desidratantes violentos ou como fortes inibidores de reações enzimáticas.

Em agricultura, seria ideal que os herbicidas matassem totalmente as plantas daninhas, porém, há plantas que possuem características externas ou internas bastante resistentes aos herbicidas. Desse modo, os herbicidas são usados para o controle das plantas daninhas e não para erradicá-las. O controle do mato visa eliminar a interferência das plantas daninhas durante o ciclo da cultura ou, em alguns casos, durante a fase em que a cultura é mais sensível a competição das plantas daninhas.

Em resumo, o uso de herbicidas na agricultura moderna faz parte integrante como fator de produção agrícola, desde que os mesmos sejam utilizados dentro das técnicas recomendadas para cada produto e para cada cultura ou campo de aplicação.

## 2.1. Princípios de seletividade

Dentro das aplicações de herbicidas às culturas, um ponto de grande importância é a seletividade dos produtos, a qual pode ser obtida através de um ou mais princípios, como seguem:

- a. Controle de plantas daninhas antes da presença da cultura (controle pre-plantio) - mesmo utilizando-se de produtos não seletivos às culturas, porém em tempo hábil para se obter bons resultados de controle do mato e, ao mesmo tempo, de não afetar posteriormente a instalação da cultura. Ex: Dalapon no controle de gramíneas perenes.
- b. Controle seletivo por colocação em relação à cultura - próximo ao plantio ou enquanto a cultura está crescendo. Ex: MCPA.
- c. Controle seletivo através de jato-dirigido - evitando-se tocar as plantas da cultura com a calda de pulverização. Ex: Atrazin em milho.
- d. Controle seletivo através do uso de herbicidas granulados - em que os produtos não são absorvidos pela folhagem das plantas da cultura. Ex: Chloramben.
- e. Controle seletivo pela colocação direta do herbicida nas plantas daninhas - somente possível quando as mesmas estão acima das plantas da cultura, utilizando-se de uma barra com cera impregnada do herbicida. Ex: Éster de 2,4-D.

- f. Controle seletivo pela aplicação de antídotos - quer seja tratando-se as sementes antes do plantio ou se aplicando o antídoto formulado com o herbicida, inativando-se o herbicida para a cultura. Ex: Tratamento de sementes do milho com anidrido naftálico para aumentar a tolerância da cultura ao EPTC, uso de EPTC formulado com R-25788 etc.

Este conjunto de técnicas destinado a proteger a planta cultivada contra a ação dos herbicidas, constitui o que chamamos de seletividade agrônômica.

#### Controle seletivo natural ou através de fatores internos das plantas da cultura

Baseado na diferença física ou bioquímica, na tolerância da cultura e da planta daninha a um herbicida, o qual está em contato com a folhagem e com a raiz da planta. São os produtos realmente chamados de seletivos, ou, ainda, os que possuem seletividade natural a uma determinada cultura. Como exemplo, tem-se a atrazina na cultura do milho.

IMPORTANTE: A seletividade de um herbicida é sempre relativa

Pois a mesma depende de uma série de fatores, como sejam, características do produto, dosagem, características do tipo de solo, precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, teor de matéria orgânica do solo, variedade da cultura, tratos culturais, pH do solo, etc. No entanto, quando se faz os ensaios e experimentações locais para se determinar o grau de seletividade de um herbicida e o seu controle das plantas daninhas, procura-se obter todos os dados necessários para aumentar a segurança do emprego do produto em relação à cultura. O ideal é obter-se o máximo de seletividade entre a cultura e as plantas daninhas.

## 2.2. Formulações

A finalidade da formulação de um herbicida, como dos demais defensivos agrícolas, é a de colocar um produto químico em uma forma utilizável na prática.

Principais fatores que devem ser observados para se obter uma boa formulação de herbicidas; volatilidade, toxidez do herbicida e do solvente, custo dos ingredientes, estabilidade à luz, ao ar e ao congelamento.

Tipos de formulações herbicidas: granulado (Ex: Chloramben)  
pó-molhável (Ex: Triazinas)  
 e concentrado emulsionável ou emulsão (Ex: Butylato)

O método mais usado para a aplicação de herbicidas é através de aspersão ou de pulverização do produto; utilizando como veículo a água.

A água apresenta, então uma função como meio de distribuição do herbicida na superfície do solo ou sobre as plantas daninhas. Normalmente, nos pulverizadores costais e motorizados, emprega-se de 200 - 300 l/ha para herbicidas sob a forma de emulsões e, de 300 - 400 l/ha para herbicidas pós-molháveis. Outrossim, para aplicação de herbicidas em pós-emergência tardia, dependendo do porte das plantas daninhas, utiliza-se, em geral, entre 400 e 1.000 l/ha.

### 2.3. Vias de penetração nas plantas

De um modo geral, para que a ação sobre as plantas seja mais eficiente, o herbicida deve penetrar na planta e se movimentar para o local de sua ação.

Em alguns casos, como para os herbicidas com ação de contato, os produtos devem ser colocados nos pontos vitais da planta onde vão exercer a sua ação. Para os herbicidas com ação dissecante, os produtos deverão cobrir toda a folhagem das plantas.

Para os herbicidas translocáveis ou sistêmicos, muitas barreiras se opõem à penetração e translocação dentro das plantas, daí a necessidade de se usar uma quantidade maior de produtos do que aquela realmente necessária para se conseguir a morte do ponto vital, onde os mesmos vão ter a sua ação.

Normalmente os herbicidas penetram nas plantas através; das folhas, das raízes ou do broto antes da emergência, podendo, algumas vezes, serem as hastes o local de entrada.

#### a. As folhas como ponto de penetração

A superfície das folhas apresenta muitas barreiras à entrada do herbicida. Penetra-se mais facilmente pela cutícula, através de substâncias liófilas, tais como: vários óleos e solventes orgânicos. O uso da formulação correta facilita muito a penetração do herbicida nas folhas da planta daninha. Por exemplo, 2,4 - D pode ser formulado como sal sódico, amina ou éster. Formulado como estes a penetração é muito facilitada neste caso porque a formulação é também não-polar. Formulações polares são repelidas.

Entretanto, as aspersões aquosas penetram, principalmente, através dos estômatos. Possivelmente, devido a maior quantidade de estômatos na fase inferior da folha, a penetração seja mais fácil deste lado da folha. A localização dos estômatos e a sua abertura influenciam na penetração do herbicida na planta.

Em condições de alta umidade, as soluções aquosas penetram mais facilmente do que em condições de baixa umidade, talvez devido à maior abertura dos estômatos e a menor volatilização neste campo.

Outro fator que também influi nesta condição de mais umidade é a secagem mais vagorosa que se verifica, pois a solução fica mais tempo na superfície.

Muitas plantas possuem uma película cerosa depositada na superfície das folhas, não permitindo uma boa cobertura foliar e dificultando assim uma boa penetração do herbicida. Como esta camada de cêra não é homogênea, usa-se então um agente espalhante para se conseguir uma boa distribuição da gotícula na superfície foliar e a penetração do herbicida é melhorada.

#### b. As raízes como ponto de penetração

A penetração do herbicida através das raízes é mais fácil do que através da folhagem, uma vez que não há película cerosa ou cutícula.

A maior parte dos herbicidas de penetração radicular não conseguirá sua penetração pelas folhas. O principal problema com a aplicação de herbicidas pelas raízes é de se fazer com que os mesmos atravessem o solo e cheguem até a zona das raízes, ou seja, a sua colocação junto às raízes.

#### c. O broto ou gema como ponto de penetração

Também a penetração do herbicida através do broto antes da emergência das plantas é bastante fácil, pois que o mesmo é ainda bem sensível por não possuir uma camada de cera ou cutícula desenvolvidas.

NOTA - O herbicida poderá, também, no caso de produtos com certo grau de volatibilidade, penetrar na planta sob a forma de vapor, através das trocas gasosas pelos estômatos. Como exemplo, tem-se: ésteres de 2,4-D.

### 2.4. Vias de translocação nas plantas

Após a penetração do herbicida pela cutícula ou estômatos da folha, pela epiderme da raiz ou pelo broto da planta, o mesmo tem muitas barreiras que deverá vencer em seu movimento para o local de ação. Vários herbicidas são fixados - quimicamente adsorvidos - ou de outro modo qualquer inativados nas raízes ou nas folhas e não se movem para outras partes das plantas.

Supondo-se que o herbicida não é imobilizado na planta ou nas camadas superficiais da raiz, o mesmo se move dentro da planta, primariamente, de uma ou duas maneiras, como seguem:

#### a. Movimento através do Xilema

Os herbicidas que penetram nas raízes ou na folhagem, podem se mover para cima, com a corrente transpiratória, através do Xilema.

Estes padrões de movimento são típicos em uréias substituídas, (liuron, diuron, etc) e em triazinas (simazina, atrazina, etc.).

#### b. Movimento através do Floema

Alguns herbicidas se movem através do Floema, que é a parte viva do sistema condutor. Desse modo, as aplicações foliares que são feitas com estes herbicidas se movem desta maneira em direção às raízes, ou seja, em direção descendente na planta. Sendo, por isso, bastante empregados no controle de plantas daninhas de hábito perene.

Como exemplo de herbicidas que possuem este tipo de movimentação dentro da planta, tem-se os chamados "reguladores de crescimento" ou "hormonais" (2,4-D, 2,4,5-T etc.). No entanto, estes herbicidas se movem também através do Xilema. Assim, se colocados no solo eles se moverão para cima e, se colocados nas folhas, se moverão para baixo inicialmente e depois para cima, atingindo o ponto de crescimento da planta, onde vão ter ação.

Nestes casos, o movimento está associado como o movimento de açúcar na planta, podendo se movimentar como um complexo açúcar-herbicida. As boas condições de luz facilitam a movimentação do herbicida dentro da planta.

Daí, então, para se obter uma morte mais completa das raízes das plantas perenes, é importante manter os tecidos vivos por algum tempo para se conseguir o máximo de translocação para as raízes. Ex: Uma dose elevada de Dalapon não surte tanto efeito quanto a mesma dose aplicada de duas vezes espaçadas.

NOTA: Existem outros tipos de movimentação de herbicida dentro da planta, em certos casos, como: movimentação traumática - em que certos herbicidas, quando aplicados à folhagem, podem penetrar no Xilema e caminhar para as raízes, dentro do próprio Xilema, como os produtos arsenicais e o clorato de sódio, em plantas que estão em condições de alta transpiração e baixo conteúdo de água no solo; e, movimentação intercelular - em que certas substâncias podem se translocar através dos espaços intercelulares na planta, como alguns óleos que se movem em todas as direções e sentidos na planta.

### 2.5. Classificação

Os herbicidas podem ser agrupados de várias maneiras, sendo usualmente como seguem:

#### a. Classificação fisiológica

Inicialmente, pode-se classificá-los em dois grandes grupos:

Seletivos - produtos que podem ser usados em uma ou mais culturas, sem causar fitotoxicidade; e,

Não seletivos ou de ação total ou esterilizantes do solo - que tem ação sobre todas as plantas.

Tanto os herbicidas seletivos como os não seletivos podem se dividir em:

a.1. Herbicidas de translocação ou sistêmicos

São os que, aplicados à planta, em um determinado ponto, são absorvidos e se translocam dentro dela, apresentando a sua ação fitotóxica em locais distantes do ponto de aplicação. Podem ser, ainda, de ação radicular - penetração pelas raízes e translocação ascendente, pelo xilema, até atingir o seu ponto de ação, como ocorre para os produtos à base de uréia (linuron, diuron, etc) e as Triazinas (simazina, atrazina); de ação foliar - penetração pelas folhas e translocação descendente, pelo floema, para as demais partes da planta, como os herbicidas hormonais (2,4-D, 2,4,5-T, MCPA); e, de ação mista - que penetram tanto pelas raízes como pelas folhas e também se movimentam tanto pelo Xilema como pelo Floema, cujo exemplo típico é o Dalapon.

a.2. Herbicida de contato

São herbicidas de ação violenta que, quando aplicados à planta, exercem sua ação fitotóxica no próprio local onde foram aplicados, provocando danos localizados ou de pequena translocação. Podem ser: de ação radicular - quando agem diretamente nos pontos de crescimento das raízes, causando inibição ou paralização dos tecidos, como é o caso da Trifluralina e da Nitralina; e, de ação foliar - agindo nas folhas ou nas gemas terminais, dessecando os tecidos ou inibindo a fotossíntese ou causando distúrbios nos tecidos de crescimento, como, por exemplo: óleos minerais, Parquat, Bentazon.

b. Classificação quanto ao modo de aplicação

Os herbicidas podem ser classificados segundo o seu modo de aplicação, época e características próprias, em:

b.1. Herbicidas de pré-emergência

Estes herbicidas são aplicados antes, durante ou logo após o plantio do milho e sempre antes da emergência das plantas daninhas e da cultura. Os herbicidas deste grupo penetram nas plântulas pelo sistema radicular (raiz primária) ou pelo hipocótilo e geralmente causam a morte da plântula antes que

ela emerge do solo. Neste grupo de herbicidas são incluídos aqueles que são aplicados ao solo e incorporados antes do plantio (EPTC + R-25788, Butylato, etc), como também os que são simplesmente pulverizados na superfície do solo durante ou logo após o plantio (Linuron, Cyanazina, Atrazina, etc). Com exceção para algumas triazinas e ureas substituídas, herbicidas de pré-emergência tem muito pouca ou quase nenhuma ação de pós-emergência. Isto quer dizer que uma vez a planta daninha emerge, ela se torna resistente a este tipo de herbicida.

#### b.2. Herbicidas de pós-emergência

São aqueles que tem ação sobre as plantas daninhas após a emergência das mesmas. São incluídos aqui herbicidas de contato como é o caso de Paraquat, Bentazon outros, como também herbicidas sistêmicos, como é o caso de Dalapon, Picloran, Dicamba, etc. Dependendo da época de aplicação, a pós-emergência é dita: precoce - quando visa plantas daninhas com folhas cotiledonares; inicial - atingindo plantas daninhas com as primeiras 3-4 folhas verdadeiras; tardia - com efeito sobre plantas daninhas com 5-6 folhas verdadeiras.

Dependendo do herbicida, pode-se obter em alguns casos de um mesmo herbicida as ações de pós-emergência e pré-emergência juntas, mas nem sempre porque muitos herbicidas de pós-emergência não têm nenhuma ação no solo. Ex: Paraquat, Bentazon, etc.

#### c. Classificação por agrupamentos químicos

De acordo com as características próprias e modo de ação dos herbicidas, pode-se agrupá-los em:

##### c.1. Reguladores de crescimento

São chamados também de herbicidas hormonais, pois todos parecem ter a sua ação no mesmo local que a auxina natural da planta, o ácido indol-acético (AIA). No entanto, são muito mais ativos que o hormônio natural, chegando em geral a ter uma ação de 200 a 1.000 vezes maior.

O crescimento da planta susceptível, quando estes produtos são usados, é super-estimulado e a planta tem o seu crescimento descontrolado.

Os herbicidas hormonais apresentam uma estrutura química

semelhantes, com pequenas modificações entre si, e são translocados na planta tanto pelo Xilema como pelo Floema.

Exemplos: 2,4-D 2,4,5-T, MCPA, 2,4-DB, Picloran, etc.

### c.2. Inibidores da Fotossíntese

Os herbicidas enquadrados neste agrupamento, apesar de apresentarem características comuns, compreendem diferentes compostos químicos.

A fotossíntese é afetada rapidamente nas plantas susceptíveis; já nas plantas resistentes poderá não existir efeito sobre a fotossíntese ou qualquer efeito será muito temporário.

Estes produtos não têm efeito direto no crescimento da raiz, mas apenas indireto pela morte da parte superior. Todos podem ser absorvidos pela raiz, mas em geral são absorvidos mais pelas folhas, embora a absorção foliar varie grandemente entre os compostos. Todos eles se movem principalmente através do Xilema.

Exemplos:

- Ureias substituídas - linuron, diuron, etc.
- Triazinas - atrazina, simazina, cyanazina, ametrina, etc.

### c.3. Carbomatos e outros compostos

São herbicidas de ação principalmente sobre sementes e sementeiras, paralisando o crescimento das raízes ou brotos de sementes em germinação ou pequenas plântulas.

Os herbicidas deste grupo pertencem também a diferentes compostos químicos, mas com ação em geral semelhante.

A translocação destes compostos na planta aparentemente não foi definida em qualquer direção, tendo sua ação mais específica junto ao tecido de crescimento da raiz ou do ponto de crescimento da planta.

Exemplos:

- Tiocarbamatos - EPTC, Butylato
- Cloroacetamidas - propachlor, alachlor, metetilachlor
- Derivados do ácido benzoico - chloramben

## 2.6. Comportamento dos Herbicidas no Solo

A importância do comportamento de produtos químicos empregados no

solo se faz sentir através do incremento gradativo do uso de herbicidas aplicados ao solo e cada vez mais se torna necessário o conhecimento de suas reações no solo, seu efeito residual e acumulativo, etc. Os herbicidas quando aplicados no solo localizam-se na camada superficial, numa profundidade variável conforme suas propriedades e características do solo.

Vários fatores influenciam a atividade do herbicida quando aplicado à superfície do solo: adsorção pelos colóides do solo, absorção pelas plantas resistentes, lixiviação, volatilização, decomposição química, decomposição microbiana etc. A quantidade de herbicida aplicado no solo vai diminuindo gradativamente até desaparecer totalmente.

O tempo em que o herbicida permanece no solo é denominado persistência; esta termina no momento em que a análise química do resíduo não revela a presença de herbicida em amostras de solo.

#### Poder residual

É o tempo em que o herbicida permanece no solo com condições de exercer a ação fitotóxica.

#### Efeito residual do herbicida

É a fitotoxicidade devida ao poder residual; o efeito residual é considerado extinto quando a concentração do herbicida no solo não é suficiente para causar injúrias sobre plantas recém germinadas de espécies altamente susceptíveis.

#### a. Adsorção pelos colóides do solo

A adsorção do herbicida influencia a sua atividade, mobilidade e volatilidade. A adsorção é o fenômeno da atração por meio do ligamento das moléculas ou ions à superfície dos sólidos. Pode ser:

química - como resultado de valências incompletas e

física - pela força de Van der Waals.

A adsorção do herbicida no solo pode ser afetada por:

##### a.1. Natureza do colóide

O tipo de argila e também da matéria orgânica influencia a força e a quantidade de adsorção.

Por exemplo: a argila do tipo montmorilonita tem uma capacidade de adsorção de elementos na base de 3 a 5 vezes maior do que a argila do tipo caulinita (predominante nos nossos solos). A matéria orgânica (humus) tem capacidade de adsorção de até 15 a 20 vezes mais do que as argilas.

### a.2. Textura do Solo

De grande importância na adsorção do herbicida, pois vai dar uma idéia quantitativa da maior ou menor dosagem do produto, respectivamente em função da maior ou menor porcentagem da argila e de matéria orgânica do solo. Desse modo, para fins práticos, determina-se as dosagens do herbicida segundo a classificação granulométrica do solo, em: solo arenoso ou de textura leve, solo areno-argiloso ou argilo-arenoso ou de textura média e solo argiloso ou argilo-limoso ou de textura pesada.

Normalmente, em função do teor de matéria orgânica do solo, baixo ou alto (abaixo e acima de 2% respectivamente), para cada tipo de solo, considera-se as dosagens menores e maiores, respectivamente.

### a.3. Natureza do herbicida

A adsorção está intimamente ligada às propriedades físicas e químicas dos produtos.

### a.4. Grau de acidez do solo (pH)

O pH do solo apresenta importância na adsorção de alguns herbicidas. Assim, por ex., as triazinas em solos ácidos são mais adsorvidas que em solos de pH mais alto. No entanto, em condições normais de campo, o pH não tem valor pronunciado.

### a.5. Umidade do solo

De um modo geral, a adsorção de um herbicida é maior em solo seco do que em solo úmido.

### a.6. Temperatura

Observa-se que, quanto maior é a temperatura, menor é a absorção do herbicida pelos colóides do solo.

NOTA: A liberação do herbicida dos colóides do solo é ainda um ponto pouco conhecido. No entanto, sabe-se que os herbicidas são liberados mais prontamente da argila do que da matéria orgânica. A facilidade de liberação varia grandemente de acordo com cada um dos herbicidas.

## b. Absorção por plantas resistentes

Em certas condições, a atividade do herbicida pode ser pre

judicada pela absorção por plantas resistentes, as quais metabolizam, o mesmo, ou seja, diminuindo sensivelmente o seu teor no solo.

c. Lixiviação

O fenômeno da lixiviação, percolação ou descida do herbicida no solo, é grandemente influenciada pelos seguintes fatores:

c.1. textura do solo

solo mais leve, maior descida do herbicida; solo mais pesado, o inverso;

c.2. teor de matéria orgânica

quanto maior, maior a retenção de água no solo e vice-versa;

c.3. quantidade e força de adsorção

também inversamente proporcional;

c.4. topografia

quanto maior a declividade, menor a retenção e vice-versa;

c.5. intensidade de chuva

quanto maior, maior será a lixiviação do herbicida; e,

c.6. características intrínsecas do produto

maior ou menor solubilidade em água, propriedades químicas e físicas, etc.

NOTA - A movimentação dos herbicidas no solo apresenta-se com maior importância notadamente nas regiões úmidas.

d. Volatilização

Apresenta importância para certos tipos de herbicidas, que contêm alto grau de volatilidade, pois ao lado da perda da eficiência ainda poderá causar danos às culturas susceptíveis que estão próximas. Exemplo disso é o caso de aplicação com ésteres de 2,4-D, nas proximidades de uma cultura de algodão ou de soja.

A temperatura influi sensivelmente na volatilização dos herbicidas ou seja, quanto mais alta maior será a perda do produto. Também pode ter influência: o tipo colóide do solo e a força de adsorção dos mesmos.

Para os herbicidas altamente voláteis, para aplicação no solo, deve-se contornar este problema através da incorporação dos mesmos no solo.

e. Decomposição química

Vai depender sensivelmente das características dos produtos e das condições existentes no solo (temperatura, umidade, etc.)

f. Decomposição foto-química

Vários herbicidas são decompostos quando expostos à luz ultra-violeta. Dentre os produtos que podem sofrer esta decomposição, tem-se, por exemplo, as uréias substituídas, algumas triazinas, dinitroanilinas, etc.

g. Decomposição microbiana

Este é o meio mais importante pelo qual a maioria dos herbicidas orgânicos são decompostos no solo. No entanto, a velocidade de decomposição varia muito, dependendo dos herbicidas e, mesmo alguns, nem sofrem este tipo de decomposição. Normalmente, o aumento de temperatura acelera a velocidade de decomposição dos herbicidas por microorganismos, como também se observa maior decomposição em solos com teor alto de matéria orgânica.

NOTA: A respeito da persistência da micro-flora e da microfauna adaptadas ao terreno, muito pouco se conhece sobre a ação dos herbicidas às mesmas. Entretanto, segundo trabalhos já realizados neste sentido com vários produtos, não foi observada a inativação dos microorganismos, notadamente nas concentrações de herbicidas normalmente utilizadas. Alguns herbicidas como atrazina e simazina podem até mesmo estimular a atividade de alguns microorganismos. Ex: Spirillum.

## 2.7. Misturas de Herbicidas

Em determinadas condições, as misturas ou combinações de herbicidas, podem oferecer várias vantagens em relação ao uso de um herbicida so-

mente.

Dentre as principais vantagens, têm-se:

- a. Controle de mais espécies de plantas daninhas - misturando-se produtos com ação diferente sobre diversos tipos de plantas e, também, que apresentem sinergismo, ou seja, aumentando ainda a ação de cada produto.
- b. Maior segurança para as culturas - baixando-se a dosagem de um produto menos seletivo com o emprego de outro produto mais seletivo.
- c. Melhorar o controle de uma determinada planta daninha - através da mistura de um herbicida de ação mais específica.
- d. Redução de resíduos na cultura e no solo - empregando-se herbicidas de menor efeito residual junto com outros de maior efeito residual.
- e. Redução do custo - utilizando-se de produtos mais econômicos, para diminuir as dosagens dos produtos de mais alto custo.
- f. Prolongar o controle das plantas daninhas por um maior período - misturando-se os produtos de maior ação residual à produtos de menor tempo de ação.
- g. Atenuar o fator climático - utilizando produtos mais solúveis em mistura com produtos menos solúveis. Por exemplo, atrazina + simazina. Se o ano é muito chuvoso, simazina garante um bom controle e, se o ano for pouco chuvoso, atrazina garante o controle.
- h. Isolar a ação direta dos tipos de solos - com o emprego de produtos de ação de pós-emergência.
- i. Maior segurança de controle das plantas daninhas - utilizando-se produtos de ação de pré e pós-emergência do mato, principalmente no caso de aplicações em áreas extensas.

IMPORTANTE - Nas misturas de herbicidas deve-se conhecer bem as características dos produtos e suas recomendações específicas, para se planejar com segurança o seu uso, evitando-se, assim, incompatibilidades químicas e físicas, bem como fitotoxicidade às plantas da cultura, etc.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nas recomendações de herbicidas para a cultura do milho, já é consagrado o uso de triazinas, mais especificamente atrazina e simazina. Isto pode ser constatado na revisão bibliográfica apresentada a seguir.

RAFAEL, trabalhando com os herbicidas atrazina nas doses de 2,0 e 3,0 kg/ha, simazina 2,0 e 3,0 kg/ha, karmex 2,5 kg/ha, gesapax especial 2,5 kg/ha, bi-hedonal 1,0 e 2,0 l/ha, e ainda com as misturas atrazina + simazina 1,0 kg/ha + 1 kg/ha, atrazina + simazina 1,5 kg/ha + 1,5 kg/ha, 1,25 kg/ha, sendo todos esses produtos aplicados em pré-emergência, em área com 79% de infestação de plantas daninhas de folhas largas, conclui que:

a maior eficiência se observou nos tratamentos com atrazina e simazina aplicados individualmente, tanto no controle do mato, como na produção de grãos. O primeiro produto se mostrou mais eficiente, entretanto sem diferir estatisticamente do segundo. As diferentes dosagens de atrazina e simazina, não diferiram entre si, entretanto observou-se maior eficiência nas dosagens mais fortes;

a mistura atrazina + simazina na dosagem mais forte, foi superior às demais combinações, enquanto que atrazina + bi-hedonal, mostrou-se também promissora no controle das plantas daninhas. O bi-hedonal se mostrou de baixa eficiência no controle do mato, quando aplicado sozinho;

houve menor índice de germinação nas parcelas tratadas com karmex, demonstrando assim possibilidade de efeitos fitotóxicos do produto, o que também foi observado por ALMEIDA e ARRUDA;

houve um relativo aumento da produção e número médio das espigas, quanto mais eficiente se mostrava o herbicida. Não se observou influência dos tratamentos na porcentagem de grãos comerciais.

SEDIYAMA, usando vários herbicidas e misturas, conclui que, em áreas com predominância de capim marmelada (Brachiaria plantaginea), e com pouca infestação de enrola semana (Ipomoea sp.), as combinações dos herbicidas atrazina + laço, atrazina + ramrod e atrazina + sutan, mostraram os melhores resultados quanto à produção de grãos.

Atrazina apresentou resultado favorável, quando as plantas daninhas predominantes eram de folhas largas como o mentrasto (Hyptis suaveolens), botão de ouro (Gallinsoga parviflora) e enrola semana (Ipomoea sp.), e também folhas estreitas como o capim marmelada e o capim colchão. Laço mostrou ser eficiente no controle do capim marmelada e com efeito relativamente prolongado em relação aos outros herbicidas usados.

FORSTER et alli, conduzindo um ensaio com o herbicida ramrod (propachlor) em pré-emergência, em solo latossol roxo (roxo misturado) nas

dosagens de 3,25 6,50 e 9,75 kg/ha do p.a. e 2,0 kg/ha de atrazina como tes temunha, verificou que houve diminuição no número e peso médio de espigas, causada pela alta dose de ramrod. Quanto ao controle de plantas infestantes; observou-se maior eficiência das doses médias e altas do ramrod, porém em menores proporções que a atrazina. A planta daninha predominante na área era o capim carrapicho (Cenchrus echinatus L.), porém havia também capim marmelada e capim colchão (Digitaria sanguinalis).

ALVES e FORSTER (2), testando os herbicidas simazina e atrazina, em solos argilosos e silico-argiloso, em aplicação de pós-plantio, pré-emergência, nas doses de 3,0 e 6,0 kg/ha, não observaram sintomas de fitotoxicidade. Verificaram que para a área do solo argiloso, o tratamento com simazina na maior dosagem, foi superior aos demais tratamentos com atrazina. Na área de solo silico-argiloso, observaram o contrário.

Trabalho realizado por ALMEIDA e ARRUDA em latossolo roxo franco argiloso, com grande infestação de espinho carneiro (Xanthium spinosum) capim marmelada, capim carrapicho, picão (B. piloeus) e trapoeraba (Commelina sp.) mostrou que simazina e atrazina na dosagem de 2 kg/ha do p.a. apresentaram os melhores controles de plantas daninhas. Karmex e 2,4-D + dalapon apresentaram controle apenas regular.

SANTOS e ARAUJO (16) verificaram que o sutan (3,5 kg/ha do p.a.) apresentou ótimo controle de capim colchão, capim marmelada, poaia (Richardia brasiliensis) e vara de rojão (Tajetes minuta) e controle regular do capim carrapicho e trapoeraba (Tradescantia sp.). Atrazina (2,5 kg/ha do p.a.) também apresentou bom controle de plantas daninhas, exceto capim marmelada e carrapicho.

SANTOS E GRASSI, trabalhando com os herbicidas sutan (butylato), nas doses de 2,20 2,90 e 3,60 kg/ha de p.a. e simazina a 2,0 kg/ha, observaram ótimo controle das plantas daninhas, capim marmelada, picão branco (Gallin-soga parviflora), picão preto e capim colchão, conseguindo com simazina a 2,0 kg/ha. Relatam que na área predominava o capim marmelada, que foi muito controlado por sutan na dose de 3,60 kg/ha do ingrediente ativo. Quanto ao picão preto, o herbicida sutan apresentou um controle apenas regular. O mesmo herbicida, nas doses de 2,9 e 3,6 kg/ha, controlou totalmente o picão branco.

Segundo ALVES e GRECORI, os herbicidas linuron e atrazina, quando aplicados na cultura de milho em pré-emergência, tiveram ação mediana no combate à monocotiledôneas. A mistura linuron + ramrod, mostrou-se a mais promissora contra as gramíneas. O tratamento linuron + atrazina em aplicação direta, em pós-emergência ao milho e pré-emergência do mato, foi mais satisfatório, particularmente no combate às dicotiledôneas. O tratamento linuron + atrazina aplicado em cobertura total em pós-emergência ao milho, prejudicou a cultura do cereal.

SILVA, et alli, concluíram que em experimento de milho instalado no IPEACO, Sete Lagoas, MG, butylato, alaclor e 2,4-D foram os mais promissores no controle de tiririca (Cyperus rotundus) sendo o butylato o melhor dentre os 3, mas não controlando dicotiledôneas, Simazina apresentou ótimo controle de gramíneas e dicotiledôneas, mas não controlou tiririca. Linuron e clorbromuron não apresentaram bom controle de plantas daninhas. Nenhum herbicida afetou o milho.

COELHO et alli, estudando em Sete Lagoas, os herbicidas gesatop 50 (simazina), gesaprin 50 (atrazina), lorox (linuron), 2,4-D amina e ramrod (propaclor) nas dosagens de 6 kg/ha, 6 kg/ha, 3 kg/ha, 4 l/ha e 8 kg/ha respectivamente do produto comercial, na cultura do milho, concluíram que atrazina e simazina foram os melhores no controle das plantas daninhas. Ramrod apresentou controle médio enquanto o 2,4-D amina apresentou ligeira fitotoxicidade à cultura do milho.

REISEWITZ, em trabalho de revisão, concluiu que o gesatop 50, apresentou solubilidade de 3,5 ppm e  $Ld_{50}$  5000 mg/ha e absorção exclusivamente radicular. O gesaprin 50, mostrou solubilidade 70 ppm e  $LD_{50}$  3080 mg/ha, sendo absorvido principalmente por raízes e um pouco pelas folhas. Por esta razão, o primeiro só deve ser aplicado em pré-emergência das plantas daninhas, enquanto o segundo pode ser aplicado também em pós-emergência. O autor cita ainda que, em dosagens 3 vezes maior do que a recomendada não houve sintoma de fitotoxicidade, tendo o milho metabolizado essas triazinas em hidroxitriazinas.

Herbicidas como terbutrina, prometrina, prometone e outras triazinas, também foram estudados, entretanto sem apresentarem o alto poder herbicida e seletividade para a cultura do milho.

RAFAEL e SOUZA, estudando a influência de herbicidas no Teor de Extrato Etéreo e Proteína Total em grãos de milho, observaram que, embora não houvesse diferenças estatísticas entre os tratamentos, a medida que aumentavam as doses de atrazina, simazina e bi-hedonal, notava-se um acréscimo no teor de extrato etéreo e proteína total. Quando aumentava a dose da mistura atrazina + simazina, notava-se que praticamente não variava o teor de extrato etéreo e havia um decréscimo no teor de proteína total, ocorrendo com isso uma probabilidade de interação entre os componentes da mistura, afetando o metabolismo da planta, no sentido de prejudicar a formação de proteínas. A mistura de atrazina + bi-hedonal foi o tratamento no qual se observou um menor teor de extrato etéreo, enquanto que simazina na maior dosagem, proporcionou um maior teor de extrato etéreo nos grãos de milho. Em relação ao teor de proteína total, gesapax especial foi o tratamento em que se notou menor teor e simazina, na maior dosagem, maior teor.

Através dos dados, observaram a possibilidade da interferência de alguns herbicidas e misturas nos teores de extrato etéreo e proteína total,

quando comparados com capina manual e principalmente com testemunha sem capina. Sugerem os autores que novas pesquisas devem ser conduzidas, analisando inclusive, os amino-ácidos para que possam ser determinados a influência dos herbicidas sobre estes compostos nos grãos de milho.

Infelizmente, apesar do custo do herbicida ser uma barreira à expansão de seu emprego, a maioria dos pesquisadores não tem dado a devida atenção a análise econômica dos ensaios. Entretanto, resultados de alguns autores mostram que tem sido econômico o uso de simazina.

KRAMER, estudou o efeito de simazina na dosagem de 2,0 kg/ha do p.a., em área onde cerca de 65% das plantas daninhas eram gramíneas.

Predominavam na área, as plantas daninhas: capim pé de galinha (Eleusine indica), capim marmelada, capim colchão, capim carrapicho, espinho de carneiro (Acanthospermum hispidum), picão preto e grama seda (Cynodon dactylon). Através dos resultados obtidos, verificaram que a aplicação de herbicidas resultou em um acréscimo no lucro de 49% em relação à capina manual.

BRASESCO, em ensaios realizados com simazina, nas dosagens de 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 kg/ha do p.a. em pré-emergência e atrazina nas mesmas dosagens em pré e pós-emergência, observou que os rendimentos obtidos com atrazina em pré-emergência, tinham sido superiores aos obtidos com simazina. Nos tratamentos de pós-emergência, não houve eficiência do herbicida, fato que pode ser explicado pelo atraso em sua aplicação. Uma análise de custo de aplicação de 1 kg/ha de simazina, praticamente igualou a capina manual.

OMETTO É MORAES, obtiveram bons resultados com a aplicação de herbicidas simazina em milho, nas doses de 1,5 e 2,5 kg/ha do p.a., sendo a segunda dosagem mais eficiente no controle das plantas daninhas. O desenvolvimento da cultura foi normal e o preço do cultivo químico foi inferior 29% em relação a capina com enxada.

REIN, comparou os efeitos de simazina e neburon em várias dosagens, em solo com maior infestação de gramíneas. Neburon não apresentou controle satisfatório, enquanto que simazina apresentou bom controle, mesmo na dosagem de 2 kg/ha.

Através de observações em outros ensaios, o autor conclui que 1 kg/ha de simazina apresenta bom controle de mato. Uma análise de custo de aplicação de 1 kg/ha de simazina e o controle mecânico com 2 capinas e cultivo com burro, mostrou para o herbicida uma economia de quase Cr\$ 500,00 por alqueire, além de grande economia de mão-de-obra.

Baseado nas revisões anteriores, é apresentada uma relação dos herbicidas que se mostraram mais eficientes no controle das plantas daninhas na cultura do milho.

Herbicida (p.a.)*	Dosagem kg/ha - l/ha			Epoca de Aplicação	Eficiência
	Textura do Solo				
	Leve	Médio	Pesado		
Atrazina	2	3	4	Pré-emergência	G**+f.l.***
Simazina	2	3	4	Pré-emergência	G+f.l.
Atrazina+Alachlor	1,5+1,0	2+1,5	2,5+2	Pré-emergência	G+f.l.
Atrazina+meteti- lachlor	1,0+1,5	1,2+1,8	1,4+2,1	Pré-emergência	G+f.l.
Atrazina+Butylato	1,5+3	2+4	2,5+5	Pré-plantio in- corporado ao solo	G+f.l.
Atrazina+Linuron	1,5+1,5	2+2	2,5+3	Pré-emergência	G+f.l.
Atrazina+Simazina	1,5+1,5	2+2	2,5+2,5	Pré-emergência	G+f.l.
Atrazina+ (2,4-D+ MCPA)	1+1,5	1,5+2	2+2,5	Pós-emergência	G+f.l.
Atrazina+2,4-D	1+1,5	1,5+2	2+2,5	Pós-emergência	G+f.l.

\* Princípio ativo

\*\* G-gramíneas

\*\*\* f.l.-folhas largas

#### 4. CALIBRAGEM DO PULVERIZADOR

A aplicação imprópria de defensivos agrícolas custa mais de 540 milhões de cruzeiros anuais aos fazendeiros americanos. Uma aplicação errônea de herbicidas pode criar problemas de dois tipos: controle insuficiente da população de plantas daninhas quando a dose requerida não é aplicada totalmente e, no caso de excesso da dosagem, aumento do custo operacional, aumento do risco de injúrias a cultura e aumento de danos ao meio ambiente. Para que tais problemas não ocorram, a calibragem do pulverizador é sempre necessária quando se aplica herbicidas.

A calibragem do pulverizador é uma operação relativamente simples e será discutida adiante nos seguintes tópicos:

- a) Tanque do pulverizador
- b) Tipos de bicos e vazões
- c) Volume do herbicida por área
- d) Efeito da pressão de pulverização
- e) Ângulo do leque
- f) Arranjo dos bicos na barra
- g) Velocidade de pulverização
- h) Calibragem propriamente dita.

#### 4.1. Tanque do pulverizador

Independente da capacidade, tanques para pulverização de herbicidas devem ser feitos de um material resistente à ferrugem e a corrosão, ou então, ter um revestimento interno resistente. Para um melhor desempenho e maior tempo de vida do pulverizador como um todo, os tanques de pulverização devem estar sempre limpos, livres de ferrugem, poeira, cisco, etc. Eles devem ser lavados imediatamente após a pulverização e examinados para verificar-se quaisquer sinais de ferrugem, corrosão ou deterioramento do revestimento interno.

No sistema mais comum de pulverização de herbicidas, o pulverizador é tracionado por um trator e a pulverização é feita atrás do trator mas o tanque do pulverizador pode também ser montado na frente e lados do trator. A única recomendação no caso é que o nível do tanque esteja um pouco acima do nível da barra de pulverização. A montagem do tanque do pulverizador nas laterais do trator, por exemplo, possibilita a colocação da barra de pulverização na frente do trator e o uso concomitante de uma grade para incorporação do herbicida. Este tipo de montagem é extremamente útil quando o aplicador deseja pulverizar e concomitantemente incorporar ao solo um herbicida muito volátil (EPTC, BUTYLATO, etc) ou passível de fotodecomposição (dinitroanilinas).

Outro detalhe que deve ser examinado no tanque do pulverizador é o agitador. A agitação é necessária para se manter a suspensão água-herbicida uniformemente misturada. Isto é particularmente importante quando se trabalha com herbicidas formulados como pós-molháveis. O tanque do pulverizador deve ser provido de um sistema de helices ou pas para a agitação mecânica da suspensão. O agitador do tanque deve ser mantido em funcionamento durante todo o tempo de pulverização.

#### 4.2. Tipos de Bicos e Vazões

Existe no mercado uma enorme variedade de bicos para pulverização confeccionados com os mais diversos materiais. Com excessão de alguns casos de aplicação de herbicidas pós-emergentes, a aplicação de herbicidas é feita com bicos em leque que são constituídos basicamente de um corpo, uma peineira interna de malha 50 ou 100, uma tampa que se prende ao corpo por rosca e a parte principal do bico que a ponta. Por uma questão de durabilidade e precisão de pulverização, a ponta deve ser de aço inoxidável ou pelo menos de latão. O corpo e a tampa podem ser feitos de material mais barato.

Bicos em leque têm pontas numeradas de acordo com o ângulo do leque ( $65^{\circ}$ ,  $73^{\circ}$ ,  $80^{\circ}$ ,  $110^{\circ}$ , etc) e com a vazão do bico em galões por minuto. Assim, uma ponta 8003 tem um orifício capaz de gerar um leque de  $80^{\circ}$  e liberar 0,3 galões por minuto ou 1,136 l/min. Estes parâmetros são relacionados

com a pressão de 40 p.s.i. ou  $2,75 \text{ kg/cm}^2$ . Tanto o ângulo de pulverização quanto a vazão do bico é influenciada pela pressão.

#### 4.3. Volume do Herbicida por Área

Os rótulos dos herbicidas usualmente indicam a dose recomendada do herbicida, de acordo com a cultura, época de aplicação e tipo de solo, e também a quantidade de água ou outro diluente a ser aplicado por área. Quanto menor o volume de água - herbicida a ser aplicado, menor deve ser o orifício do bico a ser escolhido. Por exemplo, nas mesmas condições de pressão, espaçamento na barra de pulverização e velocidade do trator, um bico 8002 libera 1/3 da quantidade liberada por um bico 8006. O volume de água-herbicida a ser pulverizado varia de 220 a 450 l/ha na maioria dos casos e os bicos 8003 e 8004 são os mais comumente usados.

#### 4.4. Efeito da Pressão de Pulverização

A pressão determina a força com a qual o líquido sai do bico do pulverizador. A vazão do bico pode ser modificada por variações na pressão mas os limites de pressão estipuladas pelo fabricante do bico devem ser respeitados. É necessário quadruplicar a pressão para que a vazão do bico seja dobrada. Esta pressão alta aumenta a vazão mas reduz drasticamente o tamanho das gotículas. A redução do tamanho das gotículas pode ocasionar uma distorção do padrão de pulverização que pode resultar em deriva. A deriva é altamente indesejável principalmente quando se está trabalhando com herbicidas sistêmicos de ação pós-emergente. Culturas susceptíveis na vizinhança podem ser atingidas desnecessariamente. Para herbicidas, é recomendável uma pressão de pulverização na faixa de 1,5 a  $3,5 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.5. Ângulo do Leque

Bicos disponíveis no mercado para pulverização de herbicidas são muitos e variados, dependendo da finalidade da pulverização. Bicos em leque são os recomendados para pulverização uniforme de herbicidas na superfície do solo ou superfície foliar de plantas, quando se quer cobrir toda uma área ou faixas dela. As pontas dos bicos leque liberam o herbicida em um ângulo que é padronizado pelo fabricante. Os ângulos mais comuns são os de  $65^\circ$ ,  $73^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $95^\circ$ , e  $110^\circ$  e esta menor ou maior abertura do ângulo do leque está ligada diretamente à altura da barra do pulverizador. A altura do bico em relação à superfície a ser pulverizada tem que ser ajustada toda vez que o ângulo do leque é mudado. A simples mudança na pressão de pulverização é o bastante para causar diferença no ângulo do leque e conseqüentemente na altura em que a barra de pulverização deve ser ajustada.

Bicos em leque de ângulo mais aberto permitem a pulverização de uma faixa mais larga a uma determinada pressão. Isso resulta na possibilidade de redução da altura da barra de pulverização em dias mais ventosos e, ou, redução na pressão. Estas medidas visam reduzir o perigo de deriva.

#### 4.6. Arranjo dos Bicos na Barra

O espaçamento dos bicos na barra varia com a finalidade da pulverização mas a maioria dos pulverizadores encontrados no mercado têm barras de tamanho diferentes, com bicos espaçados de 50 cm. Para uma pressão determinada, a altura da barra do pulverizador é ajustada de acordo com o espaço entre os bicos e com o ângulo do leque. Por exemplo, para uma pressão de 2,75 kg/cm<sup>2</sup> ou 40 p.s.i. e espaçamento de 50 cm entre bicos, a altura da barra do pulverizador deve ser:

<u>Ângulo do leque (graus)</u>	<u>Altura (cm)</u>
65°	78,5
73°	67,6
80°	60
110°	35

#### 4.7. Velocidade de Pulverização

Para um determinado bico em leque, trabalhando a uma pressão fixa, a mudança na velocidade do veículo que transporta o pulverizador ocasiona uma mudança sensível na vazão por média. Por exemplo, se a velocidade do trator é reduzida de 5km/hora p/ 4 km/ha, há um aumento de 25% no volume de suspensão, emulsão ou solução de herbicida a ser pulverizado por área. Se a velocidade é aumentada, por exemplo de 5 km/ha para 6 km/ha, há uma redução na vazão por área de 16,7% e assim por diante

A velocidade de pulverização deve ser a mais uniforme possível para se obter uma pulverização uniforme e eficiente, sem causar danos ao pulverizador. A marcha ideal é função das condições do terreno, topografia, volume que se quer pulverizar por área e também da capacidade de trabalho. A capacidade de trabalho de um pulverizador é medida em hectares pulverizados por hora de serviço e depende da velocidade do trator (metros/hora), da extensão da barra (metros) e também de um fator de campo cujo valor é estimado em 0,75. A capacidade de trabalho é calculada pela fórmula:

$$C_{\text{ha/h}} = \frac{V(\text{m/h}) \times L(\text{m}) \times f}{10.000 \text{ m}^2}$$

Onde V representa a velocidade, L representa a largura ou extensão da barra do pulverizador, e f representa o fator de campo.

Para um pulverizador com barra de 8 m de largura e movendo a 4000 m/hora, a capacidade de trabalho é:

$$C_{\text{ha/h}} = \frac{4000 \text{ m/h} \times 8 \text{ m} \times 0,75}{10.000} = 2,4 \text{ ha/hora}$$

O aumento na velocidade do trator de 4.000 m/ha para 5.000 m/ha, conforme exposto anteriormente, reduz a vazão da área em 20% e aumenta a capacidade de trabalho em 25%. Isto representa um melhor rendimento e menor custo de aplicação mas um excesso de velocidade não é benéfico. Recomenda-se em geral que a velocidade de pulverização fique em torno de 5 km/hora o que é obtido com o trator em 1ª marcha, sem redução, a 1200 RPM.

#### 4.8. Calibragem Propriamente Dita

A calibragem do pulverizador e o cálculo da quantidade de herbicida a ser colocada nos diferentes tipos de tanques, é uma operação simples mas importante. Antes de mais nada, o aplicador deve verificar se:

- a) Os bicos todos têm a mesma numeração. Ex: 8004.
- b) Bicos e peneiras estão limpos, desimpedidos de qualquer obstrução. É sempre aconselhável a remoção das pontas e peneiras para este exame, e, se necessário, lavá-los.
- c) Os bicos estão dispostos na barra de pulverização de maneira que se justaponham. Evite o choque de leques.
- d) Não há vazamentos.
- e) Todos os bicos apresentam a mesma vazão. Ex: Para uma pressão de 40 p.s.i. ou 2,75 kg/cm<sup>2</sup>, todos os bicos 8004 devem apresentar uma vazão aproximada de 1.514 por minuto, independente da posição na barra. Caso haja diferença, verifique o defeito que pode ser da barra (perda de carga) ou do bico (entupido, dilatado, etc).

Após esses exames iniciais determine a pressão e a velocidade do trator. A velocidade deve ser marcada usando-se um trecho conhecido de 50m. Marcando-se o tempo necessário para o trator mover 50m, o aplicador, deve achar valores tais como 45 seg. (4 km/ha), 36 seg (5 km/hora) ou 30 seg (6 km/hora). Colete a água de um dos bicos em um recipiente graduado durante o tempo gasto para percorrer os 50m e multiplique este valor pelo número de bicos de barra para obter a vazão do pulverizador por uma unidade de área. Por uma regra de 3 simples, calcule a vazão do pulverizador por ha. Ex: Para uma barra de 12 bicos, espaçados de 50 cm.

- Distância percorrida	- 50 m
- Tempo gasto	- 36 segundos
- Vazão de cada bico em 36 segundos	- 0,908 l
- Vazão da barra (12 x 0,908 l)	-10,896 l
- Área pulverizada	- 50m x 6m = 300 m <sup>2</sup>
- Vazão por ha	- 10,896 x 10.000 m <sup>2</sup> /300 m <sup>2</sup> ≈ 363 l/ha

Se o pulverizador está equipado com um bom manômetro de baixa pressão, a vazão do pulverizador pode ser conhecida pelo uso da tabela em anexo, calculada para bicos em leque espaçados de 50 cm. Neste caso o aplicador confere os bicos, fixa a pressão e determina a velocidade. Exemplo: Para uma barra com n bicos 8004, pressão 40 p.s.i. e velocidade de 5 km/ha, a vazão é de 363,4 l/ha, independente do número de bicos. Nas mesmas condições de pressão e velocidade, uma barra com bicos 8006 teria uma vazão de 545 l/ha.

TABELA 1. Vazão de Pulverizadores para herbicidas, calculada para bicos espaçados de 50 cm.

Bico* em leque	Pressão do manómetro (p.s.i.)	Capacidade de 1 bico (l/min)	Vazão em l/ha de acordo com a velocidade			
			4 km/hora	5 km/hora	6 km/hora	8 km/hora
8001 ou 11001	20	0,265	79,5	63,6	53,0	39,8
	30	0,341	102,3	81,8	68,2	51,2
	40	0,379	113,6	90,8	75,7	56,8
	50	0,416	124,8	99,8	83,2	62,4
8002 ou 11002	20	0,530	159,0	127,2	106,0	79,5
	30	0,643	192,9	154,3	128,6	96,5
	40	0,757	227,1	181,7	151,4	113,6
	50	0,871	261,3	209,0	174,2	130,7
8003 ou 11003	20	0,795	238,5	190,8	159,0	119,3
	30	0,984	295,2	236,2	196,8	147,6
	40	1,136	340,8	272,6	227,2	170,4
	50	1,287	386,1	308,9	257,4	193,1
8004 ou 11004	20	1,060	318,0	254,4	212,0	159,0
	30	1,325	397,5	318,0	266,0	198,8
	40	1,514	454,2	363,4	302,8	227,1
	50	1,703	510,9	408,7	340,6	255,5
8006 ou 11006	20	1,590	477,0	381,6	318,0	238,5
	30	1,968	590,4	472,3	393,6	295,2
	40	2,271	681,3	545,0	454,2	340,7
	50	2,536	760,8	608,6	507,2	380,4

\* Para o bico 8001 ou 11001, use peneira de malha 100; para os demais use peneira de malha 50.

## 5. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ALMEIDA, P.R. e ARRUDA, H.V. Experiência com herbicidas em pré-emergência na cultura do milho. In: III Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, Campinas, 1960. Anais p. 223-30.
2. ALVES, A. & FORSTER, R. Simazin e atrazina na cultura do milho. In: IV Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas e I Reunião Latino-Americana de Luta Contra as Ervas Más, Rio de Janeiro, 1962. Anais p. 131.
3. \_\_\_\_\_ & GREGORI, R. Efeito de alguns herbicidas no combate às ervas daninhas na cultura do milho. In: VI Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, Sete Lagoas, 1966. Anais p. 135.
4. ALDRICH, S.R. & LENG, E.R. Modern Corn Production. Urbana, Illinois, Publish Corp., 1966 308 p.
5. BRASESCO, I.A.I. Triazinas em mais. In: IV Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas e I Reunião Latino-Americana de Luta Contra as Ervas Más, Rio de Janeiro, 1962. Anais p. 143-4.
6. COELHO, J.P., SILVA, J.B., SATURNINO, M.A.C., MAGNAVACA, R. & SILVA, J. Possibilidades econômicas do uso de herbicidas na cultura do milho. Série Pesquisa/Extensão, IPEACO, Sete Lagoas - 7 p. 1971 (nº 8)
7. FORSTER, R. & ALVES, A. Noções Gerais Sobre Herbicidas e Ervas Daninhas. Campinas. Instituto Agrônômico, 1968. 58 p.
8. KRAMER, M. Ensaio sobre a aplicação de herbicidas na cultura do milho, em pós-emergência. O Biológico. S. Paulo, 11:267-92. 1962.
9. NEITO, J.H. Critical periods of crop growth cycle of competition from weeds In: DAD - Symposium on Crop Losses, p.8, 1967.
10. OMETTO, D.A. & MORAES, R.S. O cultivo químico na cultura do milho. In: IV Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas e I Reunião Latino-Americana de Luta Contra as Ervas Más, Rio de Janeiro, 1962. Anais p. 225-9.
11. RAFAEL, J.O.V. Comparação de herbicidas aplicados individualmente e em comparação na cultura do milho. Viçosa, Universidade Federal, 1974. 37 p. (Tese de MS). Não Publicada.

12. \_\_\_\_\_ & SOUZA, I.F. Influência de diferentes dosagens e misturas de herbicidas nos teores de extrato etéreo e proteína total em grãos de milho. Lavras, 1974. 12 p.
13. REIN, J. Herbicidas em pré-emergência na cultura do milho. In: III Seminário Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, Campinas, 1960. Anais 1961. p. 249-52.
14. REISEWITZ, H.K. Emprego de herbicidas do grupo das triazinas na cultura do milho. In: VII Reunião Brasileira de Milho e I Simpósio Sobre Milho Opaco, Viçosa, Empresa Universitária, 1971. Anais p. 39-52.
15. SANTOS, C.A.I. & GRASSI, N. Aplicação de Herbicidas em pré-emergência e pré plantio, na cultura do milho. O Biológico, S. Paulo 35 (10): 255-8. 1969.
16. \_\_\_\_\_ & ARAUJO, J.B.M. Estudos relativos à aplicação de herbicidas na cultura do milho. O Biológico, S. Paulo, 37(2): 35-8. 1971.
17. SEDYAMA, T. Comparação de herbicidas, aplicados individualmente e em combinação na cultura do milho. Viçosa, Universidade Federal, 1970. 38 p. (Tese de MS).
18. SILVA, J.B., SILVA, J., CORRÊA, L.A., COELHO, J.P., MAGNAVACA, R. & FERREIRA, A.A.M. Competição de Herbicidas na cultura do milho em áreas infestadas com tiririca (Cyperus rotundus L.) In: IX Reunião Brasileira de Milho, Recife, 1972. Anais p. 190-5.