

# CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ARROZ EM TERRA FIRME

Raimundo Evandro Barbosa Mascarenhas<sup>9</sup>, Tarcísio Cobucci<sup>10</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz é cultivado sob diversos sistemas, requerendo o manejo de plantas daninhas, visto que estas reduzem a produção e prejudicam a qualidade do produto. Amaral & Silveira Júnior (1979) comentam que as plantas daninhas também prejudicam de maneira indireta, agindo como hospedeiras intermediárias de pragas e doenças. Segundo Antigua et al. (1990), as plantas daninhas são consideradas o principal fator limitante da produção do arroz por competirem diretamente por luz, água e nutrientes, essenciais ao seu desenvolvimento. O arroz de terras altas caracteriza-se por ser cultivado fora das várzeas e por ter suas necessidades hídricas atendidas pela precipitação pluvial ou, de forma suplementar, pela irrigação por aspersão.

Em passado recente, o arroz era indicado para as condições de sequeiro e basicamente utilizado em aberturas de áreas. Pela sua adaptabilidade a solos ácidos também vinha sendo cultivado em solos degradados e na recuperação de pastagens. Atualmente, além dessas situações, dados de pesquisa têm indicado boa capacidade de adaptação a solos corrigidos, podendo ser usado em rotação com outras culturas. Com isso, o arroz necessita receber do produtor e do técnico o mesmo tratamento que outras culturas, como a soja, o milho e o algodão.

Assim, conforme as orientações das pesquisas, deverão ser adotadas técnicas como época de semeadura definida através de zoneamento agroclimático, preparo adequado de solo, uso racional de insumos para correção da fertilidade do solo e manejo de pragas, doenças e plantas daninhas; bem como colheita, beneficiamento e armazenamento apropriados para a obtenção de uma boa produtividade de um produto com as características exigidas pelo mercado. Isso é possível porque as cultivares recomendadas produzem grãos que atingem classificação e preço similares àqueles obtidos nos cultivos irrigados por inundação.

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

---

<sup>9</sup> Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48 - 66.017-970 - Belém, PA, [evandro@cpatu.embrapa.br](mailto:evandro@cpatu.embrapa.br)

<sup>10</sup> Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, [cobucci@cnpaf.embrapa.br](mailto:cobucci@cnpaf.embrapa.br)

## 2. MÉTODOS DE CONTROLE

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

### Preventivo

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

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

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

### Cultural

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

### Semeadura Direta e Cobertura Morta

A maior concentração de sementes de plantas daninhas na semeadura direta ocorre próximo à superfície, enquanto nos métodos convencionais de preparo do solo as sementes são distribuídas no perfil do solo (Ball, 1992; Clements et al., 1996). Assim, a semeadura direta tende a acelerar o decréscimo de sementes no solo por indução de germinação ou perda de viabilidade. Plantas daninhas anuais tendem a perder espaço para as perenes no sistema de semeadura direta (Lorenzi, 1994). Na semeadura direta, ocorrem alterações nos tributos físicos, químicos e biológicos do solo e interferência na penetração de luz, umidade e na temperatura do solo, resultando no parcial esgotamento do banco de sementes. Além disto, a cobertura morta causa impedimento físico à germinação e, durante a decomposição, pode produzir substâncias alelopáticas que atuam sobre as sementes das plantas daninhas (Gazziero & Sousa, 1993).

Vê-se, então, que a semeadura direta é um sistema que colabora com a redução da infestação de plantas daninhas e para a sua manutenção é fundamental a rotação de culturas.

### **Rotação de Culturas**

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

### **Cultivares**

As cultivares de arroz de porte baixo são menos competitivas com as plantas daninhas na fase inicial de desenvolvimento da cultura. A altura da planta do arroz é a característica mais importante no controle das plantas daninhas. Para um adequado controle, Garrity et al. (1992) consideram que a altura mínima de plantas no florescimento, seja de 1,0 m.

As cultivares mais competitivas com as plantas daninhas devem apresentar as primeiras folhas decumbentes, para aumentar a competitividade, e as folhas superiores eretas, para facilitar a penetração da radiação solar. Uma alta taxa de crescimento inicial é também uma característica importante para melhorar a competição com as plantas daninhas.

### **Espaçamento e Densidade de Semeadura**

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

### **Mecânico**

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

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

A capina mecânica é feita com cultivadores tipo "bico de pato", tracionados por animal ou por trator. Uma das limitações deste método é a impossibilidade de se controlarem as plantas daninhas que crescem na linha de semeadura. Tal qual a capina manual, o cultivo mecânico não é eficiente em dias chuvosos, devendo, portanto, ser realizada estando o solo com pouca umidade. É conveniente fazer o controle quando as plantas daninhas ainda são jovens, pois, na fase adulta, possuem sistema radicular desenvolvido, o que exige que o cultivo seja feito a uma

maior profundidade, resultando em maior movimentação de solo e maior dano à cultura.

### **Preparo do solo**

O método de preparo do solo interfere na população e no número de espécies infestantes. Kluthcouski et al. (1988) relatam que o preparo contínuo do solo com grade aradora favorece a germinação e proliferação de plantas daninhas, em comparação com a aração profunda, após a incorporação dos restos culturais com grade aradora, pois este preparo permite colocar a maioria das sementes de plantas daninhas a cerca de 30 cm de profundidade, dificultando a sua emergência e favorecendo o seu apodrecimento (Seguy et al., 1984).

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

### **Químico**

Por muito tempo não se deu importância ao controle químico de plantas daninhas em arroz de terras altas, pois este vinha sendo cultivado quase sempre em áreas de abertura, ainda livres de plantas daninhas, situação em que nenhuma medida de controle era necessária. Em consequência disto, havia carência de produtos e tecnologia para o controle de plantas daninhas em arroz de terras corrigidas, problema que, somado à baixa capacidade de competição do arroz com plantas daninhas, constituía-se num dos principais obstáculos para a introdução da cultura em sistemas agrícolas.

Com o advento das cultivares modernas, de novos insumos e de novas tecnologias, o arroz de terras altas passou também a ser cultivado em rotação com outras culturas e em áreas com irrigação suplementar, principalmente sobre pivô central. Tradicionalmente, estas áreas apresentam alta diversidade e infestação de plantas daninhas. Entretanto, o lançamento de novos herbicidas e a definição de estratégias para o uso destes e dos já existentes têm possibilitado o controle, se não ideal, mais racional das plantas daninhas. Recentemente, o controle químico passou a ser uma prática mais utilizada por apresentar menor custo e maior eficiência, quando comparado a outros métodos de controle.

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

### **Integrado**

Manejo integrado é a utilização de dois ou mais métodos de controle de plantas daninhas, objetivando manter as populações abaixo do nível de dano econômico e com o mínimo de impacto ambiental. Para cada condição edafoclimática, topografia, tipo de solo, precipitação pluvial, espécies de plantas daninhas, tipos de equipamentos é definido o método, ou a associação de métodos de controle de

plantas daninhas que proporcionará ao produtor maior eficiência, economia e menor impacto ao meio ambiente. A utilização de um único método de controle de plantas daninhas por anos consecutivos pode acarretar sérios problemas na área, como adensamento do solo, acúmulo de resíduos de herbicidas e seleção de plantas daninhas resistentes.

### 3. HERBICIDAS

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

(a) seletivo: aquele que, quando aplicado conforme instruções de uso, não causa danos às culturas para as quais é recomendado; - residual: quando aplicado no solo, continua sua atividade herbicida por um período mais longo, dissipando-se posteriormente; (b) contato: aquele que atua fitotxicamente nos locais em que atingiu as plantas; (c) seletivo de contato: não causa dano às culturas, mas é tóxico às plantas daninhas; (d) sistêmico, ou de translocação: aquele que, penetrando pela cutícula, atinge o apoplasto-simplasto, sistema xilemático-floemático. Os herbicidas também são agrupados pela época em que devem ser aplicados.

#### Época de aplicação dos herbicidas

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

a) Pré-plantio: os herbicidas dessa modalidade são utilizados para dessecação da comunidade infestante existente antes da semeadura da cultura. Compõem sistemas de semeadura direta e cultivo mínimo, pois possibilitam a obtenção de cobertura morta.

b) Pré-plantio incorporado: o herbicida é aplicado antes da semeadura da cultura e é incorporado superficialmente ao solo com a utilização de grades. Esta prática reduz a perda de parte desses herbicidas por volatilização e/ou, fotodegradação e permite a aplicação em solo seco, podendo-se aguardar a umidade ideal do solo para se fazer a semeadura. Não existe nesta modalidade de aplicação nenhum herbicida recomendado para o arroz de terras altas.

c) Pré-emergência: a aplicação é feita após a semeadura e antes da emergência do arroz e das plantas daninhas. Para a boa performance do herbicida, é necessário que o solo esteja úmido, que ocorram chuvas, ou que se façam irrigações para a incorporação do herbicida na camada superficial do solo, onde a maioria das sementes das plantas daninhas germinam. A ocorrência de alta luminosidade, alta temperatura e baixa umidade relativa do ar e do solo induzem a maior volatilização do herbicida pré-emergência, principalmente no momento da aplicação (Van Scoyoc & Ahlrichs, 1992).

d) Pós-emergência: a aplicação é feita após a emergência do arroz e das plantas daninhas em área total, para os herbicidas seletivos, e localizada, para os não-seletivos. Os herbicidas pós-emergência devem ser aplicados em plantas

daninhas nos estádios iniciais de desenvolvimento, normalmente com menos de quatro folhas verdadeiras, o que corresponde ao período anterior à interferência (PAI), quando são mais facilmente controladas. É denominada de pós-precoce a situação em que o herbicida é aplicado especificamente no estágio inicial de desenvolvimento da cultura e das plantas daninhas. Os herbicidas aplicados em pós-emergência são absorvidos principalmente via foliar.

Segundo Victoria Filho (1985), a ação dos herbicidas pós-emergência é afetada pelos seguintes fatores: (i) o herbicida deve atingir o alvo, ou seja, deve cobrir uniformemente a superfície foliar das plantas; (ii) deve ocorrer a retenção do herbicida na superfície foliar para que este seja absorvido. Se ocorrer chuva (menos de cinco horas) poderá haver falhas na atuação do produto, daí a necessidade de adição de surfactantes; (iii) fatores ambientais, como umidade relativa do ar, temperatura, luz, chuva e vento, afetam a absorção dos herbicidas, ou seja, a passagem pela cutícula e pela parede celular, até atingir o interior da célula.

### **Fatores externos que influenciam a eficiência**

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

#### **a) Tipo de solo**

As condições do solo representam um fator de grande importância para a eficiência dos herbicidas utilizados em pré-emergência. Um prévio conhecimento da textura do solo e do teor de matéria orgânica é fundamental, já que argilas e húmus tendem a adsorver os herbicidas, tornando-os menos disponíveis para absorção pelas plantas, reduzindo sua mobilidade no solo. Assim, quanto maiores os teores de matéria orgânica e de argila, principalmente as de maior atividade, maior CTC, maiores serão as doses de herbicidas requeridas.

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

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

d) Temperatura do ar - Temperaturas altas aumentam a espessura da cutícula e afetam a atividade metabólica das plantas, além de favorecer a evaporação das gotículas de água e a volatilização do produto, prejudicando a absorção dos

herbicidas pós-emergência. Temperaturas baixas, por causarem estresse nas plantas daninhas, também interferem na absorção dos herbicidas pós-emergência.

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

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

O mecanismo de aplicação com pulverizadores terrestres e aéreos apresenta itens bem definidos: o pulverizador, as pontas de pulverização responsáveis pela distribuição do produto, bicos e o alvo sobre o qual o herbicida deve atuar. Estes, somados às condições climáticas, irão determinar as características necessárias para que o herbicida atinja o alvo sem excessos e com pouca agressão ao meio ambiente e ao operador (Marochi, 1993).

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

Recentemente, alguns agricultores iniciaram a aplicação de herbicidas via água de irrigação, método denominado de herbigação. As principais vantagens deste método são: redução da compactação do solo pelo menor uso de trator e pulverizador; umidade adequada no solo; e economia. A herbigação pode reduzir os custos de aplicação, em relação à aplicação tratorizada, em até 50% (Og et al., 1983, citado por Silva & Costa, 1991). Apesar de ser uma boa alternativa de aplicação, são poucas as informações sobre seu uso no Brasil. Vale lembrar que a falta de herbicidas registrados para este fim (Silva & Costa, 1991) e a necessidade de absoluto controle da lâmina de irrigação constituem os maiores entraves à utilização da herbigação.

Além disto, este método se restringe aos herbicidas aplicados ao solo, pois os pós-emergência seriam "lavados" em função da vazão, requerendo lâminas de água variáveis entre 5 e 25 mm, que devem ser tanto menores quanto mais arenoso for o solo, já que o produto pode ser arrastado para perfis abaixo da zona de emergência das plantas daninhas. A solubilidade e o coeficiente de absorção (kd) também influenciam na altura da lâmina d'água a ser aplicada (Cobucci et al., 1996).

## Principais herbicidas

Na Tabela 1 são indicados os principais herbicidas registrados para o manejo de plantas daninhas no sistema de semeadura direta, ou cultivo mínimo, e os seletivos para a cultura do arroz, respectivamente. Para a escolha do herbicida devem-se considerar as espécies infestantes na área, a época em que se pretende fazer as aplicações, as características físico-químicas do solo, o preparo de solo, a disponibilidade do produto no mercado e o seu custo.

**Tabela 1.** Principais herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz.

Nome Técnico	Nome Comercial	Plantas controladas	Época de aplicação	Observação
Propanil	Vários	Gramíneas e folhas largas	Pós	Observar o período entre aplicação de inseticidas organofosforados (7 dias) e carbamatos (30 dias).
Oxadiazon	Ronstar 250BR Ronstar SC	Gramíneas e algumas folhas largas	Pré/ Pós-inicial	Aplicar em solo úmido ou irrigar logo após. Não usar em solo muito arenoso.
Pendimethalin	Herbadox 500CE	Gramíneas e algumas folhas largas	Pré	Aplicar um solo úmido ou irrigar logo após.
2,4-D	Vários	Folhas largas	Pós	Aplicar entre o perfilhamento pleno e a diferenciação do primórdio floral do arroz.
Bentazon	Basagran	Folhas largas	Pós	Aplicar com as plantas daninhas no início do desenvolvimento. Adicionar adjuvante.
Fenoxaprop-p-etil	Whip S	Gramíneas	Pós	Aplicar com as plantas daninhas com bom vigor vegetativo
Propanil + pendimethalin	Pendinil	Gramíneas e folhas largas	Pós	--
Propanil +2,4-D	Herbanil 368	Gramíneas e folhas largas	Pós	--
Trifluralin	Premerlin 600 CE	Gramíneas	Pré	--
Metsulfuron-metil	Ally	Folhas largas	Pós	--

As plantas daninhas são comumente divididas em dois grandes grupos: as monocotiledôneas, conhecidas como plantas daninhas de "folhas estreitas", gramíneas e ciperáceas; e as dicotiledôneas, conhecidas como as de "folhas largas".

### Herbicidas não seletivos aplicados em pré-plantio em semeadura direta

A principal característica do sistema de semeadura direta é a eliminação das plantas daninhas antes da semeadura da cultura. Esta operação "chave" substitui as operações de preparo do solo destinadas ao controle das plantas daninhas. Esta operação é denominada de manejo ou dessecação e são empregados diversos herbicidas.

Os herbicidas utilizados nessa modalidade de aplicação, com exceção do 2,4-D, são não-seletivos, ou seja, possuem ação total e, por isso, se atingirem a cultura, terão igualmente efeito dessecante. A maioria das plantas daninhas anuais são de fácil manejo, já as perenes são as mais problemáticas, principalmente as gramíneas, a partir de seis meses de emergência.

a) Glifosate e sulfosate - São herbicidas transladados pelo xilema e floema para as partes aérea e subterrânea das plantas daninhas. Devido à adsorção pelas argilas e matéria orgânica, tornam-se indisponíveis à absorção pelas raízes das plantas. Estes herbicidas causam pouco impacto ao meio ambiente, já que a degradação pelos microorganismos ocorre em poucos dias. É fundamental que tais herbicidas sejam aplicados quando as plantas estão em pleno desenvolvimento e apresentam boa cobertura vegetal. Devem-se evitar aplicações quando as plantas daninhas se apresentam estressadas, tanto por deficiência hídrica como por baixas temperaturas. Estes produtos podem ser aplicados mediante volumes de calda inferiores a 50 L/ha, prática que otimiza a absorção pelas plantas, devido ao menor escorrimento sobre as folhas. Deve-se evitar aplicação quando houver risco de ocorrência de chuva dentro de um período inferior a seis horas após a aplicação. Devido seu custo e baixa eficiência em plantas daninhas de folhas largas, normalmente é utilizado em mistura com 2,4-D. Nesse caso, deve ser respeitado o intervalo requerido pelo herbicida hormonal para semeadura da cultura após a aplicação dos produtos.

b) Paraquat + diuron - Segundo Cobucci et al. (1996), a absorção simultânea de paraquat e diuron pelas plantas daninhas inibe a rápida ação do paraquat, conferindo uma melhor ação do produto sobre as plantas daninhas. Um período de meia hora sem chuva após a aplicação é suficiente para a boa eficiência destes herbicidas. Uma única aplicação é recomendada quando as plantas daninhas estiverem com menos de 20 cm de altura. Acima deste limite, é recomendável a aplicação seqüencial, ou seja, duas vezes, com intervalos de cinco a sete dias, para evitar o efeito "guarda-chuva", permitindo o controle mais efetivo das plantas mais baixas, sob sombreamento. Quando houver plantas daninhas latifoliadas (folhas largas) de difícil controle, como a guanxuma, o leiteiro, a buva, a poaia-do-campo e a maria-mole, devem ser realizadas aplicações seqüenciais acrescentando-se 2,4-D na primeira aplicação. Em função da rápida velocidade de absorção do 2,4-D pelas plantas, o paraquat não prejudica a sua absorção e eficiência, sendo os dois produtos compatíveis em aplicação simultânea.

c) 2,4-D amina - Quando o 2,4-D for utilizado para dessecação, deve-se observar criteriosamente o período de carência para a semeadura do arroz de terras altas que é de sete dias.

Se ocorrerem chuvas acima de 40 mm após a aplicação do 2,4-D, o referido período pode ser reduzido para três a quatro dias, já que o herbicida é facilmente lixiviado para camadas abaixo do nível das sementes.

### **Alternância de herbicidas no sistema de plantio direto (SPD)**

A alternância de herbicidas é necessária para evitar resistência de plantas daninhas e para que se atinja uma maior amplitude de controle. Não existe registro

na literatura de plantas resistentes ao glifosate, mas a rotação de herbicidas, assim como a de culturas, evita o surgimento de plantas-problema.

O glifosate e sulfosate controlam melhor a guaxuma e gramíneas perenes. O paraquat + diuron são superiores no controle da trapoeira. Desta forma, aplicações sequenciais com doses reduzidas de glifosate ou sulfosate, com ou sem 2,4-D, e a aplicação do paraquat, dias após, apresentam excelentes resultados no manejo de plantas daninhas.

### **Seletivos, aplicação em pré e em pós-emergência**

a) Bentazon - Pós-emergência utilizado para o controle de plantas de folhas largas e ciperáceas nos estádios iniciais de desenvolvimento. É um herbicida dependente de luz para agir, pois inibe a fotossíntese. As aplicações do produto devem ser preferencialmente feitas pela manhã, pois, quanto maior a taxa fotossintética, melhores serão os resultados. Ele requer intervalo mínimo de três horas sem chuva após a aplicação para assegurar a absorção.

b) Fenoxaprop-p-etil e clefoxydin - Pós-emergência recomendados para o controle de plantas com folhas estreitas. A alta umidade no solo e, conseqüentemente, nas plantas, acelera a absorção e translocação destes herbicidas. Assim, sua aplicação sobre plantas daninhas que se desenvolvem em solos secos terá a eficiência seriamente comprometida. A absorção foliar é rápida, não sendo prejudicada por chuvas que ocorram depois de a calda secar nas folhas. Os primeiros sintomas aparecem cinco a dez dias após a aplicação, em forma de descoloração das folhas, e se estendem gradualmente por toda a superfície. O crescimento das folhas e raízes é inibido. Aproximadamente 14 dias após a aplicação, verifica-se a morte do ponto de crescimento.

c) Fenoxaprop-p-etil + safener - Pós-emergência recomendado para o controle de plantas com folhas estreitas. Como em sua formulação foi adicionada um safener, ou seja, uma molécula que protege o arroz da toxicidade do princípio ativo, este produto pode ser aplicado em estádios de crescimento precoces do arroz, de 15 a 20 dias. Este produto exige que as plantas daninhas estejam também em desenvolvimento precoce.

d) Metsulfuron-metil - Pós-emergência sistêmico do grupo das sulfoniluréias indicado para o controle de plantas daninhas de folhas largas. Não tem efeito sobre gramíneas e ciperáceas. É absorvido pelas folhas e raízes, e o desenvolvimento de plantas suscetíveis é inibido em poucas horas, mas os sintomas nas plantas injuriadas geralmente aparecem após sete a dez dias. Os primeiros sintomas manifestam-se nas gemas apicais, com clorose ou arroxamento em algumas espécies. Sua aplicação deve ser evitada durante a fase de diferenciação do primórdio floral do arroz.

e) Oxadiazon - Indicado para pré-emergência ou pós-emergência precoce no arroz de terras altas com boas condições de umidade.

f) Pendimethalin - Pré-emergência, controla principalmente gramíneas, com atividade sobre algumas plantas de folhas largas. O solo deve estar bem preparado e com boas condições de umidade. É do grupo das dinitroanilinas e, por isso, a

cultura deve ser semeada a 3-5 cm de profundidade para evitar o contato da semente com o produto aplicado na superfície do solo.

g) Propanil - Misturado com herbicidas residuais, como oxadiazon ou pendimethalin, pode ser usado em pré-emergência e pós-emergência. Isolado, é aplicado em pós-emergência, não possuindo nenhuma atividade no solo e controlando plantas daninhas de folhas largas ou estreitas nos estádios iniciais de desenvolvimento (duas a três folhas). Após este estágio, doses maiores são necessárias para um adequado controle. Age por contato, dependendo de luz para a sua ação, inibindo a fotossíntese. As aplicações do produto são preferencialmente indicadas pela manhã, pois, quanto maior a taxa fotossintética, melhores serão os resultados. Esse produto é incompatível com inseticidas carbamatos, que lhe suprimem a seletividade. Há necessidade de intervalo de cerca de 30 dias entre as aplicações de cada um.

h) Trifluralin - Utilizado em pré-emergência, apenas na concentração de 600 g.L-1 para o controle de gramíneas e algumas espécies de folhas largas. A cultura deve ser semeada a uma profundidade de 3-5 cm, para evitar o contato da semente com o produto aplicado na superfície do solo, já que ele pertence ao grupo das dinitroanilinas.

i) 2,4-D - Indicado para dessecação de plantas daninhas antes da semeadura direta, pré-emergência e pós-emergência. Por possuir pequena persistência no solo, é mais utilizado nas primeira e terceira modalidades e pouco na segunda. Em pós-emergência, é recomendado para o controle de plantas daninhas de folhas largas e algumas ciperáceas. É formulado em sais de amina ou éster, sendo este mais fitotóxico, tanto para as plantas daninhas como para a cultura, requerendo, portanto, menores doses de aplicação. Além disso, este herbicida é volátil na formulação éster, não sendo recomendado para regiões de clima quente. A formulação amina, não-volátil, é a indicada para os cerrados. Mesmo assim, é interessante evitar sua aplicação em áreas vizinhas a culturas sensíveis, como algodão ou videira. As aplicações em pós-emergência, devem ser feitas entre o pleno perfilhamento e a diferenciação do primórdio floral do arroz.

### **Estratégias de controle químico de plantas daninhas**

O primeiro passo para o controle químico de plantas daninhas é o conhecimento da seletividade dos herbicidas no arroz. A produção final do arroz é definida pelo balanço dos seus componentes de produção: número de perfilhos/m<sup>2</sup>, panícula/m<sup>2</sup>, grãos/panícula e massa de 100 grãos. A aplicação do herbicida é realizada geralmente da semeadura até 30 dias após germinação e é justamente nesta época que o arroz determina o número de perfilhos/m<sup>2</sup>, os quais são chamados "caixa de produção" do arroz, ou seja, determinam o potencial de produção da lavoura. Se houver danos no arroz devido à aplicação de herbicida, o número de perfilhos/m<sup>2</sup> pode ser diminuído, reduzindo o potencial de produção.

A seletividade dos herbicidas para a cultura do arroz ocorre por alguns fatores:

a) nas aplicações em pré-emergência, a seletividade deve-se à posição do herbicida com relação à semente de arroz no solo;

b) nas aplicações em pós-emergência, a seletividade é principalmente de natureza fisiológica, através de mecanismos de degradação que evitam injúrias às plantas.

Isto sugere que a sensibilidade do arroz aos herbicidas varia de acordo com as cultivares que possuem mecanismos diferenciados de metabolização das moléculas dos herbicidas.

O pendimethalin e o trifluralin são do grupo das dinitroanilinas, que não possuem seletividade metabólica para a cultura do arroz. Devido à baixa solubilidade em água e à alta capacidade de adsorção nos colóides do solo, os produtos permanecem até os 2 cm de profundidade, e a seletividade ocorre pela localização da semente. Esse é um dos motivos para se recomendar a semeadura de 3 cm a 5 cm de profundidade. Se por algum motivo como, por exemplo, semeadura rasa, alta precipitação (acima de 75 mm) ou doses altas em solos arenosos, as plântulas de arroz entrarem em contato com o herbicida, o desenvolvimento radicular será afetado e, com isto, aparecerão sintomas de amarelecimento das plantas e raízes curtas e grossas.

O clomazone, herbicida que inibe a síntese de clorofila, está em fase de registro. Em cultivares susceptíveis, o sintoma é o branqueamento das folhas. A variabilidade genética da tolerância ao herbicida é nítida e a cultivar Primavera é mais sensível ao produto. Alguns *safeners* (protetores), ainda em estudos, têm promovido menor toxicidade às cultivares sensíveis.

A seletividade do arroz ao metsulfuron-metil depende da cultivar e do estágio da planta na época da aplicação. A pulverização aos dez dias após a emergência (DAE) diminui em 17% a produtividade de grãos na cultivar Primavera em relação à testemunha (Cobucci & Portela, 2001). O efeito é devido à diminuição do número de panículas/m<sup>2</sup> e do número de grãos/panícula. Aos 20 DAE não há problemas da aplicação do produto. Esse herbicida não causa toxicidade nas cultivares Maravilha e Canastra, quando aplicado nos estádios citados (10 e 20 DAE).

O perfilhamento das gramíneas, em geral, está diretamente ligado à relação dos hormônios citocinina/auxina na planta. Quanto menor a relação, maior a dominância apical e menor o perfilhamento (Skoog & Armstrong, 1970). O herbicida 2,4-D é uma auxina e sua aplicação aumenta a concentração do hormônio na planta, incrementa a dominância apical e, conseqüentemente, diminui o perfilhamento. Chao et. al. (1994) verificaram que 2,4-D diminuiu o perfilhamento em cevada devido ao aumento da dominância apical. Segundo Cobucci & Portela (2001), aplicações de 2,4-D aos 10 e 20 dias após emergência do arroz, diminuiram o número de panículas.m-2, devido à diminuição do perfilhamento, promovendo reduções da produtividade nas cultivares Primavera e Maravilha. A aplicação aos 30 DAE não afetou o perfilhamento mas reduziu o número de grãos panícula-1 nessas cultivares, o que também determinou redução na produtividade de grãos. O 2,4-D não causou toxicidade na cultivar Canastra e, com isso, sua produtividade de grãos não foi afetada. O 2,4-D reduz o número de grãos na espiga do trigo, devido a interferências na esporogênese diferenciação do primórdio floral (Derscheid, 1951; Olson et. al., 1951; Longchamp et al., 1952; Pinthus & Natowitz, 1967). No arroz provavelmente ocorre o mesmo.

Aplicações precoces, 10 e 20 DAE do graminicida "pós-emergência" fenoxaprop-p-etil na cultivar Primavera diminuem o número de panículas/m<sup>2</sup>, devido às injúrias iniciais e, conseqüentemente, diminuem a produtividade de grãos. Aplicações de clefoxydin, nas mesmas épocas, causaram problema similar nas cultivares Primavera e Maravilha. Aplicações dos dois produtos aos 30 DAE não afetaram o arroz.

### **Controle de plantas daninhas de folhas estreitas**

a) pré-emergência: fundamental em áreas que, pelo histórico de utilização em anos anteriores, sabe-se que são infestadas;

b) aplicação seqüencial em pré-emergência e, após 30 dias, aplicação de pós-emergência. Essa modalidade é necessária para áreas que possuem infestação acentuada de braquiária e timbete. Há necessidade de se reduzirem as doses em pré-emergência e pós-emergência;

c) aplicação somente em pós-emergência: indicada para áreas que não possuem histórico de infestações expressivas e que ocorrem durante a condução da cultura;

d) aplicação seqüencial em pós-emergência, a primeira aos dez dias após emergência (DAE) e, a segunda, aos 30 DAE. Esta modalidade torna-se necessária quando não se aplicam herbicidas em pré-emergência e, com isso, observa-se uma alta infestação inicial, que não pode ser controlada apenas com uma aplicação em pós-emergência. A pulverização inicial deve ser executada com doses menores que as indicadas, ou com safeners, para evitar toxicidade à cultura, que também está em estádios iniciais. Esta modalidade de aplicação justifica-se, também, pois os herbicidas pré-emergência geralmente não conseguem ultrapassar cobertura morta e não atingem o alvo;

e) aplicação precoce aos 10 DAE de produto de pré-emergência, adicionado a outro de pós-emergência. Essa modalidade é utilizada quando, por opção ou por desconhecimento, deixou-se de aplicar os herbicidas de pré-emergência e, logo após a emergência da cultura, verifica-se a ocorrência de alta infestação de invasoras. Com a mistura dos dois herbicidas, o de pós-emergência controla as plantas daninhas existentes e o de pré-emergência possibilita um maior período de controle.

A melhor opção dependerá do custo dos herbicidas, preço do arroz, densidade e tipo das plantas daninhas

### **Controle de plantas daninhas de folhas largas**

As plantas daninhas mais prejudiciais à cultura do arroz de terras altas possuem folhas estreitas. Entretanto, podem ocorrer situações que infestações de plantas com folhas largas necessitam ser controladas. Nesse caso, as aplicações são feitas em pós-emergência, apesar de alguns herbicidas aplicados em pré-emergência, visando ao controle de plantas daninhas de folhas estreitas, possuírem ação sobre algumas de folhas largas. Para o controle de plantas daninhas de folhas largas, são utilizados os herbicidas metsulfuron-metil (Ally) e 2,4-D, aplicados em épocas diferentes.

O metsulfuron-metil apresenta melhor eficiência de controle quando aplicado no estágio inicial das plantas daninhas, ou seja, com duas a quatro folhas, como amendoim-bravo, trapoeraba, corda-de-viola e, principalmente, erva-de-touro. Assim, ele pode ser pulverizado de 15 dias após a emergência do arroz até os estádios indicados das plantas daninhas com adição de 0,2% v/v de óleo mineral. Apesar de menos exigente que o 2,4-D com relação aos estádios da cultura na época da aplicação, cuidados devem ser O 2,4-D, por suas características de seletividade com relação ao arroz de terras altas e por ter melhor eficiência em plantas daninhas mais desenvolvidas que o metsulfuron-metil, é indicado também para aplicações mais tardias. Normalmente é utilizado em infestações em que o metsulfuron-metil só controla as plantas daninhas nos estádios iniciais, como, por exemplo, erva-de-touro.

Do ponto de vista prático, a cultura do arroz deve ficar livre da interferência de plantas daninhas a partir de 15 dias após a emergência. Em áreas altamente infestadas, onde a emergência das plantas daninhas pode ocorrer junto com a do arroz, é imperativo que o controle seja feito antes dos 35 dias, o que inviabiliza a aplicação de 2,4-D.

### **Controle de infestações mistas**

Há situações de infestação mista, plantas daninhas de folhas estreitas e de folhas largas, que necessita ser controlada em pós-emergência. As pulverizações, entretanto, devem ser separadas por uns sete dias, já que o latifolicida, se misturado ao gramínicida, prejudica sua ação. Nesse caso, o primeiro produto a ser aplicado é aquele que controla as plantas daninhas que apresentam infestação mais intensa, respeitando os princípios de seletividade.

### **Competitividade do arroz em relação às plantas daninhas**

A capacidade competitiva das plantas daninhas depende muito do momento da emergência em relação ao arroz, de tal forma que, quando se propicia uma germinação mais rápida da cultura e, ocorrendo, também, atraso na emergência das plantas daninhas, a competição será menor (Victoria Filho, 1994). A maneira de induzir o atraso da emergência e do desenvolvimento das plantas daninhas seria a mistura de herbicida de efeito residual no solo com herbicida de pré-semeadura (dessecação). Essa técnica não é recomendada por estar ainda em estudo. Para que se tenha pleno domínio dela, serão fundamentais, dentre outros, dados econômicos e de lixiviação dos produtos da palhada para o solo.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALCÂNTARA, E. N. de; CARVALHO, D. A. de. Período de competição de plantas daninhas com arroz de sequeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.20, n.5, p.599-602, 1985.

AMARAL, A. S.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos de herbicidas na emergência do arroz e controle de plantas daninhas. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.32, n.313, p.35-37, 1979.

ANTIGUA, G.; COLON, C.; GARCIA, J. Utilizacion del herbicida Arrozan en el control de malezas del arroz en Cuba. Ciencia y Técnica en la Agricultura – Arroz, La Habana, v.13, n.1/2, p.135-144, 1990.

BALL, D. A. Weed seed bank response to tillage, herbicides and crop rotation sequence. *Weed Science*, Ithaca, v.40, p.654-659, 1992.

CARNEIRO, J. A. Estudos genéticos em arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado em monocultivo e consorciado com braquiário (*Brachiaria brizantha*) em condições de sequeiro. 1996. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

CHAO, J. F.; QUICK, W. A.; HSIAO, A. I.; XIE, H. S. Influence of nutrients supply and plant growth regulators on phytotoxicity of imazamethabens in wild oat (*Avena fatua* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, New York, v.13, p.195-201, 1994.

CLEMENTS, D. R.; BENOIT, D. L.; MURPHY, S. D.; SWANTON, C. J. Tillage effects on weed seed return and seedbank composition. *Weed Science*, Ithaca, v.44, p.314-322, 1996.

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. O. Aplicação seqüencial de herbicidas aplicados em pré-plantio no controle de plantas daninhas, na cultura do feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. Resumos expandidos... Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.465-468. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. O. Seletividade de herbicidas aplicados em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas. *Planta Daninha*, Viçosa, v.19, n.3, p. 359-366, 2001.

COBUCCI, T.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. da. Controle de plantas daninhas. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. (Ed.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.433-464.

DERSCHIED, L. A. Physiological and morphological responses of barley to 2,4-dichloro-phenoxyacetic acid. *Plant Physiology*, Lancaster, v.27, p.121-134, 1951.

GARRITY, D. P.; MOVILLON, M.; MOODY, K. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. *Agronomy Journal*, Madison, v.84, p.586-591, 1992.

GAZZIERO, D. L. P.; SOUZA, I. F. de. Manejo integrado de plantas daninhas. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. de (Ed.). *Cultura da soja nos Cerrados*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.183-208.

HART, R. D. El subsistema malezas. In: HART, R. D. (Ed.). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. Turrialba: CATIE, 1985. p.103-110.

HERTWIG, K. V. Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitorreguladores. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 480p.

KHUSH, G. S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., 1994, Goiânia. *Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. v.1, p.13-29. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).

KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.249-259.

- KONRAD, M. L. de F. Habilidade competitiva de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) frente à interferência de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 1997. 80 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- LONGCHAMP, R.; ROY, M.; GAUTHERET, R. Action de quelques hétéroauxines sur la morphogénese des céréales. *Annales de l'Amélioration des Plantes*, Paris, v.2, p.305-327, 1952.
- LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 1994. 299p.
- MAROCHI, A. I. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: CURSO INTENSIVO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 1993, Castro. Resumos... Castro: Fundação ABC, 1993. p.152-178.
- PRUSTY, J. C.; BEHERA, B.; MOHANTY, S. K. Study on critical threshold limit of dominant weeds in medium hard rice. In: INDIAN SOCIETY OF WEED SCIENCE INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 1993, Hisar, India. Proceedings... Hisar: ISWS, 1993, v.2, p.13-15.
- SEGUY, L.; KLUTHCOUSKY, J.; SILVA, J. G. da; BLUMENSCHNEIN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação da água. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 26p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 17).
- SHELKE, D. K.; BHOSLE, R. H.; JADHAV, N. S. Studies on crop-weed competition in irrigated upland drilled rice (var. Prabhavati). In: ANNUAL CONFERENCE OF INDIAN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 1985, India. Abstracts of papers... [S.l.: s.n.], 1985. p.83.
- SINGH, S. P.; RAM, P. Critical period of crop-weed competition in direct seeded rice. In: ANNUAL CONFERENCE OF INDIAN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 1985, India. Abstracts of papers... [S.l.: s.n.], 1985. p.18.
- SOARES SOBRINHO, J. A. de S. As plantas invasoras em relação às atividades humanas: . ciclo de vida, propagação e disseminação das ervas daninhas. Pelotas: UFPel, 1973. (2. Curso Intensivo sobre Plantas Invasoras e Herbicidas).
- STANSEL, J. W. The rice plant: its development and yield. In: TEXAS AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION. Six decades of rice research in Texas. College Station, 1975. p.9-21 (Research Monograph, 4).
- VARSHNEY, J. E. Studies on critical period of weed competition in upland rice in hilly terrain of meghalaya. In: ANNUAL CONFERENCE OF INDIAN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 1985, India. Abstracts of papers... [S.l.: s.n.], 1985. p.84.
- VICTORIA FILHO, R. Potencial de concorrência de plantas daninhas em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. Atualização em plantio direto. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.31-48.