

HERBIGAÇÃO

WULF SCHMIDT - Dow AgroSciences, Ind. Ltda – R. Alexandre Dumas, 1671 - S.Paulo/SP - CEP04117 903. Email: wschmidt1@dow.com Coord. Grupo Quimigação da ABNT-CE:04.015.08

RESUMO

O Brasil tem cerca de 4 MM de ha irrigados, cerca de 2,5 MM de tabuleiros, 1,0 MM de pivôs centrais e 0,5 MM de outros sistemas, crescendo a uma taxa aproximada de 5% ao ano em área, principalmente com pivôs e localizada. Apesar disto, quimigação de modo geral e herbigação particularmente, não são práticas comuns, devido sobretudo a falta de informações para condições brasileiras. O presente trabalho tem como principal objetivo mostrar o status atual desta prática, o que é, suas vantagens e limitações, e as oportunidades existentes para a pesquisa e uso pelos agricultores irrigantes. A ausência de uma regulamentação própria e específica desta prática, em relação ao seu uso, manejo agrícola e registro também é comentada. Percebemos que há muito trabalho a ser feito, mas, cujos resultados certamente vão contribuir para a redução dos custos operacionais do agricultor irrigante, fazendo a agricultura brasileira ser mais competitiva num mundo globalizado.

Palavras Chaves: Quimigação; Herbigação; Herbicidas

SUMMARY

Brazil has around 4 MM irrigated ha, about 2.5 MM for paddy rice, 1.0 MM centre pivots, and 0.5 MM other systems, increasing in a rate of around 5% a year in area, mainly for sprinklers and trickle systems. Beside that, chemigation at all and herbigation particularly is not a very common

practice mainly due to lack of information for Brazilian conditions. The present paper has the main objective to show the current status of herbigation, what it is, its advantages and limitations, and the existing opportunities for research and use by our farmers. The absence of a clear normatization of this practice, regarding safety devices, crops management and regulatory are also commented. We perceive that a lot of work is to be done, but the results certainly will contribute for operating cost reduction by irrigated farmer, which will make brazilian agriculture be more competitive in a globalized world.

Key words: Chemigation; herbigation; Herbicides

INTRODUÇÃO

Quimigação é a prática de se aplicar produtos agroquímicos pela água de irrigação (JOHNSON et alii.1986). A herbigação está portanto inserida neste contexto e é a aplicação de herbicidas pela água de irrigação. É uma prática agrícola bastante difundida em outros países mas pouco difundida ainda no Brasil, que embora tenha cerca de 4 milhões de ha irrigados (2,5 MM inundação; 1,0 MM pivô central; 0,5 MM outros sistemas), pouquíssimos são os trabalhos nesta área desenvolvidos em nossas condições, sendo-me possível localizar apenas um, realizado por SILVA, J.B. e COSTA, E.F. (EMBRAPA / CNPMS).

O primeiro trabalho conhecido nesta área, data de 1955, feito por BRUNS et alii (Uso de solventes aromáticos no controle de plantas aquáticas submersas em canais de irrigação). De lá para cá, sobretudo nas décadas de 70 e 80 nos EUA, vários trabalhos têm sido realizados testando-se várias moléculas herbicidas tanto em pré como em pós emergência. Estes ensaios visaram não apenas a questão da eficácia e seletividade, mas também dados de impacto ambiental (escorrimento e lixiviação p.ex.), risco a saúde humana, características físico-químicas das moléculas e formulações, distribuição do produto na área, etc.

Estes trabalhos nos mostram que várias moléculas podem ser utilizadas em herbicidação, muitas vezes com eficácia superior, e com custo de aplicação inferior, que os métodos "convencionais" de aplicação. Também nos mostra a literatura que o tipo de irrigação utilizada não limita a prática, pois temos dados disponíveis para irrigação por inundação (sulco e tabuleiro), aspersão (pivô central, convencional) e localizada (gotejamento, subsuperfície e microaspersores). As limitações do método estão em sua grande maioria relacionados a falta de informação técnica (gerando muitos preconceitos infundados) e a características físico-químicas intrínsecas às moléculas.

VANTAGENS

REDUÇÃO DA NECESSIDADE DE EQUIPAMENTOS: trator, pulverizador, e em alguns casos equipamentos para incorporação.

REDUÇÃO NO RISCO DE EXPOSIÇÃO DO OPERADOR: ele não precisa ficar no campo junto a área que está sendo aplicada, ficando normalmente junto ao ponto de injeção distante da área. A herbicidação proporciona também um menor número de (re)cargas para cobrir a área (quadro 1).

QUADRO 1: Nr. De (Re)cargas necessárias para tratar uma área de 70 ha.

| | Convencional | Quimigado | |
|-----------------|--------------|------------|------------|
| Volume de Calda | 200 L/ha | 180 L/Hora | 1,2 L/Hora |
| Tanque (L) | 2.000 | 2.000 | 20 |
| (Re)cargas | 7 | 2.5 | 2 |

REDUÇÃO DO CUSTO DE APLICAÇÃO: pela otimização do uso do equipamento, menor consumo de energia e gasto com mão de obra (1 homem pode supervisionar a aplicação de 2-4 pivôs simultaneamente). Vide Tabelas 1e 2.

Tabela 1: Custos comparativos da quimigação versus convencional, em função de um programa de aplicações.

| Aplicações ^(a) | QUIMIGAÇÃO | | | Convencional Custo Total ^(d) (U\$/ha) | Economia da Quimigação (U\$/ha) |
|---------------------------|--|--|----------------------------|--|---------------------------------------|
| | Custo Fixo ^(b) (U\$/ha) | Custo Variável ^(c) (U\$/ha) | Custo Total (U\$/ha) | | |
| 1F | 8,56 | 4,50 | 13,06 | 6,20 | -6,86 |
| 1F.1H | 4,28 | 9,30 | 13,28 | 20,20 | 6,92 |
| 2F.1H | 2,85 | 13,50 | 16,35 | 26,40 | 10,05 |
| 2F.1H.1I. | 2,14 | 14,78 | 16,92 | 32,00 | 15,08 |
| 2F.1H.1I.1Fg | 1,71 | 16,06 | 17,77 | 37,60 | 19,83 |
| 2F.1H.2I.1Fg | 1,43 | 17,34 | 18,77 | 43,20 | 24,43 |
| 2F.1H.4I | 1,22 | 18,62 | 19,84 | 48,80 | 28,96 |
| 3F.1H.4I | 1,07 | 23,12 | 24,19 | 55,00 | 30,81 |
| 3F.2H.4.Fg | 0,95 | 27,62 | 28,57 | 69,00 | 40,43 |
| 3F.2H.5I | 0,86 | 28,90 | 29,76 | 74,60 | 44,84 |

- (a) Número de aplicações / ano e tipo de produto: F= fertilizante; H=herbicida; I=inseticida; Fg=fungicida.
 (b) Assumiu-se custo fixo do sistema de quimigação de U\$4.000,00, mais U\$2,00/ha custo de manutenção.
 (c) Baseado no custo operacional de um pivô de 61 ha.
 (d) Assumiu-se custo trator = custo avião.
 Fonte: JOHNSON,A.W. et al., 1986.

Tabela 2: Custo comparativo de quimigação versus convencional de herbicidas - uma aplicação.

| Herbicida | Convencional* (US\$/ha) | Quimigado** (US\$/ha) | Lâmina de água(mm) |
|-----------|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| PPI | 13,84*** | 5,56 | 12,7 |
| Pré | 5,56 | 2,72 | 6,35 |
| Pós | 5,56 | 1,73 | 3,8 |

*Assumiu-se custo trator = custo avião. ** Custo operacional estimado para um pivô de 60ha.

*** Inclui custo de incorporação

Fonte: DOWLER,C.C. ,1985.

MENOR RISCO DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL: Seguindo-se as recomendações dos fabricantes (produtos e equipamentos), e utilizando-se os equipamentos de segurança necessários e imprescindíveis, a quimigação é, sem dúvida, uma das formas de aplicação mais seguras existentes.

REDUÇÃO NO DANO MECÂNICO À CULTURA: Poucos tem noção de qual seja a perda, cada vez que um agricultor entra com um máquina numa lavoura. Esta perda se dá não apenas pelo amassamento da cultura propriamente dita mas também pela disseminação de sementes de plantas daninhas, pragas e doenças no talhão pelas plantas danificadas. Veja no quadro 1 abaixo alguns números:

APLICAÇÃO UNIFORME: não há possibilidade de sobreposição de faixa, nem tampouco de não aplicação em determinada faixa ou terraço.

ATIVIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO: a própria água de irrigação já provê o meio de incorporação, bem como a umidade necessária para a ativação dos produtos que a necessitem, o que é fundamental

no caso de herbicidas de solo como a Trifluralina, e as Acetanilidas (Laço, Dual, Fist,etc.) por exemplo.

Pode ser o único meio de se utilizar herbicidas que necessitam de incorporação como a trifluralina e EPTC, ou mesmo para arrastar herbicidas preemergentes até o solo em áreas de Plantio direto.

Quadro1: Perdas de produtividade causada por entrada de máquina na lavoura:

| CULTURA | % PERDAS |
|---------|-------------------------|
| SOJA | 3 |
| MILHO | 3-5 |
| FEIJÃO | 5-8 (até 12 na florada) |
| TRIGO | 5-8 |
| TOMATE | 10-15 |
| BATATA | 10-15 |

Fonte: EMBRAPA; IAPAR; IAC, etc.

REDUÇÃO NA COMPACTAÇÃO DE SOLO: Este é sem dúvida um sério problema nos solos brasileiros, mas sobretudo em áreas irrigadas, onde a agricultura se faz de forma intensiva, com

consequente aumento no tráfego de máquinas, além da compactação causada pela própria irrigação. A quimigação permite com eficiência, a redução no tráfego de maquinário, diminuindo seu efeito compactador, e desta forma os custos com a descompactação destas áreas. Você já pensou quanto custa subsolar o terreno??

APLICAÇÃO COMO RECOMENDADO: Pelo fato de: poder ser aplicada à noite, com chuva leve, logo após uma chuva, com ventos de 16 km/h para canhão na ponta e 19 km/h com balancim (COSTA,E.F.; VIANA,P.A. & VIEIRA, R.F.- 1994), situações estas onde uma aplicação aérea ou tratorizada seria inviável, a quimigação permite que você faça a aplicação no momento exato do estágio da cultura e da planta daninha, do estágio ou do momento de maior susceptibilidade da praga, enfim, em uma condição que você certamente obterá uma maior eficácia dos produtos que estão sendo aplicados.

POSSÍVEL REDUÇÃO DAS DOSES APLICADAS: Ao contrário do que pensa uma grande maioria, a quimigação, pelo que já foi dito no item anterior, permite em determinadas situações, uma redução nas doses usadas dos produtos, mas isto precisa ser melhor estudado.

COQUIMIGAÇÃO: ou a aplicação de vários produtos simultaneamente, podendo ser em mistura de tanque ou em injeção simultânea de produtos até sabidamente incompatíveis.

LIMITAÇÕES

CONHECIMENTO: O responsável pela aplicação necessita ter uma qualificação melhor.

INVESTIMENTO ADICIONAL: sobretudo em equipamentos de segurança

PRODUTO: Não é qualquer produto que pode ser utilizado;

TEMPO DE APLICAÇÃO: Maior / área se comparado com trator ou avião.

IRRIGAÇÃO DESNECESSÁRIA: se no momento da herbicidação o solo não necessitar de água, fato este comum para pré emergentes p.ex.

FATORES QUE AFETAM A EFICÁCIA DA HERBIGAÇÃO

PROPRIEDADES DOS HERBICIDAS: de modo geral os produtos fitossanitários precisam atender a 3 condições básicas para poderem ser quimigados: 1- Baixa solubilidade em água com alta estabilidade; 2- Alta solubilidade em solventes orgânicos; e, 3- não ser corrosivo ao equipamento. Os herbicidas também não fogem a estas características.

Solubilidade: Determina a profundidade que o herbicida será carregado pela água, sua disponibilidade na solução do solo, a sua capacidade de lixiviação. O movimento dos herbicidas na solução do solo frequentemente é a chave para sua atividade herbicida e sua seletividade à cultura.(1,24,25,39,40,47,49,50,51,)

Volatilidade: ou a tendência de um produto passar ao estado gasoso, é dependente da pressão de vapor dos herbicidas, quanto maior mais facilmente o herbicida se volatilizará. Quando o herbicida é aplicado pela irrigação este fator pode significar em perdas substanciais do produto, reduzindo seu efeito herbicida, além do que, os vapores produzidos pode causar injúria à cultura tratada. (38,39, 40,47,51,58)

Adsorção: esta relacionado com o pKa e o K_{oc} das moléculas, e influi na atividade e persistência dos herbicidas no solo. Esta característica afeta a disponibilidade dos herbicidas na solução do solo, além de sua capacidade de lixiviação e degradação no meio ambiente. (1, 19, 24, 25,47,49,50).

Movimento no solo: está relacionado com a adsorção, volatilidade, e solubilidade dos produtos a com a lâmina d'água no momento da aplicação. Esta deve ser suficiente para levar o produto até a zona das raízes/ sementes mas não demais para provocar a lixiviação. Para algumas espécies perenes esta profundidade pode ser maior. (29, 39, 40. 49, 58)

CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

Clima: principalmente a velocidade do vento no momento da aplicação, que afeta a distribuição dos produtos na área e também a perda por volatilização. (9, 39, 40,).

Características de solo: como para qualquer aplicação de herbicida, as características físico-químicas do solo devem ser consideradas. A umidade do solo no momento da aplicação também deve ser considerada, pois em solos úmidos a penetração da água de irrigação é menor enquanto que em solos secos ela é maior e mais rápida podendo carrear o herbicida a níveis mais profundos que o desejado. (24, 25,58)

VOLUME DE ÁGUA: A determinação da lâmina d'água aplicada é fundamental para o sucesso da herbicidação. A maioria dos herbicidas de solo podem ser aplicados com lâminas de 5-25mm para equipamentos de aspersão, enquanto que para irrigação por gravidade (sulco e tabuleiro) a lâmina mínima estaria entre 38-50mm

Quando se usa aspersores, a velocidade de aplicação não pode ser maior que a capacidade de absorção do solo, sob pena de se ter acúmulo nas partes baixas do terreno e conseqüente distribuição desuniforme do produto.(1,20,24,25,28,29,39,40,49)

EQUIPAMENTOS: A uniformidade de distribuição do herbicida é diretamente relacionada com a uniformidade de distribuição de água. O ideal seria se os sistemas de irrigação utilizados tivessem um CUD (Coeficiente de Uniformidade de Distribuição) mínimo de 80 e preferencialmente maior que 90%. A instalação, manutenção e uso correto dos equipamentos de irrigação, segurança e bombas dosadoras injetoras garante a aplicação segura de produtos.

PRÉ EMERGENTES

Pelo fato de se estar junto com o herbicida adicionando uma lâmina d'água para ativação e também para incorporação, além da uniformidade de aplicação, fica bastante fácil e imediata a percepção das vantagens da herbicidação na aplicação de pré emergentes. Restam apenas perguntas relacionadas a uniformidade de distribuição do produto ao longo da linha de irrigação e as questões relacionadas a lixiviação e volatilização.

Vários produtos desta categoria de uso já foram testados e mencionados em literatura, entre eles citamos: Acetochlor, Alaclor; atrazine; Benefin; Bensulide; Butylate; CDEC; Cloramben; Cianazina; DCPA; Dimetazone; Difenamid; EPTC; Etalfuralin; Fluometuron; Imazaquin; Metolachlor; Metribuzin; Orizalin; Pendimetalin; Propanil; Trifluralin; Vernolate; etc. O nível de eficácia e seletividade entre eles é variável não podendo pois serem recomendados, mesmo por que alguns destes produtos não são comercializados e/ou registrados no Brasil. (3,8,10,11,12,13,14,15,16,17,29,31,36,38,42,43,49,50,51,52,58)

PÓS EMERGENTES

Na aplicação de herbicidas pós emergente ou de fungicidas de contato, o primeiro pensamento que nos ocorre é que o produto será lavado pela água de irrigação e não terá efeito. Isto é verdade para alguns produtos que quando analisados observa-se que não atendem aos 3 pré requisitos, mencionados acima para serem quimigáveis. Quando os produtos atendem estas condições as probabilidades de sucesso são melhores.

DOWLER (17) trabalhando com Acifluorfen, sethoxydin, bentazon, fluazifop-buthyl, metolachlor, chloramben, naptalan e dinozeb menciona em suas conclusões: "Há indicações que aumentar a lâmina de água pode reduzir a atividade de certos herbicidas . A adição de um óleo não emulsionável como o óleo de amendoim, como veículo para injeção do herbicida, nega o efeito da

lâmina de água e produz consistentes resultados herbicidas. Estes dados indicam que herbicidas pós emergentes não são necessariamente lavados da superfície das folhas como esperado inicialmente e que os herbicidas podem ser absorvidos muito rapidamente pelos tecidos da planta durante e logo após a aplicação".

GUY et alii (28) trabalhando com Fluazifop-P, Haloxyfop e quizalofop aplicado por aspersão, também concluíram que a eficácia dos produtos testados quando comparados a aplicação convencional foi a mesma. Adicionalmente, a absorção radicular dos produtos foi maior quando herbigada do que em convencional. A adição de concentrações crescentes de óleo não emulsionável na solução aumenta a deposição e retenção dos produtos nas folhas.

SUMNER et alii (53) trabalharam com desfolhadores em algodão comparando aplicações convencionais com herbigação, com e sem a adição de óleo. Também aqui a adição de um óleo não emulsionável melhorou o desempenho do desfolhante quando herbigado, removendo de 80-95% das folhas, de modo que, conclui o autor, "a herbigação é um método de aplicação aceitável para a aplicação de desfolhantes em algodão".

Como estes há outros vários trabalhos de literatura testando vários produtos de aplicação pós emergente entre eles citamos: Acifluorfen; Atrazina, Bromoxynil; Cloramben; Fluazifop; Quizalofop; Fomesafen; Haloxyfop; Lactofen; Naptalam+ Dinoseb; Tridifane; Bentazon; Glifosato; Imazaquin*; MSMA; Paraquat; Setoxidin; etc Como os pré emergentes, algumas destas moléculas não são comercializadas no Brasil e/ou não tem registro. (2,17,21,27,28,32,39,50,54,57)

(*) Imazaquin é registrado também como pós emergente nos EUA

FORMULAÇÕES E ÓLEOS

De modo geral as formulações em óleo se adaptam melhor à quimigação, seguindo aproximadamente a seguinte ordem: CE > EC > SC > PM > WG.

O uso de óleo não emulsionável para diluir o produto e injetá-lo no sistema de irrigação, tem sido bastante estudado e vários trabalhos, com herbicidas, fungicidas e inseticidas, mostram efeito positivo desta adição (7,9,17,27,34,35,52,54,55,56,578).

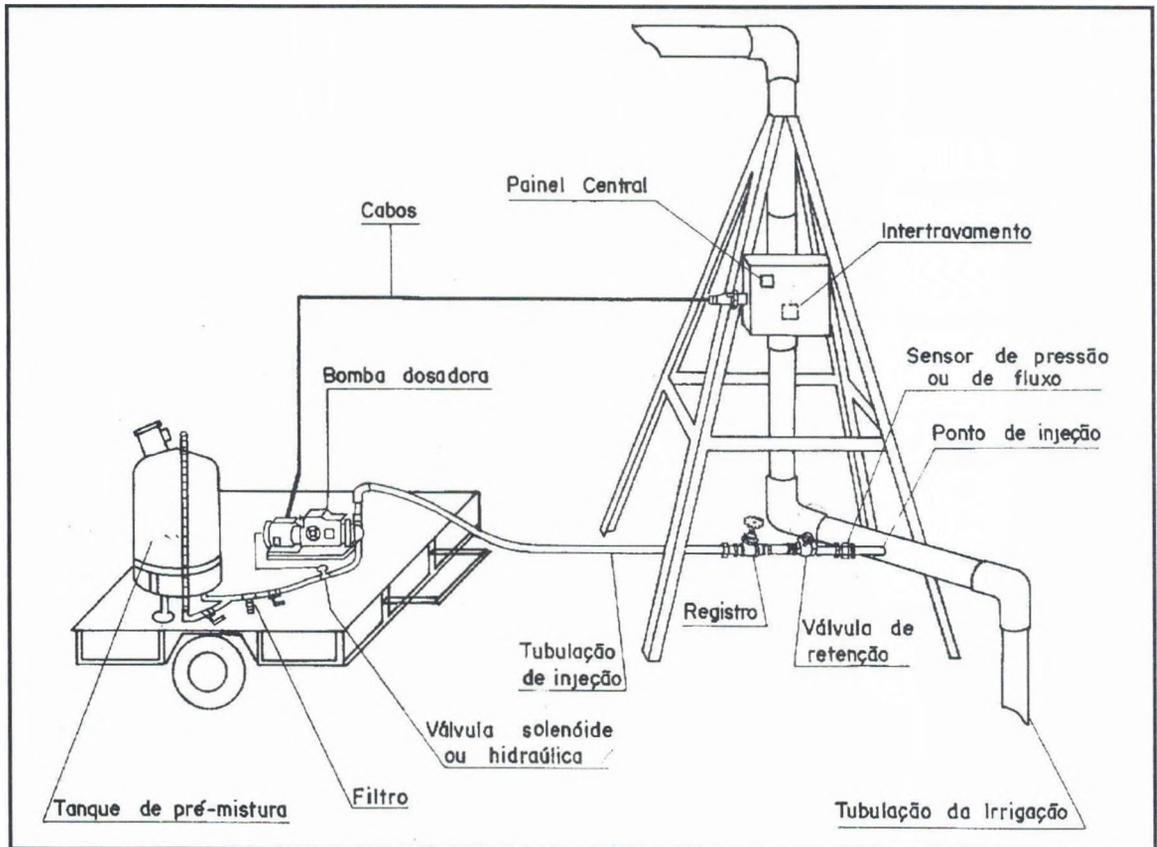
RISCOS

Desuniformidade de aplicação: ocorre de dois modos, quando não há uniformidade de distribuição de água; e quando a velocidade de aplicação é maior que a capacidade de absorção do solo, neste caso vai empoeçar água nas partes baixa => fitotoxicação, e escorrer das partes altas => escapes. O adequado manejo de solo é importante para qualquer prática agrícola.

Contaminação de mananciais hídricos: ocorre quando há refluxo se a captação de água for do subsolo, se a injeção de produto se der por sucção ou pressão negativa (NÃO recomendada), ou ainda, se a adutora principal não dispor dos equipamentos de segurança necessários (Válvula de retenção, Intertravamento elétrico etc.) Veja na figura 1 abaixo, esquema contendo os mínimos itens de segurança necessários para um pivô, que são basicamente os mesmo para outros métodos de irrigação.

Exposição do operador: Uma grande vantagem da quimigação conforme já mencionado anteriormente. A herbigação permite um menor número de (re)cargas, o operador não fica no trator "arrastando" o pulverizador e sendo alvo de deriva, e a pouca deriva (a quimigação é comprovadamente pela Drift task Force americana a forma de aplicação que menor deriva causa) que pode haver, ainda é diluída.

FIGURA 1: Sistema completo de segurança instalado na linha de injeção do produto, em um pivô central.



Fonte: Costa, Viana e Vieira (Ed), EMBRAPA/CNPMS,1994, p 122.

ÁREAS QUE NECESSITAM DE ESTUDO

Eficácia e seletividade: nenhum herbicida tem recomendação de uso para esta forma de aplicação no Brasil, e apenas 1 dado pode ser localizado sobre eficácia em nossas condições.

Lâmina d'água: estudos sobre qual a melhor lâmina para aplicação nas nossas diferentes condições edafoclimáticas. Sua relação com teor de argila, matéria orgânica e umidade no momento da aplicação.

Qualidade da água: muito se fala em pH da água mas pouco em dureza e salinidade da água que são fatores muito mais limitantes para a boa eficácia dos produtos fitossanitários do que o próprio pH.

Tamanho e dispersão de gotas: estudo com aspersores e métodos nas diversas formas de irrigação.

Momento de aplicação dos herbicidas: basicamente 3 devem ser considerados:

- 1- Em relação ao estágio de crescimento das plantas daninhas e cultura. Este aspecto varia entre herbicidas, como é conhecido, mas pode variar entre as aplicações convencionais e herbicidas.
- 2- Em relação ao manejo de irrigação. Neste caso precisamos saber se fazemos apenas uma aplicação no início ou no fim do ciclo, ou varias intermediárias.
- 3- E o tempo após preparo de solo para aqueles herbicidas que atuam na inibição do processo germinativo das semente ou nas plantas em germinação ou germinadas. Este tempo para herbicidas pode ser diferente uma vez que, com a presença de umidade você acelera o processo germinativo.

A Dose dos herbicidas: pela maior efetividade em algumas situações e a possibilidade de sucessivas aplicações em doses reduzidas, podem levar a um manejo de invasoras melhora um custo menor.

As propriedades fisico-químicas dos herbicidas: por incrível que pareça coeficientes como solubilidade em água e orgânicos, pKa, Koc, Kow, não são conhecido e/ou não divulgados para muitos herbicidas.

Formulações: mais adequadas a esta prática seriam bem-vindas, e.g. formulações EC sem emulsificantes. Embora que, pela legislação brasileira de registro que exige registro por formulação, mesmo que se desenvolvessem, dificilmente seriam registradas pelo alto custo do mesmo.

Fatores climáticos: o efeito de vento, umidade relativa e temperatura na performance dos herbicidas em condições de herbicidações .

Acidentes: o que fazer para evitá-los, e o que fazer para saná-los? No caso de um refluxo p.ex. o que fazer? Existem informações para águas subterrâneas nos EUA, mas nada para águas de superfície que é a condição mais comum para o Brasil.

Uso de óleos e adjuvantes e fertilizantes líquidos: a questão do óleo não emulsionável (soja ou amendoim) já foi apresentada, bem como existem dados mostrando que a aplicação simultânea de fertilizantes líquidos potencializa o efeito herbicida (7,9,34,35,52,53,54,55,56).

Misturas de tanque: como na aplicação convencional aqui também há necessidade de estudos, incluindo inseticidas, fungicidas, nematocidas, fertilizantes, etc.

LEGISLAÇÃO E REGISTRO NO BRASIL

O processo de registro de produtos fitossanitários no Brasil segue a lei no 7.802 / 1989 - "Lei dos Agrotóxicos", regulamentada pelo decreto no 98.816/90 e a portaria 991/93.

Por esta legislação, deve constar em rótulo e bula a recomendação ou restrição do modo de aplicação dos produtos registrados. Porém uma normatização técnica específica para a aplicação de produtos via irrigação, em muito contribuiria para disciplinar a prática. Neste sentido, está em andamento na ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) o projeto de norma CE 04.015.08.007: "Normas para uso seguro e correto de equipamentos de irrigação para a aplicação de produtos agroquímicos e afins."

CONCLUSÕES

Pelo que foi apresentado, por sua característica de CONVENIÊNCIA, por ser mais segura ao operador, por ter um custo operacional significativamente inferior ao das tecnologias convencionais, fica claro o grande potencial de desenvolvimento que esta tecnologia tem no Brasil. O que nos falta?

Falta apenas a condução de pesquisas nesta área validando os diversos conceitos já estabelecidos no exterior para as nossas condições, e a regulamentação desta prática agrícola de modo a oferecer a segurança, ao homem e ao meio, necessária e imprescindível.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Carlos Vieira de Almeida - Univ. Est. Londrina, pela revisão do texto e sugestões.

BIBLIOGRAFIA CITADA /CONSULTADA

1. ABDEL-RAHMAN, G. et alii: Runoff and leaching of atrazine and alachlor on a sandy soil as affected by application in sprinkler irrigation. *J. Environ. Sci. Health*, 1999, V.34(3), p.381-396.
2. BALYAN, R.S.: Effect of sulfosulfuron, chlorsulfuron and glufosinate-treated water on mungbean, soybean, pearl millet, maize and sorghum. *Tests of agrochemicals and cultivars* Jun 1998.(19) p.36-37.

3. BANKS,P.A. & DOWLER,C.C.: Application efficiency and distribution of several herbicides by center pivot sprinkler irrigation. Athens,GA, Univ.Georgia Agr.Exp.Station, 1986 Research Bui. 343, 12p.
4. BARREDA,D.G.;DEL BUSTO,A.; & CEBOLLA.V.: Herbigation through drip irrigation systems in citrus orchards in Spain. Proc.2nd Intern. Weed Control Congress, Copenhagen, 1996, p.1109-1113.
5. BRUNS,V.F.;HODGSON,J.M.;ARLE,H.F. & TIMMONS, F.L.: The use of aromatic solvents for control of submersed aquatic weeds in irrigation channels. Washington,DC, USDA, 1955. 33p. (USDA Circular,971)
6. BUHLER,D.D. & BURNSIDE,O.C.: Effect of application factors on post-emergence phytotoxicity of fluazifop-butyl, haloxyfop-methyl, and sethoxydim. Weed Science, 1984,32(5),p.574-583.
7. BUSCHMAN,L.L.;et alii: Chemigation in corn; effect of nonemulsified oils and sprinkler package on the efficacy of corn borers (Lepidoptera: Pyralidae) insecticides. Journ. Econ. Entomol., 1985,78(6),p. 1331-1336.
8. CAVINESS,D.M.; TALBERT,R E. & KLINGMAN,G.L.: Chemigation and spray application of herbicides on container grown ornamentals. Weed Technology, 1989,2(4), p.418-422.
9. COSTA,E.F.da ; VIEIRA,R.F.; & VIANA,P.A.(Ed.) Quimigação - aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação.EMBRAPA/CNPMS, Brasília, EMBRAPA-SPI, 1994, 315p.
10. DOWELANCO SURFLAN* label.
11. DOWELANCO TREFLAN* Chemigation weed control for corn and alfalfa. Folder
12. DOWELANCO TREFLAN* chemigation. Through the pivot.
13. DOWELANCO TREFLAN* Field Facts Technical bulletin. 67p., 1992.
14. DOWELANCO TREFLAN* Label. Technical Label. 24p.
15. DOWELANCO TREFLAN* Supplemental labeling

16. DOWLER,C.C.: Herbigation and irrigation technology - present and future. 3rd Nat.Symp. on Chemigation,Tifton/GA ,1985, p.58-67.
17. DOWLER,C.C.: Advantages of herbigation. International water & irrigation review, 1995 vol 15(3), p.26-28.
18. DOWLER,C.C. et alii: Herbigation Workshop. Herbigation Workshop Proceedings. Sponsored by USDA-ARS. Held in Rural Dev.Center, Tifton, GE, July 9-10, 1991.
19. DOWLER,C.C. et alii: The effect of sprinkler irrigation on herbicides efficacy, distribution, and penetration in some coastal Plain soils. Univ. of Georgia Coll.of Agric. 1982, Research Bulletin, 281.27p.
20. DOWLER,C.C.: Herbigation research on Agronomic crops grown in southeastern coastal plain soils. 1st Nat. Symp. on chemigation, Tifton/GA, 1981, p.38-45.
21. DOWLER,C.C.: New technology in herbigation. 2nd Nat. symp. on Chemigation, Tifton/GA, 1982,p.28-34.
22. DOWLER,C.C.: Present Herbicide application technology with sprinkler irrigation. Proc.Soil Crop Sci.Soc of Florida, 1984b, V.43 p.6-9.
23. Eberlein, C. V.; King, B. A.; Guttieri, M. J.; Weed management with site-specific herbigation. Proc.of the 4th Intern.Confer.on Precision Agriculture, St. Paul, Minnesota, USA, 19-22 July 1998, p.869-77.
24. FOURIE,J.C.: Herbigation in a vineyard: Efficacy and persistence of five pre-emergence herbicides in a sandy soil. S.Afr.J.Enol.Vitic.,Vol.14(1), 1993, p.3-10
25. FOURIE,J.C.: Herbigation in a vineyard: Efficacy and persistence of five pre-emergence herbicides in a sandy loam soil. S.Afr.J.Enol.Vitic.,Vol.13(2), 1992, p.64-70
26. GLAZE,N C. & PHATAK.S.C.: Efficacy of herbicides applied conventionally and through irrigation systems. 1st Nat. Symp. on Chemigation,Tifton/GA, 1981, p.46-51.

27. GUY,C.B.;et alii: Application of fluazifop-P, haloxyfop, and quizalofop by sprinkler irrigation. *Weed Science*,1989,37(4), p.585-590.
28. GUY,C.B.;TALBERT,R.E.; & FERGUSON,J.A.: The performance of selective postemergence grass herbicides applied with different sprinkler irrigation water volumes. 3rd Nat.Symp. on Chemigation,Tifton/GA,1985, p.68-73.
29. HEIKES,E.: Application of herbicides through center pivot sprinkler systems. 2nd Nat. Symp. on Chemigation,Tifton/GA, 1982,p. 18-22.
30. HERSHENHORNJ. et alii: Orobanche aegyptiaca control in tomato fields with sulfonylurea herbicides. *Weed Research*, 1998,Vol 38,p. 343-349.
31. HIRAE.H.H. et alii:Herbigation in an irrigated macadamia nut orchard. *Research ext.series- Col.Trop.Agric.and Human Res.,Univ.of Hawaii, Coop.Ext.Serv.Dec,1991.(134)p. 38-42.*
32. JOHNSON, A.W. et alii: Chemigation for crop production management. *Plant disease*, 1986 Nov.,V.70(11), p.998-1004.
33. JUNQUEIRA No., A.: Aplicação de Herbicida, Inseticida e Fungicida via Pivô Central na cultura do Feijão. *Inf. Agropecuário*, 1994, V.17(178) p.35-38.
34. KOO,Y.M.;SUMNER,H.R.& CHANDLER,L.D: Formation of imiscible oil droplets during chemigation I.In line dispersion. *Transaction of ASAE* 35(4) ,1992 , p.1121-1125.
35. KOO,Y.M.;SUMNER,H.R.& CHANDLER,L.D: Formation of imiscible oil droplets during chemigation II. Nozzle dispersion and emulsification. *Transaction of ASAE* 35(4) ,1992 , p.1127-1133.
36. LYLE.W.M.; et alii: Development of high-speed low-volume chemigation systems. *Proc. Beltwide Cotton Conference*, 1993, 3, p. 1607-1609.
37. MILLER,V.: Herbigation , new idea in weed control. *Progressive farmer*, june 1976. 2p.

38. NISSEN,S.J.;BRUNK,G.R. and FOSTER,G.: Volatility losses of dimethenamid, metolachlor, and EPTC during chemigation. Proc Western Soc.Weed Sci.,1998. v. 51 p. 12. Abstr.
39. OGG Jr., A.G.: Applying herbicides in irrigation water - a review. Crop Protection, 1986, V.5(1), p.53-65.
- 40 OGG Jr., A.G.; DOWLER,C.C.; MARTIN,A.R.; LANGE,A H. & HEIKES,P.E.: Application of herbicides through irrigation systems USDA, 1983, 8p (USDA, Item AD -FO2280)
41. OGG.A.G. & DOWLER, C.C.: Applying herbicides through irrigation systems. Methods of applying herbicides. Champaign, IL:WSSA.1998.p. 145-164.
42. OGG,JR., A.G.Conventional versus sprinkler Application of Metolachlor, Alachlor, and Chloramben on beans, potatoes, and sweetcorn. 1st Nat.Symp.on Chemigation,Tifton,GA, 1981,p.32-37.
43. PHATAK.S.C.: Effect of metham sodium applied through overhead irrigation sistems on weed control and yield of vegetables 2nd Nat.Symp on Chemigation,Tifton/GA, 1982,p.23-27.
44. PHATAK,S.C.;VAVRINA,C.S. & CALLAWAY.M.B.: Yellow nutsedge control with sequential application of metolachlor and rust fungus through center pivot irrigation system. 3rd Nat.Symp. on Chemigation,Tifton/GA,1985, p.74-77.
45. PONNUSWAMY,K.;SANTHI,P. and ALI,A M.: Physiological parameters and tuber yield of cassava as influenced by drip herbigation. Journal of Ecobiology,1998, vol. 10 (1):p.19-25.
46. PONNUSWAMY,K.;SANTHI,P. and ALI,A M . Response of cassava to drip herbigation. Journal of Ecobiology, 1998. vol. 10(2): p.83-89.
47. RODRIGUES, B.N.: Guia de herbicidas . 4a Edição, Londrina/PR, 1998, 648p.
48. SCHMIDT,W.: Quimigação: características, vantagens e desvantagens. Seminário de Quimigação , Anais, Barreiras/BA, Junho 1997, p.46-54.

49. SILVA,J.B. & COSTA.E.F.: Aplicação de herbicidas na cultura do milho via irrigação por aspersão.Rei.Téc. Annual EMBRAPA/CNPMS, 1985-1987.Sete Lagoas/MG, 1991, p.89-90.
50. SILVA.J.B., KARAM, D. & COSTA.E.F: Herbificação In: Quimigação - aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. EMBRAPA/CNPMS, Brasília, EMBRAPA-SPI, 1994, p. 281-307.
51. STAUFFER CHEMICALS: Herbigation. Tech, bulletin, 9p
52. SUMNER,H R.; BOUSE,L.F. & YOUNG.J.R.: Oil-formulated pesticide droplet size distribution in chemigation. ASAE paper nr. 91-1056.12p
53. SUMNER,H R.; et alii: Defoliation of cotton leaves by chemigation methods. Proc.Beltwide Cotton Conference,1993, 3, p.1610-1613.
54. SUMNER,H.R.;BOUSE,L.F.;YOUNG,J.R.: Size distribution of oil-formulated pesticide droplets in chemigation. Transaction of ASAE 35(5) ,1992 , p.1527-1530.
55. WALLER, P.M. & HILLS,D.J.: Chemigation pipeline transport model for nonsoluble pesticide –I Theory. Transaction of ASAE 38(6) , 1995,p.1699-1709
56. WALLER, P.M. ;HILLS,D.J. & GILES, D.K.:Chemigation pipeline transport model for nonsoluble pesticide - II.Numerical and field validation. Trans, of ASAE 38(6) , 1995,p.1711-1718
57. WAUCHOPE.R. and STREET,J.E.: Fate of a water soluble herbicide spray on foliage. Part I. Spray efficiency: measurement of initial deposition and absorption. Pestic.Sci., 1987,19,p.243-252.
58. WIESE,A.F.: Research and experience with herbigation in west Texas. 1st Nat. Symp. on Chemigation,Tifton, GA, 1981 ,p.26-31.
59. WYMAN, J.A. et alii; Comparison of aircraft, ground-rig and center-pivot irrigation systems for application of pesticides to potatoes. Am Potatoe Journal,1986,63,p.267-314.