

Produção de Milho e Sorgo em Várzea



Produção de Milho e Sorgo em Várzea

José Maria B. Parfitt
Coordenador

Embrapa

Clima Temperado

Área de Comunicação Empresarial
Pelotas, RS
2000

Embrapa Clima Temperado, Documentos, N° 74

Pedidos desta publicação:

Caixa Postal 403
96001-970 - Pelotas, RS
Biblioteca: (53) 275.8126
Comercialização: (53) 275.8199
Fax: (53) 275.8219 - 275.8221
E-mail: sac@cpact.embrapa

Tiragem: 1000 exemplares

Comitê de Publicações

Ariano Martins Magalhães Júnior
Carmem Lúcia Rochedo Bento (Presidente)
Eliane Augustin (Suplente)
Expedito Paulo Silveira
Maria Eneida Tombezi (Secretária Executiva)
Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Rogério Waltrick Coelho
Vera Allgayer Osório
Walkyria Bueno Scivittaro (Suplente)
Editor Geral: Expedito Silveira
Formatação Eletrônica: Oscar Castro
Sérgio Arthur Zanúncio Foerstnow

PARFITT, J.M.B., coord. Produção de milho e sorgo em várzea.
Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. 146p. (Embrapa Clima
Temperado. Documentos, 74).

ISSN 1516-8840

1. Milho; Sorgo; Produção; Várzea.

CDD 633.15

SUMÁRIO

ECOFISIOLOGIA E FENOLOGIA DAS CULTURAS DO MILHO E DO SORGO. <i>Paulo Regis Ferreira da Silva; Gilber Argenta.</i>	07
NUTRIÇÃO, CORREÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO. <i>Walkyria Bueno Scivittaro</i>	19
SISTEMAS DE CULTIVO DE MILHO EM VÁRZEA – PLANTIO DIRETO. <i>Francisco de Jesus Verneti Junior; Algenor da Silva Gomes.</i>	27
IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA DE MILHO. <i>Marilda Pereira Porto; Claudio Alberto Sousa da Silva; José Maria Barbat Parfitt; Silvio Steinmetz.</i>	39
CULTIVARES DE MILHO. <i>Marilda Pereira Porto.</i>	45
MANEJO DA CULTURA DO SORGO. <i>Antonio André Amaral Raupp.</i>	57
DRENAGEM E IRRIGAÇÃO PARA MILHO E SORGO CULTIVADOS EM ROTAÇÃO COM ARROZ IRRIGADO. <i>Claudio Alberto Souza da Silva; José Maria Barbat Parfitt.</i>	61
ADEQUAÇÃO DA ÁREA PARA A SEMEADURA DO SORGO E DO MILHO IRRIGADOS POR INUNDAÇÃO. <i>José Barbat Parfitt; Claudio Alberto S. da Silva.</i>	73
MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM TERRAS BAIXAS. <i>André Andres; Aldo Merotto Júnior.</i>	77
INSETOS-PRAGAS DAS CULTURAS DO MILHO E DO SORGO NO AGROECOSSISTEMA DE VÁRZEA. <i>Anderson Dionei Grützmacher; José Francisco da Silva Martins; Uemerson Silva da Cunha.</i>	87
DOENÇAS DAS CULTURAS DO SORGO E DO MILHO. <i>Nely Brancão.</i>	103
SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO NA PROPRIEDADE RURAL. <i>Moacir Cardoso Elias.</i>	107

APRESENTAÇÃO

No estado do Rio Grande do Sul e no País tem aumentado significativamente, nos últimos anos, a demanda por grãos de milho e sorgo, principalmente pelos setores produtivos de laticínios e de carnes. Esta demanda não tem sido atendida pelo setor agrícola, fazendo com que os gastos de importação com estes produtos atingissem, no último ano, a cifra aproximada de um bilhão de reais.

No Rio Grande do Sul uma das fronteiras agrícolas passíveis de expansão para a produção de milho e sorgo são as várzeas, situadas principalmente na metade Sul do Estado. A deficiente drenagem natural destes solos e as precipitações insuficientes que ocorrem na região têm dificultado historicamente a produção de milho e de sorgo. Novas tecnologias de produção e o uso da irrigação podem mudar o cenário atual, permitindo que ambos os cereais venham a compor, conjuntamente com as culturas do arroz irrigado (45% da produção nacional) e da soja, um sistema produtivo mais diversificado e economicamente sustentável.

A Embrapa Clima Temperado com a colaboração da UFRGS e da UFPel, apresenta nesta publicação avanços tecnológicos para o cultivo do milho e do sorgo irrigados nas várzeas do Rio Grande do Sul para que o sistema produtivo, num processo dinâmico e interativo, possa suprir às necessidades do Estado e do País e, desta forma, economizar importantes divisas.

José Francisco da Silva Martins
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

ECOFISIOLOGIA E FENOLOGIA DAS CULTURAS DO MILHO E DO SORGO

Paulo Regis Ferreira da Silva¹
Gilber Argenta²

INTRODUÇÃO

As plantas de milho e sorgo utilizam como matéria-prima água e nutrientes extraídos do solo e dióxido de carbono e oxigênio, provindos do ambiente. Através do processo de fotossíntese e, em presença de radiação solar, esta matéria-prima é convertida em massa seca. A quantidade de massa seca produzida num determinado estágio de desenvolvimento da planta é função do tamanho e da eficiência do aparato fotossintético. A dimensão do aparato fotossintético depende do potencial genético da espécie ou da cultivar que, por sua vez, interage com o ambiente.

Embora a natureza seja responsável pela maior parte da variação do efeito do ambiente sobre o crescimento da planta e o rendimento de grãos, o produtor de milho e/ou sorgo pode manipular o ambiente através da adoção de práticas de manejo adequadas. Dentre estas práticas, citam-se a escolha correta da época de semeadura e do arranjo de plantas, fertilização do solo, irrigação e controle de plantas daninhas, moléstias e insetos.

No entanto, independente da situação específica, o produtor precisa compreender como a planta de milho e de sorgo cresce e se desenvolve. Este conhecimento é importante para a tomada de decisão do uso mais adequado das práticas de manejo que culmine na obtenção de altos rendimentos de grãos, com reflexos sobre o lucro obtido. Os objetivos deste capítulo são de analisar os principais processos fisiológicos associados aos estágios de crescimento e desenvolvimento e as suas relações com as decisões de manejo das culturas de milho e sorgo e discutir os principais fatores que afetam a fenologia destas espécies.

¹ Professor da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712. Cx. Postal 776. CEP: 91540-000, Porto Alegre, RS. E-mail: paulo.silva@vortex.ufrgs.br

² Estudante Pós-Graduação da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

No desenvolvimento do tema, será utilizada a escala de crescimento proposta por Ritchie et al., (1993) para o milho e a escala de desenvolvimento proposta por Vanderlip (1972) para o sorgo.

O milho (*Zea mays*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*) são gramíneas anuais, classificadas no grupo de plantas C-4, com ampla adaptação a diferentes ambientes. Botanicamente, o grão destas espécies é um fruto, denominado cariopse, em que o pericarpo está fundido com o tegumento da semente propriamente dito.

O ciclo de desenvolvimento da planta de milho e de sorgo compreende dois períodos: vegetativo e reprodutivo. Didaticamente, cada um destes períodos é dividido em três subperíodos, relacionados a seguir.

PERÍODO VEGETATIVO

Compreende três subperíodos: semeadura-emergência, emergência-diferenciação dos primórdios florais e diferenciação dos primórdios florais-florescimento.

Subperíodo semeadura-emergência

O período vegetativo inicia-se com os processos de germinação da semente e emergência da plântula (**Figura 1**).

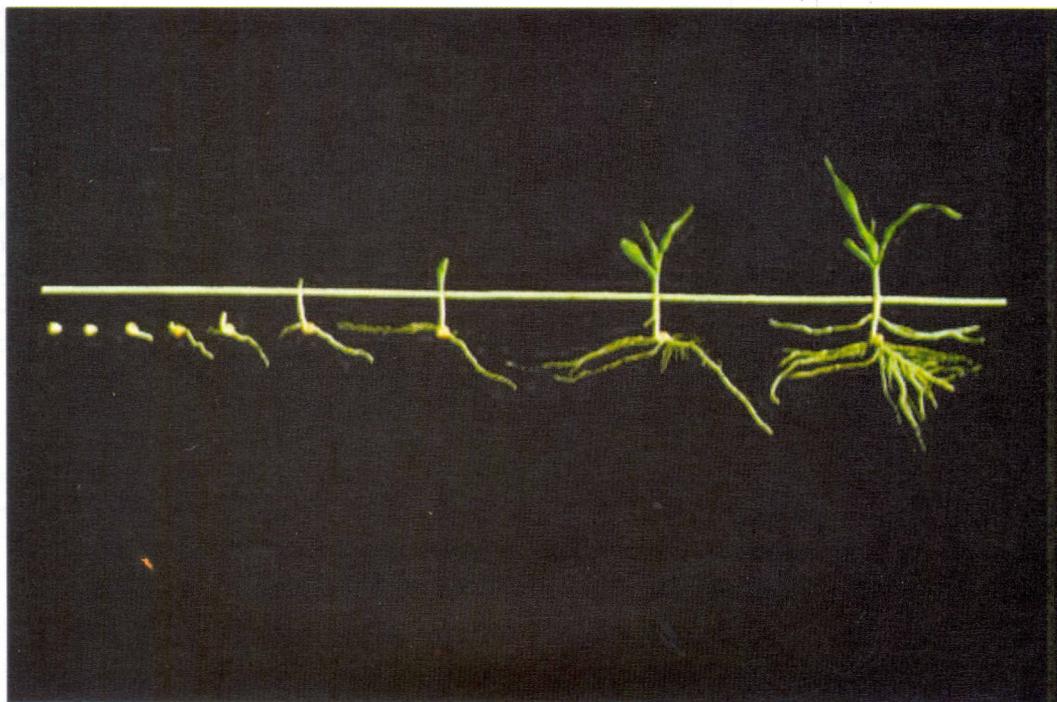


Figura 1. Germinação da semente e emergência da plântula de milho. Figura extraída da escala de crescimento de milho proposta por Ritchie et al. (1993).

A emergência das plântulas de milho e sorgo ocorre devido ao alongamento da estrutura situada entre a semente e o primeiro nó, denominada mesocótilo. Se água não for fator limitante, a capacidade de crescimento do mesocótilo depende da temperatura do solo. Na semeadura do cedo (agosto, setembro), o crescimento desta estrutura é menor e, portanto, a profundidade de semeadura recomendada deve ser menor. Neste sentido, o sorgo exige maior temperatura de solo para a germinação e emergência em relação ao milho. O crescimento do mesocótilo do sorgo é muito lento sob temperaturas do solo baixas, devendo-se retardar um pouco o início da sua época de semeadura em relação a do milho. Nas semeaduras realizadas de outubro em diante, a profundidade de semeadura deve ser maior para que as sementes tenham melhores condições de absorção de água, já que, em condições de temperatura mais elevada, o mesocótilo tem maior capacidade de alongamento.

No período de 10 a 14 dias após a emergência, as plântulas de milho e sorgo mantêm-se às expensas das reservas acumuladas no grão. As raízes seminais, que são originárias da semente, são as responsáveis pela sustentação da plântula durante a fase inicial. Este sistema radicular é temporário, pois começa a se degenerar logo que começam a surgir as raízes adventícias dos nós do colmo, abaixo da superfície do solo. Este segundo sistema radicular passa a constituir-se no principal mecanismo de extração de água e de nutrientes do solo e de fixação da planta ao solo durante todo o ciclo de desenvolvimento.

Durante o subperíodo semeadura-emergência podem ocorrer as seguintes limitações: deficiência hídrica, formação de crosta no solo como, por exemplo, nos solos de várzea com sistema de semeadura convencional, colocação do adubo em contato com sementes, ataque de pragas e moléstias e profundidade de semeadura inadequada. Todos estes fatores podem afetar o número de plantas por unidade de área, que é o primeiro componente do rendimento de grãos.

Subperíodo emergência-diferenciação dos primórdios florais

Após o estabelecimento inicial, as plantas de milho e sorgo começam a desenvolver a sua estrutura foliar, com as folhas surgindo de cada nó, em forma alternada. Durante as primeiras quatro a cinco semanas de desenvolvimento, todas as folhas já estão formadas. O número total de folhas formado por planta é variável, dependendo principalmente da cultivar e da época de semeadura.

As folhas novas são produzidas por um ponto de crescimento situado na extremidade do colmo, ficando abaixo do solo até três a quatro semanas iniciais. Quando a planta diferencia o número total de folhas, ocorre uma mudança rápida e brusca na função do ponto de crescimento. Ele diferencia-se num minúsculo pendão (milho) ou panícula (sorgo), como está ilustrado respectivamente, nas Figuras 2 e 3. Isto ocorre no estágio em que a planta tem de 5-6 folhas (milho) e 7-10 folhas (sorgo) com colar visível.

Até a diferenciação do pendão (milho) e da panícula (sorgo), as plantas de milho e de sorgo tem a capacidade de recuperar-se caso ocorra a morte de folhas devido à formação de geadas, uma vez que na maior parte das vezes, o ponto de crescimento não é afetado. Dependendo da intensidade e da duração da geada, três a quatro dias após começa a haver a emissão pelas plantas de novas folhas pelas folhas.

O subperíodo emergência-diferenciação do pendão (milho) ou emergência-diferenciação da panícula (sorgo) é considerado como o período crítico de competição destas espécies com plantas daninhas. Neste intervalo, estas espécies necessitam ser controladas para reduzir ao mínimo a competição por água e nutrientes com as culturas.

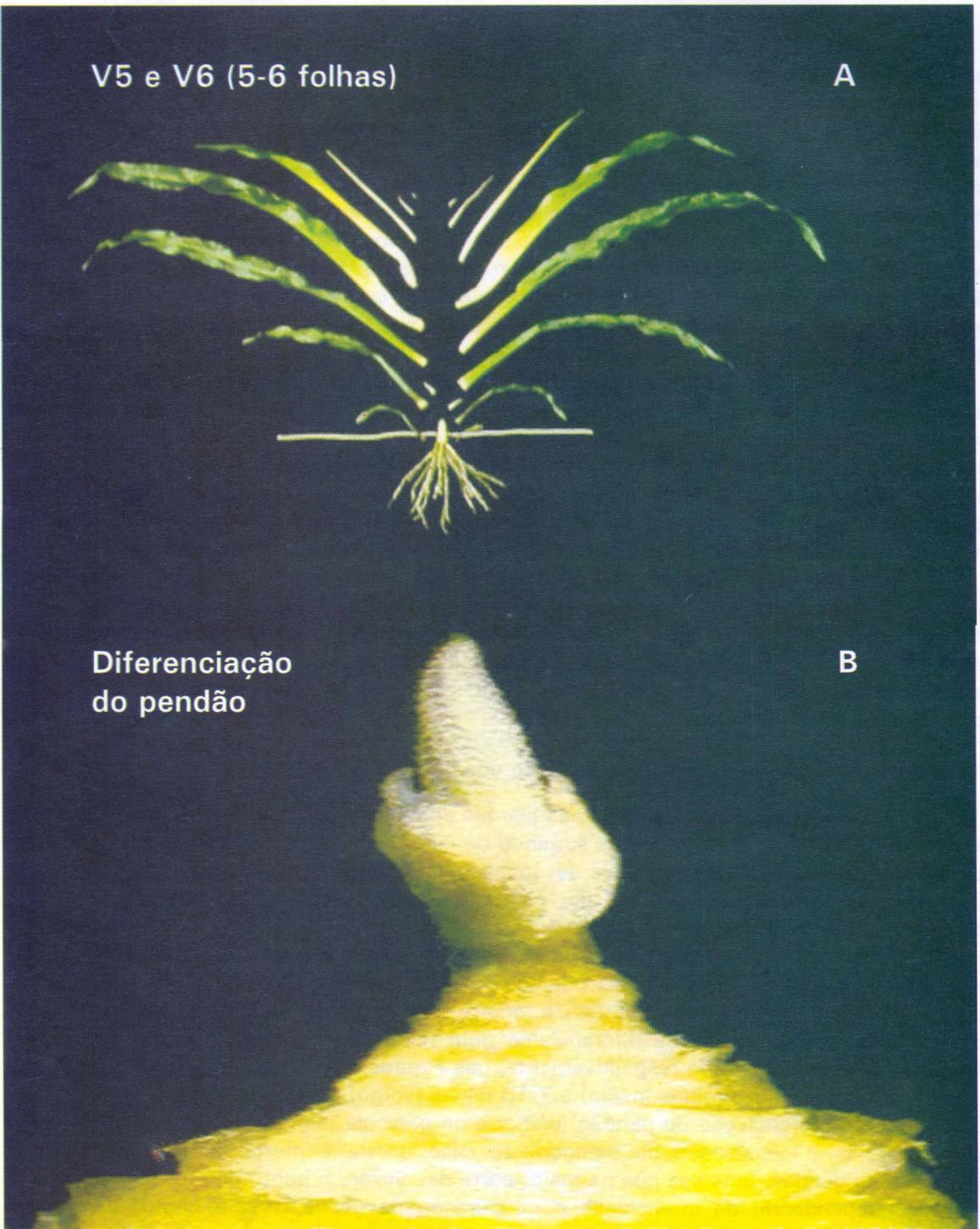


Figura 2. Planta de milho dissecada mostrando o ponto de crescimento transformado em minúsculo pendão em tamanho original (A) e ampliado (B). Figuras extraídas da escala de crescimento de milho proposta por Ritchie et al. (1993).

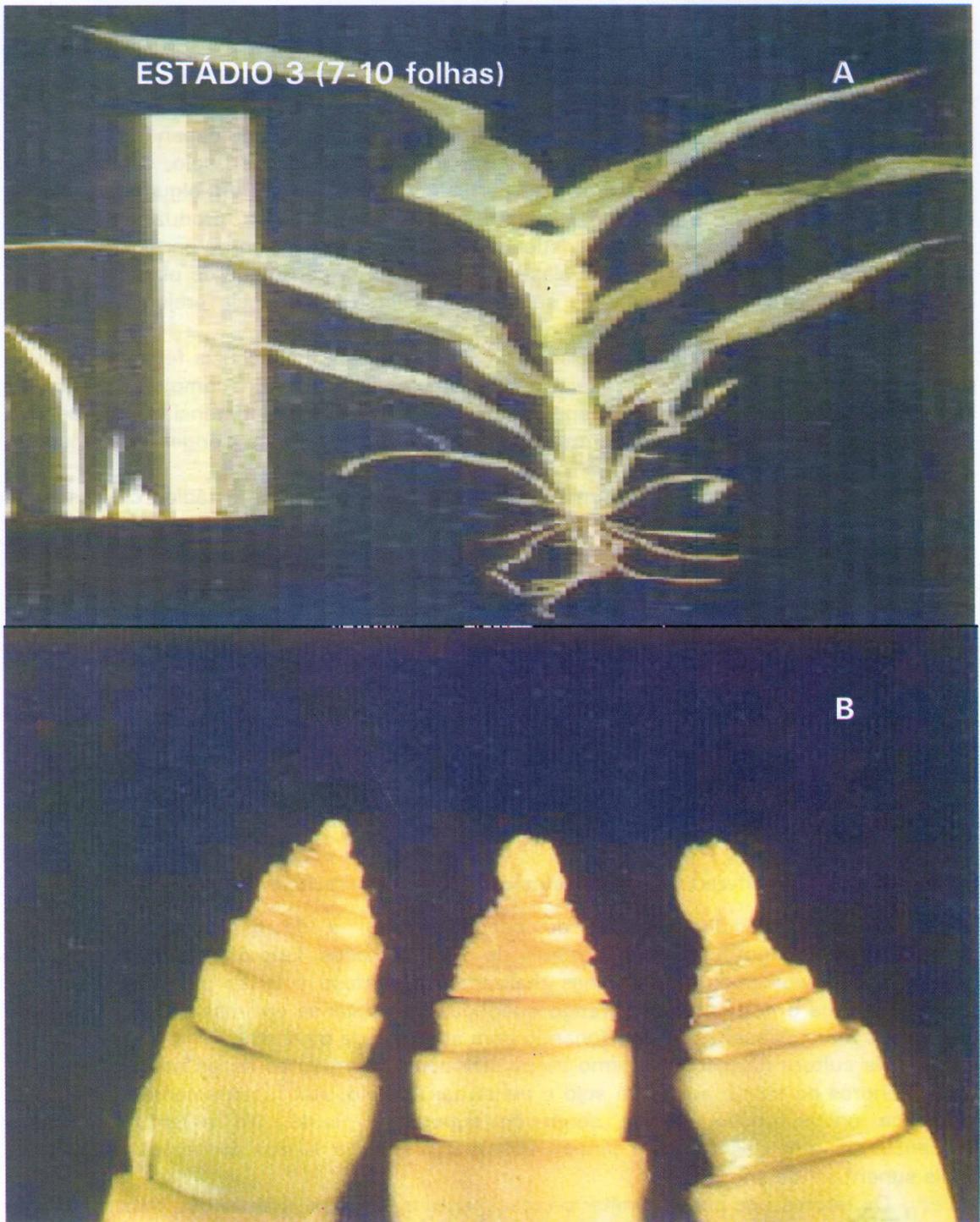


Figura 3. Estádio de diferenciação do ponto de crescimento em panícula na planta de sorgo (A) e ponto de crescimento ampliado (B). Figuras extraídas da escala de crescimento de sorgo proposta por Vanderlip (1972).

Neste sentido, é importante salientar que a planta de sorgo é mais sensível que a de milho à aplicação de herbicidas, havendo menos herbicidas recomendados para sorgo.

Outro aspecto diferencial entre as duas culturas durante este subperíodo é que a planta de sorgo tem a capacidade de emitir perfilhos, cuja quantidade depende da cultivar, do número inicial de plantas por unidade de área e da fertilidade do solo, especialmente nitrogênio. Em milho, é muito raro ocorrer perfilhamento, a não ser em algumas situações muito específicas. No entanto, os perfilhos são estéreis não produzindo espigas, constituindo-se, portanto, em característica indesejável. O fato do sorgo perfilhar e o milho não, confere ao sorgo resposta mais elástica à variação na densidade de plantas, ou seja, se houver um erro na regulação da semeadora, o efeito será mais prejudicial sobre o rendimento de grãos de milho do que no do sorgo (Figura 4).

No milho, o início da diferenciação do primórdio da inflorescência feminina (espiga) ocorre sete a dez dias após a diferenciação do pendão, estando completa quando as plantas estão com 11-12 folhas expandidas (Figura 5). A partir da diferenciação do pendão (milho) ou da panícula (sorgo), os entre-nós do colmo começam a se alongar rapidamente e a planta cresce a taxas elevadas.

A diferenciação da espiga (milho) e da panícula (sorgo) são estádios críticos, uma vez que está sendo formado o número potencial de óvulos nestas inflorescências. É importante que, por ocasião da diferenciação destas estruturas, a disponibilidade de nitrogênio para as plantas seja adequada. Para assegurar isto, é indicada a aplicação de adubação nitrogenada em cobertura no estádio em que as plantas estão com 6-7 folhas com colar visível.

Durante o subperíodo emergência-diferenciação dos primórdios florais podem ocorrer as seguintes limitações: deficiência hídrica ou de nutrientes, excesso hídrico, especialmente, em áreas com problemas de drenagem, competição com plantas daninhas, ataque de pragas e moléstias e possibilidade da formação de geadas em semeaduras do cedo (agosto, setembro). Ao final deste subperíodo, o número final de plantas por unidade de área já está praticamente estabelecido e está sendo definido o número potencial de grãos por espiga (milho) ou por panícula (sorgo).

Subperíodo diferenciação dos primórdios florais-florescimento

Do início da diferenciação do pendão (milho) e da panícula (sorgo) até o florescimento a planta normalmente requer de 5 a 6 semanas. Este é um período em que a planta cresce rapidamente. As folhas realizam fotossíntese a taxas elevadas, as raízes absorvem água e nutrientes em grande quantidade e as várias enzimas que controlam os processos metabólicos, estão funcionando com alta taxa de atividade.

Na cultura do milho, próximo ao pendoamento, surgem as raízes braçais junto aos nós inferiores do colmo acima do solo e penetram no solo. Até recentemente, supunha-se que sua única função era de servir de suporte à planta. No entanto, pesquisas evidenciaram que elas também podem absorver fósforo e outros nutrientes da camada mais superficial do solo.

Os fatores que podem limitar o crescimento e desenvolvimento das plantas durante o subperíodo da diferenciação dos primórdios florais-florescimento são: deficiência hídrica ou de nutrientes, excesso hídrico e ataque de pragas e moléstias.

Ao final deste subperíodo já está definido o número potencial de inflorescências por unidade de área e o número potencial de grãos por inflorescência. O número potencial de grãos que vai se transformar em número real de grãos depende das condições vigentes no subperíodo florescimento-polinização.

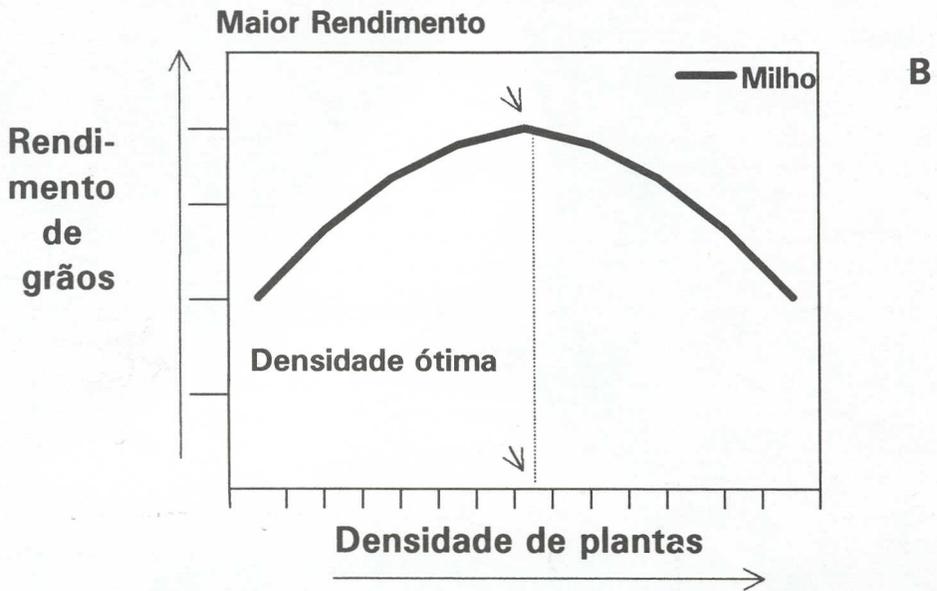
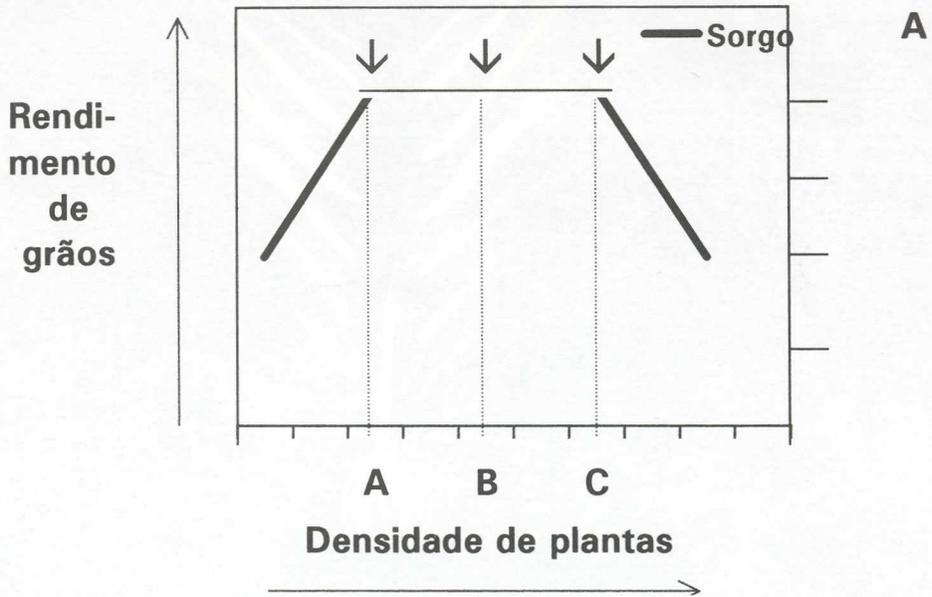


Figura 4. Relação entre densidade de plantas e rendimento de grãos de sorgo (A) e de milho (B), segundo Mundstock (1977).



Figura 5. Estádio de diferenciação da espiga na planta de milho (A) e espiga ampliada (B).
Figuras extraídas da escala de crescimento de milho proposta por Ritchie et al.
(1993).

PERÍODO REPRODUTIVO

Compreende três subperíodos: florescimento-polinização, polinização-maturação fisiológica e maturação fisiológica-colheita.

Subperíodo florescimento-polinização

No milho, a emissão do pendão ocorre de uma semana a dez dias antes da emergência dos estigmas da espiga. Entretanto, a liberação do pólen só ocorre dois a três dias antes da emergência dos primeiros estigmas. A falta de pólen raramente é um problema na produção de milho, exceto sob condições de calor ou deficiência hídrica excessivos. Geralmente, baixo número de grãos na espiga é causado por alguma interferência com o desenvolvimento da espiga ou com a formação dos estigmas.

Na espiga de milho pode haver a formação de 700 a 1000 óvulos, organizados em número par de filas ao redor do sabugo. A formação dos grãos inicia-se na base da espiga. O milho é uma espécie de fecundação cruzada, ou seja, o pólen produzido por uma planta raramente fertiliza os estigmas da mesma planta. Sob condições de campo, 97% ou mais dos óvulos produzidos em uma espiga são polinizados pelo pólen de outras plantas.

O espigamento é mais afetado por condições adversas (deficiência hídrica, densidade excessiva) que o pendoamento. Neste caso, ocorre defasagem entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas, havendo redução do número de grãos formados na espiga. A planta de milho diferencia duas ou mais espigas mas, no entanto, em condições de densidades normais de planta, apenas uma se mantém, com as demais degenerando-se. Em cultivares prolíficas, há produção de mais de uma espiga por planta. Condições de baixa densidade de planta ou de elevada fertilidade do solo também conferem maior prolificidade às plantas de milho. Na cultura do sorgo, o florescimento começa no ápice da panícula e continua em direção à base. É uma espécie autógama, com baixa taxa de fecundação cruzada.

O período situado entre duas a três semanas antes a duas a três semanas após o florescimento é o período de maior exigência hídrica e o mais crítico à deficiência hídrica nas culturas do milho e sorgo, especialmente na primeira. A planta de sorgo possui maior capacidade de tolerância a situações de estresse hídrico do que o milho devido a maior eficiência de uso de água. A quantidade de água transpirada para produção de um quilograma de massa seca é de 277 e 349 litros, respectivamente, para sorgo e milho (Mengel & Kirkby, 1978). Dentre os mecanismos que conferem à planta de sorgo maior tolerância à deficiência hídrica em relação a do milho, citam-se: sistema radicular mais profundo e ramificado, presença de estômatos em maior número e com menor tamanho, presença de cera nas folhas e colmos e capacidade de entrar em estado de dormência na presença de estresse. Além disto, a planta de sorgo tem a capacidade de retomar o crescimento logo que o estresse é aliviado, com taxas similares às que ocorriam antes do estresse.

Além da maior tolerância à deficiência hídrica, o sorgo também apresenta maior tolerância a solos com má drenagem, como por exemplo, alguns solos de várzea. Isto se deve ao fato do seu sistema radicular tolerar melhor que o milho menores tensões de oxigênio no solo.

Por ocasião do florescimento, as plantas de milho e de sorgo atingem o seu máximo índice de área foliar. Caso a disponibilidade hídrica no solo não seja um fator limitante, maior produtividade é atingida com estas culturas quando se faz coincidir o

estádio em que a planta está com máxima área foliar com os dias mais longos do ano (ao redor de 21 de dezembro), em que há maior incidência de radiação solar.

Durante o subperíodo florescimento-polinização as limitações que podem ocorrer são: deficiência hídrica ou de nutrientes, excesso hídrico e ataque de pragas e moléstias. Especificamente para o milho, sob condições de estresse (hídrico ou uso de densidade excessiva de plantas) pode ocorrer defasagem entre pendoamento e espigamento, resultando em menor polinização. Neste subperíodo, estão sendo definidos dois componentes do rendimento, o número de inflorescências por planta e o número de grãos por inflorescência.

Subperíodo polinização-maturação fisiológica

A duração do subperíodo polinização-maturação fisiológica está ao redor de 60 dias no milho e de 35 dias no sorgo. Deficiência hídrica ou nutricional durante este subperíodo reduz a sua duração.

Logo após a formação, os grãos passam pelas fases de grãos leitosos, grãos em massa mole e grãos em massa dura até atingirem a maturação fisiológica. Considera-se que o grão atinge a maturação fisiológica quando está com o máximo acúmulo de matéria seca. Esta condição pode ser visualizada pela formação de uma camada preta na região em que os grãos estão inseridos na espiga (milho) ou na panícula (sorgo). Todas as cultivares de milho e sorgo a apresentam. Teoricamente, estas culturas poderiam ser colhidas na maturação fisiológica, desde que fossem dadas condições para secagem imediata, uma vez que a umidade de grãos ainda é elevada, ao redor de 30%. Normalmente, espera-se que a umidade caia para a faixa de 18 a 22% para se proceder a colheita mecanizada.

Uma característica diferencial entre milho e sorgo por ocasião da maturação é que a planta de milho apresenta-se com colmo e folhas totalmente secas, enquanto que a de sorgo permanece verde. Isto permite que após a colheita dos grãos, os colmos e as folhas da planta de sorgo possam ser utilizados para pastoreio de animais, havendo a possibilidade, dependendo se a região de cultivo é mais quente, de se obter uma segunda produção de grãos (soca).

O crescimento e desenvolvimento da planta de milho ou sorgo no subperíodo polinização-maturação fisiológica podem ser limitados por: deficiência hídrica ou nutricional, excesso hídrico, ataque de pragas e moléstias e maior probabilidade de formação de geadas precoces, no caso de semeaduras do tarde (dezembro, janeiro). Durante este subperíodo estão sendo definidos dois componentes do rendimento de grãos: número de grãos por inflorescência e peso de grãos.

Subperíodo maturação fisiológica-colheita

A duração do subperíodo maturação fisiológica-colheita depende basicamente das condições climáticas vigentes durante este intervalo de tempo, passando os grãos somente por um processo físico de perda de umidade. Condições de temperatura do ar elevada e umidade relativa do ar baixa, especialmente se associadas à ocorrência de ventos, aceleram o processo de perda de umidade nos grãos. Após a maturação fisiológica, a planta pode levar de 7 a 20 dias até atingir condições para ser colhida de forma mecanizada. Na semeadura do tarde (dezembro, janeiro), a duração deste subperíodo é maior do que na realizada em setembro-outubro.

Na Tabela 1 estão relacionados os componentes do rendimento de grãos de milho e sorgo, os fatores que os influenciam e os estádios de desenvolvimento em que os mesmos são afetados.

Tabela 1. Componentes do rendimento de grãos de milho e sorgo, fatores que os influenciam e estádios de desenvolvimento em que são afetados.

Componentes do rendimento	Fatores que afetam os componentes do rendimento	Estádio de desenvolvimento e quantificação do efeito				
		Sem. -Emerg.	Emerg. - DPF ¹	DPF - Floresc.	Floresc. - Polin.	Polin. -MF ²
Nº de plantas/m ²	-Quantidade de sementes/m ² -Emergência	Grande	Grande	Pequeno		
Nº de Inflorescência/m ²	-Nº plantas/m ² -Perf. (sorgo) -Cultivar -Ambiente	Grande	Grande	Grande	Grande	Médio
Nº de grãos/ inflorescência	-Nº plantas/m ² -Nº infloresc./m ² -Fatores do ambiente			Grande	Grande	Médio
Peso de grãos	-Disponibilidade de fotoassimilados -Área foliar -Fatores do ambiente					Grande

¹DPF - Diferenciação dos primórdios florais

²MF - Maturação fisiológica

FENOLOGIA

As cultivares de milho e sorgo indicadas para cultivo no estado do Rio Grande do Sul são praticamente insensíveis ao fotoperíodo. Assim, as variações observadas na duração do ciclo e dos subperíodos de crescimento e desenvolvimento são devidas às diferentes exigências das cultivares em soma térmica. A duração do subperíodo semeadura-emergência é função da temperatura do solo, no caso em que a disponibilidade hídrica não for limitante. Para cada 1°C de aumento da temperatura do solo, há redução de ½ dia na sua duração. A duração do subperíodo emergência-polinização é função da temperatura do ar. Para cada 1°C de aumento da temperatura do ar, ocorre redução de 3 a 4 dias na sua duração. A duração do subperíodo polinização-maturação fisiológica também varia em função da temperatura do ar, diminuindo à medida que a temperatura do ar aumenta.

Assim, a duração do ciclo e dos diferentes subperíodos de crescimento e desenvolvimento das culturas do milho e do sorgo varia em função da cultivar, época de semeadura, região de cultivo e da disponibilidade hídrica e nutricional do solo. Deficiência hídrica ou nutricional alonga a duração do período vegetativo e reduz a do período reprodutivo.

A época ideal de semeadura para estas culturas, no caso em que não há restrição hídrica, é aquela em que o estágio de florescimento, quando a planta atinge a máxima área foliar, possa coincidir com os dias mais longos do ano (ao redor de 21 de dezembro), quando a radiação solar é máxima. Em regiões com maior probabilidade de haver restrição hídrica durante o cultivo, é importante que se escolha, especialmente para a cultura do milho, uma época de semeadura que não faça coincidir o período mais crítico da planta com o período de maior probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica. Portanto, pode-se, nestas situações, recomendar a semeadura mais cedo (agosto, setembro) ou mais tarde (dezembro, janeiro). Nestas situações, haverá redução no potencial de rendimento das culturas, pois as condições de temperatura do ar e da radiação solar não são as ideais.

As principais alterações que ocorrem nas características da planta nas semeaduras do cedo (agosto, setembro) em relação a de outubro são: menores emergência, estatura de planta, disponibilidade térmica e radiação no período de máxima área foliar e maiores ciclo e risco de geada (período vegetativo). Nas semeaduras do tarde (dezembro, janeiro) são: menores umidade do solo para emergência, duração do período vegetativo, disponibilidade térmica e radiação solar no final do ciclo (menor peso de grãos) e maiores incidência de pragas e moléstias, acamamento, disponibilidade térmica no início do desenvolvimento e riscos de geada (período reprodutivo). Nas semeaduras do cedo e do tarde, recomenda-se a utilização de cultivares de ciclo precoce e superprecoce.

COMENTÁRIOS FINAIS

A época de aplicação de práticas culturais em milho e sorgo deve ser determinada em função do estágio de desenvolvimento da planta e não de acordo com a sua idade cronológica.

Máximos rendimentos de grãos são obtidos com estas culturas somente quando as condições de ambiente são favoráveis em todos os estádios de desenvolvimento.

Condições de ambiente desfavoráveis no início do ciclo de desenvolvimento da planta podem limitar o tamanho das folhas (fonte).

Condições de ambiente desfavoráveis em estádios avançados de desenvolvimento da planta podem limitar o número e o tamanho dos grãos produzidos (demanda).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. International Potash Institute Berne, Suíça, 1978.

MUNDSTOCK, C.M., SILVA, P.R.F. da. **Manejo da cultura do milho**. UFRGS. Faculdade de Agronomia. Departamento de Plantas de Lavoura. Porto Alegre, 1989. 76f. (Datilografado).

RITCHIE, W.R., HANWAY, J.J., BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, 21p., 1993. Disponível na Internet. <http://www.ag.iastate.edu/departments/agronomy/corngrows.html>

VANDERLIP, R.L. **How a sorghum plant develops**. Texas, 1972.

NUTRIÇÃO, CORREÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO

Walkyria Bueno Scivittaro¹

INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho apresenta posição de destaque entre as culturas alimentares. O País figura como um dos maiores produtores mundiais do cereal, porém a produtividade nacional ainda é muito baixa, inferior a 3 t ha⁻¹. Porém, com um bom nível tecnológico, associado ao uso de material genético de boa qualidade, é possível obter produtividades que superam, normalmente, em duas ou três vezes a média nacional.

A nutrição mineral adequada da cultura, através de implementação de programas racionais de correção do solo e adubação, baseados no diagnóstico da fertilidade do solo e que considerem as quantidades e o balanço entre nutrientes, associada a condições climáticas favoráveis, principalmente em termos de precipitação pluviométrica, constituem-se em condições básicas para elevar a produtividade de milho. Em áreas de várzea, acresce-se a esses fatores, o requerimento da drenagem eficiente do solo.

EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

As necessidades nutricionais da cultura do milho são determinadas pelas quantidades totais de nutrientes absorvidos. O conhecimento dessas quantidades permite estimar as taxas com que serão exportados pela colheita dos grãos e as que poderão ser restituídas através dos restos culturais. Vale ressaltar que as quantidades de nutrientes extraídos guardam estreita correlação com a produtividade alcançada pela cultura. Desta forma, lavouras mais produtivas condicionam maior extração de nutrientes, relativamente às menos produtivas. Por sua vez, as quantidades de nutrientes exportadas dependem, fundamentalmente, do objetivo do cultivo. Em lavouras destinadas à produção de silagem, a exportação de nutriente é menor que naquelas que visam, exclusivamente, a produção de grãos, uma vez que nestas há reposição de parte dos nutrientes absorvidos através dos resíduos remanescentes da colheita.

As quantidades de nutrientes extraídos e exportados pela cultura do milho decrescem nas seguintes ordens:

Extração: N = K > Cl > Mg > Ca = P > S > Fe > Zn = Mn > B > Cu > Mo.

Exportação: N > K > P > S = Mg > Cl > Ca > Zn > Fe > Mn > B > Cu > Mo.

¹ Pesquisador da **Embrapa** x **Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado, Pelotas, RS.**
Cx. Postal, 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS. Email: wbscivit@cpact.embrapa.br

ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE NUTRIENTES

O conhecimento dos padrões normais de acumulação de matéria seca por uma cultura permite compreender os fatores relacionados à sua nutrição e adubação. A Figura 1 ilustra o padrão médio de acumulação de matéria seca da cultura do milho ao longo do tempo. Nota-se que o acúmulo de matéria seca pela planta é aproximadamente linear dos 40 aos 80 dias, com valor máximo sendo obtido no período compreendido entre 100 e 110 dias. A partir de então, este decresce, provavelmente em razão da queda das folhas senescentes.

A fertilidade do solo, através do nível de disponibilidade de nutrientes, influencia a acumulação de matéria seca pelas plantas, sendo que maiores taxas de crescimento são obtidas em plantas cultivadas sob condições adequadas de suprimento de nutrientes.

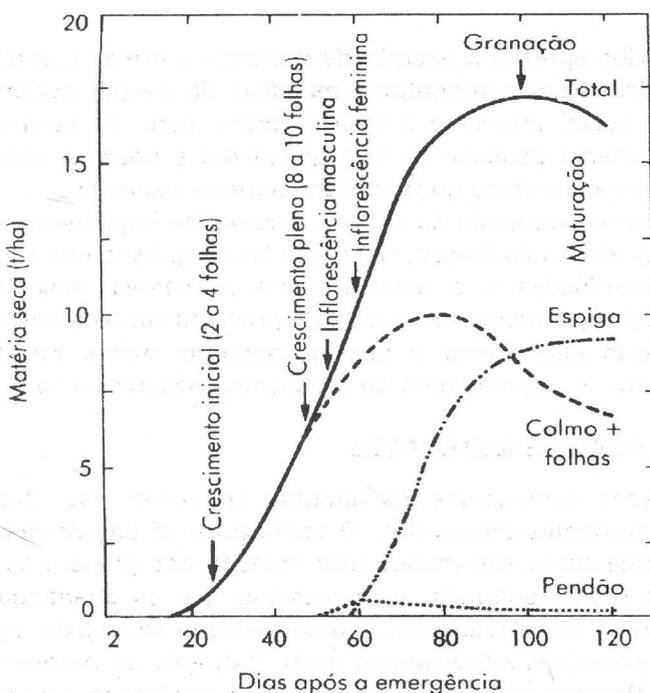


Figura 1. Acúmulo médio de matéria seca por plantas de milho (Büll, 1975).

À semelhança do que ocorre para a matéria seca, o acúmulo de nutrientes varia nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura; o conhecimento do padrão de absorção e de acúmulo dos nutrientes possibilita a identificação das épocas de maior exigência dos mesmos, contribuindo, conseqüentemente, para o estabelecimento de programas de adubação que visem o fornecimento de nutrientes em quantidades suficientes e nas épocas em que são requeridos pelas plantas.

Na Figuras 2 e 3 encontram-se representados, respectivamente, os padrões médios de acumulação de macronutrientes primários e secundários pela parte aérea de plantas de milho, em confronto com a produção de matéria seca.

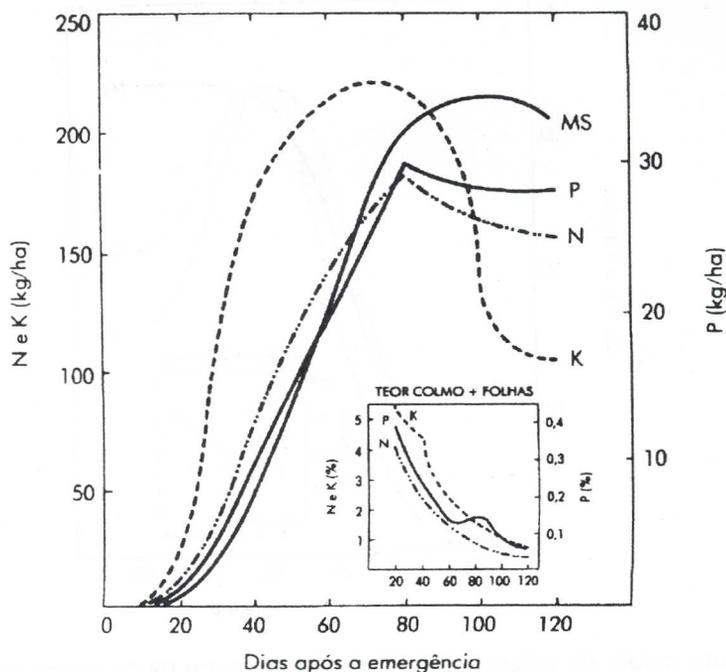


Figura 2. Acúmulo médio de nitrogênio, fósforo e potássio pela parte aérea de plantas de milho (Büll, 1993).

Durante a maior parte do período de desenvolvimento da cultura, a absorção de nitrogênio e de fósforo acompanha o padrão de acúmulo de matéria seca da planta. As exigências desses nutrientes são pequenas nos estádios iniciais de desenvolvimento, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e atingindo valores máximos no período compreendido entre o florescimento e o início da formação de grãos, para o nitrogênio, e por ocasião do pendoamento, para o fósforo. É importante notar, porém, que tanto a quantidade acumulada quanto o teor no tecido foliar são bem menores para o fósforo.

Para o potássio, a taxa de absorção é elevada já nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura, indicando ser esse um nutriente de "arranque". A taxa máxima de acúmulo do nutriente ocorre próximo ao pendoamento, sendo que grande parte da acumulação de potássio pela planta ocorre até o florescimento.

Na figura 3, verifica-se um paralelismo no acúmulo de cálcio e enxofre pelas plantas de milho, com picos de absorção ocorrendo aproximadamente no estágio de grãos leitosos. Para ambos os nutrientes, ocorre uma intensa redução na quantidade acumulada por ocasião da maturação.

Para o magnésio, à semelhança do que ocorre para o nitrogênio e o fósforo, o acúmulo ocorre paralelamente à matéria seca, com máxima acumulação ocorrendo entre os estádios de florescimento e de grãos leitosos, mantendo-se constante até a maturação.

Os períodos de máxima exigência de manganês e zinco ocorrem entre 30 e 50 dias, e entre 70 e 90 dias, para cobre e ferro. Por sua vez, os picos de acúmulo de manganês e zinco e de cobre e ferro ocorrem, respectivamente, aos 80 e 100 dias (Figura 4).

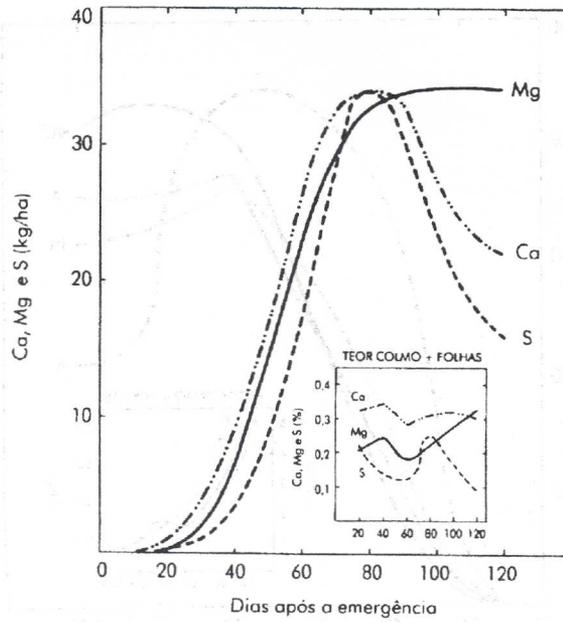


Figura 3. Acúmulo médio de cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea de plantas de milho (Büll, 1993).

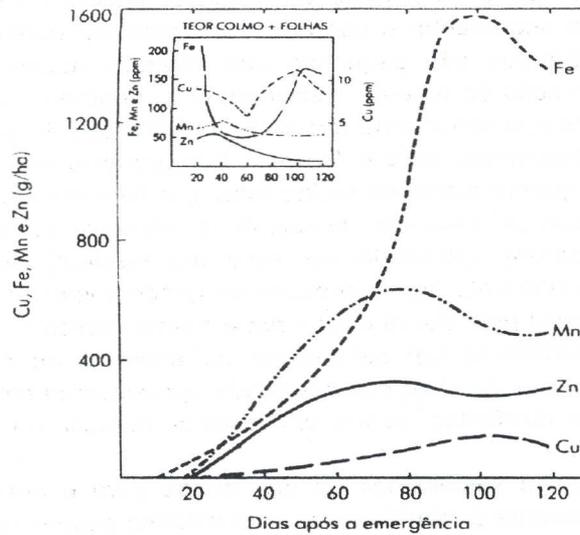


Figura 4. Acúmulo médio de cobre, ferro, manganês e zinco pela parte aérea de plantas de milho (Büll, 1993).

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM

A definição de programas de recomendação de correção do solo e adubação para as culturas deve basear-se, fundamentalmente, na avaliação da fertilidade do solo, que tem na análise de solo seu mais importante instrumento de diagnóstico, indicando a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos tóxicos ou prejudiciais às plantas.

Em algumas situações especiais, para algumas culturas ou mais especificamente para alguns nutrientes, critérios adicionais podem auxiliar na avaliação da fertilidade do solo e, por conseguinte, na definição de recomendações de fertilizantes e corretivos.

Correção do solo

O milho é uma cultura que se desenvolve melhor em solos com pH próximo à neutralidade, existindo, porém, diferenças varietais, quanto à tolerância à acidez do solo, o que permite opções de acordo com acidez do solo e com a adequação dos genótipos a situações específicas.

Portanto, a calagem é uma prática de grande importância para o cultivo de milho em solos ácidos que, além de neutralizar a acidez, reduz ou elimina os efeitos tóxicos do alumínio e/ou do manganês e melhora o ambiente radicular para a absorção de nutrientes, favorecendo a atividade microbiana e aumentando a disponibilidade de nutrientes.

A quantidade de corretivo a ser utilizada varia com o pH a ser atingido e em função de características do solo, em especial, do conteúdo de alumínio, argila e matéria orgânica, que constituem as principais fontes de acidez e de tamponamento do pH. Maiores quantidades de corretivo serão requeridas em solos onde esses atributos apresentarem valores mais elevados. Nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a Comissão (1995) recomenda que a calagem para a cultura do milho seja realizada para atingir pH 6,0.

A calagem apresenta uma persistência de 3 a 5 anos, dependendo da quantidade e do tipo de corretivo utilizado, do manejo do solo e da cultura etc. Em razão de sua prolongada persistência, a prática de correção do solo deve ser realizada visando o sistema de produção, definindo-se a dose em função da cultura de maior exigência, desde que isso não resulte em prejuízos significativos ao desenvolvimento das demais espécies.

No campo, a eficiência da calagem dependerá da quantidade e do tipo de corretivo utilizado, da homogeneidade da mistura, da umidade e do tempo de contato com o solo. O pH atinge um valor máximo entre 3 e 12 meses após a aplicação do corretivo. Em função da absorção pelas plantas e da lixiviação natural de cátions básicos (Ca, Mg e K) e das reações de acidificação do solo, decorrentes, principalmente, da adição de fertilizantes nitrogenados, o efeito da calagem começa a diminuir a partir do terceiro ao quinto ano da aplicação. Neste caso, uma nova análise de solo indicará a quantidade de corretivo a ser reaplicada. Amostras de solo realizadas em período inferior a 3 anos da última calagem não devem ser consideradas para uma nova recomendação de corretivo, uma vez que parte do calcário aplicado (frações mais grosseiras) ainda pode estar reagindo com o solo.

Em situações em que tenha-se optado pelo parcelamento da aplicação da dose de corretivo recomendada pela análise de solo, o somatório das quantidades parciais aplicadas não deve ultrapassar a dose inicialmente recomendada.

Adubação fosfatada

As respostas à adubação fosfatada em milho têm sido altas e freqüentes devido, principalmente, à baixa disponibilidade desse elemento na maior parte dos solos brasileiros.

Maior intensidade de aumento em produtividade da cultura é obtida em solos com teores muito baixo do nutriente, diminuindo a medida que o teor no solo aumenta.

No Brasil, em geral, as quantidades de fósforo recomendadas para a cultura do milho são menores que as recomendadas em países onde obtêm-se produtividades bastante elevadas. No entanto, são compatíveis com as expectativas de produção da cultura propostas pelas tabelas de adubação em uso.

Pelo fato de as doses recomendadas não serem muito altas, as mesmas destinam-se à aplicação localizada, no sulco de semeadura, onde as respostas à adubação com o nutriente são maiores. Em situações onde o fósforo é o elemento limitante, existe, porém, a opção de se fazer uma adubação corretiva, com incorporação de fosfatos em área total, anteriormente ao plantio, visando aumentar o potencial de produtividade da cultura, desde o primeiro ano de cultivo. A decisão sobre a adoção ou não dessa prática deve basear-se em análise econômica.

Um outro aspecto que determina a forma de aplicação do fertilizante fosfatado é a relação solubilidade x dose. Para fontes solúveis, granuladas, as aplicações a lanço na cultura do milho têm, geralmente, a mesma eficiência da localizada no sulco. No entanto, para doses maiores pode haver vantagem na aplicação a lanço, enquanto que para doses mais baixas, como as normalmente recomendadas no Brasil, a aplicação no sulco tende a ser mais eficiente, especialmente em solos mais pobres, pois mantém uma zona de alta concentração do nutriente próximo das raízes.

Em adubações localizadas no sulco de semeadura, a cultura não responde bem ao uso de fontes pouco solúveis, como os fosfatos naturais de baixa reatividade. Mesmo os fosfatos de maior reatividade são menos eficientes quando empregados no sulco e sua granulação reduz a eficiência de absorção do fósforo.

Os fosfatos de alta solubilidade em ácido cítrico, como os termofosfatos e alguns fosfatos naturais, especialmente em aplicações a lanço, apresentam eficiência semelhante às fontes solúveis, quando considerado seu efeito residual.

Adubação potássica

Muito embora o potássio seja o segundo elemento mais absorvido pela cultura do milho, sendo superado apenas pelo nitrogênio, as respostas à adubação com o nutriente são menos freqüentes e intensas que as observadas para o nitrogênio e o fósforo. Isso se deve, principalmente, ao fato de a maior parte do nutriente absorvido ser devolvida ao solo após a colheita, com os restos culturais.

Em geral, maiores respostas à adubação potássica ocorrem em solos com teores muito baixos e para aplicações de doses não muito altas do nutriente. No entanto, em locais onde a intensidade de uso do solo é intensa e com a utilização de materiais genéticos de maior potencial de produtividade, a tendência é de que a resposta à adubação potássica aumente.

No Brasil, normalmente, a recomendação da adubação potássica destina-se à aplicação localizada, no sulco de semeadura, o que é particularmente eficiente para solos com baixo teores do elemento ou para a aplicação de doses pequenas de fertilizante. A aplicação a lanço de doses maiores ou em áreas sem limitação intensa de potássio pode apresentar eficiência semelhante a de aplicações no sulco de plantio. Também neste caso, como para o fósforo, a opção pela adubação corretiva deve considerar o aspecto econômico.

No caso da aplicação de fertilizante potássico no sulco de plantio, um outro fator deve ser considerado, o aumento da pressão osmótica próximo às sementes decorrente da utilização de dosagens elevadas de fertilizante, que pode afetar o estande, especialmente

em anos secos. Alternativas para evitar esse problema seriam o parcelamento da adubação potássica, quando a dose recomendada for superior a 60 kg ha^{-1} de K_2O , aplicando-se uma parte da dose em cobertura, conjuntamente à primeira aplicação de nitrogênio (5 a 8 folhas desdobradas), ou então a aplicação de parte dose a lanço.

Uma outra situação onde o parcelamento da adubação potássica pode ser interessante ocorre em solos muito arenosos, onde podem ocorrer perdas do nutriente por lixiviação, quando da realização de adubações pesadas com potássio. Contudo a aplicação de nutriente não pode ser tardia, uma vez que a absorção do nutriente é mais intensa nos períodos iniciais de desenvolvimento da planta.

Adubação nitrogenada

A cultura do milho, como os demais cereais, caracteriza-se pela grande resposta a nitrogênio, devida, principalmente, aos avanços da genética e melhoramento vegetal. A exigência pelo nutriente é também bastante elevada, havendo dados que indicam o consumo de cerca de 140 kg ha^{-1} de N para a produção de 5 t ha^{-1} de grãos.

A recomendação da adubação nitrogenada baseia-se no conteúdo de matéria orgânica do solo, bem como em outros indicadores, como a expectativa de produtividade, sendo que doses maiores do nutriente são requeridas para a obtenção de produtividades mais elevadas.

A definição da dose de nitrogênio deve considerar, ainda, cultivos anteriores. A rotação com espécies leguminosas ou adubos verdes pode reduzir a necessidade de adubação nitrogenada mineral, variando em função da cultura antecessora, sua produtividade e contribuição em nitrogênio. Para um segundo cultivo, em geral, o efeito residual desses materiais, como fonte de nitrogênio, é bastante reduzido, em virtude da rapidez com que se decompõem.

Em razão da intensa dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta, tornando-o extremamente suscetível a perdas, e visando elevar a eficiência das adubações, tradicionalmente recomenda-se que as aplicações do nutriente sejam realizadas de forma parcelada, uma parte na semeadura e o restante, em cobertura.

A dose a ser aplicada na semeadura não deve ser muito alta, variando de 10 a 30 kg ha^{-1} de N, em função da produtividade esperada. A adubação em cobertura deve ser aplicada a lanço ou, preferencialmente, ao lado das plantas, quando estas apresentarem-se com de 5 a 8 folhas totalmente desdobradas, em quantidade de até 80 kg ha^{-1} de N, o restante deve ser aplicado quando as plantas apresentarem de 10 a 12 folhas totalmente desdobradas.

A supressão ou o parcelamento da adubação em cobertura pode ser necessário em função das condições climáticas e do desenvolvimento da lavoura. Em cultivos sob condições climáticas desfavoráveis, baixo estande ou com grande crescimento vegetativo, as doses de nitrogênio podem ser reduzidas, eliminando-se uma ou mais coberturas com o nutriente. Por outro lado, sob condições de chuva intensa ou em lavouras irrigadas, pode-se realizar o parcelamento da adubação nitrogenada em duas ou mais vezes até o florescimento, evitando perdas do nutriente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). I. Acumulação de macronutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.32, p.115-149, 1975.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H., eds. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63-145.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H., eds. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.147-196.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. 285p.

SISTEMAS DE CULTIVO DE MILHO EM VÁRZEA – PLANTIO DIRETO

Francisco de Jesus Verneti Junior¹
Algenor da Silva Gomes¹

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, embora com a terceira produção mundial de milho, tem importado, anualmente, expressivas quantidades do produto para atender à demanda interna. No ano 2000, estima-se que serão necessárias a importação de 3,5 milhões de toneladas. Para o Rio Grande do Sul, o milho tem expressiva importância socio-econômica, ocupando aproximadamente 26% do total das áreas com cultivos de grãos de primavera-verão. Cerca de 95 % deste percentual corresponde a produtores que detêm propriedades com áreas menores do que 100 hectares e que produzem 70 % do milho do Estado.

Embora se disponha, no Brasil, de genótipos com bom potencial produtivo, tecnologias disponíveis para altas produtividades e boa assistência técnica, os rendimentos proporcionados pela cultura do milho são baixos se comparados com os obtidos em outros países como os Estados Unidos, França, China e mesmo aqueles verificados em países vizinhos como a Argentina. Além das condições climáticas, a falta de uma política agrícola estável e compatível com o setor, por certo, tem sido uma das principais causas responsáveis pela a baixa produtividade de milho no país.

O cultivo do milho nas várzeas, desde que se adote as condições de manejo recomendadas para o tipo de solo característico destas regiões e, em função das facilidades que estas apresentam (topografia, continuidade e facilidade de irrigação), poderá se constituir em alternativa real para o aumento de produção de milho no RS, e conseqüentemente, no Brasil.

O milho em várzea no RS, já vem sendo cultivado, em lavouras isoladas, desde 1980, tendo sido, todavia, incrementado a partir de 1997. Estima-se que na safra 1999/2000 tenham sido cultivados, nestas condições, 50 mil hectares. A maior expansão deste tipo de lavoura depende, a curto prazo, da adoção de um manejo de solo específico, e, a longo prazo, do desenvolvimento de genótipos tolerantes ao excesso de umidade no solo.

¹ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Cx. Postal 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: vernetti@cpact.embrapa.br

A busca do fortalecimento da cadeia produtiva do milho no RS levou o governo do Estado a propor um programa de milho em várzea, que deverá ser desenvolvido de forma conjunta entre a Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento e suas vinculadas, tendo o apoio técnico da Embrapa Clima Temperado.

A implantação deste programa pode ser um meio para que o cultivo do milho em várzea venha ser incrementado, utilizando-se o sistema plantio direto, como preferencial. Pois, neste sistema nas várzeas, a exemplo do que ocorre nas regiões tradicionais de cultivo, o milho vem apresentando uma produtividade, em média, 20 % superior a obtida no convencional.

PLANTIO DIRETO: CONCEITOS, REQUISITOS E VANTAGENS

A utilização de métodos de preparo do solo, com vistas à produção primária, data de épocas remotas, sendo intensificada apenas a partir do desenvolvimento dos países industrializados. Nas regiões temperadas, o denominado preparo convencional objetiva interromper o ciclo entre o inverno e a primavera, expondo o solo à ação direta dos raios solares e, em conseqüência, elevando sua temperatura, além de eliminar plantas daninhas e criar condições de germinação e desenvolvimento das culturas de verão.

Nas regiões tropicais ou subtropicais, o preparo do solo tem como objetivo, além do enterrio de plantas daninhas e/ou restos culturais, a incorporação de corretivos e fertilizantes, visando a melhoria das suas condições químicas, no sentido de aumentar seu potencial produtivo.

Os métodos de preparo convencional do solo, desenvolvidos para regiões temperadas, foram adotados em regiões tropicais e subtropicais, onde os agentes climáticos atuam com maior intensidade sobre a superfície dos solos cultivados. Nestas condições, a exposição dos solos à ação direta destes agentes, associada à maior taxa de decomposição do que de adição de restos orgânicos, têm sido fatores determinantes de sua degradação. Entre as alternativas adotadas para minimizar esta situação, vem se destacando o uso de sistemas conservacionistas como o plantio direto e o cultivo mínimo.

O plantio direto vem sendo conceituado como um sistema de produção agropecuária que envolve, normalmente, a diversificação de espécies, via rotação de culturas, e cujo processo de semeadura ocorre com um mínimo de movimentação de solo e sob a resteva de uma cultura anterior, pastagem e/ou flora de sucessão, normalmente dessecadas com herbicida de ação total ou mecanicamente. O uso deste sistema, consolidado via rotação de culturas, vem se expandindo mundialmente, notadamente no Brasil, onde atualmente é utilizado em cerca de 12 milhões de hectares.

Os sistemas agrícolas conservacionistas, desenvolvidos para as condições das regiões tropicais e subtropicais, devem proporcionar cobertura do solo durante todo ano, com cultivos ou seus resíduos; aporte contínuo e abundante de resíduos vegetais, de forma a contrabalançar a rápida decomposição da matéria orgânica do solo; incluir culturas capazes de manter ou melhorar a estrutura do solo e o balanço de N, pela fixação biológica; manter ciclo de culturas que sejam favoráveis, em termos fitossanitários; e movimentá-lo o mínimo possível, de forma a permitir o máximo de resíduos na superfície e a redução da velocidade de decomposição da sua matéria orgânica. Tais aspectos, dentro do possível, devem também ser considerados no plantio direto do milho em várzea.

DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE O PLANTIO DIRETO EM SOLOS DE REGIÕES ALTAS E NA VÁRZEA

Além do objetivo inicial, visto que em regiões altas o plantio direto foi introduzido visando o controle da erosão, enquanto que, em áreas de várzea, de cultivo do arroz irrigado, sua introdução teve como objetivo inicial o controle do arroz-daninho (arroz-vermelho e preto), deve-se ressaltar que os solos de várzea são bem diferenciados daqueles, normalmente utilizados no cultivo de espécies de sequeiro em plantio direto. Entre outras diferenças os solos altos são, comumente, bem estruturados, profundos e conseqüentemente, bem drenados, o que viabiliza o cultivo diversificado de espécies e por conseguinte a própria continuidade do sistema plantio direto.

Os solos de várzea, por sua vez, por apresentarem normalmente condições físicas desfavoráveis às culturas de sequeiro (baixa profundidade efetiva, drenagem deficiente, densidade e relação micro/macroporos elevadas), dificultam a introdução dessas espécies, levando os agricultores a praticarem, no caso do arroz irrigado, bem mais a variante do cultivo mínimo do que o plantio direto propriamente dito. Ademais, embora tanto num tipo de solo como no outro, estejam presentes camadas compactadas próximo à superfície, em solos altos estas habitualmente vêm sendo rompidas, enquanto nos solos de várzea existe uma certa resistência por parte dos orizicultores para romper estas camadas, condição essencial para o sucesso do cultivo de espécies de sequeiro neste tipo de solo. Por fim, face às dificuldades ainda presentes para que seja estabelecida a rotação de culturas em áreas de várzea, a continuidade do sistema plantio direto neste ecossistema vem sendo comprometida.

Por outro lado, as semelhanças existentes entre os sistemas plantio direto utilizado em solos de regiões altas e em solos de várzea (arroz irrigado), estão relacionadas aos próprios requisitos básicos necessários à implantação do sistema, e consistem da capacitação gerencial, planejamento da lavoura, correção do microrrelevo, correção da acidez e fertilidade, cobertura vegetal do solo e sementeiras especiais, condições estas consideradas fundamentais para que o produtor obtenha sucesso na adoção desta tecnologia.

VANTAGENS DO PLANTIO DIRETO NAS VÁRZEAS

As vantagens do plantio direto decorrem de uma série de benefícios que o sistema traz à lavoura, entre outras, podem ser destacadas o melhor controle de plantas daninhas, a semeadura em época mais adequada, o favorecimento do manejo de água, a melhor relação custo/benefício, melhor integração agricultura/pecuária, redução das degradações física, química e biológica do solo, melhor viabilização da rotação de culturas e a sustentabilidade do sistema de produção.

Além dessas vantagens, normalmente obtidas a curto prazo, existem outras que serão percebidas após alguns anos de utilização do sistema, e dizem respeito a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Estes benefícios já são devidamente comprovados em solos de regiões altas, porém, em solos de várzea, poucas são as informações a respeito da ação do sistema.

SUSTENTABILIDADE DO PLANTIO DIRETO

O plantio direto, além de possibilitar, no caso do arroz irrigado, o uso de certas áreas, antes inviáveis, e de se mostrar economicamente mais rentável que o sistema

convencional, propicia ao solo, através de sua cobertura vegetal (*mulch*), importantes retornos energéticos, exercendo efeitos benéficos sobre os atributos e processos do solo e sobre o crescimento e produtividade das culturas. Concorre normalmente para melhorar os atributos físicos do solo, notadamente a sua estrutura e agregação e, em consequência, a porosidade total e a microporosidade. Em termos químico e nutricional, o *mulch* concorre para a adição de nutrientes, aumentando no solo o teor de matéria orgânica e a capacidade de troca de cátions.

IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO MILHO NA VÁRZEA, EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

O cultivo de milho em várzea, como já foi mencionado, é recente e ainda pouco expressivo, e pressupõem-se que seja, predominantemente, cultivado no sistema convencional, envolvendo todas àquelas operações de lavração e gradagem características do sistema. Todavia, em lavouras isoladas, como na granja Bretanhas, no município de Jaguarão, o milho, assim como a soja, já vêm sendo cultivados com sucesso no sistema plantio direto, em rotação com o arroz irrigado.

Para a implantação do sistema PD, o produtor ou administrador da propriedade rural precisa ser capacitado e ter experiência, de maneira que desde o início, tenha um certo domínio da tecnologia a ser adotada. Isto implica em conhecer os princípios do sistema, além das peculiaridades, limitações e exigências. Só assim, as decisões poderão ser tomadas em momentos oportunos.

Atividades agroeconômicas como: época de plantio, rotação de culturas, atividades de campo, controle de despesas, entre outras, precisam ser planejadas, o que torna o processo produtivo uma atividade racional e organizada. Normalmente, o sistema plantio direto não se mostra satisfatório se adotado por produtores imediatistas, que não exerçam um certo nível de planejamento.

A adoção do sistema plantio direto pelo produtor, basicamente deve ocorrer em áreas menores, de 10 a 50 ha, de forma que o mesmo possa, através de experiências próprias, assimilar as técnicas do sistema e superar as dificuldades iniciais. Este aprendizado concorrerá para o aprimoramento gerencial do administrador da propriedade, bem como de sua equipe de trabalho, o que é considerado essencial para o sucesso do sistema.

Adequação do solo para implantação do PD

A área deve, inicialmente, ser dividida em talhões, onde deverá ser realizado um diagnóstico de seus atributos físicos, químicos e biológicos, a fim de se eliminar, se presentes, zonas compactadas, e corrigir sua acidez e fertilidade. É importante que todas as condições desfavoráveis sejam solucionadas antecipadamente, de forma que não se transformem, no futuro, em obstáculos ao desenvolvimento do sistema. Embora inicialmente pequena, a área deve ser adequadamente preparada, ou seja, entre outros aspectos, o solo deve ter seu microrrelevo corrigido, de forma que facilite o uso de semeadoras e o manejo da água (irrigação e drenagem).

Drenagem do solo

Nas várzeas, a drenagem é de fundamental importância. Mesmo culturas que apresentem uma boa adaptação aos solos de várzea, necessitam que seja estabelecido um adequado sistema de drenagem, para que o excesso de água possa ser removido do solo o

mais rápido possível, garantindo, deste modo, condições adequadas de desenvolvimento às plantas.

O sistema de drenagem é estabelecido através da construção de uma série de drenos superficiais estreitos (8-12cm), que desembocam em drenos secundários maiores, os quais são ligados a drenos principais. Os drenos superficiais são construídos por valetadeiras especiais, e dada a sua dimensão em largura, não dificultam o trânsito de máquinas, e, desta forma, podem ser construídos próximos. Em geral, são construídos entre 25 e 40 m de distância um dos outros.

Formação da cobertura vegetal

Outro aspecto considerado imprescindível no sistema plantio direto, como já mencionado, é a manutenção de uma cobertura vegetal morta sobre o solo, que além de proteger sua superfície do impacto direto das gotas da chuva e dificultar a emergência de plantas daninhas, concorre para a melhoria dos seus atributos. Os tipos de cobertura mais utilizados se constituem de pastagens naturais (campo nativo), flora de sucessão + resíduos culturais (área em pousio), restos de colheita de uma cultura anterior ou de cultura implantada para tal fim (pastagem de inverno, normalmente). Preferencialmente, devem apresentar os seguintes requisitos: servirem como duplo propósito - produção de forragem e cobertura morta do solo, e apresentarem ação alelopática às plantas daninhas.

Em solos de regiões altas são requeridos, para uma adequada cobertura vegetal, em torno de 5 a 6 toneladas de matéria seca/ha/ano. Em áreas de várzea, a experiência vem demonstrando, dada as características de drenagem e de relevo destes solos, que em torno de 2t/ha sejam suficientes. O azevém, assim como a aveia-preta, o trevo branco, o trevo persa, o lotus "El rincón" e a consorciação azevém/ervilhaca, entre outras espécies, vêm produzindo, em várzea, as quantidades necessárias de matéria seca para cobertura do solo, além de, possibilitarem o pastejo, em períodos críticos de alimentação na pecuária de corte.

Manejo da cobertura do solo

O manejo da cobertura no plantio direto vai depender do tipo de material utilizado. No caso de resíduos de culturas produtoras de grãos, o manejo dos restos culturais tem início no momento da colheita. O picador da colhedora é o equipamento que determina maiores ou menores facilidades para as operações agrícolas subseqüentes. Em se tratando de culturas destinadas ao pastejo, um dos aspectos mais importantes diz respeito ao momento da retirada dos animais, principalmente considerando a necessidade de formação de uma palhada mínima e de as plantas estarem em plena atividade no momento da dessecação (sem estresses). Os métodos mais comuns de manejo compreendem uso do rolo-faca, corte, trituração, rolagem sobre a superfície do solo e dessecação com herbicidas de ação total. No planejamento de sistemas de rotação, nem sempre é possível contar, exclusivamente, com culturas geradoras de renda direta. Nesse caso, essas espécies devem ser manejadas no estágio de floração plena.

Controle de Plantas Daninhas

Embora o sistema plantio direto possa apresentar algumas vantagens em relação à ocorrência de plantas daninhas, quando comparado ao sistema convencional, pois em geral as espécies daninhas anuais tendem a diminuir, não se pode descuidar do controle destas,

pois verifica-se um importante aumento das espécies perenes. Efeitos físicos e químicos (alelopáticos) da presença da cobertura morta afetam qualiquantitativamente distintas infestações de espécies invasoras.

Além desses aspectos, deve-se considerar que a semeadura, no sistema plantio direto, é realizada com um revolvimento mínimo do solo e, desta forma, a germinação de plantas daninhas é sensivelmente reduzida. Todavia, em função da elevada quantidade de sementes, que normalmente estão presentes nos solos cultivados, torna-se imprescindível o emprego de herbicidas.

O emprego do controle químico no PD, normalmente, é realizado em duas etapas. A primeira na fase de pré-semeadura, em que são eliminadas as plantas daninhas presentes na área antes da semeadura da cultura. Um aspecto muito importante a considerar, nessa ocasião (dessecagem), diz respeito às condições das espécies que se pretende controlar. Estresses, que impeçam a espécie de estar em plena atividade fisiológica, podem impedir uma adequada absorção do herbicida, prejudicando sua ação. Em situações em que a espécie anterior é utilizada para pastejo, por exemplo, é recomendado que se retire os animais 20 a 30 dias antes da época prevista para a dessecagem, dando tempo às plantas se recuperarem. Outro importante aspecto a considerar na eficiência do uso do dessecante, principalmente no caso de plantas estoloníferas, é que exista, nessa ocasião, uma adequada relação parte aérea e sistema radicular. Caso contrário, a absorção do produto pode não ser suficiente para se translocar por toda a planta, determinando, muitas vezes, o rebrote.

Trabalhos de pesquisa têm mostrado que a dessecagem, para a cultura do milho, deve ser realizada em torno de 15 – 20 dias antes da semeadura, principalmente quando a cultura anterior for uma gramínea (azevém, aveia-preta).

ESTRUTURA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A estrutura de máquinas e equipamentos envolvida no sistema de plantio direto resume-se àquela requerida para efetuar o plantio, a colheita, a pulverização e o manejo das culturas de cobertura. À exceção do rolo-faca e da semeadora, os demais implementos são os mesmos utilizados nos sistemas de manejo convencionais.

Os demais aspectos relacionados ao manejo do milho em várzea, cultivado em plantio direto, assemelham-se àqueles adotados no sistema convencional.

PLANEJAMENTO DE UM SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas, em função dos seus benefícios conservacionistas e econômicos, constitui-se num requisito fundamental, para a viabilização do sistema de plantio direto como negócio agrícola sustentável. Portanto, o tipo e a frequência das espécies contempladas no planejamento do sistema de rotação de culturas devem atender tanto aos aspectos técnicos (conservação do solo/preservação ambiental), como os aspectos econômicos e comerciais, compatíveis com os sistemas de produção regionalmente praticados.

O planejamento da seqüência de espécies dentro do esquema de rotação de culturas, deve considerar, além da rentabilidade, o histórico e o estado atual da lavoura, atentando para os aspectos da fertilidade do solo, da exigência nutricional, da suscetibilidade a fitopatógenos de cada cultura, da infestação de pragas, de plantas daninhas e da disponibilidade de equipamentos para o manejo de seus restos culturais.

ASSISTÊNCIA TÉCNICA E ATUALIZAÇÃO DO USUÁRIO

Os diversos processos que envolvem o sistema plantio direto são, em parte, processos naturais que consideram os ciclos biológicos dos organismos do solo, em função do que, são muito dinâmicos, encontrando-se em constante evolução; portanto necessitando uma boa assistência técnica e uma atualização freqüente do usuário.

O sistema plantio direto de milho na várzea, assim como ocorre com toda tecnologia inovadora, necessita de difusão e validação, bem como de ajustes. Todavia, os excelentes resultados obtidos, até o momento, pela pesquisa e por alguns produtores, são um indicativo de que o sistema pode ser adotado com sucesso no cultivo de espécies de sequeiro em áreas de várzea.

RESULTADOS DE PESQUISA COM MILHO EM VÁRZEA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Em área da Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, foram conduzidos três experimentos com milho em várzea sob plantio direto. Além da produtividade de grãos de milho, objeto dos três ensaios, no primeiro foi estudado diferentes espécies com vistas à formação da cobertura do solo e à produção de forragem; no segundo foram avaliadas fontes e doses de fosfato, e no terceiro, modos de aplicação e doses de calcário.

Na Tabela 1, encontram-se os resultados correspondentes à produção de matéria seca de diferentes espécies de inverno, avaliadas na floração plena de cada espécie, em quatro safras consecutivas.

Tabela 1. Produção de matéria seca (MS) das forrageiras de estação fria, em t/ha. Embrapa Clima Temperado.

Forrageiras/ Consórcios	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	Média de Tratamentos
Azevém	7,36	2,63	2,64	2,18	3,70
Aveia Preta	8,91	3,67	4,20	2,05	4,71
Centeio	9,61	2,76	2,75	1,44	4,14
Cevada	8,11	3,13	3,11	2,23	4,15
Triticale	10,91	2,99	2,99	2,20	4,77
Nabo forrageiro	8,45	2,09	1,40	1,73	3,42
Ervilhaca	4,65	3,07	2,75	1,69	3,04
El Rincón*	4,32	6,11	6,39	2,29	4,76
Trevo vesiculoso	2,47	2,90	2,89	0,35	2,15
Ervilhaca + Aveia	6,05	2,36	3,31	1,65	3,34
Ervilhaca + azevém	3,48	1,87	3,10	1,86	2,58
Tr. Vesic. + Aveia	6,90	2,36	2,42	1,41	3,27
Média	6,77	2,99	3,16	1,76	3,67

* No ano agrícola 1996/97 a espécie semeada como cobertura foi o tremoço.

Fonte: Venetti Jr. et al., (2000)

A avaliação dos valores médios de matéria seca (MS), independente do fator ano, mostra que as espécies - triticale, "El Rincón" (*Lotus subbiflorus*), aveia preta, cevada e centeio - foram, respectivamente as cinco melhores espécies em produção de MS, que, juntamente com o azevém, apresentaram rendimento médio de MS acima da média geral do experimento. Os piores desempenhos para esta variável foram apresentados pelos tratamentos trevo vesiculoso e pelo consórcio ervilhaca + azevém.

Os rendimentos médios de grãos de milho cultivado no sistema plantio direto nas safras 1995/96, 1996/97, 1997/98 e 1998/99 foram de 4,6; 3,7; 4,1 e 4,55 t/ha, respectivamente, valores estes que assemelham-se àqueles que vêm sendo obtidos no sistema convencional, em solos de várzea. Com exceção do ano 1996/97, nos demais o rendimento de grãos de milho no sistema plantio direto sempre foi superior ao obtido no sistema convencional (Tabela 2). Quando se comparam os resultados de rendimento de grãos de milho em função do tipo de cobertura, destacam-se positivamente, na média dos anos, aqueles obtidos sob "El Rincón", ervilhaca, trevo vesiculoso, consórcio aveia preta + ervilhaca, centeio, consórcio ervilhaca + azevém, aveia preta e azevém.

Tabela 2. Rendimento de grãos de milho (t/ha) semeado em plantio direto sobre diversas forrageiras de estação fria e no sistema convencional, nos anos agrícolas de 1995/96, 96/97, 97/98 e 1998/99. Embrapa Clima Temperado.

Cobertura	95/96	96/97	97/98	98/99	Média
Azevém	5,10	3,66	3,85	4,12	4,18
Aveia-Preta	4,97	4,27	4,03	3,58	4,21
Centeio	4,58	4,36	4,13	4,41	4,37
Cevada	3,71	2,88	2,88	4,35	3,45
Triticale	4,99	2,40	3,99	4,26	3,91
Nabo forrageiro	3,85	4,14	3,92	4,20	4,03
Ervilhaca	4,38	4,40	4,87	5,26	4,73
"El Rincón"	4,59	3,72	5,12	6,47	4,97
Trevo vesiculoso	4,72	4,16	4,08	4,86	4,45
Ervilhaca + Aveia Preta	4,95	3,94	4,30	4,58	4,44
Ervilhaca + Azevém	4,64	4,22	4,46	4,09	4,35
Trevo Ves. + Av. pr.	4,75	2,81	3,77	4,42	3,94
Média S. P. Direto	4,60	3,74	4,12	4,55	4,25
S.Convencional		4,20	2,48	3,96	3,55

* No ano agrícola 1996/97 a espécie semeada como cobertura foi o tremoço
Fonte: Venetti Jr. et al., (2000)

No experimento onde foram avaliadas fontes e doses de fósforo, constata-se que a maior produção de matéria seca da parte aérea da ervilhaca, espécie utilizada como cobertura morta (Tabela 3), foi obtida na dose máxima de P_2O_5 total (320 kg/ha), independentemente da fonte utilizada.

Tabela 3. Produtividade média de matéria seca da parte aérea da ervilhaca, cultivada em plantio direto por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de fontes e doses de fosfatos aplicados em superfície. Embrapa Clima Temperado, 1999.

Dose de P_2O_5 (kg/ha)	Fonte de Fósforo			MÉDIA
	GAFSA	ARAD	S.F.T. ¹	
	kg/ha			
0	492,5	511,9	546,9	517,1
80	1857,5	1593,8	803,8	1418,3
160	1523,8	1661,9	1233,8	1473,1
320	2451,2	1793,8	1576,2	1940,4
MÉDIA	1581,2	1390,3	1040,2	

¹ S:F:T: - Superfosfato triplo
Fonte: Gomes et al. (2000a)

A análise de regressão evidenciou que o modelo quadrático, foi o que melhor se ajustou aos dados, conforme a equação de produtividade $Y = 599,64 + 8,7648X - 0,0146X^2$ ($R^2 = 0,93$). A partir desta equação estimou-se a dose correspondente à máxima eficiência técnica (MET), independente de fonte, que foi equivalente a 300 kg/ha de P_2O_5 total, correspondendo à produtividade máxima de 1915 kg/ha de MS (Figura 1).

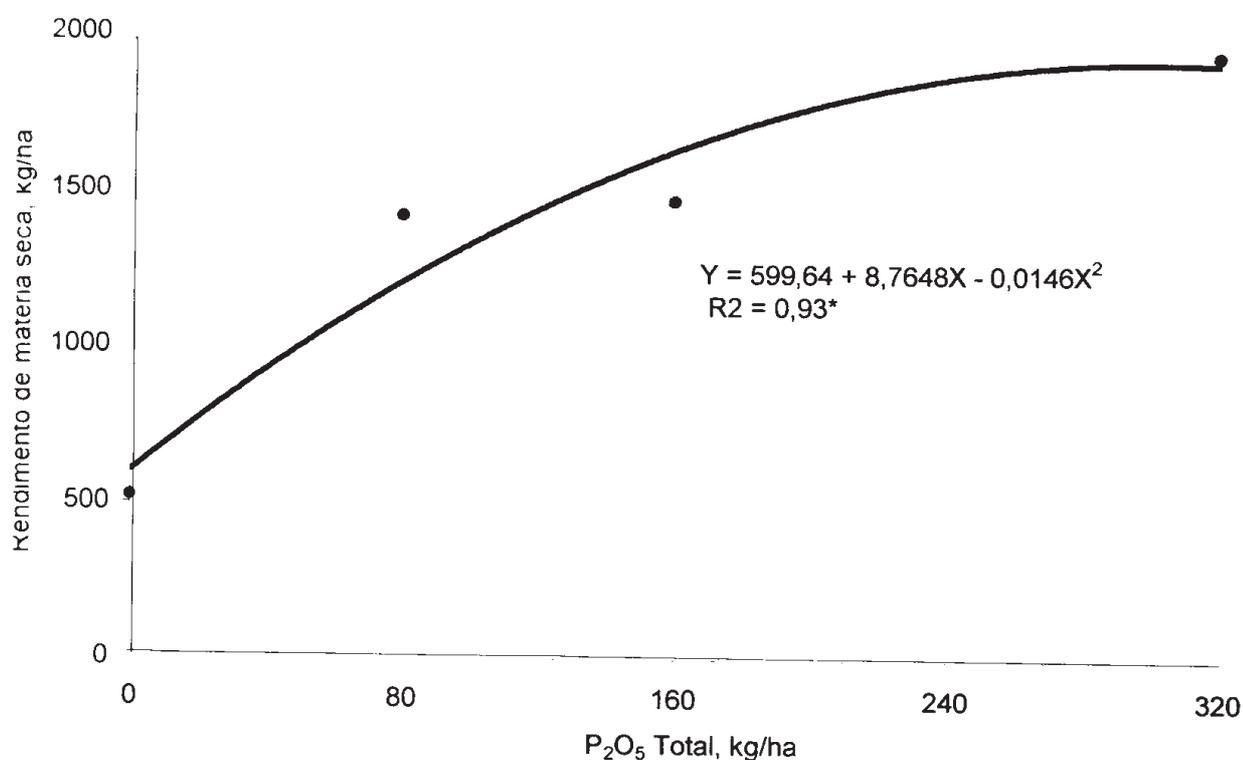


Figura 1. Relação entre dose de fósforo (X) e rendimento médio de matéria seca da ervilhaca (Y), independente de fontes. Embrapa Clima Temperado, 2000.

* $P < 0,05$

Fonte: Gomes et al. (2000a)

Quando se analisa o fator fonte, constata-se que as produtividades médias de MS, obtidas com os fosfatos de Gafsa e Arad, foram semelhantes entre si e superiores àquela proporcionada pelo Superfosfato triplo.

Analisando os efeitos de doses e fontes de fosfatos sobre os rendimentos médios de grãos de milho (Tabela 4), constata-se para o fator doses, que as produtividades obtidas foram diferentes entre si, destacando-se a dose de 320 kg/ha de P_2O_5 , a qual proporcionou a maior produtividade média (5255 kg/ha).

Para a análise de regressão, estabeleceu-se uma relação entre doses e rendimento de grãos de milho para cada fonte (Figura 2).

Assim, as funções quadráticas $Y = 3034,9 + 12,903X - 0,0202X^2$ ($R^2 = 0,99$) e $Y = 3033,6 + 18,4470X - 0,0386X^2$ ($R^2 = 0,96$) foram as que melhor expressaram as relações entre o rendimento de milho em kg/ha (Y) e as doses de fósforo em kg/ha de P_2O_5 total (X) para as fontes de fosfato de Arad e Gafsa, respectivamente. A partir destas equações, estimou-se as doses correspondentes às máximas eficiências técnicas (MET), para cada fonte; sendo as mesmas equivalentes a 239 e 319 kg/ha de P_2O_5 total, correspondendo, respectivamente, às produtividades máximas de 5238 e 5095 kg/ha de grãos de milho. Para o Superfosfato triplo, a função linear foi a que a melhor se ajustou aos dados obtidos. As três fontes de fosfato testadas demonstraram desempenho

semelhante quanto às produtividades médias de grãos de milho, correspondentes aos quatro anos de condução do experimento (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade média de grãos de milho cultivado em plantio direto, por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de fontes e doses de fosfatos aplicados em superfície. Embrapa Clima Temperado, 2000.

Dose de P ₂ O ₅ (kg/ha)	Fontes de fósforo			Média
	GAFSA	ARAD	S. F.T. ¹	
	----- kg/ha -----			
0	3016,3	2936,9	2809,7	2921,0
80	3989,1	4520,2	3419,4	3976,2
160	4551,1	4803,9	4363,2	4572,8
320	5126,2	5017,8	5620,7	5254,9
MÉDIA	4170,7	4319,7		

¹S:F:T: - Superfosfato triplo
Fonte: Gomes et al. (2000a)

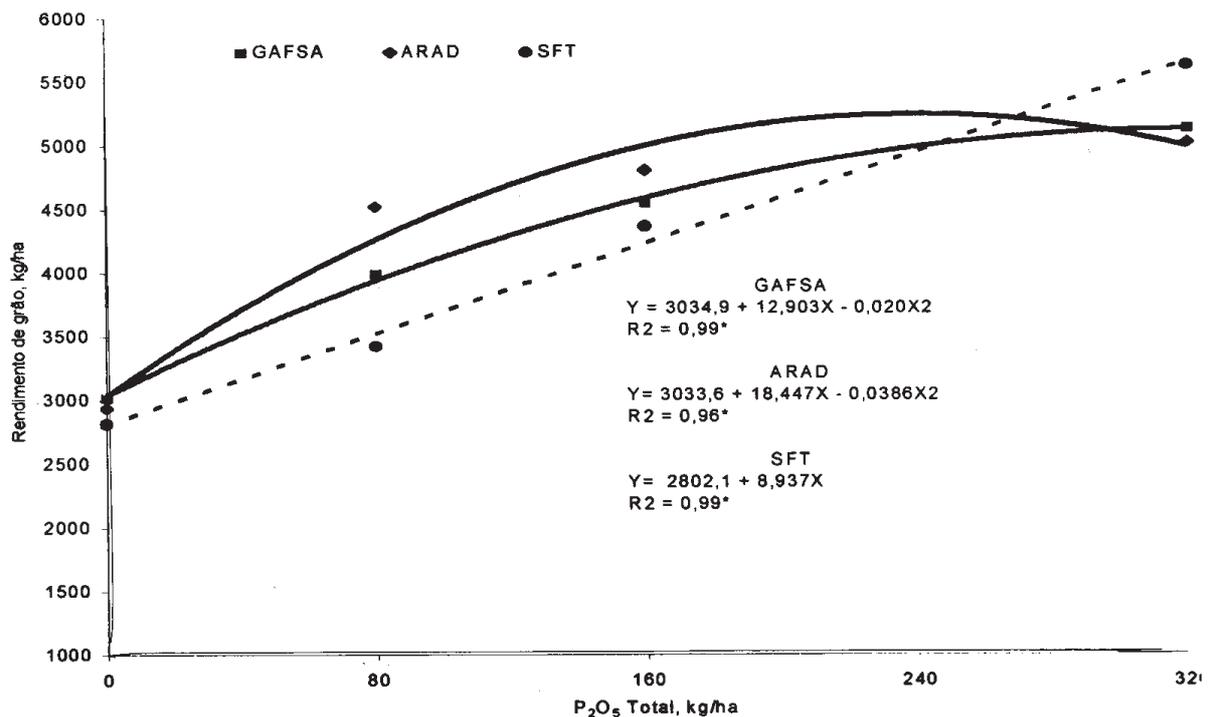


Figura 2. Relação entre as doses aplicadas (X) de fosfato para cada fonte e o rendimento médio de grãos de milho (Y), independente de safra. Embrapa Clima Temperado, 2000.

*P < 0,05

Fonte: Gomes et al. (2000a)

No experimento em que foram avaliadas doses e modos de aplicação de calcário, realizado em solos de várzea cultivado com milho em plantio direto, constata-se, analisando-se os resultados contidos nas Tabelas 5 e 6, que não foram evidenciadas

diferenças entre as produtividades de matéria seca da parte aérea da ervilhaca e de grãos de milho, em função de modos de aplicação e doses de calcário (1 SMP incorporado; 100%, 75%, 50%, 25% do SMP em superfície; sem calcário). Assim, nas condições em que o experimento foi conduzido, a aplicação de calcário não se mostrou necessária, embora, em valores absolutos, a menor produtividade média de milho tenha ocorrido quando não se realizou a correção da acidez do solo.

Tabela 5. Produtividade da matéria seca da parte aérea da ervilhaca (t/ha), cultivada em plantio direto por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de métodos de aplicação e doses de calcário. Embrapa Clima Temperado, 2000.

Dose e Modo de Aplicação de Calc.	SafrA Agrícola				MÉDIA
	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	
Calc. Incorp.(100%)	0,528	6,208	1,545	3,132	2,541
Calc. Superf.(100%)	0,815	5,640	1,548	2,452	2,926
Calc.3/4 Superf. (75%)	1,910	5,252	2,445	2,730	3,084
Calc.2/4 Superf. (50%)	0,622	5,355	2,178	2,325	2,620
Calc.1/4 Superf. (25%)	0,565	5,790	2,002	2,402	2,690
Zero Calcário (0)	0,515	7,380	1,597	2,770	3,066
Média	0,515	7,380	1,598	2,770	

Fonte: Gomes et al., (2000b)

Tabela 6. Produtividade média de grãos de milho (kg/ha) cultivado em plantio direto por quatro anos consecutivos, em solo de várzea, em função de métodos de aplicação e doses de calcário. Embrapa Clima Temperado, 2000.

DOSE E MODO DE APLICAÇÃO DE CALC.	SAFRAS AGRÍCOLAS				MÉDIA
	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	
CALC. INCORP.(100%)	8,99	4,82	7,11	4,96	6,42
CALC. SUPERF.(100%)	8,10	5,86	7,17	4,78	6,58
CALC.3/4 SUPERF. (75%)	8,42	6,15	9,02	5,11	7,18
CALC.2/4 SUPERF. (50%)	8,47	5,46	7,62	3,66	6,30
CALC.1/4 SUPERF. (25%)	8,12	5,44	7,16	5,17	6,47
ZERO CALCÁRIO (0)	8,12	5,62	6,63	4,93	6,32
MÉDIA	8,37	5,56	7,49	4,77	

Fonte: Gomes et al., (2000b)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOMES, A. da S.; VERNETTI Jr., F. de J.; FERREIRA, L.E.G.; GONÇALVES, G.K.; GOMES, D.N. Efeito de fontes e doses de fosfatos naturais sobre a produtividade da ervilhaca e do milho em solo de várzea sob plantio direto. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000 Pelotas. Anais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000a. p.471-479. Editado por Francisco de Jesus Verneti Jr. e Cláudio Alberto Sousa da Silva.
- GOMES, A. da S.; VERNETTI Jr., F. de J.; FERREIRA, L.E.G.; GONÇALVES, G.K.; GOMES, D.N. Efeito de doses e métodos de aplicação de calcário na produtividade de milho

em um solo de várzea sob plantio direto. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000 Pelotas. **Anais.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000b. p.464-470. Editado por Francisco de Jesus Verneti Jr. e Cláudio Alberto Sousa da Silva.

VERNETTI Jr., F. de J.; GOMES, A. da S. Comportamento de espécies forrageiras de estação fria, como cobertura do solo para semeadura direta do milho em solo hidromórfico. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000 Pelotas. **Anais.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000a. p.637-644. Editado por Francisco de Jesus Verneti Jr. e Cláudio Alberto Sousa da Silva.

IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA DE MILHO

Marilda Pereira Porto¹
Claudio Alberto Sousa da Silva¹
José Maria Barbat Parfitt¹
Silvio Steinmetz¹

INTRODUÇÃO

A etapa de implantação da cultura é uma das mais importantes dentro do processo produtivo, pois envolve a definição, o planejamento e a tomada de decisões que contribuirão decisivamente para a obtenção de rendimentos e retornos econômicos satisfatórios (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

Para que as cultivares de milho escolhidas para a lavoura possam expressar todo o seu potencial produtivo e características de adaptação, é necessário o emprego adequado de um conjunto de medidas para a implantação da lavoura, levando em conta as máquinas disponíveis e as condições de cultivo. Abordaremos três aspectos importantes: época de semeadura, espaçamento e densidade e profundidade de semeadura.

ÉPOCA DE SEMEADURA

Alguns fatores climáticos (ambientais), tais como, precipitação (disponibilidade hídrica), temperatura e luminosidade têm grandes reflexos na produtividade e no ciclo das cultivares de milho e determinam a época de semeadura.

O milho, de modo geral, pode ser cultivado em todo o Rio Grande do Sul, ocorrendo, entretanto, variações no rendimento causadas pelas baixas temperaturas em algumas regiões e, principalmente, pela ocorrência de deficiências hídricas, que são bastante acentuadas, dependendo do ano. Quando a lavoura não é irrigada, torna-se necessário programar a época de semeadura de modo que os períodos críticos de demanda de água pela planta, como o da floração e enchimento de grãos ocorram em época de maior probabilidade de chuvas na região.

O Zoneamento Agroclimático da cultura do milho, por épocas de semeadura, no Estado adota, como parâmetros, as somas térmicas e a deficiência hídrica média (período de 30 anos), das diferentes regiões agroecológicas, dividindo as épocas em preferenciais e toleradas. Esse trabalho é publicado, na íntegra, anualmente, nas recomendações técnicas

¹ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal, 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: marilda@cpact.embrapa.br

para a cultura do milho no Rio Grande do Sul (Recomendações, 1999) e está atualizado para a safra 2000/2001 em Maluf et al., (2000).

É conhecido que as maiores limitações à aptidão climática da cultura do milho são impostas pelas deficiências hídricas, que ocorrem normalmente no Sudoeste e Sudeste do Estado (Baixo Vale do Uruguai, Campanha, Litoral Sul e parte de Serra do Sudeste) e parte da Depressão Central, regiões estas, coincidentes com a maior parte das várzeas. Essas deficiências são causadas por má distribuição de chuvas, provocando estiagens prolongadas na maioria dos anos e ocorrem, com maior intensidade, no período de novembro a janeiro.

Quando a lavoura é planejada com irrigação suplementar, o parâmetro deficiência hídrica pode ser desconsiderado e a época de semeadura passa a ser determinada pela temperatura e a luminosidade.

A temperatura restringe o período de semeadura e tem grande influência na emergência e no desenvolvimento da planta. Quando a semeadura é feita muito cedo, o processo de germinação é mais lento, em função da baixa temperatura do solo.

A temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está compreendida entre 24 e 30°C. Entretanto, para que ocorra a germinação, os limites são de 10 a 42°C. Recomenda-se que a semeadura do milho seja feita quando a temperatura do solo atingir 16 °C ou mais (Fórum Permanente..., 2000). Quando a umidade do solo é satisfatória e a temperatura é adequada, a germinação se processa após 4 a 7 dias (Recomendações, 1996).

A luminosidade exerce influência direta sobre o potencial produtivo das cultivares de milho. Em regiões e anos de alta luminosidade, durante o ciclo da cultura, o teto de produtividade é sempre mais alto. Verifica-se um incremento no rendimento de grãos, quando a semeadura é realizada de forma que o florescimento e a formação de grãos coincidam com a máxima disponibilidade de radiação solar, que ocorre no período de fins de dezembro a fins de janeiro. Quando a lavoura for planejada para ser irrigada, este fator deve ser levado em conta.

Também deve ser considerado o aspecto do excesso de umidade do solo que, com exceção daquelas várzeas bem drenadas, é limitante ao desenvolvimento inicial da cultura. De uma maneira geral, lavouras implantadas a partir de 15 de outubro encontram melhores condições com relação a esse aspecto, pois a demanda evapotranspirativa é maior, atuando significativamente no processo de drenagem do solo.

Em síntese, considerando-se satisfeitas as necessidades de água pela planta, a época de semeadura mais adequada é aquela em que o florescimento coincide com os dias mais longos do ano e a formação e o enchimento dos grãos com o período de temperaturas mais elevadas e com alta disponibilidade de radiação solar, situando-se entre os meses de outubro e novembro.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE

Das técnicas empregadas para o obtenção de ganhos de produção de milho, saindo de uma lavoura artesanal para uma lavoura mecanizada, a densidade de semeadura, que condiciona a população de plantas por área é a de maior impacto. Mas, para que a densidade adequada possa influir na produtividade, é necessário que outros fatores, tais como, disponibilidade de água, de nutrientes e cultivares estejam de acordo.

Normalmente, a população de plantas para a cultura do milho varia de 30.000 a 70.000 unidades por hectare, dependendo do nível tecnológico adotado. Em áreas de

várzea, com boa fertilidade e umidade adequada, devido à precipitações regulares ou irrigação, altas produções são obtidas elevando-se o número de plantas por área, até um ponto compatível com o potencial genético da cultivar utilizada. Entretanto, em regiões sujeitas à seca (sem irrigação) e de pouca fertilidade, as melhores produções são verificadas com menor número de plantas por área.

A capacidade do milho de tolerar a competição entre plantas varia de acordo com o tipo de cultivar. As cultivares de ciclo curto e de baixa estatura, de modo geral, desenvolvem menor número de folhas e mais eretas, apresentando menor sombreamento entre plantas. Por isso, suportam maior número de plantas por unidade de área do que as cultivares que possuem mais massa vegetativa. Essas diferenças desaparecem em situações de baixa fertilidade, onde há grande competição com plantas daninhas ou com acentuada deficiência de umidade durante o ciclo da cultura.

Em Recomendações (1999) encontra-se uma tabela, adaptada de Mundstock (1977), com os diferentes intervalos de plantas por hectare e as condições de utilização.

Atualmente, buscando-se aumentar a produtividade, não só a densidade pode ser aumentada, como também o espaçamento entre linhas pode ser reduzido, fundamentalmente, em função da arquitetura das plantas das cultivares modernas que, por apresentarem porte reduzido, com folhas mais eretas, adequam-se ao plantio mais denso, permitindo um melhor aproveitamento de luz e de água.

Em 1997, em solo de várzea do Litoral Sul do Rio Grande do Sul, iniciou-se um trabalho com o objetivo de verificar os efeitos do espaçamento entre linhas e da população de plantas sobre a produtividade de grãos da cultura do milho (Silva et al., 1998). No primeiro ano de resultados, verificou-se que houve um acréscimo na produtividade à medida que se diminuiu o espaçamento entre linhas (de 90 para 50 cm entre fileiras) e a população (de 70000 para 45000 plantas/ha), evidenciando resposta positiva à melhor distribuição espacial das plantas devido, provavelmente, à menor competição entre as mesmas.

O mesmo trabalho, conduzido em planossolo da região da Campanha, no ano agrícola 99/2000 (Silva et al., 2000), em condições de irrigação suplementar por inundação, mostrou a mesma tendência de resultados, ou seja, houve um acréscimo no rendimento de grãos nos menores espaçamentos (50 e 30 cm entre fileiras). Porém, em relação à população, a tendência foi de melhor desempenho nas mais altas populações de plantas por hectare (de 65000 a 80000 plantas/ha), devido, provavelmente, à boa fertilidade da área e às condições ambientais de insolação, temperatura e disponibilidade de umidade adequadas para a cultura.

Em áreas onde o milho é cultivado em lavouras pequenas, normalmente o espaçamento utilizado varia de 80 a 100 cm entre linhas, de modo a permitir operações manuais ou mecanizadas, como capinas, aplicações de nitrogênio em cobertura, de herbicidas e de inseticidas, colheita, etc. Com a implantação desta cultura em áreas maiores, em rotação com o arroz irrigado, onde algumas destas operações são realizadas via aérea e, com a recente introdução de colheitadeiras munidas de plataformas com diferentes larguras, que permitem a colheita com espaçamentos menores, existe a possibilidade de redução no espaçamento, com vantagens na melhor distribuição espacial das plantas e no mais rápido sombreamento do solo. O uso de espaçamento mais fechado, além de permitir melhor uso da área, induz, também, a um melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis, além de auxiliar no controle de plantas daninhas.

Em síntese, a definição do espaçamento e da população de plantas de milho deverá levar em consideração as seguintes informações:

- Nível de adubação e da fertilidade da área (baixo, médio ou alto);
- Sistema de produção em relação ao manejo da água (sequeiro ou irrigado);
- Características das cultivares utilizadas (estatura e arquitetura da planta, altura da inserção da espiga e resistência ao acamamento);
- Época de semeadura (do cedo, normal ou safrinha);
- Finalidade da produção (grãos secos, silagem ou milho verde);
- Planejamento das operações de cultivo e disponibilidade de máquinas.

DISTRIBUIÇÃO E PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

A semeadura reveste-se de suma importância para a obtenção de colheitas lucrativas, seja qual for o tipo de implemento, máquina ou ferramenta utilizados. Assim, a semeadura correta é aquela que bem distribui, em número, espaço, tempo e profundidade, a quantidade de sementes recomendada (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

A temperatura, a umidade e o tipo de solo são os fatores que condicionam a profundidade, sendo que a semente deve ser colocada em bom contato com solo úmido.

Em solos leves ou arenosos, a semeadura deve ser mais profunda, entre 5 e 7 cm. Em solos pesados ou argilosos, as sementes devem ser colocadas mais superficialmente, entre 3 e 5 cm, porque semeaduras mais profundas podem ser prejudicadas por camada de adensamento na superfície do solo, causada por chuva intensa logo após esta operação. Igualmente, a semeadura deve ser superficial, quando é realizada em solo seco e pretende-se irrigar por inundação intermitente (banho rápido), para proporcionar uma boa germinação. Dentro desses intervalos, em semeaduras do cedo, quando a temperatura do solo é mais baixa, a colocação das sementes deve ser mais superficial e, em semeaduras com o solo mais quente, deve-se aumentar a profundidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Implantação da cultura. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000. p.97-146.
- Forum Permanente de monitoramento de tempo e clima para a agricultura no Rio Grande do Sul. X Reunião Técnica. (Porto Alegre, 21 de julho de 2000). www.emater.tche.br
- RECOMENDAÇÕES técnicas para o cultivo do milho. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – 2.ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 204p.
- RECOMENDAÇÕES técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO; EMATER-RS; FECOAGRO-RS, 1999. 144p. (Boletim Técnico, n.6).
- MALUF, J.R.T.; HAAS, J.C.; CAIAFFO, M.R.; MATZENAUER, R.; CUNHA, G.R. da. Zoneamento agroclimático: recomendação de períodos de semeadura por município safra 2000-2001. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Pelotas. *Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado*, 2000. p.539-554 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 70).

- SILVA, C.A.S.da; PARFITT, J.M.B.; PORTO, M.P. Efeito do espaçamento e da população sobre a produtividade do milho cultivado em solo hidromórfico. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 6p. (EMBRAPA-CPACT. Comunicado Técnico, 14).
- SILVA, C.A.S. da; PARFITT, J.M.B.; PORTO, M.P.; SCIVITTARO, W.B., FRANCO, J.C.B.; OLIVEIRA, A.P.B.B. de. Estudo do espaçamento e da população para milho em solo hidromórfico. Safra 1999/2000. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28., 2000, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p.651-662 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 70).

CULTIVARES DE MILHO

Marilda Pereira Porto¹

INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas de grãos onde mais se destacam os avanços genéticos e, em especial, a exploração comercial da heterose (vigor híbrido).

Na implantação de uma lavoura, a escolha correta da cultivar, pode resultar em acréscimos significativos na produção final, visto que, dentre os insumos utilizados, a semente é de especial importância. Além da produtividade, as cultivares podem agregar valores, tais como, tolerância a pragas, doenças, resistência a condições adversas de clima e solo, entre outros. Cada cultivar (híbrido ou variedade) apresenta suas peculiaridades, em decorrência das características próprias dos progenitores envolvidos e da maneira como são combinados. É necessário que a cultivar escolhida tenha comportamento coerente com o ambiente (clima e solo, principalmente) e que supere condições adversas, dentro de limites razoáveis.

Em síntese, o rendimento final obtido em lavoura é resultante do potencial genético da cultivar, interagindo com o ambiente e com as condições de manejo a que esta cultivar foi submetida.

TIPOS DE CULTIVARES

Atualmente, o agricultor pode adquirir no mercado de sementes, dois tipos de cultivares de milho: variedades e híbridos.

Uma variedade pode ser definida como um conjunto de plantas que possuem características comuns e encontram-se geneticamente em equilíbrio, com fecundação cruzada ou livre entre elas.

As variedades melhoradas possuem, de modo geral, sementes de menor preço do que os híbridos e são mais produtivas do que aquelas comumente usadas pelo produtor (crioulas e semente de paiol). As sementes de variedades podem ser produzidas, ano após ano, em lavouras isoladas, embora seja desejável que a cada três ou quatro safras, sejam renovadas. As variedades são preferenciais em regiões ou áreas onde, devido à condição econômica-social e ao uso de baixa tecnologia, os híbridos não são economicamente viáveis.

No caso de híbridos de milho, três tipos são os mais comuns:

¹ Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal, 403, Pelotas, RS. E-mail: marilda@cpact.embrapa.br

- Híbrido simples (A x B) - é obtido mediante o cruzamento de duas linhagens geneticamente puras. Em geral esse tipo de híbrido é mais produtivo que os demais, apresenta uniformidade de plantas e de espigas, tem menor estabilidade de produção sob condições ambientais desfavoráveis (curto período de produção de pólen) e custo de produção de sementes mais elevado.
- Híbrido triplo (A x B) x C - é obtido mediante o cruzamento de um híbrido simples com outra linhagem, envolvendo, portanto, três linhagens. O híbrido triplo é, também, bastante uniforme e o custo da produção de sementes é, em geral, intermediário entre o do híbrido simples e o do duplo.
- Híbrido duplo (A x B) x (C x D) - é obtido mediante o cruzamento de dois híbridos simples, envolvendo, portanto, quatro linhagens. É ainda o tipo de híbrido mais utilizado no Brasil, apesar de, nos últimos anos, terem sido lançados comercialmente muitos triplos e simples. Esse tipo de híbrido é mais variável em suas características fenológicas do que os demais e tem a vantagem de ser mais estável sob condições climáticas adversas (maior período de produção de pólen). O custo de produção de sementes é mais baixo do que nos demais, porque as mesmas são produzidas a partir de um híbrido simples.

Além desses três tipos, ainda temos os híbridos triplos modificados e os simples modificados (que utilizam linhas irmãs); os híbridos múltiplos (de cinco ou mais linhagens) e os híbridos intervarietais.

Os híbridos e variedades de milho "comum" podem ser classificados quanto ao tipo de endosperma do grão em dentados, semidentados, semiduros e duros (ou "flint"). Também são classificadas quanto ao ciclo (período emergência-floração), em superprecoces, precoces e normais (ou tardios). A indução de florescimento de uma cultivar é determinado pelo acúmulo de calor, medido em graus/dia (temperatura base de 10°C), constituindo-se o principal fator determinante do ciclo. O número de dias necessários para alcançar a soma térmica de uma cultivar pode variar em função das condições climáticas prevaletentes em diferentes épocas ou regiões de plantio. Por este motivo a classificação pela soma térmica é mais correta do que o ciclo medido pelo número de dias. A determinação do ciclo é feita pela empresa que desenvolve e mantém as sementes de cada cultivar. As empresas podem adotar critérios diferentes, causando desuniformidade de informações.

RESULTADOS DE PESQUISA

Em 1986, a Embrapa Clima Temperado começou a avaliação de cultivares comerciais e pré-comerciais de milho, com a finalidade de obter informações sobre a cultura em solos hidromórficos, abrindo o espaço das várzeas para a cultura, juntamente com outros trabalhos de pesquisa. Por vários anos foram conduzidos, na área experimental da E.E. Terras Baixas, no município do Capão do Leão, os Ensaio Estaduais de Cultivares, organizados pela FEPAGRO (Fig. 1) A partir de 1987/88, iniciaram-se os testes de cultivares junto a lavouras comerciais do Litoral Sul do Estado, com a finalidade de conhecer o comportamento da cultura em áreas de produtores, que introduziram o milho como alternativa ao arroz irrigado (Fig. 2). Em 1998, esse trabalho estendeu-se à região da Campanha, com avaliação de cultivares híbridas e varietais, em área de várzea da Embrapa Pecuária Sul, em Bagé.

Para demonstrar o desempenho de cultivares de milho, em áreas de arroz irrigado, serão discutidos, a seguir, alguns dos resultados obtidos. Na Tabela 1 encontram-se as médias dos testes conduzidos com irrigação, nos anos agrícolas 1994/95 e 95/96, em Jaguarão, na Granja Bretanhas.

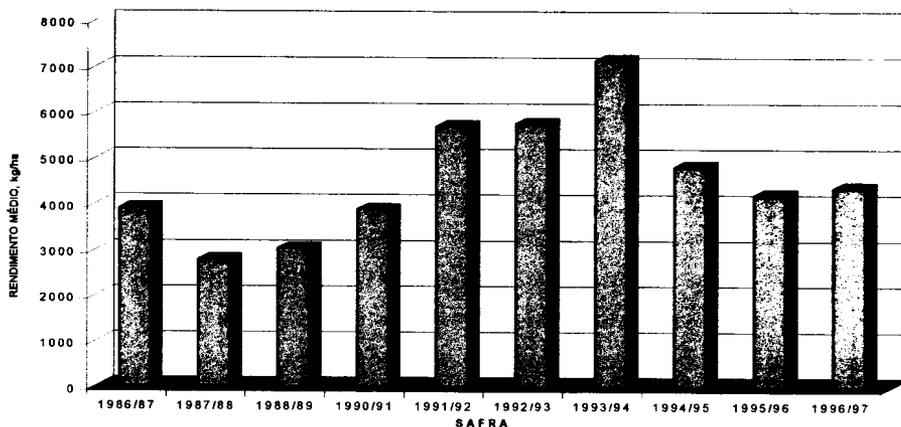
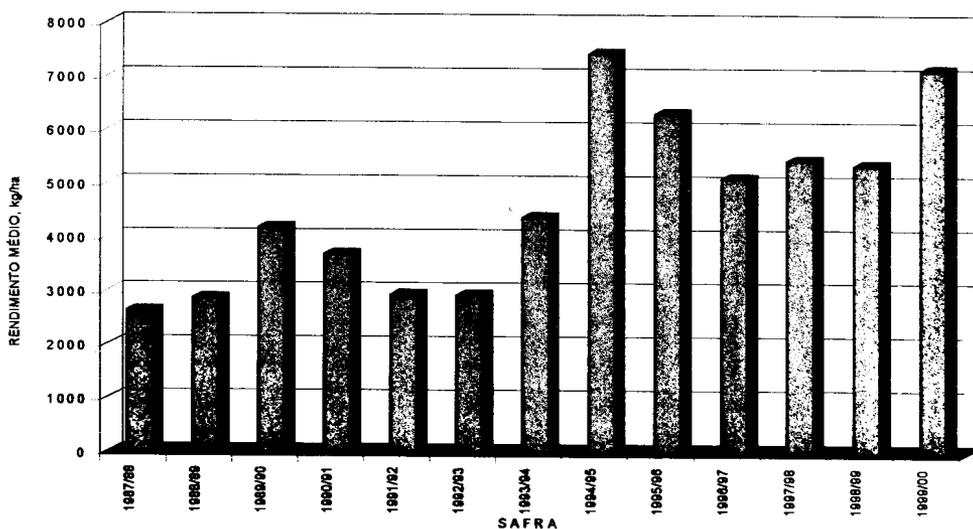


Figura 1. Rendimento médio de grãos obtidos nos Ensaio Estaduais de Cultivares de Milho, na área experimental da E.E. Terras Baixas, Capão do Leão, RS, em 10 anos agrícolas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2000

Figura 2. Rendimento médio de grãos obtidos nos Ensaio de Competição de Cultivares de Milho, em



áreas de várzeas nos municípios de Jaguarão, Santa Vitória do Palmar e Bagé, RS, em 13 anos agrícolas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2000

Tabela 1. Resultados da análise conjunta do rendimento de grãos e outras características agrônômicas de 24 cultivares de milho testadas na Granja Bretanhas, em Jaguarão, RS., nos anos agrícola 1994/95 e 1995/96.

Cultivar	Fornecedor	Rendimento de grãos ¹ (kg/ha)	População final (pl./ha)	Índice de espigas	Estatura da planta (cm)	Altura da espiga (cm)
P 3063	Pioneer	8309	57983	1,07	214	107
C 901	Cargill	7750	56502	1,00	206	102
G 800	Ciba	7734	55923	1,16	238	122
AG X 4315	Agrocerec	7582	54789	1,20	239	130
XL 212	Braskalb	7537	61756	0,95	228	107
P 3069	Pioneer	7533	57613	1,07	205	109
C 969	Cargill	7516	58678	0,97	210	98
C 805	Cargill	7233	56201	1,01	220	106
AG 5011	Agrocerec	7173	57984	1,07	209	113
P 3207	Pioneer	7163	57197	0,93	232	120
P 3072	Pioneer	7102	59581	0,99	198	105
P 3099	Pioneer	6964	57104	1,02	208	109
Z 8392	Zeneca	6932	54164	1,03	224	113
C 505	Cargill	6781	54534	0,95	226	117
C 606	Cargill	6765	61617	1,01	217	116
Z 8447	Zeneca	6737	56919	1,00	226	110
XL 330	Braskalb	6680	59465	1,04	221	109
Z 8202	Zeneca	6643	53771	0,98	217	102
AG X 4313	Agrocerec	6480	61756	0,90	232	126
XL 510	Braskalb	6413	58423	0,98	205	96
XL 210	Braskalb	6391	56062	0,93	222	100
AG 215	Agrocerec	6356	55900	0,99	219	115
Tecnus	Ciba	6343	56155	0,94	208	103
Densus	Ciba	6247	56224	1,00	201	94
Média		7015	57346	1,01	218	109

¹Corrigido para 13% de umidade

Na Tabela 2 encontram-se os resultados médios dos testes conduzidos no ano agrícola 1997/98, em Jaguarão, na Granja Bretanhas e em Santa Vitória do Palmar, na Granja do Salso (sem irrigação). Destacam-se, nesses resultados, as diferenças significativas de produtividade entre os diferentes genótipos. Um aspecto importante, que deve ser levado em conta quando se cultiva milho em áreas de arroz irrigado, é a possibilidade de acamamento das plantas, devido aos fortes ventos ocorrentes na maioria dessas áreas, geralmente desprotegidas, aliado ao seu porte elevado e enraizamento superficial. Na Tabela 2, encontram-se as observações realizadas dos níveis de acamamento de plantas, para as diferentes cultivares testadas, no ano agrícola 97/98, mostrando diferenças acentuadas entre genótipos.

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se os resultados de rendimento de grãos, de população final e de outras características agrônômicas, obtidos nos anos agrícolas 98/99 e 99/2000, das cultivares híbridas comerciais testadas em Bagé, em ensaios conduzidos com irrigação por inundação. A diferença nas médias dos resultados obtidos entre anos deveu-se, principalmente, à época de semeadura, que no primeiro foi muito tardia (no mês de janeiro/99) enquanto que, no último, foi normal (novembro/99). Ressalta-se a importância de observar a melhor época de semeadura, quando a cultura é conduzida com irrigação, para alcançar o potencial de rendimento das cultivares.

Tabela 2. Médias do rendimento de grãos, população final, índice de espigas e porcentagem de acamamento, de 40 cultivares de milho, avaliadas na Granja Bretanhas, em Jaguarão, e na Granja do Salso, em Santa Vitória do Palmar, no ano agrícola 1997/98

Cultivar	Fornecedor	Rend. de grãos ¹ (kg/ha)	População final (pl./ha)	Índice de espigas	Acamamento %
XL 215	Braskalb	6971	57915	1,02	8,8
Avant	Novartis	6368	61665	1,00	32,0
3A18	Cargill	6156	63125	0,98	9,8
Premium	Novartis	6129	62915	0,98	26,0
Master	Novartis	6078	62290	1,00	23,1
C 901	Cargill	6072	63750	0,98	9,1
AG 5011	Agroceres	5940	58540	1,07	10,7
Exceler	Novartis	5919	64585	0,95	19,8
G 800	Novartis	5883	62915	1,00	25,0
30F45	Pioneer	5853	63125	0,99	6,5
Z 8474	Zeneca	5845	61875	1,03	23,3
C 645	Cargill	5845	68540	0,97	13,8
C 805	Cargill	5799	63335	0,95	9,9
Z 8392	Zeneca	5788	60415	1,00	33,6
P 3072	Pioneer	5712	63960	0,98	17,7
Exp 9703	Braskalb	5707	65000	0,93	9,4
C 808	Cargill	5693	64165	0,94	14,8
XL 212	Braskalb	5638	63125	0,96	9,2
P 3099	Pioneer	5638	65210	1,00	17,2
P 3071	Pioneer	5566	67710	0,97	13,5
AG 9012	Agroceres	5492	59790	1,04	29,9
P 3041	Pioneer	5489	62710	0,96	16,0
P3063	Pioneer	5427	62915	0,96	13,2
XL 321	Braskalb	5297	62915	0,95	12,1
Star	Novartis	5266	63960	1,00	31,2
C 806	Cargill	5254	63750	0,90	6,6
P 3069	Pioneer	5150	64165	0,98	17,5
AS 32	Agroeste	5098	61040	0,98	22,5
AG 9014	Agroceres	5071	63335	0,99	30,5
XL 220	Braskalb	5012	64585	0,96	10,8
P 3081	Pioneer	4985	64585	0,98	17,3
T 96084	Agroeste	4976	61460	0,99	13,7
G 159S	Novartis	4955	64375	0,96	22,9
C 909	Cargill	4913	62915	0,93	2,0
32R21	Pioneer	4907	61040	1,03	5,8
C 505	Cargill	4845	66040	0,98	26,2
AG 3010	Agroceres	4680	61665	0,95	16,7
AS 523	Agroeste	4504	63125	0,93	22,4
AG 5014	Agroceres	4343	62500	0,96	20,2
Saracura	Embrapa	3711	54375	1,03	36,5
Média geral		5449	62885	0,98	17,7

¹ Corrigido para 13% de umidade

Tabela 3. Rendimento de grãos e população final de 39 híbridos de milho, avaliados em solo hidromórfico na Embrapa Pecuária Sul, em Bagé, RS., nos anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Cultivar	Obtento	Rendimento de grãos ¹ (kg/ha)		População final (pl./ha)	
		98/99	99/00	98/99	99/00
AG 5011	Agrocere	6181	12672	51250	64167
Z 8420	Zeneca	6091	12644	52500	64167
P 30R07	Pioneer	-	12603	-	59583
Z 8330	Zeneca	4380	12454	41667	59167
P 30F33	Pioneer	7305	12299	53333	62083
BRS 3060	Aventis	-	12211	-	57500
XL 344	Dekalb	5914	12192	51250	57917
C 747	Dekalb	-	12044	-	62083
P 3021	Pioneer	5930	11966	52500	64583
Z 8550	Zeneca	-	11887	-	57500
Tork	Novartis	-	11883	-	62917
P 3027	Pioneer	-	11629	-	63750
AG6018	Agrocere	6254	11459	53750	60417
P 30F80	Pioneer	-	11310	-	60417
AGN 3060	Agromen	-	11220	-	63333
C 929	Dekalb	6257	11202	50833	62917
Z 8410	Zeneca	-	11178	-	58750
C 806	Dekalb	5610	10930	52500	62083
P 30K75	Pioneer	7073	10822	54167	63333
P 3071	Pioneer	6010	10730	54167	60417
AGN 3150	Agromen	-	10646	-	57083
A 2288	Aventis	-	10463	-	59583
AGN 2012	Agromen	-	10420	-	54583
XL 215	Dekalb	6242	10391	52500	62917
XL 320	Dekalb	-	10146	-	60000
BRS 2110	Aventis	-	9935	-	50000
AGN 3100	Agromen	-	9499	-	58750
P 3063	Pioneer	6806	-	56250	-
P 3081	Pioneer	6525	-	51250	-
XL 212	Dekalb	6114	-	57083	-
C 855	Dekalb	6069	-	43333	-
P 3069	Pioneer	5968	-	51667	-
Avant	Novartis	5954	-	50417	-
Z 8486	Zeneca	5845	-	49583	-
Z 8474	Zeneca	5832	-	51667	-
P 3041	Pioneer	5757	-	55000	-
C 901 (T) ¹	Dekalb	6488	8782	50417	59583
AG 9014 (T)	Agrocere	6002	10879	55833	59583
G 800 (T)	Novartis	6329	12389	53333	60417
Média testemunhas		6273	10683	53194	59861
Média geral		6122	11296	51927	60319

(T) Testemunhas; ¹ corrigido para 13 % de umidade.

Tabela 4. Características agronômicas de 39 híbridos de milho, avaliados em solo hidromórfico na Embrapa Pecuária Sul, em Bagé, RS., nos anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Cultivar	Est. planta (cm)		Alt. espiga (cm)		Índice de espigas		Quebram. (%)		Acamamento (%)	
	98/99		98/99		98/99		98/99		98/99	
		99/00		99/00		99/00		99/00		99/00
AG 5011	223	267	117	140	1,07	1,11	2,4	3,0	1,8	2,2
Z 8420	213	257	107	140	1,03	1,09	3,2	9,1	2,4	1,3
P 30R07	-	253		117		1,01		5,2		0,7
Z 8330	217	273	110	153	1,20	1,17	3,8	9,2	0,0	2,3
P 30F33	230	260	117	140	1,06	1,03	6,9	13,7	0,0	0,0
BRS 3060	-	290	-	157	-	1,12	-	5,5	-	1,9
XL 344	230	253	120	133	1,17	1,35	7,9	5,7	1,7	1,8
C 747	-	277	-	143	-	1,18	-	4,5	-	0,2
P 3021	213	263	113	137	1,0	1,01	0,8	0,7	0,0	1,6
Z 8550	-	277	-	143	-	1,21	-	6,8	-	1,4
Tork	-	260	-	143	-	1,07	-	3,5	-	0,0
P 3027	-	280	-	160	-	1,14	-	9,4	-	0,0
AG 6018	237	263	120	130	1,04	1,08	1,6	2,7	0,0	0,7
P 30F80	-	277	-	153	-	1,08	-	2,7	-	0,0
AGN 3060	-	280	-	143	-	1,07	-	6,7	-	2,0
C 929	210	280	103	143	1,12	1,10	6,5	1,7	0,9	0,2
Z 8410	-	273	-	147	-	1,08	-	4,8	-	1,8
C 806	217	257	103	123	1,01	1,09	1,7	1,3	0,0	0,0
P 30K75	220	237	117	130	1,02	1,01	8,4	3,6	0,0	0,2
P 3071	220	267	113	267	1,00	1,08	1,6	15,2	0,0	0,9
AGN 3150	-	260	-	137	-	1,13	-	10,1	-	1,9
A 2288	-	263	-	130	-	1,03	-	4,2	-	2,0
AGN 2012	-	270	-	140	-	1,06	-	7,6	-	0,3
XL 215	203	237	103	130	1,00	0,96	0,8	0,5	0,0	0,0
XL 320	-	237	-	120	-	1,13	-	2,9	-	0,0
BRS 2110	-	287	-	153	-	1,38	-	1,7	-	2,5
AGN 3100	-	280	-	150	-	1,06	-	13,0	-	1,4
P 3063	220	-	107	-	1,01	-	5,1	-	3,7	-
P 3081	207	-	100	-	1,03	-	2,3	-	0,0	-
XL 212	207	-	107	-	0,99	-	2,2	-	3,6	-
C 855	213	-	113	-	1,05	-	3,0	-	6,7	-
P 3069	213	-	103	-	0,92	-	0,8	-	1,7	-
Avant	210	-	120	-	1,05	-	1,7	-	1,6	-
Z 8486	223	-	117	-	1,00	-	4,2	-	0,0	-
Z 8474	220	-	110	-	0,97	-	3,2	-	1,6	-
P 3041	210	-	103	-	1,01	-	3,0	-	0,0	-
C 901 (T) ¹	190	240	90	117	1,06	1,03	0,0	5,5	3,9	0,6
AG 9014 (T)	217	253	117	140	0,94	1,07	0,0	5,8	2,9	0,7
G 800 (T)	223	277	120	150	1,15	1,34	1,6	2,8	0,8	2,3
Média	210	257	109	136	1,05	1,15	0,5	4,7	2,5	1,2
testemunhas	216	265	110	139	1,04	1,11	3,0	5,6	1,4	0,9
Média geral										

Quanto a variedades de polinização aberta, os resultados disponíveis de testes em solos hidromórficos no Estado, são de apenas dois anos, em Bagé (Tabela 5 e 6).

Tabela 5. Rendimento de grãos e população final de 26 variedades e 4 híbridos de milho, avaliados em solo hidromórfico na Embrapa Pecuária Sul, em Bagé, RS., nos anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Cultivar	Obtendor	Rendimento de grãos ³ (kg/ha)		População final (pl./ha)	
		98/99	99/00	98/99	99/00
PF 220	Embrapa Trigo	5647	10593	39167	58750
Fundacep 35	Fundacep	3900	10122	32083	59167
Fundacep 34	Fundacep	4226	10047	36667	61250
PF 320	Embrapa Trigo	4910	9889	39583	59583
CPPP 972	Epagri/CPPP	-	9883	-	57083
PF 440 (BRS Planalto)	Embrapa Trigo	4483	9767	37500	56250
AL 30	F. A. Leonel/CATI	3957	9705	36250	57500
BRS 4154 (Saracura)	Embrapa Milho e Sorgo	-	9581	-	56250
AL 25	F. A. Leonel/CATI	4291	9526	40000	56250
CPA 144	Embrapa C. Temperado	3300	9503	31667	57917
BR 5202 (Pampa)	Embrapa C. Temperado	2071	9326	18750	57917
BRS 4150	Embrapa Milho e Sorgo	4334	9310	41667	59583
AL 34	F. A. Leonel/CATI	4179	9282	37083	58750
AL CG4	F. A. Leonel/CATI	-	9230	-	58750
BR 106	Embrapa Milho e Sorgo	4070	9118	47917	58333
BR 451 QPM	Embrapa Milho e Sorgo	5129	9113	43333	57917
PF 340	Embrapa Trigo	4725	8979	32917	60417
CMS 59	Embrapa Milho e Sorgo	3951	8878	43333	53750
AL Manduri	F. A. Leonel/CATI	3667	8772	32083	61250
CEP 922	Fundacep	-	8654	-	59583
BR 473 QPM	Embrapa Milho e Sorgo	4182	8010	40417	58333
BRS Sol da Manhã	Embrapa Milho e Sorgo	-	7647	-	58333
POP 9275 BR	Fepagro	1661	6689	27500	48750
CMS 39	Embrapa Milho e Sorgo	4558	-	43750	-
Cunha nº 2	O.N.G.	1552	-	25000	-
AG 1051 (T) ¹	Agrocerec	5420	-	47917	-
C 444 (T) ¹	Dekalb	4719	11181	37917	61667
C 901 (T) ¹	Dekalb	5159	8883	37083	64583
CEP 304 (T) ²	Fundacep	2241	9685	34167	56667
Média testemunhas		4385	9916	39271	60972
Média geral		4014	9284	36823	58253

¹ Testemunhas híbridas; ² Testemunha varietal; ³ Corrigido para 13% de umidade.

Tabela 6. Características agrônômicas de 26 variedades e 4 híbridos de milho, avaliados em solo hidromórfico na Embrapa Pecuária Sul, em Bagé, RS., nos anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000.

Cultivar	Est. planta (cm)		Alt. espiga (cm)		Índice de espigas		Quebram. (%)		Acamamento (%)	
	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00	98/99	99/00
PF 220	243	303	140	160	1,15	1,12	6,4	7,4	12,7	10,1
Fundacep 35	210	267	103	133	1,09	1,13	2,6	8,4	5,5	0,5
Fundacep 34	227	270	113	130	1,18	1,04	4,4	8,8	3,4	1,9
PF 320	247	290	127	153	1,11	0,97	7,4	7,0	5,4	2,7
CPPP 972	-	260	-	120	-	1,18	-	5,7	-	1,8
PF 440 (BRS Planalto)	243	280	127	133	1,11	1,11	11,3	7,2	10,8	4,9
AL 30	233	290	117	157	1,10	1,04	0,0	8,2	7,5	7,1
BRS 4154 (Saracura)	-	293	-	163	-	1,25	-	8,9	-	2,9
AL 25	250	290	130	167	1,16	1,07	6,3	6,2	5,2	5,2
CPA 144	227	293	127	157	1,10	1,03	0,0	7,2	27,8	7,6
BR 5202 (Pampa)	247	273	137	137	1,01	1,04	1,7	8,4	11,1	6,2
BRS 4150	237	290	120	150	1,0	1,04	3,9	4,0	19,7	3,3
AL 34	250	297	130	167	1,05	1,02	1,19	11,9	2,15	1,3
AL CG4	-	290	-	157	-	1,12	-	6,9	-	2,0
BR 106	240	300	130	183	1,29	1,45	11,2	10,5	13,8	11,8
BR 451 QPM	213	267	103	127	1,13	1,06	5,1	8,4	21,4	6,1
PF 340	237	273	130	133	1,18	1,02	6,4	4,6	9,7	3,4
CMS 59	230	287	127	150	1,12	1,16	8,8	4,7	13,6	3,1
AL Manduri	250	290	150	170	1,14	1,05	4,9	3,8	9,3	1,7
CEP 922	-	273	-	140	-	1,01	-	6,5	-	5,3
BR 473 QPM	233	283	120	140	1,13	1,05	5,3	12,0	13,8	2,1
BRS Sol da Manhã	-	263	-	133	-	1,04	-	7,1	-	7,1
POP 9275 BR	243	300	143	187	1,02	0,89	4,8	7,9	30,6	36,5
CMS 39	243	-	133	-	1,16	-	13,3	-	8,7	-
Cunha nº 2	273	-	140	-	0,91	-	1,5	-	50,8	-
AG 1051 (T) ¹	230	-	127	-	1,10	-	6,8	-	6,2	-
C 444 (T) ¹	223	277	107	120	1,08	1,15	0,9	5,3	0,0	1,3
C 901 (T) ¹	187	230	87	110	1,00	1,02	4,4	4,5	0,0	0,0
CEP 304 (T) ²	237	297	130	180	1,23	1,10	4,6	9,3	10,2	7,9
Média	219	268	113	137	1,10	1,09	4,2	6,4	4,1	3,1
testemunhas	236	282	125	148	1,11	1,08	5,1	7,3	12,4	5,5
Média geral									8	

¹ Testemunhas híbridas; ² Testemunha varietal.

As diferenças nos resultados entre anos, da mesma forma que foi comentado para os híbridos, deveu-se à época de semeadura. Observou-se uma diferença na média do rendimento de grãos em torno de 2000 kg/ha, maior para os híbridos, nos dois anos. A população de plantas por área também foi maior para os híbridos, enquanto que as porcentagens de acamamento e quebraimento de plantas foram altos em algumas variedades (acima de 20%). Estes aspectos, ligados a outros próprios de cada tipo de

genótipos, devem ser considerados na escolha de híbridos ou variedades de milho para cultivo.

A Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu e lançou, em 1996, para as condições de clima tropical, a variedade Saracura, denominada atualmente de BRS 4154 (Saracura), com tolerância ao excesso de umidade em solos de aluvião, ou seja, solos profundos, diferentes dos que se encontram nas várzeas do RS. A referida variedade apresenta, em ambiente de clima temperado, ciclo longo e desuniformidade na estatura das plantas, sendo indicada apenas para áreas de cultivo não mecanizado.

Os testes de variedades deverão ser continuados em outras condições de cultivo, em solos hidromórficos, para que se tenha melhores condições de avaliar a sua adaptação ao ambiente das várzeas do RS.

ESCOLHA DAS CULTIVARES

O milho é uma das culturas mais estudadas e trabalhadas no campo do melhoramento genético, onde empresas públicas e privadas têm investido muito, obtendo-se significativas melhorias em suas características agrônômicas e, principalmente, em produtividade de grãos.

A escolha de uma cultivar não pode ser feita baseando-se, simplesmente, em gosto pessoal, preço ou disponibilidade de sementes. Deve-se levar em consideração outros itens importantes, tais como: objetivo ou destino da produção, época de semeadura, características de solo e clima, tecnologias disponíveis e possibilidades de investimento. A escolha deve envolver completa avaliação de informações, fornecidas por técnicos, empresas, instituições públicas e agricultores, bem como observações pessoais, em safras passadas. No caso das várzeas, a escolha deve ser baseada na capacidade da cultivar adequar-se aos solos hidromórficos, pouco profundos, possuir colmo vigoroso, estatura adequada de planta, baixa inserção de espiga e resistência ao acamamento e quebramento.

A indicação de híbridos e variedades para o Rio Grande do Sul é bastante ampla (115 híbridos e 15 variedades para a safra 2000/2001) e não especifica região ou tipo de ambiente (solo, clima, etc) ocasionando uma carência de informações sobre a adaptação de cultivares a condições peculiares, como é o caso dos solos hidromórficos. Os produtores de arroz irrigado que desejam diversificar sua produção com culturas de verão, relacionam como uma das principais dúvidas qual a adaptação e produtividade das cultivares de milho disponíveis no mercado.

Na Tabela 7 é mostrada a relação dos híbridos preferenciais para o cultivo em várzeas, com base nos resultados obtidos em testes de cultivares conduzidos, anualmente, em áreas de rotação com o arroz irrigado, levando-se em conta a estabilidade de produção, características favoráveis e a sua presença no Registro Nacional de Cultivares, do Ministério da Agricultura e Abastecimento. Estão listadas as marcas comerciais, a sigla das cultivares e as classificações quanto ao tipo e ciclo, de acordo com a denominação de cada empresa.

Esta relação não exclui, de forma alguma, as recomendações feitas pelos obtentores dos materiais genéticos, nem serve como instrumento oficial de financiamento e/ou seguro agrícola. Apenas fornece aos produtores uma síntese das cultivares avaliadas em testes conduzidos em uma condição peculiar de cultivo, no caso, os solos hidromórficos do Rio Grande do Sul.

Tabela 7. Híbridos de milho preferenciais para solos hidromórficos. Ano agrícola 2000/2001

AGROCERES	
	AG 9012 (simples-superprecoce)
	AG 5011 (triplo-precoce)
	AG 6018 (triplo-superprecoce)
AGROMEN	
	AGN 3060* (triplo-superprecoce)
	AGN 3100* (triplo-superprecoce)
AVENTIS	
	BRS 3060* (triplo-precoce)
DEKALB	
	XL 212 (simples-precoce)
	XL 214 (simples-precoce)
	XL 215 (simples-precoce)
	XL 344 (triplo-precoce)
	C 901 (simples-superprecoce)
	C 929 (simples-precoce)
	C 806 (triplo-superprecoce)
	C 855 (triplo-superprecoce)
	C 747 (triplo modificado-precoce)
NOVARTIS	
	Avant (simples-precoce)
	Premium (simples-precoce)
	Tork (simples-precoce)
	G 800 (duplo-precoce)
PIONEER	
	30F33 (simples-precoce)
	30R07* (simples-precoce)
	30K75 (simples-semiprecoce)
	P 3041 (triplo-precoce)
	P 3063 (triplo-precoce)
	P 3071 (triplo-precoce)
	P 3021 (triplo-semiprecoce)
ZENECA	
	Z 8474 (simples-precoce)
	Z 8392 (simples-superprecoce)
	Z 8330 (triplo-superprecoce)

*preliminar (1 ano de teste).

MANEJO DA CULTURA DO SORGO

Antonio André Amaral Raupp¹

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo granífero, no Rio Grande do Sul, utiliza uma área de aproximadamente 60 mil hectares. A região de Bagé, é onde se cultiva a maior área, devido às condições de déficit hídrico que normalmente ocorre nesta região, inviabilizando outras culturas.

Em outras regiões, o sorgo está sendo cultivado e possui grandes perspectivas de incremento de áreas. É o caso de regiões arrozeiras, onde esta cultura é usada com o objetivo de controle de invasoras, principalmente do arroz-vermelho, na forma de rotação de culturas. Está com incentivo, também, nas regiões produtoras de suínos e aves, onde tradicionalmente há deficiência na oferta de milho.

No sistema de produção de sorgo em rotação com arroz irrigado, há necessidade de um planejamento adequado da lavoura, iniciando com o preparo do solo de forma convencional, para que provoque a germinação e emergência do arroz-vermelho a ser controlado com a ação do herbicida aplicado no sorgo.

Outra prática importantíssima é a implantação de um sistema eficiente de drenagem, sem o qual não se recomenda a implantação de culturas alternativas em rotação com arroz irrigado. Compreende o aplainamento do solo e após, usar intensamente o valetamento das áreas mais baixas, de maneira que não se formem pequenas lagoas sobre a lavoura.

No que se refere à época de semeadura, recomenda-se o período de fins de outubro até fins de dezembro. Para que não haja sobreposição de atividades na propriedade, recomenda-se que seja feita a semeadura do arroz e logo em seguida proceda-se a do sorgo. Esta semeadura pode ser realizada com semeadeiras próprias para sorgo, com discos perfurados. Em caso de não ter disponibilidade desta máquina, pode-se usar as de arroz, com sistemas de roletes.

As semeadoras devem ser reguladas, para sorgo granífero, de forma que semeiem de 20 a 22 sementes por metro linear, com 3 cm de profundidade de sulco, e com a distância de 65 a 70 cm entre as linhas. Com esta regulagem, usa-se de 8 a 10 kg de semente por hectare.

No caso do sorgo para silagem, de porte alto, as regulagens são as mesmas, somente alterando o nº de sementes por metro linear, que passa a ser de 15 a 18 sementes.

¹ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal, 403, CEP: 96001-970 – Pelotas, RS.

Em se tratando do sorgo de corte/pastejo, as recomendações de preparo de solo e drenagem são as mesmas, entretanto recomenda-se semear o mais cedo possível, o que, na região de Bagé, deverá ser em meados de outubro, de forma a aumentar o período de pastejo. A regulagem das semeadeiras deve ser de maneira que semeiem 20 a 22 sementes por metro linear, com espaçamento entre as linhas de 30 a 50 cm (Tabela 1).

Esse tipo de sorgo, quando usado para pastejo, deve ser utilizado com 50 cm de altura e de preferência em pastejo rotativo.

As cultivares indicadas para cultivo, de cada tipo de sorgo, encontram-se listadas nas tabelas 2,3 e 4. Esta listagem é atualizada anualmente.

Tabela 1. Quantidade de semente por metro linear, e por hectare e espaçamento entre linhas a ser usado na ocasião da semeadura.

Tipos de Sorgo	Quantidade De Sementes		Espaçamento
	Metro Linear (Nº)	Hectare (Kg)	Entre Linhas (Cm)
Granífero	20-22	8-10	65-70
Silageiro	15-18	7-9	65-70
Corte/Pastejo	20-22	15-25	30-50

Tabela 2. Indicação de Cultivares de sorgo granífero safra 2000/2001 para cultivo no RS

Cultivares	Presença de tanino	Obtatora junto ao SNPC/MA
AG 1017	Não	AGROCERES
AG 1018	Não	AGROCERES
AG 2005	Não	AGROCERES
AG 3002	Sim	AGROCERES
ASG 6304	Não	SEMEALI
ASG 9902	Sim	SEMEALI
ASG 9904	Sim	SEMEALI
XB 6022	Não	SEMEALI
RANCHEIRO	Não	SEMEALI
RUBY	Não	SEMEALI
ESMERALDA	Não	SEMEALI
DK 57	Não	BRASKALB
DK 67	Sim	BRASKALB
DK 861	Sim	BRASKALB
DK 865	Não	BRASKALB
C 42	Não	CARGIL
C 51	Sim	CARGIL
Z 544	Sim	ZENECA
Z 822	Não	ZENECA
BR 303	Não	EMBRAPA
BR 304	Não	EMBRAPA
BRS 305	Sim	EMBRAPA
BRS 306	Não	EMBRAPA
G 135	Sim	NOVARTIS
G 903	Sim	NOVARTIS
TELEN	Sim	NOVARTIS
MELINCUE	Não	NOVARTIS
M 858	Sim	MORGAM
MS 1	Sim	MORGAM
P 8118	Não	PIONEER
P 8419	Sim	PIONEER
P 82G55	Não	PIONEER

Tabela 3. Cultivares de sorgo silageiro safra 2000/2001 para cultivo no RS

Cultivar	Altura média das plantas (cm)	Obtentora junto ao SNPC/MA
P8419	160	PIONNER
DK 861	162	BRASKALB
Massa03	168	ZENECA
C 51	172	CARGIL
BRS 701	173	EMBRAPA
CEXP 9701	180	CARGIL
AG 2005	182	AGROCERES
AGX 217	183	AGROCERES
BR 700	190	EMBRAPA
AG 2006	206	AGROCERES
AGX 215	208	AGROCERES
C 15	219	CARGIL
AGX 213	221	AGROCERES
BR 601	226	EMBRAPA
AG 2002	232	AGROCERES
DK 915	233	BRASKALB
RS 11	235	FEPAGRO
RS 17	260	FEPAGRO
RS 12	264	FEPAGRO
PAST 2 A	266	FEPAGRO
RS 18	278	FEPAGRO

Tabela 4. Cultivares de sorgo para corte/pastejo

Cultivares	Obtentora junto ao SNPC/MA
AG 2501 C	AGROCERES
BRS 800	EMBRAPA
P 855 F	PIONEER
RENDIDOR 6	MORGAM

DRENAGEM E IRRIGAÇÃO PARA MILHO E SORGO CULTIVADOS EM ROTAÇÃO COM ARROZ IRRIGADO

Claudio Alberto Souza da Silva¹
José Maria Barbat Parfitt¹

DRENAGEM

A característica dominante dos solos de várzea da Região Sul do Brasil é a deficiente drenagem natural, devido à topografia predominantemente plana e às características físicas e hidrodinâmicas do horizonte A, assentado sobre uma camada impermeável. Segundo Gomes et al., 1992, os principais problemas físicos dos solos de várzea do Sul do País estão relacionados ao dimensionamento de determinados atributos tais como: alta densidade, baixa porosidade, alta relação micro/macroporosidade (excessiva predominância de microporos sobre os macroporos e, em consequência, pouco espaço aéreo), baixa capacidade de armazenamento de água, condutividade hidráulica reduzida, baixa velocidade de infiltração, e consistência desfavorável. O cultivo de espécies sensíveis ao excesso hídrico, nestas condições, requer especial atenção visando a implantação de um sistema de drenagem eficiente.

As formas básicas de drenagem são a superficial e a subsuperficial. Entende-se por drenagem superficial aquela na qual a água atinge o dreno através da superfície, ou seja, aquela parte da chuva ou irrigação que não infiltrou no solo; com pouca influência sobre o lençol freático ou zonas saturadas. A drenagem subsuperficial, a que drena o perfil do solo, é ineficiente nos planossolos, devido à baixa condutividade hidráulica dos mesmos. A drenagem superficial é o único caminho viável para a retirada do excesso hídrico, sendo que o objetivo principal da mesma é não permitir a formação de lâmina de água sobre o terreno.

As áreas de várzeas normalmente já possuem a infraestrutura do arroz irrigado (drenos principais, canais de irrigação, etc.). Entretanto, deve-se observar que a exigência do milho e do sorgo, em drenagem, é superior a do arroz irrigado tendo-se, portanto, que adequá-la à cultura.

¹ Pesquisador da Embrapa de Clima Temperado. Pelotas, RS. Cx. Postal 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: claudio@cpact.embrapa.br

A sensibilidade ao excesso de água no solo é maior na cultura do milho do que na do sorgo. O milho é altamente suscetível nas fases iniciais de desenvolvimento e, um pouco menos, na floração, não sendo afetado no estágio de enchimento de grãos. Os danos causados às plantas são proporcionais à intensidade do estresse, ou seja, tempo de alagamento ou encharcamento do solo, e são irreversíveis (Figura 1). Deve-se evitar esta condição por períodos superiores a dois dias até a fase de pleno pendoamento do milho. A cultura do sorgo é mais tolerante às condições de alta umidade. A planta do sorgo granífero possui características de resistência ao excesso de água no solo, a partir da fase em que atinge 20 a 30 cm de altura, tolerando baixas tensões de O_2 .

Práticas que visam melhorar a drenagem superficial.

Aplainamento do solo

O aplainamento deve ser realizado com plainas que tenham capacidade de corrigir o micro-relevo, de forma a diminuir ao máximo as depressões e elevações do terreno (Figura 2). Esta operação é a mesma que se faz normalmente no preparo do solo para o cultivo do arroz, porém deve ser executada de forma a mais criteriosa possível, de modo a não permitir futuros pontos de alagamento. Quando o sistema de cultivo passa a ser o plantio direto, esta operação inicial reveste-se ainda de maior importância, uma vez que o terreno não mais será preparado por vários anos.

Rebaixamento das bordas altas nas periferias da lavoura.

Com os trabalhos periódicos da limpeza de valetas e de preparo do solo (lavrações e gradagens), em muitos casos, as bordas dos quadros tendem a ficar em plano mais elevado que a área interna da lavoura, impedindo a remoção do excesso de água do interior da mesma. O trabalho de rebaixamento destas bordas, normalmente, é realizado com equipamentos mais eficientes para grandes cortes, como moto-niveladoras e "scrapers".

Valeteamento

O valeteamento é o componente principal do sistema de drenagem interna da lavoura. É através de pequenos drenos que se consegue encaminhar os excessos de água até os drenos coletores externos que compõem a macrodrenagem.

A construção destes drenos é feita entre as operações de semeadura e aplicação de herbicidas, quando o sistema envolve o preparo do solo. No caso do plantio direto ou mínimo, os drenos devem ser abertos por ocasião da semeadura da cultura de inverno, que objetiva a cobertura morta do solo, e refeitos quando necessário.

A locação dos drenos deve ser feita com base em um estudo prévio das condições do terreno. Quando se tem bem claro a localização das depressões e as declividades da área, ou seja, o encaminhamento natural das águas, os drenos devem ser locados segundo estas condições. Caso contrário, recomenda-se a abertura de valetas equidistantes, espaçadas de 20 a 40 m entre si, de acordo com a maior ou menor dificuldade de drenagem do solo (solos mais pesados ou mais leves e mais planos ou menos planos). Em certos casos, a demarcação dos drenos pode ser de difícil execução, podendo-se então traçar uma espécie de quadriculado, valeteando-se nos dois sentidos do terreno. Este traçado deve ser utilizado quando a lavoura é implantada em áreas sistematizadas sem declive (cota zero).



Figura 1. Dano severo provocado pelo encharcamento do solo em uma lavoura de milho. Rosário do Sul, 1999.



Figura 2. Operação de aplainamento do solo. Embrapa Clima Temperado, 1999.

O tipo de dreno utilizado difere com o de sistema de cultivo, com e sem preparo do solo. No sistema convencional, devido à instabilidade do solo, tendo o risco do dreno obstruir-se, estes devem ter abertura em torno de 30 cm (Figura 3). No sistema plantio direto ou mínimo, utiliza-se valetadeira que proporciona menor largura de dreno (12 cm), resultando em eficiente drenagem e possibilitando a passagem de máquinas sem transtornos (Figura 4).

Desaguador

Depois de implantada a lavoura e após a primeira chuva ou irrigação, um operário, munido de pá ou enxada, deve encaminhar as águas acumuladas em depressões que por ventura persistirem, para os drenos mais próximos e também verificar se os mesmos estão sendo eficientes, observando se a água flui com facilidade para os drenos coletores.

IRRIGAÇÃO

As culturas produtoras de grãos, alternativas ao arroz irrigado, ao serem implantadas nas várzeas do RS, encontram restrições por fatores climáticos (chuvas irregulares) e de solos (baixa capacidade de armazenamento de água) na maioria das regiões. Segundo Buriol et al., (1980), a intensidade e frequência das deficiências hídricas no Estado, considerando cada estação, aumentam no fim da primavera, são máximas no verão, diminuem no outono e são mínimas no inverno e início da primavera. Esta condição torna-se cada vez mais intensa do centro para o extremo sul do Estado.

Quanto às disponibilidades térmicas, a cultura do milho pode ser implantada praticamente em todas as regiões climáticas do RS, a exceção da Serra do Nordeste que apresenta estação de crescimento demasiadamente curta, com insuficiência térmica para o milho. Já, com relação às disponibilidades hídricas o mesmo não ocorre devido à má distribuição ou à deficiência de chuvas, como é o caso das regiões com solos hidromórficos. No entanto, estas regiões podem passar da classificação de marginais e toleradas ao cultivo do milho, para preferenciais, por meio da irrigação suplementar.

A maioria dos solos de várzea, principalmente o planossolo típico, que por apresentar o horizonte superficial pouco profundo e assentado sobre um horizonte B argiloso e impermeável, possui baixa capacidade de armazenamento de água. Essa característica, aliada a problemas decorrentes do manejo e preparo destes solos, como a presença quase generalizada de uma camada compactada aos 15 cm de profundidade, determina frequentes períodos de estresse por déficit hídrico aos cultivos.

Por outro lado, tendo em vista a deficiente drenagem natural da maioria destes solos e a sensibilidade das culturas alternativas ao excesso hídrico, é interessante, sempre que possível, observar as previsões climatológicas de longo prazo para o planejamento da lavoura. Previsões que indicam anos muito chuvosos, como é o caso da ocorrência do fenômeno chamado "El Niño", podem auxiliar na tomada de decisão da cultura a ser plantada e da área a ser cultivada. Previsões de anos muito secos, alertam para que as lavouras sejam estruturadas para serem irrigadas.

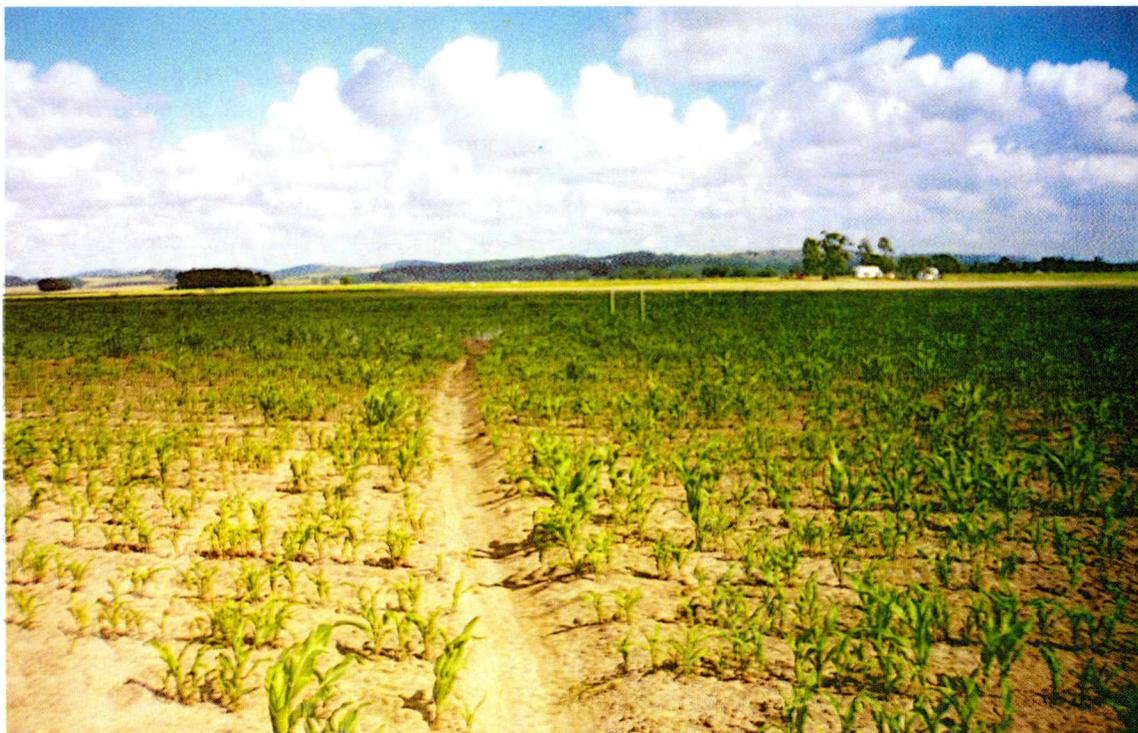


Figura 3: Dreno para drenagem interna da lavoura confeccionado com valetedeira para cultivo convencional. Embrapa Clima Temperado, 1999.



Figura 4. Dreno para drenagem interna da lavoura confeccionado com valetedeira para cultivo no sistema plantio direto. Jaguarão, 1998.

Necessidade hídrica das culturas

A planta de sorgo apresenta características de resistência ao déficit hídrico, após o pleno estabelecimento da lavoura. A partir do estágio 3 (7 a 10 folhas), quando ocorre a diferenciação da panícula, o sorgo passa a ter grande absorção de água e nutrientes. O período em que o déficit de água proporciona maior efeito sobre o rendimento de grãos da cultura está compreendido entre o perfilhamento e a emissão da panícula (entre 30 e 60 dias após a emergência). O consumo médio de água da cultura do sorgo, durante todo o seu ciclo, está em torno de 460 mm. Considerando um período prolongado de tempo e as variabilidades climáticas, a cultura do sorgo apresenta maior estabilidade de produção que a do milho.

Para o milho, segundo Magalhães & Paiva, citados por Embrapa, 1996, o efeito da falta de água associado à produção de grãos é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta:

- a) iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado (estádios V11 e V12);
- b) período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, sendo a presença d'água importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e penetração do tubo polínico (estádio R1);
- c) enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca (estádios R2 e R4).

Parfitt & Silva, 1995, conduziram experimento visando determinar o efeito da deficiência hídrica no milho em planossolo, na safra 1994/95, chegando às seguintes conclusões: O período mais sensível à deficiência hídrica, em relação ao rendimento de grãos, foi o da floração; a deficiência hídrica no período vegetativo diminuiu a estatura das plantas e, a ocorrência de deficiência hídrica no período da floração provocou uma redução no rendimento de grãos de 41,7%. As produtividades médias, nos tratamentos em que o milho foi irrigado, durante todo o ciclo, e no não irrigado, foram de 9.047 e 5.269 kg/ha, respectivamente. O consumo médio de água da cultura do milho varia de 540 a 570 mm.

Métodos de irrigação.

A irrigação possibilita que a cultura expresse seu potencial de produção, com o máximo aproveitamento dos insumos disponíveis. Vários métodos de irrigação para cultivos extensivos tais como aspersão, sulcos e inundação, podem ser utilizados em lavouras de milho e sorgo implantadas em áreas de várzeas.

Aspersão

A aspersão é um dos métodos de melhor distribuição e de menor gasto de água para culturas extensivas, porém depende de maiores investimentos iniciais, na compra de equipamentos e demanda maior potência energética instalada. Além disso, os equipamentos automatizados de aspersão, são muitas vezes incompatíveis com a estrutura implantada no sistema de produção das várzeas, onde a lavoura de arroz é a principal componente.

Sulcos

A irrigação por sulcos pode adaptar-se bem em grande parte dos solos de várzea. No entanto, a sua implantação, normalmente, requer a regularização do declive e do micro-relevo do terreno, através da sistematização.

Em áreas sistematizadas em nível (cota zero), a irrigação por sulcos pode ser realizada simplesmente elevando-se o nível da água até encher por completo os sulcos, permanecendo-se com os mesmos cheios por um determinado tempo, que é variável com o tipo de solo. Tanto em áreas sistematizadas em nível como em declive, a irrigação por sulcos pode ser combinada com o sistema de cultivo em camalhões, sendo eficiente para irrigar e melhorar substancialmente a drenagem. Por outro lado, este método é incompatível com o sistema de cultivo plantio direto, sistema este que traz inúmeras vantagens para o processo produtivo e se encontra em grande evolução no que se refere ao aumento da área plantada no Estado.

Inundação intermitente

O método de irrigação por inundação intermitente, também chamado de banhos, dispensa investimentos iniciais pois utiliza a estrutura já instalada para a irrigação do arroz, podendo ser realizada tanto em terrenos sistematizados como não sistematizados. Ao mesmo tempo conta com a longa experiência dos produtores, adquirida com a cultura do arroz. A adequação das estruturas de irrigação e de drenagem da lavoura do arroz para as de milho e sorgo encontra-se descrita no capítulo "Adequação da área para o plantio de milho e de sorgo irrigados por inundação", desta publicação. Esta adequação tem por finalidade permitir a aplicação da lâmina de água de forma rápida de modo que o solo não permaneça saturado por períodos prolongados.

Construção das taipas e semeadura

A irrigação por inundação tem como requerimento básico a construção de taipas, à exceção daquelas lavouras implantadas em áreas sistematizadas sem declive (cota zero). As taipas podem ser construídas antes ou após a semeadura do milho ou do sorgo. A implantação das taipas após a semeadura só é viável em lavouras relativamente planas, com um número pequeno das mesmas, pois caso contrário a perda de área de cultivo é muito grande.

Taipas antecipadas à semeadura possibilitam a irrigação por inundação em milho e sorgo em áreas mais declivosas, onde outros métodos de irrigação por superfície não são exequíveis e não proporcionam perda de áreas de cultivo (Figura 5).

Para a semeadura sobre taipas é necessária a utilização de semeadeiras articuladas como as utilizadas em plantio direto. No caso de lavouras em módulo familiar, a semeadura sobre as taipas poderá ser feita manualmente.

O sistema de plantio sobre taipas, se por um lado evita perdas na área de cultivo, por outro dificulta as práticas de manejo mecanizadas da lavoura devendo, inclusive, aumentar as perdas na colheita do milho. As perdas na colheita sobre taipas podem ser variáveis de acordo com o número e a distância entre elas e o sentido com que a colheitadeira as ultrapassa (transversal, longitudinal ou diagonal). Em colheita para silagem, observou-se um aumento adicional de perda na ordem de 4%. Na colheita de grãos de milho, ainda não se dispõe de informações da quantificação destas perdas. Em função disto, é importante que as taipas sejam as mais baixas possíveis, sem prejuízos para a irrigação por inundação, sendo interessante que a nivelção da lavoura seja efetuada com equidistância semelhante à realizada no arroz ou menor, se possível.



Figura 5. Milho semeado sobre taipas em área declivosa. Bagé, 1999.

Manejo da água de irrigação.



● Monitoramento da umidade do solo

O controle da irrigação, no que se refere ao momento de irrigar, pode ser realizado através de diferentes métodos, entre eles o acompanhamento do potencial matricial do solo com o uso de tensiômetros; leitura da evaporação em Tanque "Classe A" combinada com os coeficientes de culturas; estimativas da evapotranspiração de referência, obtidas em postos meteorológicos automatizados; etc..

Tendo em vista a dificuldade de obtenção de dados com os outros métodos, o uso de tensiômetros torna-se a maneira mais prática e econômica para se monitorar o momento de irrigar.

Tensiômetro

O tensiômetro é um aparelho destinado a medir o potencial matricial ou tensão da água no solo. Cada leitura de tensão corresponde a um percentual de umidade que é variável conforme o tipo de solo.

O instrumento é composto de uma cápsula porosa, um tubo de PVC rígido, uma tampa com vedação eficiente e um sistema de leitura de pressão negativa, podendo ser através de um vacuômetro ou coluna de mercúrio. Um desenho esquemático de tensiômetro é apresentado na Figura 6.

Após saturada a cápsula porosa (24 horas imersa em água), instala-se o aparelho à profundidade desejada (15 cm para solos rasos). A água do tensiômetro entra em conta-

to com a água do solo, através dos poros da cápsula, e o equilíbrio tende a estabelecer-se. Ocorre uma sucção sobre o instrumento e dele é retirada certa quantidade de água causando uma queda na pressão hidrostática. Estabelecido o equilíbrio, o potencial da água dentro do tensiômetro é igual ao potencial da água no solo e o fluxo cessa. A diferença de pressão é indicada pelo vacuômetro ou por uma coluna de mercúrio.

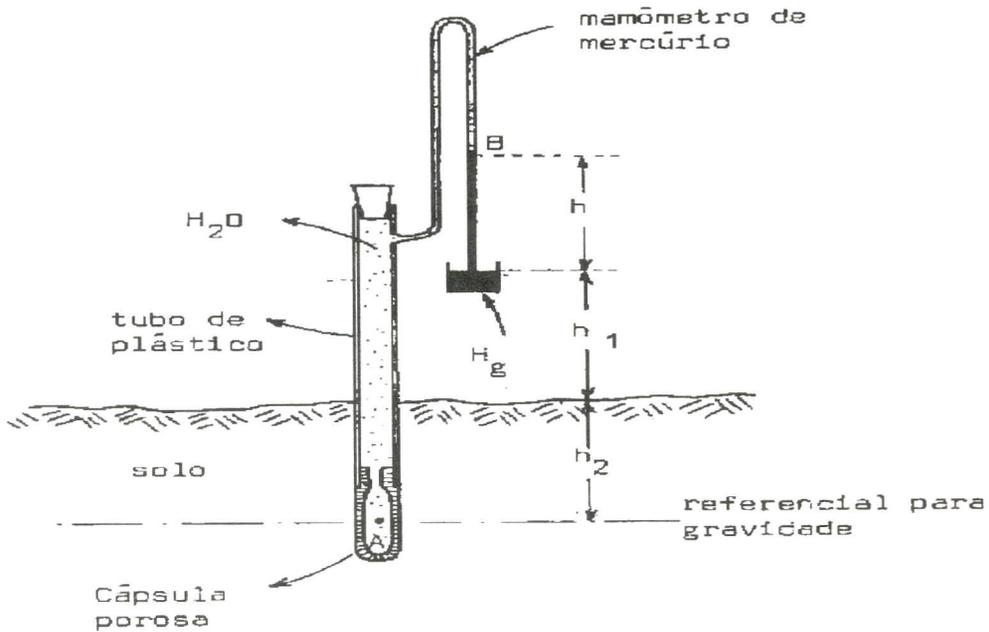


Figura 6. Desenho esquemático de um tensiômetro de mercúrio.

Para a cultura do milho, recomenda-se irrigar quando o potencial da água no solo atingir até 0,80 atm, na fase vegetativa, e 0,50 atm, após o pendoamento. A cultura do sorgo deverá ser irrigada quando a leitura do tensiômetro indicar 0,60 atm na fase vegetativa (aproximadamente 30 dias após a emergência até a emissão da panícula) e até 0,80 atm, no restante do ciclo. Uma atm corresponde a 76 cm de hg e a 10,33 m.c.a.

Os tensiômetros devem ser instalados, preferencialmente, no ponto de aplicação da lâmina média do quadro da lavoura, logo após o estabelecimento da cultura, a, aproximadamente, 10 cm de distancia de uma fileira de plantas (Figura 7). Utiliza-se um tensiômetro por unidade de área de irrigação. As leituras e manutenção dos equipamentos são realizadas de 24 a 48 horas, inicialmente, podendo ser com menor frequência à *posteriori*.

IMPORTANTE: Na fase vegetativa do milho (emergência ao pendoamento), as plantas, quando irrigadas pelo método de inundação, após terem sofrido estresse por deficit hídrico prolongado, apresentam um distúrbio fisiológico com sintomas e conseqüências semelhantes aos apresentados pelo encharcamento (Figura 1). Em vista disso, **deve-se** sempre monitorar a umidade do solo, irrigando-se no momento correto, não permitindo a

ocorrência de estresse. Se por um motivo ou outro o estresse ocorreu, durante a fase vegetativa do milho, não se deve irrigar e sim aguardar a próxima chuva para disponibilizar a água para a cultura.

Aplicação da água de irrigação

Uma vez tomados os cuidados descritos a seguir, tanto o milho como o sorgo podem ser irrigados, em áreas de várzea, em qualquer fase de seus ciclos.

Na época de se irrigar a lavoura, e sempre no sentido de se evitar qualquer encharcamento prolongado para as culturas, deve-se trabalhar com a previsão do tempo de curto prazo. Por exemplo, embora o monitoramento da umidade do solo indique a necessidade de se irrigar em um determinado dia, porém se as previsões climatológicas mostram a possibilidade de ocorrência de alta precipitação para os próximos dias, é interessante não irrigar, aguardando-se a confirmação das previsões. Isto evitaria de ocorrer uma chuva pesada em solo com alta umidade.

Quando a semeadura é realizada em solo com pouca umidade, pode-se realizar um banho rápido, visando a obtenção de uma boa emergência de plantas e conseqüentemente um bom estande na lavoura, ponto chave para o sucesso da mesma. Neste caso, a semeadeira deve ser regulada para enterrar a semente a pouca profundidade (3-4 cm). Este banho rápido deve ser realizado da mesma forma como indicado no ítem, a seguir. A irrigação por inundação intermitente aplicada no milho e no sorgo é semelhante à realizada na cultura do arroz, sendo que para esta última, ela é contínua, permanecendo a cultura com lâmina de água por longo tempo. A água é introduzida quadro a quadro da lavoura, aplicando-se a lâmina no primeiro, esgotando-o imediatamente e aproveita-se o excedente de água para o segundo quadro, seguindo-se assim até irrigar toda a lavoura (Figura 8).

Para maior rapidez na aplicação da lâmina de água, quando a irrigação é para as culturas de milho e sorgo, utiliza-se um maior número de entradas e saídas da água, com a utilização de canais auxiliares, como descrito no capítulo "Adequação da área para o plantio de milho e sorgo irrigados por inundação".

Tempo de permanência da água

Considerando a alta sensibilidade das chamadas culturas alternativas ao excesso de umidade no solo, principalmente o milho, o tempo de permanência da água de irrigação nos quadros da lavoura deve ser o menor possível.

Considerando também que o estágio vegetativo de desenvolvimento da planta de milho, da emergência ao pendoamento pleno, é o mais crítico em relação ao excesso de água, esta deve permanecer no quadro da lavoura somente o tempo suficiente para enchê-lo, esgotando-se o mesmo imediatamente.



1999.Figura 7. Tensiômetros de mercúrio instalados em lavoura. Embrapa Clima Temperado,



Figura 8. Irrigação por inundação intermitente em lavoura de milho. Embrapa Clima Temperado, 1999.

Nesta fase, o solo não pode permanecer saturado por mais de dois dias. Portanto, a irrigação não deve provocar o molhamento de todo o perfil do solo (não mais de 20 cm) para que, imediatamente após a retirada da lâmina de água, ocorra uma redistribuição da umidade da camada superficial saturada para as camadas inferiores. Nas fases posteriores do ciclo da cultura, principalmente a partir do início do enchimento de grãos, a saturação do solo por períodos mais prolongados, não é prejudicial.

A execução da irrigação para atender a estas condições depende do tipo de solo, da declividade do terreno, do tamanho dos quadros da lavoura, do número de entradas e saídas de água, da vazão utilizada, de um sistema de macro-drenagem bem dimensionado e da experiência do aguador.

Supressão da irrigação

Segundo Tacker, 1996, o teor de água armazenada no solo, durante o estágio R5 de desenvolvimento do milho (cera dura), pode ser usado como fator de decisão para determinar a supressão da irrigação. No caso do sorgo, cuja duração da fase reprodutiva é menor que a do milho, a irrigação poder ser suprimida entre 25 a 30 dias após a emissão da panícula. Se nestas fases destas culturas, o solo estiver com um bom conteúdo de umidade, a irrigação pode ser suprimida; caso contrário, ainda será necessária a aplicação de uma rega para que a cultura expresse a máxima produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURIOL, G.A. ESTEFANEL, V.; SACCOL, A.V.; HELDWEIN, A.B.; SCHNEIDER, F.M. Disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrência no estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v.10, p.1-141, março, 1980. Suplemento.
- GOMES, A. da S.; CUNHA, N.G. da; PAULETO, E.A.; SILVEIRA, R.J. da C.; TURATTI, A. Solos de várzea: uso e manejo. In: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, RS). *Solos e Irrigação*. Porto Alegre: Ed. Da Universidade UFRGS/ FEDERACI-TE, 1992.
- MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, F. Fisiologia da produção de milho. EMBRAPA. Serviço de Produção de Informação (Brasília, DF). *Recomendação Técnica para o cultivo do milho*. 2.ed. Brasília, 1997. p.85-92.
- TACKER, P. Irrigation. In: *Arkansas Corn Production Handbook*. Cooperative Extension Service. University of Arkansas. U.S. Department of Agriculture, end county Governments Cooperating. Arkansas, 1996. p.2-7.
- PARFITT, J.M.B.; SILVA, C.A.S. da. Efeito da deficiência hídrica na cultura do milho em planossolo Pelotas. Safra 94/95. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 40.; REUNIÃO TÉCNICA DO SORGO, 23. 1995, Pelotas. *Anais*. Pelotas: EMBRAPA/ IPAGRO/EMATER-RS, 1995. p.49-52.

ADEQUAÇÃO DA ÁREA PARA A SEMEADURA DO SORGO E DO MILHO IRRIGADOS POR INUNDAÇÃO

José Barbat Parfitt¹
Claudio Alberto S. da Silva¹

INTRODUÇÃO

Até o presente momento, o sistema de produção básico nas várzea do RS tem sido a produção de arroz em monocultura, com utilização das áreas em pousio com a pecuária. A rotação de culturas ainda é pouco utilizada. O planejamento desta área tem sido baseado unicamente na cultura do arroz irrigado por inundação, particularmente em função do sistema de cultivo utilizado, ou seja, convencional, plantio direto ou pré-germinado.

Para o planejamento de uma área de arroz irrigado, o critério básico é o perfeito funcionamento de todas as operações agrícolas e práticas culturais, como por exemplo preparo do solo, semeadura, drenagem, aplicação de defensivos, irrigação, colheita etc. Tem-se preconizado, de forma geral, um sistema de estradas com seus drenos laterais entre 400 ou 500m de distância intercalados por um canal de irrigação, conforme Figura 1 (Parfitt & Carriconde, 1985) Estas estruturas da lavoura devem ser normalmente locadas no sentido do declive do terreno e definem as unidade de produção denominadas comumente de quarteirões. Esses quarteirões devem ter um sistema de irrigação e drenagem independente de forma de facilitar e agilizar o manejo da água. Essa condição é fundamental num sistema de rotação de culturas irrigadas, pois a exigência das culturas alternativas ao arroz é ainda maior. Para essas culturas, cada quadro deve possuir um canal de irrigação e outro para drenagem.

Algumas áreas de várzea do Estado ($\pm 10\%$ da área total cultivada com arroz) tem o solo sistematizado, ou seja, foram realizados movimento de terra a fim de transformar a superfície natural num plano ou numa superfície curva organizada sendo que, o plano pode ser com ou sem declive. (Parfitt et. al, 1999) A sistematização define o planejamento da área, ou seja, os quarteirões ou quadros. Em função do exposto, será abordada, separadamente, a adequação das áreas não sistematizadas das sistematizadas, e estas com e sem declive.

Área não sistematizada

Essa situação é a mais comum nas lavouras do RS, cuja superfície do terreno encontra-se em estado natural. A estrutura de irrigação e drenagem já utilizada na cultura

¹ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal, 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: parfitt@cpact.embrapa.br

do arroz muitas vezes não é suficiente para um bom manejo da água nas culturas alternativas como sorgo e milho. A lavoura alternativa irrigada necessitará de canais auxiliares de irrigação e drenagem que poderão ser implantados de forma tal que possam ser facilmente retirados no momento da área voltar a ser utilizada com o arroz.

Para culturas como sorgo e milho, o manejo d'água, no sistema de irrigação por inundação, muitas vezes necessita ser independente para cada quadro de lavoura (área compreendida entre duas taipas). Na Figuras 1 e 2 apresentam dois exemplos de lavoura em áreas não sistematizadas. Na figura 1, tem-se uma área planejada para a cultura do arroz, a qual não necessita estruturas adicionais para irrigar-se culturas alternativas, pois cumpre o pré-requisito básico de que o manejo d'água poderá ser executado quadro por quadro, caso necessário. Por outro lado, no exemplo da Figura 2, para se irrigar por inundação adequadamente as culturas de sorgo e milho, se faz necessário o uso de canais auxiliares.

Um fator importante a ser considerado na implantação e utilização dos canais auxiliares é a declividade do terreno. Canais em áreas declivosas (> 2%) podem apresentar problemas de erosão.

Área sistematizada

As áreas sistematizadas, normalmente, são feitas sem declive (cota zero), em função do sistema de cultivo de arroz pré-germinado que exige esta condição. Nos demais sistemas de implantação de lavoura, como o convencional e o plantio direto, a sistematização pode ser realizada com declive, o que favorece, via de regra, o escoamento superficial do excesso hídrico.

Sem declive

Neste sistema, os quadros de sistematização devem possuir entradas e saídas de água a fim de facilitar seu manejo. Na Figura 3, mostra-se um exemplo de área sistematizada em declive.

Com declive

Esse sistema de sistematização não está sendo utilizado pelos produtores, entretanto pode ser promissor na produção de arroz com rotação de culturas, em função de que um melhor escoamento superficial é promovido pelo declive do terreno, e não traz grandes perturbações na cultura do arroz. Esse sistema também possibilita a irrigação por sulcos, a qual apresenta menos riscos que a inundação intermitente, por alagar somente os entre sulcos, e ao mesmo tempo, propicia o melhor sistema de drenagem superficial. O planejamento destas áreas é condicionado pelo projeto de sistematização

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PARFITT, J. M. B.; CARRICONDE FILHO, J. M. Estruturação lavoura. In: Embrapa. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas, Fundação Cargill. 1985. p.15-56.
- PARFITT, J.M.B.; SILVA, C. A. da; PETRINI, J. A. Sistematização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A., **Manejo de solo e da água em área de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.37-60.

Canal principal

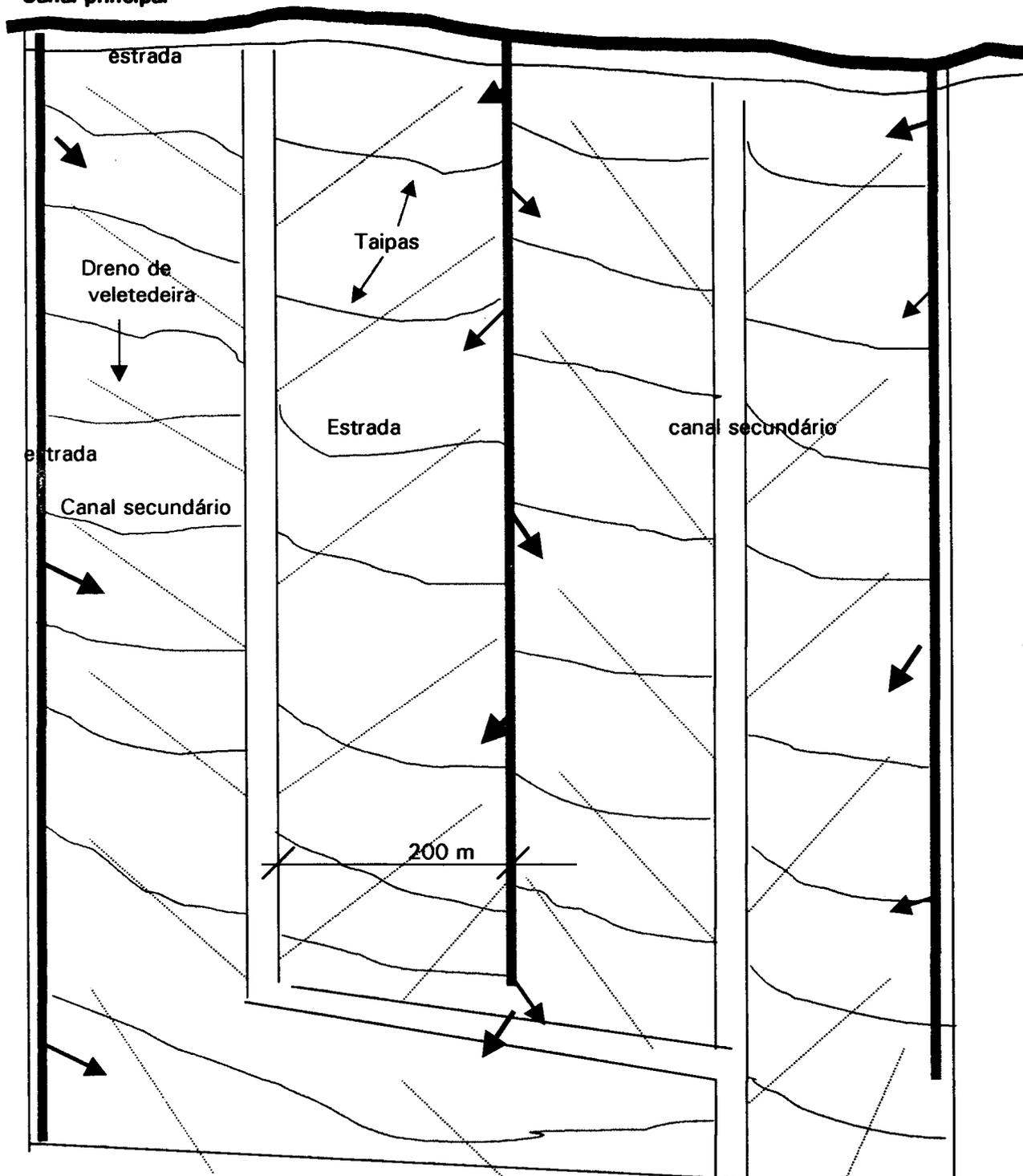


Figura 1. Exemplo de área não sistematizada, com estrutura para irrigação de culturas alternativas ao arroz irrigado, sem necessidade de instalação de canais auxiliares.

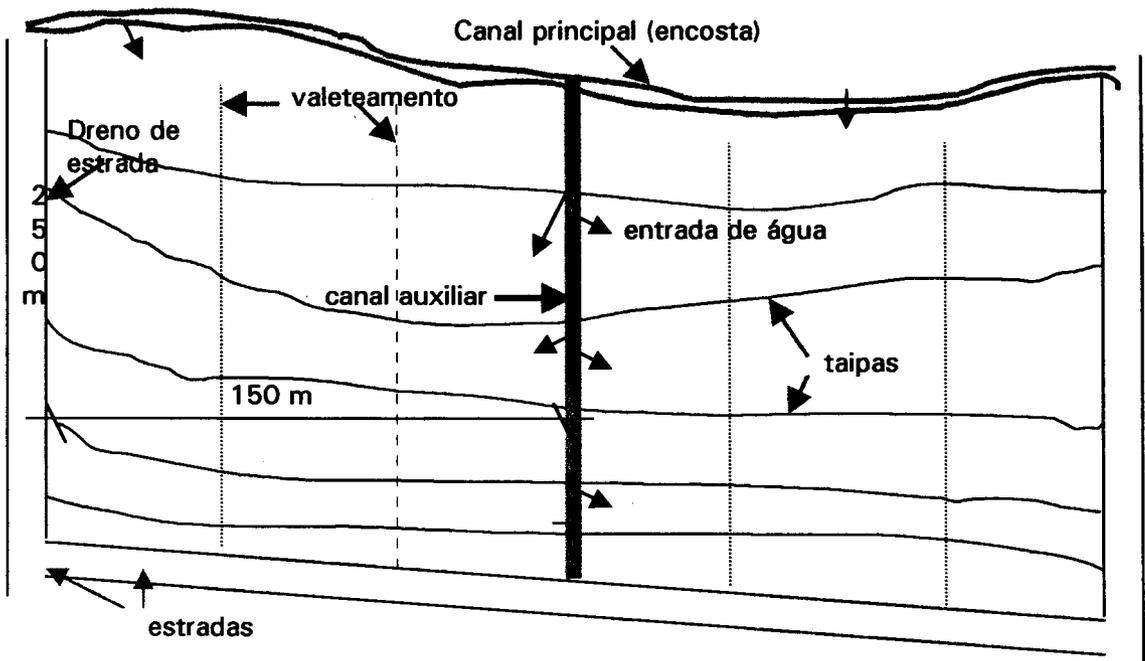


Figura 2. Exemplo de área não sistematizada que necessita a instalação de canal auxiliar para a irrigação de culturas alternativas ao arroz irrigado.

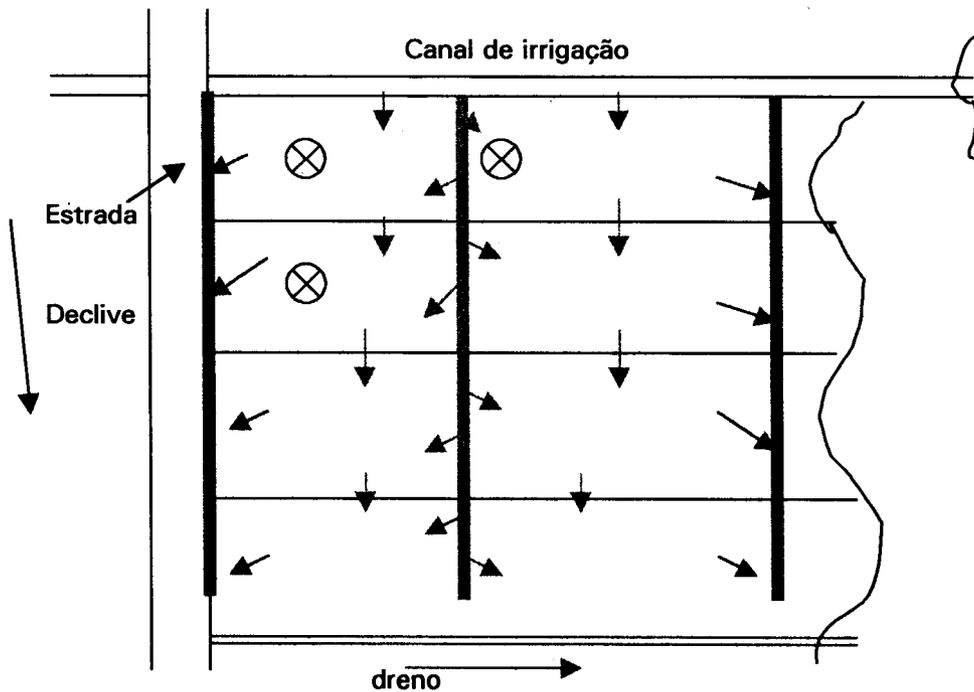


Figura 3. Exemplo de área sistematizada sem declive para semeadura do sistema arroz pré-germinado e instalação de uma lavoura de milho irrigada por inundação.

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM TERRAS BAIXAS

André Andres¹
Aldo Merotto Júnior²

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem objetivo de fortalecer e difundir as recomendações técnicas da pesquisa para a cultura do milho no RS e SC. A base destas informações é o capítulo de plantas daninhas do último boletim sobre o tema publicado pela FEPAGRO (1999) e demais informações existentes para a cultura do milho, ambos adaptados para o sistema terras baixas.

O sucesso no manejo das plantas daninhas em milho cultivado em várzeas é fundamental para alavancar a adoção desta cultura na metade Sul do RS. Sem dúvida, o arroz vermelho é o principal alvo para produtores e técnicos que direcionam-se para a rotação de culturas em terras baixas. Supõe-se que a redução média causada por plantas daninhas na produção de culturas de sequeiro seja na ordem de 30%, podendo atingir valores mais elevados em casos extremos de competição. Estes efeitos negativos constatados no desenvolvimento da cultura, devido a presença das plantas daninhas, não devem ser atribuídos exclusivamente à competição imposta por estas, mas sim como resultante de um total de pressões diretas (competição, alelopatia, interferência na colheita e outras) ou indiretas (hospedando pragas, doenças, nematóides e outros) ligadas às suas presenças no ambiente agrícola (Bianchi, 1998). Estes prejuízos têm como consequência um incremento no custo de produção e uma menor lucratividade na atividade, o que pode inviabilizar a aceitação pelos produtores da rotação de culturas no sistema várzeas.

Principais plantas daninhas

A relação das plantas daninhas presentes em terras baixas é extensa. As espécies gramíneas apresentam maior proporção, devido principalmente ao longo período de cultivo de arroz irrigado nestas áreas. As plantas daninhas de folhas largas, também são

¹ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Cx. Postal, 403 CEP: 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: andre@cpact.embrapa.br

² Professor da Faculdade de Agronomia da UFRGS, Cx. Postal 776, CEP: 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: merotto@vortex.ufrgs.br

importantes no contexto da rotação de culturas, e sua presença incrementa com o avanço da rotação de culturas com cultivos de sequeiro em terras baixas. O problema relacionado ao surgimento de plantas daninhas de folhas largas não é restritivo a adoção da rotação de culturas em várzeas devido a maior facilidade de controle destas espécies na cultura do milho. As principais plantas daninhas são: arroz vermelho; capim arroz; papuã; milhã; capim pé-de-galinha; capim carrapicho; grama-seda; sorgo-de-alepo; gramas estoloníferas; angiquinho; alternantera; beldroega; caruru; guanxuma; picão preto; corriola; nabiça; entre outras.

Métodos de controle de plantas daninhas

As informações sobre métodos de controle de plantas daninhas em terras baixas ainda são poucas e não definitivas. Portanto, acredita-se que com o passar dos anos a pesquisa irá proporcionar novas e seguras orientações sobre este assunto. De um modo geral, a redução da presença de plantas daninhas é possível, através do uso combinado de diversas formas de manejo do ambiente e da lavoura, a fim de controlar eficientemente as plantas daninhas.

Sabe-se que a semeadura de milho em solos com nível de fertilidade adequado, drenagem eficiente, satisfatório controle de pragas, uso de plantas de adubação verde (azevém, trevo branco, cornichão e trevo persa), e no caso do plantio direto, com o correto manejo da cultura de cobertura, proporcionam um ambiente mais favorável ao desenvolvimento da cultura em detrimento das plantas daninhas, ocasionando menor prejuízo na competição de .tas.

Dentre estes fatores, destaca-se a necessidade de um eficiente sistema de drenagem da lavoura, como um importante fator para o sucesso do controle de plantas daninhas e para a cultura do milho como um todo no sistema várzea. A drenagem deficiente do solo limitará o desenvolvimento da cultura, determinando um menor competitividade desta com as plantas daninhas. Ainda, a alteração da atividade microbiana decorrente da drenagem deficiente afetará a decomposição de resíduos vegetais podendo afetar o desenvolvimento inicial da cultura do milho. Também, a permanência do solo saturado poderá afetar a dinâmica dos herbicidas utilizados na cultura do milho, podendo resultar em diminuição da eficiência destes no controle de plantas daninhas ou surgimento de fitotoxicidade a cultura.

O período crítico de competição com plantas daninhas na cultura do milho é relativamente longo, e se estende, dos 15 aos 50 dias após a emergência, aproximadamente. O cultivo do milho em terras baixas também pode ser um fator determinante do extenso período crítico de competição devido principalmente aos efeito da presença de gramíneas neste sistema. Determinações apontadas por Pitelli (1985), trabalhando em terras altas, relacionam que a cultura do milho deve estar limpa até 45 dias após a emergência, e que plantas daninhas que se desenvolvem até 20 dias após a emergência do milho não interferem no rendimento de grãos. Acredita-se que em terras baixas, pela "relativa" maior disponibilidade de umidade no sistema, as plantas daninhas possam competir significativamente em período anterior ao citado acima.

Diversos fatores estão envolvidos na amplitude do período crítico de competição na cultura do milho, como: época de semeadura, cultivar, arranjo de plantas, adubação, irrigação, drenagem, tratamento de sementes, espécie e densidade das infestantes.

A eliminação completa das plantas daninhas na lavoura, nem sempre é econômica e ecologicamente correta. Portanto, deve-se analisar a relação custo/benefício (custo do controle versus o benefício a ser obtido), não somente em relação a uma cultura, mas

também ao sistema de rotação e sucessão de culturas na várzea. Os métodos de controle de plantas daninhas para a cultura do milho abaixo descritos são adaptados daqueles existentes para a cultura do milho e demais culturas de terras altas para a situação de várzeas.

Método preventivo: consiste em evitar a introdução, o estabelecimento e a disseminação de determinadas espécies daninhas em áreas que ainda não foram infestadas ou que possuam baixa infestação. Dentre as práticas recomendadas, cita-se: o uso de sementes de qualidade, sem a contaminação de sementes de plantas daninhas; limpeza total dos equipamentos agrícolas antes da entrada na lavoura; evitar que plantas daninhas produzam sementes (uma planta de caruru pode produzir mais de 20 mil sementes, enquanto que um planta de arroz vermelho, com 5 perfilhos, pode produzir mais de 200 sementes); limpeza de estradas e cercas, e principalmente evitar a disseminação de sementes de invasoras através de animais.

Método cultural: consiste em utilizar as características da própria cultura e do ambiente a fim de incrementar a competitividade do milho com as plantas daninhas. As práticas culturais e suas principais relações com o controle de plantas daninhas em várzea são apresentadas abaixo:

O arranjo mais eqüidistante das plantas de milho na linha, com redução no espaçamento entre linhas, diminui o potencial de crescimento das plantas daninhas uma vez que aumenta a quantidade de luz interceptada pela cultura (Teasdale, 1998). A redução no espaçamento entre linhas pode ser considerada como uma prática benéfica para reduzir a infestação de plantas daninhas na cultura do milho, independentemente da utilização de outros sistemas de controle (Argenta et al., 2000). Além disto, estes autores citam que a eficiência do herbicida pós-emergente no controle de plantas daninhas, em espaçamento menor, foi maior que a do herbicida pré-emergente. O uso de espaçamentos menores entre linhas e o aumento da população incrementou o rendimento de grãos da cultura do milho (Silva et al., 2000). Com a implantação da cultura de milho em áreas de arroz, onde algumas operações (adubação nitrogenada e aplicação de defensivos agrícolas) são realizadas via aérea, e com a recente introdução de colheitadeiras munidas de plataformas com diferentes larguras, que permitem a colheita com espaçamentos menores, existe a possibilidade de redução no espaçamento entre linhas da cultura do milho em várzeas com maior facilidade em relação ao cultivo de sequeiro. Isto poderá contribuir para que o sombreamento do solo ocorra mais rapidamente (Silva et al., 2000) e que se obtenha maior competitividade da cultura com as plantas daninhas.

O incremento na população da cultura do milho, respeitando as características do ambiente e da cultivar, aumentam a capacidade de competição da cultura e diminuem os prejuízos causados pelas plantas daninhas (Merotto Jr, et al., 1997).

Outro método cultural, a ser empregado em terras baixas, é a rotação com culturas de sequeiro, pois ocorrerá alteração na composição botânica, com o incremento na infestação de gramíneas, principalmente de papuã, nas culturas do milho e sorgo e no incremento na população de folhas largas, principalmente de angiquinho e corriola na cultura da soja. Evidentemente que, com o retorno do arroz irrigado estas plantas daninhas serão facilmente controladas.

A cobertura do solo no período mais frio do ano, com culturas azevém, aveia, trevos e cornichão é prática cultural importante para diminuir a infestação de plantas daninhas na cultura seguinte. A utilização do sistema de semeadura direta, com a

manutenção da cobertura vegetal (palha) contribui para a redução da germinação das plantas daninhas. Todas as práticas que possibilitem a maximização da quantidade de palha sobre o solo devem ser priorizadas.

O preparo do solo convencional auxilia na eliminação de espécies daninhas perenes e provoca "estímulo" à germinação de espécies anuais. Portanto, a cultura deve ser semeada logo após esta prática.

O uso de cultivar ou variedade adaptada na região e ao sistema de cultivo em várzeas é de fundamental importância para o sucesso do controle de plantas daninhas e a rotação de culturas em terras baixas.

Método físico: basicamente restringe-se ao emprego da capina manual ou de cultivadores, utilizados, principalmente, em lavouras de pequena extensão ou onde a topografia é acidentada. Normalmente, o primeiro cultivo é realizado entre 15 e 20 dias após a emergência. O momento do segundo cultivo é variável em função da qualidade da primeira intervenção no solo e da reinfestação da área. Esta prática tem sua limitação no que refere à infestação de plantas daninhas na linha da cultura, que certamente continuarão a abastecer o banco de sementes de plantas daninhas no solo.

A eficiência do tipo de cultivo mecânico depende do estágio de crescimento e da espécie de planta daninha presente na área, da umidade do solo no momento da execução desta prática e do período de tempo transcorrido entre a sua execução e a ocorrência de chuvas.

Método químico: O controle eficiente de plantas daninhas em áreas de rotação de culturas ao arroz irrigado (terras baixas) é fundamental para sua viabilidade técnica e econômica. É importante associar os efeitos da cobertura do solo no inverno, as possibilidades de controle através de métodos físicos e culturais, com a utilização de herbicidas sobre as plantas daninhas remanescentes quando necessário (Bianchi, 1998).

A correta identificação das espécies e o conhecimento prévio do banco de sementes de plantas daninhas na área é a informação básica que deve ser obtida antes da escolha de um herbicida. Suas doses variam com o tipo de solo, grau de infestação, com a fase de desenvolvimento das plantas e com as condições climáticas presentes (Bianchi, 1998).

Um dos benefícios do cultivo do milho em áreas de várzeas é proporcionar a maior alternância de mecanismos de ação de herbicidas, objetivando-se a restrição ao desenvolvimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Assim, isoladamente para a cultura do arroz ou para as demais culturas da rotação, a utilização de herbicidas poderá acontecer de forma mais racional resultando em melhor controle de plantas daninhas.

Época de aplicação: As épocas e as formas de aplicação de herbicidas, bem como as principais particularidades em relação ao sistema de cultivo em várzeas são descritas abaixo:

Manejo em pré-semeadura (dessecação): A implantação da cultura no sistema de semeadura direta necessita eliminação das plantas daninhas antes da semeadura da cultura. Esta operação pode ser realizada com herbicidas de contato ou sistêmicos, que possuem ação total sobre as plantas (Tabela 1).

Tabela 1. Herbicidas utilizados no manejo (dessecação) de plantas daninhas no sistema de semeadura direta em milho

Plantas Daninhas	Nome Comum	Concentração (g/l)	Dose (l/ha p.c)	Época de Aplicação
Monocotiledôneas anuais	Paraquat	200	1,0 a 2,0	1 a 5 DAS ¹
	Glyphosate	480	1,0 a 2,0	1 a 10 DAS
	Sulfosate	480	1,5 a 3,0	1 a 10 DAS
Dicotiledôneas anuais	2,4-D amina	400-700	1,0 a 2,0	10 DAS
	2,4 D éster	400	1,0 a 2,0	10 DAS
	Glyphosate	480	1,5 a 3,0	5 a 10 DAS
	Sulfosate	480	1,5 a 3,0	1 a 10 DAS
Monocotiledôneas e Dicotiledôneas anuais e perenes	2,4-D e	400-720	1,0 a 2,0 e	10 DAS
	Paraquat	200	1,5	1 a 5 DAS
	2,4-D e	400-720	1,0 a 2,0	10 DAS
	Glyphosate	480	1,5 - 3,0	1 a 10 DAS

¹ DAS = Dias antes de semeadura do milho.

Fonte: Recomendações..., 1999 (Adaptado)

Pré-emergência (PRÉ): refere-se a aplicação dos herbicidas antes da germinação das plantas daninhas, normalmente esta aplicação acontece logo após a semeadura do milho. A boa umidade do solo é importante para a eficiência da aplicação, e a precipitação pluviométrica leve (10 mm) até 48 horas após a aplicação dos herbicidas auxilia na distribuição e ativação destes compostos. O excesso de disponibilidade de água, tanto causado por chuvas ou devido a água de irrigação pode resultar em menor adsorção do herbicida e maior disponibilidade dos produtos na solução do solo que poderá reduzir o seu período residual e a eficiência no controle de plantas daninhas. Este fato pode ser considerado como uma das principais diferenças entre a utilização de herbicidas na cultura do milho em várzeas em relação a terras altas. Evidentemente, a magnitude deste problema esta relacionada a deficiência de drenagem da área.

A variação da dose do herbicida em pré-emergência dentro da faixa recomendada esta relacionada principalmente com a o tipo de solo, e também com a densidade de infestação da área. Os herbicidas utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura do milho em pré-emergência são listados na Tabela 2.

Pós-emergência (PÓS): refere-se a aspersão de herbicidas após a emergência das plantas daninhas e da cultura. É importante, no planejamento desta prática em relação e escolha do herbicida e a dose de aplicação deve considerar as condições climáticas e o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas. Os estádios iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas são os mais suscetíveis à ação dos herbicidas pós-emergentes sendo, portanto os preferenciais para o tratamento. As condições ambientais de temperatura menor que 30 °C, umidade relativa do ar maior que 60 % e ausência de ventos severos possibilitam maior absorção do herbicida e menor suscetibilidade deste a deriva. A variação da dose do herbicida em pós-emergência dentro da faixa recomendada esta relacionada ao estágio de desenvolvimento das plantas daninha, as condições ambientais e qualidade da aplicação. Os herbicidas utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura do milho em pós-emergência são listados na Tabela 2.

Tabela 2. Herbicidas utilizados para o controle de plantas daninhas na cultura do milho

Nome comum	Nome comercial	Formu- lação ¹	Concentração (g/kg ou l.i.a)	Dose (l ou kg/ha) p.c.	Época de aplicação	Classe toxi- cológica	Intervalo de segurança ¹
ACETOCHLOR	KADETT CE	CE	840	3,0 - 4,0	PRÉ	I	ND
	SURPASS	CE	768	3,0 - 4,0	PRÉ	I	ND
ALACHLOR	ALACLOR NORTOX	CE	480	6,0 - 8,0	PRÉ	I	ND
	LAÇO CE	CE	480	6,0 - 8,0	PRÉ	I	ND
ALACHLOR + ATRAZINE ²	AGIMIX	SC	260 + 260	6,0 - 8,0	PRÉ/PÓS	II	45
	BOXER	SC	300 + 180	7,0 - 9,0	PRÉ/PÓS	I	45
AMETRYNE	GESAPAX GRDA	GA	785	2,0 - 2,5	PÓS dirigida	IV	ND
	GESAPAX 500 CIBA-GEIGY	SC	500	3,0 - 4,0	PÓS dirigida	III	ND
ATRAZINE ^{2,3}	ATLANEX 500 SC	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
	ATRAZINA NORTOX	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	ND
	ATRAZINAX 500	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
	GESAPRIM 500 CIBA-GEIGY	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	ND
	GESAPRIM GRDA	GA	880	2,5 - 3,5	PRÉ/PÓS	III	ND
	HERBITRIN 500 BR	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
	POSMIL	SC	400	5,0 - 7,0	PRÉ/PÓS	IV	ND
	PRIMÓLEO	SC	400	5,0 - 7,0	PRÉ/PÓS	II	ND
	SIPTRAN 500 SC	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
STAUZINA 500 SC	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45	
ATRAZINE + METOLACHLOR	PRIMAIZ 500 SC	SC	250 + 250	5,0 - 8,0	PRÉ	III	ND
	PRIMESTRA SC	SC	200 + 300	5,0 - 8,0	PRÉ	II	45
ATRAZINE + SIMAZINE ^{2,3}	ATRASIMEX 500 SC	SC	250 + 250	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
	CONTROLLER 500 SC	SC	250 + 250	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	IV	45
	EXTRAZIN SC	SC	250 + 250	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
	HERBIMIX SC	SC	250 + 250	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
	PRIMATOP	PM	400 + 400	2,5 - 3,75	PRÉ/PÓS	III	45
	PRIMATOP SC	SC	250 + 250	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
	TRIAMEX 500 SC	SC	250 + 250	4,0 - 6,0	PRÉ/PÓS	III	45
BENTAZON ^{3,7}	BANIR	SaqC	480	1,5 - 2,5	PÓS	II	110
	BASAGRAN 600	CS	600	1,2 - 1,6	PÓS	III	110
CYANAZINE ^{2,3,5}	BLADEX 500	SC	500	3,5	PRÉ/PÓS	II	ND
2,4-D amina ⁴	AMINAMAR	SaqC	806	1,0 - 1,5	PÓS/ Manejo	I	ND
	AMINOL 806	CS	670	1,0 - 1,5	PÓS/ Manejo	I	ND
	CAPRI	CS	868	1,0 - 1,5	PÓS/ Manejo	I	ND
	DMA 806 BR	SaqC	806	1,0 - 1,5	PÓS/ Manejo	I	ND
	HERBI D-480	SaqC	480	1,0 - 1,5	PÓS/ Manejo	I	ND
	TENTO 867 CS	CS	867	1,0 - 1,5	PÓS/ Manejo	I	ND
	U 46 D-FLUID 2,5-D	SaqC	868	1,0 - 1,5	PÓS/ Manejo	I	ND
	2,4-D éster ⁴	DEFERON	CE	502	0,6 - 1,2	PÓS/ Manejo	II
ESTERON 400 BR		CE	502	0,6 - 1,2	PÓS/ Manejo	II	ND
U 46 D-ÉSTER		CE	502	0,6 - 1,2	PÓS/ Manejo	II	ND
GLYPHOSATE	AGRISATO 480 CS	CS	480	1,0 - 2,0	Manejo	IV	ND
	GLIFOSATO 480 AGRIPÉC	CS	480	1,0 - 2,0	Manejo	IV	ND
	GLIFOSATO NORTOX	CS	480	1,0 - 2,0	Manejo	IV	ND
	GLIZ 480	CS	480	1,0 - 2,0	Manejo	IV	ND
	ROUNDUP	CS	480	1,0 - 2,0	Manejo	IV	ND
	TROP	CS	480	1,0 - 2,0	Manejo	IV	ND
GLUFOSINATO DE AMÔNIO	FINALE	CS	200	1,5 - 2,0	PÓS dirigida	III	ND

Tabela 2. (Continuação,

Nome comum	Nome comercial	Formu- lação ¹	Concentração (g i.a/kg ou l)	Dose (l/ha-kg/ha) p.c.	Época de aplicação	Classe toxi- cológica	Intervalo de segurança ¹
ISOXAFLUTOLE	PROVENCE 750 WG	GA	750	0,08	PRÉ	I	ND
ISOXAFLUTOLE + ATRAZINE	ALLIANCE WG	GA	34 + 830	1,5 - 2,0	PRÉ	IV	ND
METOLACHLOR ⁵	DUAL 960 CE	CE	960	2,5 - 3,5	PRÉ	II	ND
NICOSULFURON ⁶	SANSON 40 SC	SC	40	1,25 - 1,50	PÓS	IV	15
PARAQUAT	GRAMOXONE 200	SaQC	200	1,5 - 3,0	PÓS dirigida / Manejo	I	7
PENDIMETHALIN	HERBADOX 500 CE	CE	500	2,0 - 3,0	PRÉ	II	ND
SETHOXYDIM ⁶	POAST	CE	184	1,0 - 1,25	PÓS	II	60
SIMAZINE	HERBAZIN 500 BR	SC	500	4,0 - 6,0	PRÉ	III	ND
SULFOSATE	ZAPP	CS	480	1,5 - 3,0	Manejo	IV	ND
TRIFLURALIN	PREMERLIN 600 CE	CE	600	2,0 - 4,0	PRÉ	II	ND

¹ CE - Concentrado emulsional; SC - Suspensão concentrada; SA - Solução aquosa; GA - Grânulos autodispersíveis em água; CS - Concentrado solúvel; PM - Pó molhável; SAQC - Solução aquosa concentrada; ND - não determinado

² Na aplicação em pós-emergência precoce, as gramíneas não podem estar perfilhadas e as latifoliadas não ter mais que 6 folhas. No caso de Cyanazine, o milho não ultrapassar a 4 folhas. As doses para as formulações de 500 g/l são 8,0, 5,0, 6,0 e 3,0 l/ha para Alachlor + Atrazine, Atrazine + Simazine e Cyanazine, respectivamente.

³ A adição de óleo ou de surfactante melhora a eficiência nas aplicações em pós-emergência.

⁴ As doses variam em função do estágio das plantas daninhas, procurando-se realizar a aplicação quando o milho estiver com até 5 a 6 folhas. Sugere-se não aplicar em períodos com deficiência hídrica e em híbridos simples. Na aplicação de 2,4-D éster deve-se tomar cuidado através da tecnologia de aplicação, evitando-se deriva e volatilização à culturas sensíveis.

⁵ Não aplicar em solos arenosos com menos de 2% de matéria orgânica.

Existe variação no grau de tolerância ao produto entre cultivares de milho, portanto devem ser consultados os fornecedores do herbicida ou das sementes sobre a possibilidade de seu uso para a cultivar escolhida.

Fonte: Recomendações..., 1999 (Adaptado)

A aplicação dos herbicidas em pós-emergência pode ser realizada em pós-emergência precoce, normal e em aplicação dirigida. Considera-se como aplicação precoce a ocasião em que o herbicida é utilizado antes do perfilhamento das gramíneas e quando as latifoliadas apresentarem até quatro folhas. A utilização de herbicida é considerada em época normal, quando as gramíneas já estiverem perfilhadas e as latifoliadas apresentarem cinco a oito folhas.

Independente do sistema de semeadura, é possível realizar a aplicação dirigida de herbicidas (ausência de contato do herbicida com a cultura) sobre as plantas daninhas em qualquer estágio de desenvolvimento. Esta aplicação pode acontecer em função de falhas de aplicação de produtos seletivos anteriormente aplicados, quando se deseja manter a cultura livre de plantas daninhas até o final do ciclo, ou como aplicação única para o controle de invasoras da área. Nesta aplicação, são utilizados normalmente produtos de ação de contato e não seletivos na entrelinha (de forma dirigida), quando o milho está com 50 a 80 cm de altura. São necessárias adaptações, como colocação de pingentes e uso de bicos de pulverização, com distribuição uniforme, que trabalhem com pressão baixa (15 a 20 libras/pol²), evitando a deriva.

Tecnologia de aplicação de herbicidas

É o emprego do conhecimento visando a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade suficiente, de forma econômica, e sem contaminação do ambiente e do homem. Para isto, necessita de herbicidas eficientes, conhecimento/treinamento, equipamentos e condições de ambiente adequadas.

O pulverizador é principal responsável pela distribuição do herbicida. O alvo biológico é o objetivo onde o produto deve atuar, caracterizando-se neste caso como sendo as plantas daninhas. Os elementos climáticos são indicativos dos cuidados na aplicação, e devem ser considerados para que o herbicida atinja o alvo e cumpra sua função. Por fim, a escolha do herbicida deve ser correta e determinada para cada situação.

Pode-se afirmar que com os herbicidas disponíveis no mercado, praticamente se tem a solução para o controle químico da maioria das plantas daninhas. Na prática, os resultados têm sido técnica e economicamente menos satisfatórios. Isto está relacionado ao desconhecimento sobre tipo de bicos de pulverização, qualidade de água, adjuvantes e desconsideração das condições de ambiente, entre outros.

A aplicação de herbicidas pós-emergentes (seletivos ou não) deve ser realizada na época de crescimento intenso das plantas daninhas, evitando-se períodos com deficiência hídrica e umidade relativa do ar baixa, pois nestas condições, a eficiência é afetada (Bianchi, 1998). Para evitar perdas e otimizar as ações de herbicidas, recomenda-se, em aplicação terrestre, o uso de volume de calda de 80 a 200 l/ha. A utilização de baixo volume de calda pode proporcionar maior eficiência de controle e maior rendimento operacional da aplicação. Entretanto, requer para que a maior eficiência realmente aconteça um maior rigor em relação as condições ambientais no momento da aplicação, e ainda, pode resultar em maiores perdas por deriva como resultado de equipamentos de aplicação inadequados. A aplicação com baixo volume de calda pode ser obtida com os bicos de jato em forma de leque (110.01; 110.015 e 110.02), pressão de serviço (15 a 30 libras/pol²), de tal forma que se obtenha uma aspersão com predomínio de gotas grandes.

Algumas recomendações devem ser observadas na aplicações terrestres de herbicidas dessecantes e pós-emergentes (Bianchi, 1998)

- a. Evitar períodos de estresse hídrico (deficiência ou excesso de água no solo);
- b. Aspergi-los apenas quando a umidade relativa do ar for superior a 60%;
- c. A temperatura do ar ótima para a operação está na faixa de 20° a 30°, não operar com temperatura do ar inferior a 10° C;
- d. Suspender a aplicação, quando ocorrerem ventos com velocidade superior a 8 km/hora;
- e. Na ocorrência de orvalho abundante, não aplicar herbicidas – Aguardar a secagem da superfície foliar das plantas daninhas;
- f. Não aplicar quando o céu estiver nublado e sujeito à ocorrência iminente de chuvas. Pode ocorrer lavagem do produto da superfície foliar, reduzindo a eficiência da maioria dos herbicidas. A suscetibilidade a efeito das chuvas após a aplicação é variável entre herbicidas.
- g. Utilizar água limpa, sem impurezas, presença de argila em suspensão ou de sais;
- h. Para reduzir as perdas devido a fatores climáticos e melhorar a cobertura e aderência dos herbicidas, pode-se utilizar adjuvantes à base de óleo mineral ou vegetal. Existe especificidade entre herbicidas e determinados adjuvantes.
- i. A barra de pulverização deverá ser conduzida de 40 a 50 cm sobre o alvo biológico, para proporcionar adequada penetração e cobertura nas plantas daninhas.

Arroz-vermelho

É a principal planta daninha nas áreas de arroz cultivado, sendo limitante ao incremento da produtividade nas regiões cultivadas com este cereal. Aproximadamente

30% da área orizícola do Rio Grande do Sul está comprometida com esta planta daninha, chegando a inviabilizar a sua utilização para produção desta cultura.

Entre os métodos de controle de arroz vermelho destaca-se a rotação de culturas com sorgo, milho e soja, que, além de reduzir a presença desta planta daninha, agrega-se a possibilidade de produção de outros grãos nas áreas de arroz.

Como o objetivo principal da rotação de culturas, em terras baixas, é o controle do arroz vermelho e outras infestantes, sem a qual o sucesso do uso de culturas alternativas fica comprometido, deve-se considerar que ainda, o método químico é o mais adequado para esta fim.

Herbicidas a base de atrazina e suas misturas com metolachlor e simazine são a principal ferramenta química para o manejo em pré emergência de arroz vermelho em terras baixas de clima temperado. Ainda, a utilização de herbicidas graminicidas em pós emergência (sethoxydim e nicosulfuron), respeitando-se a variação da suscetibilidade entre cultivares, também pode ser uma ferramenta para controle do arroz vermelho em milho cultivado no sistema de várzea.

Considerações finais

O controle de plantas daninhas em milho cultivado na várzea possui algumas facilidades e dificuldades em relação ao arroz e as demais culturas de sequeiro. A principal facilidade é a disponibilidade de melhores estratégias para controle do arroz vermelho em comparação com a cultura do arroz. Enquanto que as principais dificuldades são relacionadas ao manejo da palha nas situações de plantio direto, a menor competitividade da cultura e a potencialização das perdas de herbicidas que podem acontecer em locais de deficiente drenagem.

A análise destes e de outros fatores não deve se fundamentar apenas nos aspectos relacionados a cultura do milho. Assim, através da rotação de culturas no sistema de produção em várzeas, considerando neste caso a utilização do milho, é indispensável a ponderação dos benefícios que podem ser obtidos para o controle do arroz vermelho. Este aspecto deve fomentar os agricultores em relação utilização da cultura do milho em terras baixas, bem como as atividades de pesquisa e extensão para o aprimoramento de tecnologias para a melhor da exploração racional do ambiente várzeas na metade Sul do RS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGENTA, G.; FERREIRA, P.R.S. da; BORTOLINI, C.G.; MEROTTO, A. Jr.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L. Redução da dose de herbicida utilizada na cultura do milho através da adoção de menor espaçamento entre linhas. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45., 2000. Pelotas, RS. Anais. Pelotas: Embrapa Centro de Pesquisa de Clima Temperado, 2000. p.702-710.
- BIANCHI, M. A. Manejo integrado de plantas daninhas. In: Campos, B. C. de, coord. **A cultura do milho no plantio direto**. Cruz Alta: Fundadcep-Fecotrig, 1998. p.125-144.
- MEROTTO J.R, A., GUIDOLIN, A.F., ALMEIDA, M.L. et al., Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v.15, p.141-151. 1997.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. Inf. Agropec., Belo Horizonte, n.129, p.16-27. 1985.

FEPAGRO Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO; EMATER, RS, 1999. 145p.

SILVA, C.A.; PARFITT, J.M.B.; PORTO, M.P.; SCIVITTARO, W.B.; FRANCO, J.C.B.; OLIVEIRA, A.P.B.B. de. Estudo do espaçamento e da população para milho em solo hidromórfico, safra 1999/2000. In. REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45., 2000. Pelotas, RS. Anais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p.651-662.

TEASDALE, J.R. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. *Weed Science*, Champaign, v.46, n.4, p.447-453. 1998.

INSETOS-PRAGAS DAS CULTURAS DO MILHO E DO SORGO NO AGROECOSSISTEMA DE VÁRZEA

Anderson Dionei Grützmacher¹
José Francisco da Silva Martins²
Uemerson Silva da Cunha³

INTRODUÇÃO

A adoção de medidas visando a diversificação na produção agrícola das várzeas arrozeiras do Rio Grande do Sul, faz com que se acentue a busca por novas tecnologias e produtos, de forma a qualificar o sistema de produção destas áreas, alicerçado, historicamente, no binômio pecuária extensiva *versus* arroz irrigado (Porto et al., 1998).

A implantação de culturas como o milho e sorgo em rotação com arroz irrigado, são alternativas tecnicamente viáveis, desde que, exigências inerentes a cada cultura sejam atendidas adequadamente e no momento oportuno. Dentre essas exigências destaca-se, por exemplo, o controle de insetos, os quais, apresentam potencial de causarem grandes danos às culturas se medidas adequadas de manejo de suas populações não forem adotadas. A combinação de estratégias de controle de populações, incluindo as práticas culturais, os inimigos naturais e o uso de inseticidas, torna-se cada vez mais importante para o manejo adequado de pragas. Elas atendem os princípios da sustentabilidade dos agroecossistemas, que pregam aumentar a produção, melhorar a qualidade e reduzir o impacto sobre os recursos naturais. Nesse sentido, serão discutidos alguns aspectos importantes que devem ser considerados, juntamente com o controle químico, no manejo de insetos-pragas das culturas do milho e sorgo.

Os principais insetos que acarretam danos à cultura do milho serão apresentados; para uma melhor compreensão, de acordo com a sua localização na planta, em: pragas das raízes, dos colmos, das folhas e das espigas. Os insetos denominados *Stenodiplosis sorghicolla* (mosca-do-sorgo) e *Schizaphis graminum* (pulgão-verde) serão apresentados especificamente para a cultura do sorgo.

¹ Professor da Faculdade de Agronomia da UFPel, Cx. Postal, 354, CEP: 96001-970, Pelotas, RS.
E-mail: adgrutzm@ufpel.tche.br

² Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Cx. Postal 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS.

³ Estudante de Pós-Graduação da Faculdade de Agronomia da UFPel

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

No manejo integrado de pragas (MIP) busca-se a seleção, a integração e a implementação de práticas de controle, sendo que medidas adotadas isoladamente deixam de ser recomendáveis. Atualmente, a viabilidade da produção deve incluir, além do retorno econômico, os custos ou os danos causados aos recursos naturais, resultantes das práticas adotadas nas lavouras. Por esse motivo, o MIP, além de ser racional, é a exigência do modelo de negócio agropecuário preconizado na atualidade (Gassen , 1996).

Algumas medidas importantes que devem ser consideradas no MIP nas culturas do milho e sorgo serão discutidas a seguir.

Níveis de dano e de controle

A aplicação prática de estratégias de manejo de pragas baseia-se no conhecimento dos níveis de dano econômico (NDE) e dos níveis para tomada de decisão de controle (NCE), antes de comprometer a produção ou a qualidade do produto. O NDE corresponde ao nível populacional de uma determinada espécie de inseto, que provoca uma perda de produção cujo valor econômico é maior que o custo do controle, enquanto, o NCE equivale ao nível populacional em que o controle deve ser iniciado para evitar que NDE seja atingido.

No período entre a ocorrência dos primeiros indivíduos até a população da praga atingir o NCE ou o NDE, os inimigos naturais e outros fatores tem a oportunidade de controle natural do organismo indesejado, dispensando, em algumas situações, a necessidade da aplicação de inseticidas. No caso do uso de inseticidas químicos ou de outro método de controle, cujo efeito sobre os insetos é rápido, o NCE deve ser o mais próximo possível do NDE.

Controle biológico

Entre os fatores de controle natural de populações, destacam-se a disponibilidade de alimento, o tempo e os inimigos naturais [parasitóides, predadores e controle microbiano (fungos, bactérias e vírus)]. Aproximadamente uma centena de espécies de insetos-pragas poderiam desenvolver-se em milho, porém, graças ao controle biológico natural, apenas algumas espécies causam danos expressivos a cultura. Nesse sentido, medidas adequadas de manejo, como a prática do plantio direto na palha e o emprego de inseticidas seletivos a inimigos naturais, devem ser implementadas visando a maximização do controle biológico natural.

Controle cultural

A semeadura do milho e do sorgo, com densidade e profundidade constantes, em solos com teores de nutrientes adequados, determina a germinação uniforme e a instalação rápida das plantas. A redução no tempo entre a semeadura e a instalação das plantas diminui o período de exposição da semente e da plântula à possibilidade de danos causados por pragas de solo. A prática do plantio direto é importante, pois, sob a palha os predadores e parasitóides ocorrem em populações elevadas auxiliando no controle biológico natural. A implantação da lavoura de milho em sucessão ou próxima a lavouras de arroz, requer um monitoramento constante da população de insetos-pragas como a lagarta-do-cartucho, uma vez que esta pode ter sua população aumentada rapidamente em função da grande disponibilidade de alimento.

Controle químico

Durante muitos anos o emprego de inseticidas foi considerado a principal alternativa de controle de populações de insetos-pragas, sendo que, o conhecimento sobre inimigos naturais e sobre outros fatores de controle natural era secundário nas estratégias de MIP. Atualmente, os profissionais da agricultura estão cada vez mais conscientes de que é necessário combinar as práticas de controle natural com as de manejo de plantas cultivadas para reduzir as populações de pragas e usar inseticidas como última alternativa.

Quando da utilização de inseticidas alguns itens devem ser observados, tais como: a) Empregar apenas produtos registrados para uso contra a praga na cultura desejada. Como para algumas espécies não existem inseticidas registrados, em função da ocorrência esporádica ou da constatação recente da praga, o técnico deve buscar informações atualizadas nas recomendações técnicas da pesquisa (Recomendações, 1999) e/ou consultar profissional capacitado; b) Adotar, como regra geral, a utilização de inseticidas que apresentem modo de ação distintos, para evitar o desenvolvimento de populações de pragas resistentes; c) O método de aplicação e a formulação dos inseticidas também devem ser considerados na escolha, para melhorar a proteção das plantas e diminuir o impacto sobre os recursos naturais; d) Em função dos problemas com tecnologia de aplicação ser um dos fatores mais limitantes na aplicação de produtos fitossanitários, torna-se imprescindível, observar a qualidade da água, as condições climáticas, a correta regulagem do pulverizador, e a escolha do tipo de bicos mais adequados à situação, para que, melhor eficiência econômica e biológica dos inseticidas seja obtida; e) Empregar inseticidas de ação mais específica sobre as pragas alvo, como os de ação fisiológica ou aplicando através do tratamento de sementes, evitando os de amplo espectro de ação. Essa prática auxilia na prevenção contra a ressurgência de pragas importantes para a cultura, assim como, o aparecimento de espécies secundárias, que causam um dano menos intenso.

Inseticidas no tratamento de sementes

O uso de inseticidas no tratamento de sementes de milho é um método preventivo de controle, que protege as sementes das plântulas, até duas ou três semanas após a semeadura, contra o dano de algumas pragas. A não utilização desse método significa a desconsideração da importância das pragas subterrâneas e a opção do uso de medidas curativas de controle para pragas que atacam as plântulas (Cruz, 2000).

Algumas vantagens que podem ser obtidas pelo uso do tratamento de sementes como estratégia de controle dentro dos conceitos do MIP, são: a) É possível o controle de pragas iniciais da cultura, o que é muito importante, pois perdas de até 15% de produtividade não são raras de serem ocasionadas por essas pragas. Em áreas onde ocorre a lagarta-elasmó as perdas podem chegar a 50% ; b) O custo do inseticida para tratamento de sementes é de aproximadamente 4,8% do custo total dos insumos, compensando seu emprego, já que o nível de dano econômico das pragas subterrâneas não é difícil de ser atingido; c) A aplicação de inseticidas na semente permite que apenas a parte da planta que se deseja proteger seja contaminada, sem poluir o restante da área da lavoura ou o ambiente que não era alvo do produto, entretanto, cuidados devem ser tomados no seu manuseio. Dentre estes, destaca-se o uso de equipamentos de proteção individual (EPI), os quais são os seguintes: no manuseio de inseticidas líquidos (macacão com mangas compridas, avental impermeável, luvas de nitrila, botas impermeáveis e óculos protetores ou viseiras) e, além destes, no manuseio de pós, acrescentar: capuz ou chapéu, capa

impermeável e respirador com filtro combinado para agrotóxico.

INSETOS-PRAGAS DA CULTURA DO MILHO

Praga das raízes

Larva alfinete – *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae)

Descrição e biologia: Os adultos (Figura 1-A) são de coloração geral verde, com três manchas amarelas em cada élitro e cabeça avermelhada, medindo ao redor de 6 mm de comprimento. Podem sobreviver algumas semanas. Penetram no solo para fazerem a postura de forma aglomerada na parte subterrânea das plantas. Os ovos apresentam coloração amarelada e medem em torno de 0,5 mm de comprimento, apresentando período de incubação de aproximadamente 13 dias. As larvas (Figura 1-B) apresentam coloração esbranquiçada, com a cabeça e placa anal pretas, e o corpo cilíndrico mais afilado na parte anterior, com cerca de 10 mm de comprimento e 1 mm de diâmetro. Vivem no solo e se movimentam com lentidão por 3 a 4 semanas. As pupas vivem por aproximadamente 2 semanas no solo, em câmaras pupais construídas pelas larvas. Esta fase dura em torno de 17 dias, quando emergem os adultos.

Danos: As larvas são as responsáveis pelos danos mais significativos. Em ataques precoces, larvas podem broquear o caulículo subterrâneo das plântulas do milho logo que as mesmas germinam, causando-lhes o secamento das folhas centrais e a morte. Em plantas mais desenvolvidas perfuram as raízes adventícias da planta de milho, afetando diretamente a produção. O consumo de raízes reduz a capacidade da planta absorver água e nutrientes, tornando-as menos produtivas, como também mais suscetíveis a doenças e ao tombamento, sendo que esta última consequência intensifica as perdas de produção quando a colheita é realizada mecanicamente. As plantas caídas emitem raízes adventícias nos nós, que, ao continuarem crescendo, fazem com que o colmo adquira um aspecto recurvado denominado “pescoço de ganso” (Figura 1-C). Em áreas de cultivo contínuo de milho, ou seja, sem a prática da rotação de culturas e, particularmente, sob condições de irrigação, tem sido verificada maior incidência de larvas de vaquinha (Gassen, 1986).

Controle: Como o controle natural desse inseto é freqüente nas lavouras, seja através de formigas (*Pheidole* sp.), parasitóides de adultos [*Centistes gasseni* (Hymenoptera: Braconidae)] ou outras espécies predadoras, o emprego de inseticidas de amplo espectro de ação, para o controle de pragas nas culturas anteriores, ou misturados com herbicida na dessecação, pode reduzir as populações de inimigos naturais e favorecer o aumento da população de larvas que atacam as raízes do milho.

O controle de larvas da *D. speciosa* através de inseticidas aplicados na semente é difícil, pelo fato de causarem dano a cultura em torno de 1 a 2 meses após a semeadura, enquanto os inseticidas, de maneira geral, somente protegem as plantas durante as 2 a 3 primeiras semanas. Porém, os inseticidas imidacloprid (Gaucho) aplicado nas sementes e o terbufos (Counter 50 G) aplicado no sulco de plantio, são alternativas que podem ser empregadas no controle do inseto.

Praga dos colmos

Broca-do-colo ou lagarta-elasma – *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae)

Descrição e biologia: A mariposa apresenta asas de coloração parda com manchas cinzas e 2 cm de envergadura, confundindo-se com restos culturais, quando pousada no solo. A postura é realizada junto às plantas ou no solo. As lagartas (Figura 2-A) apresentam coloração geral marrom, com anéis esverdeados, desenvolvendo-se no interior do colmo das plantas. Junto ao orifício de entrada (Figura 2-B), as lagartas tecem casulos cobertos com excrementos e partículas de terra, onde se abrigam durante o dia e se protegem dos inimigos naturais. Passam a fase de pupa no solo. O ciclo biológico completa-se em períodos desde 25 dias, sob condições de solo seco e temperatura elevada, e mais de 2 meses, em solos úmidos e temperatura amena.

Danos: A intensidade de danos da lagarta-elasma esta relacionada com períodos de temperatura elevada e de baixo teor de água no solo, principalmente os arenosos. A combinação desses fatores acelera o ciclo biológico do inseto, aumenta a sua capacidade de consumo e, ao mesmo tempo, prejudica a reação das plantas ao dano da praga.

As lagartas broqueiam e fazem orifícios (Figura 2-B) no caule das plântulas de milho, junto a superfície do solo, alimentando-se do ponto de crescimento e causando a sua morte. Cada lagarta pode atacar várias plantas, as quais apresentam sintoma denominado “coração morto” (Figura 2-C), em que a folha apical apresenta-se seca e pode ser removida com facilidade. Os danos mais severos ocorrem a partir do início da fase vegetativa do milho, caracterizando a situação em que a praga já estava presente na lavoura. no momento da semeadura.

Controle: Sistemas de cultivo como o plantio direto, em que há uma maior conservação da umidade dificulta a sobrevivência do inseto. Conseqüentemente, a irrigação também pode constituir-se em fator de controle. Várias espécies de plantas daninhas e cultivadas são hospedeiras da lagarta-elasma, sendo necessário determinar a presença de insetos adultos e de lagartas antes da semeadura, para a adoção de estratégias de manejo. A combinação de práticas, manejando as plantas hospedeiras para evitar a presença de lagartas na germinação do milho, adoção de medidas visando preservar os inimigos naturais e o tratamento de sementes com inseticidas, em geral, são suficientes para evitar danos da praga.

Poderão ser empregados no controle da lagarta-elasma, os seguintes inseticidas: aplicados nas sementes [carbofuran (Furazin 310 TS), carbosulfan (Marshal TS) e furathiocarb (Promet 400 CS)]; no sulco de plantio [carbofuran (Diafuran 50; Furadan 50G e Ralzer 50 GR)] e em pulverização, dirigida para a base da planta, o inseticida a base de clorpirifós (Lorsban 480 BR).

Lagarta-rosca – *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae)

Descrição e biologia: Os adultos são mariposas de coloração pardo-escura a marrom, com desenhos de tonalidade negra nas asas anteriores e 4 cm de envergadura. As fêmeas realizam posturas de até 1000 ovos, nas plantas e no solo. A fase larval dura em torno de 28 dias, sendo que o ciclo (ovo a adulto) varia de 34 a 64 dias.

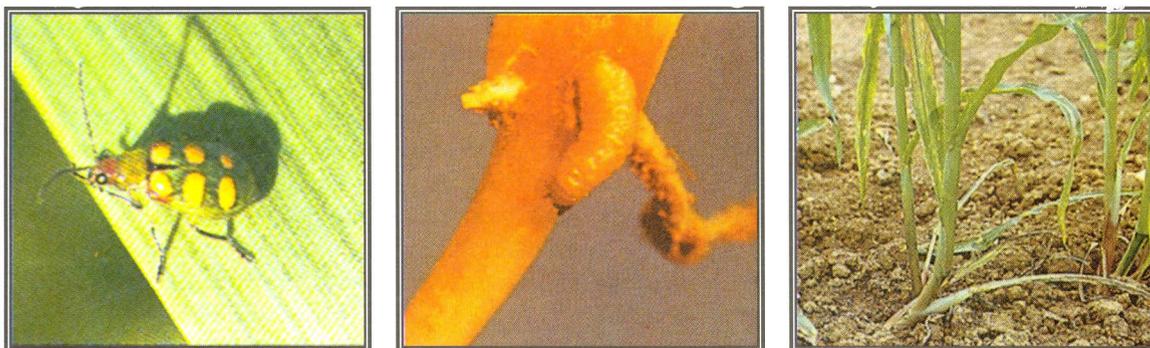


Figura 1. Adulto de *Diabrotica speciosa* (A), larva atacando raiz (B) e planta de milho com sintoma de "pescoço-de-ganso" devido ao ataque da larva às raízes (C). Fonte: Gassen, 1996 (A) e Cruz *et al.*, 1997 (B e C).



Figura 2. Lagarta-elasmobranchia (A); planta com orifício de entrada da lagarta (B) e, planta de milho com sintoma de "coração-morto" (C). Fonte: Cruz, 1983.

As lagartas até o terceiro ínstar, apresentam coloração variando de cinza-escuro a marrom-claro. A partir do quarto ínstar, apresentam o corpo liso e brilhante e coloração cinza a marrom-escuro (Figura 3). Durante o dia permanecem sob torrões ou em galerias. Quando perturbadas enrolam-se, tomando a forma de rosca (Figura 3), o que lhes confere o nome comum de lagarta-rosca. Outras espécies de lagartas quando perturbadas também podem tomar a forma de rosca, o que gera confusão nas identificações a campo.

Danos: De um modo geral, a planta de milho só é atacada por essa praga até atingir 50cm de altura. As plantas atacadas apresentam o colmo seccionado (Figura 3) na região do colo e os sintomas mais comuns são: inicialmente ocorre o seccionamento parcial do colmo, notando-se manchas similares às causadas por deficiências minerais e, posteriormente, quando a lesão é maior, aparece o chamado "coração morto", com a morte da planta. Podem também provocar perfilhamento, resultando em uma touceira improdutiva. As lagartas podem ainda consumir sementes e cortar as plântulas rente ao solo, sendo que apenas uma pode destruir até 6 plântulas. Elas abrigam-se no solo ao redor das plantas atacadas, numa faixa lateral de 10 cm e numa profundidade de até 7 cm.

Controle: Em lavouras implantadas no sistema de plantio direto há uma maior eficiência de controle da lagarta rosca através de insetos predadores e parasitóides, resultando, por conseguinte uma redução dos danos causados pela praga. Nesse sentido, o uso de

inseticidas de amplo espectro, aplicados na superfície do solo, ou misturados com herbicidas, pode causar a morte de inimigos naturais e provocar a ressurgência da praga na lavoura. Nas situações em que houver histórico de ocorrência da lagarta-rosca, a eliminação das plantas daninhas 3 semanas antes da semeadura dificulta a realização de novas posturas, forçando a lagarta a completar essa fase de desenvolvimento. A combinação das práticas de eliminação de plantas hospedeiras, através da dessecação antecipada e o uso de inseticidas eficientes no tratamento de sementes, é a estratégia mais adequada de controle do inseto.

Os inseticidas que poderão ser empregados no controle do inseto, são: aplicados nas sementes [carbofuran (Furadan 350 TS e Ralzer 350 SC)] e no sulco de plantio [terbufos (Counter 50 G)]. A aplicação de inseticidas em pulverização a alto volume, dirigida a base da planta, poderá ser realizada quando 3% das mesmas estiverem atacadas pelo inseto. Para esta prática, poderão ser utilizados os seguintes produtos: clorpirifós (Lorsban 480 BR) e permetrina (Pounce 384 CE).

Broca-do-colmo – *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae)

Descrição e biologia: As mariposas são de coloração amarelo-pálida com alguns desenhos pardacentos, medindo cerca de 25 mm de envergadura. As fêmeas fazem a postura usualmente na face dorsal das folhas, agrupadas em número variável de 5 a 50 ovos, sendo semelhantes a escamas. Após um período de incubação que varia de 4 a 8 dias, eclodem as lagartas, que inicialmente se alimentam do parênquima das folhas e/ou da bainha. Posteriormente, dirigem-se para a bainha e penetram no colmo, fazendo galerias ascendentes. O período larval médio é de 40 dias. As lagartas (Figura 4-A) apresentam a cabeça marrom e o corpo esbranquiçado com inúmeros pontos escuros. Quando atingem o completo desenvolvimento, as lagartas constroem uma câmara, alargando a própria galeria até o colmo, onde cortam uma secção circular que fica presa com fios de seda e serragem e transformam-se em pupas, permanecendo neste estágio por um período variável de 9 a 14 dias até emergir o adulto.

Danos: Os prejuízos diretos causados pela lagarta, através da penetração e alimentação no interior do colmo (Figura 4-B), aparentemente não são importantes, pois a planta atacada produz normalmente, mesmo sob condições de forte infestação natural. Através das galerias, a broca torna a planta bastante suscetível a queda por ação do vento, podendo surgir prejuízos indiretos, que provavelmente são os mais importantes, pois, quando a planta cai, a espiga poderá ficar em contato com o solo, favorecendo a germinação dos grãos e o ataque de microorganismos. Apesar de originalmente ser praga do milho, ela é mais importante na cultura da cana-de-açúcar.

Esta praga pode ser reconhecida facilmente pela abertura longitudinal do colmo do milho onde se observa a presença da própria lagarta ou da galeria deixada pela mesma (Figura 4-B).

Controle: O controle deste inseto através de inseticidas normalmente não é feito. Portanto, a adoção de algumas estratégias, como evitar o plantio de milho próximo a canaviais e a utilização de inseticidas de menor espectro de ação para o controle das demais pragas, auxiliam na minimização do ataque do inseto. Cultivares de porte baixo normalmente são menos preferidas pelo inseto. Em caso de alta infestação, o inseticida a base de diazinon (Kayazinon 400) poderá ser empregado no controle do inseto.



Figura 3. Lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon*, e dano provocado em plântula de milho.

Fonte: Gassen, 1996.

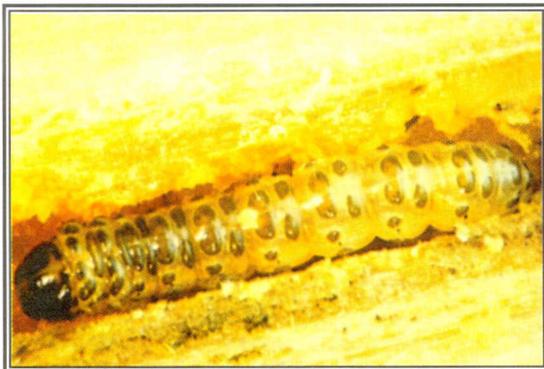


Figura 4. Lagarta de *Diatraea saccharalis* (A) e galeria deixada pelo inseto em planta de milho (B). Fonte: Cruz *et al.*, 1997.

Praga das folhas

Lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Descrição e biologia: A mariposa apresenta coloração cinza-escura e 4 cm de envergadura. Faz a postura nas folhas de milho, em grupos de 50 a 300 ovos, podendo chegar a 1000 ovos por fêmea. O período de duração da fase de larval é em média 25 dias, sendo que o ciclo (ovo-adulto) é em torno de 50 dias. As lagartas possuem 3 pares de pernas no tórax e 5 pares de falsas pernas no abdome, atingindo 4,5 cm de comprimento. A coloração geral do corpo varia de pardo-escura a preta, algumas vezes esverdeada. A partir do segundo ínstar, as lagartas podem apresentar canibalismo. A fase de pupa ocorre no solo ou sob restos culturais, em câmara pupal.

Danos: A lagarta-do-cartucho ainda é a praga que causa maiores preocupações ao produtor de milho. A capacidade de dano da lagarta é influenciada pelo vigor da planta e pelo clima. No milho safrinha, em períodos de seca, a lagarta ocorre desde a germinação até a fase de maturação, causando danos semelhantes aos de outras lagartas de superfície de solo. As lagartas jovens consomem parte das folhas e mantêm a epiderme intacta, aparentando o

sintoma de raspagem (Figura 5-A). As lagartas maiores perfuram as folhas e desenvolvem-se no cartucho do milho (Figura 5-B). Também podem broquear a base da planta e atacar a espiga, a semelhança de outras lagartas. O dano à espiga ocorre com freqüência, em virtude da busca de proteção e alimento, já que nesta fase o cartucho desapareceu.

Plantas de milho infestadas pela lagarta-do-cartucho, sofrem maiores danos na fase de 8 a 10 folhas, chegando a ocorrer uma redução no rendimento de até 19%. Na fase até 6 folhas e a partir de 12 folhas, os danos da lagarta-do-cartucho são inferiores a 9% da produção de grãos (Cruz e Turpin, 1982). De maneira geral, a redução do rendimento da cultura do milho, devido à lagarta-do-cartucho, chega a ser de 34%, sendo que a média de dano provocado pela praga é de aproximadamente 20% (Cruz *et al.*, 1983).

Controle: Diversos inimigos naturais são citados como importantes agentes de controle natural da lagarta-do-cartucho, destacando-se os predadores de lagartas (carabídeos, percevejos e tesourinhas), predadores de ovos (tesourinhas), parasitóides de lagartas (formas jovens de Ichneumonidae, Braconidae e de moscas da família Tachinidae), parasitóides de ovos (*Trichogramma* spp.) e microorganismos entomopatogênicos [fungos: *Nomuraea* sp. e *Beauveria* sp.; Vírus: vírus da poliedrose nuclear (VPN) e da granulose (VG)]. Com isto, nota-se que há necessidade da preservação desses organismos, através do uso de inseticidas mais seletivos e da adoção de práticas que favoreçam o desenvolvimento desses agentes de controle biológico. O *Baculovirus spodoptera* é uma das alternativas de controle biológico que pode vir a ser adotada no controle da praga. Esse vírus é mais eficiente para lagartas pequenas, por isso a aplicação deve ser feita no início ou quando as lagartas são jovens. Cultivares de milho com características de resistência ao inseto, é uma alternativa viável que poderá vir a ser utilizada na minimização dos danos da praga a cultura (Carbonari *et al.*, 1998).

O tratamento de sementes para o controle da lagarta-do-cartucho, pode ser feito através do inseticida a base de carbofuran (Furadan 350 TS). O tratamento de sementes através de outros inseticidas, visando o controle de pragas iniciais, poderá evitar o ataque da lagarta-do-cartucho apenas no início da infestação.

Os inseticidas que poderão ser aplicados no sulco de plantio, são: carbofuran (Diafuran 50; Furadan 50 G e Ralzer 50 GR).

A pulverização de inseticidas é uma alternativa que pode ser empregada no controle do inseto. Portanto, alguns cuidados devem ser tomados, tais como: a) iniciar o controle quando o nível de controle econômico (NCE) da praga tenha sido atingido. Para plantas de milho com até 30 dias de idade o NCE é de 20% de plantas atacadas, enquanto que, para plantas entre 40 e 60 dias é de 10%. Outra forma que pode ser adotada para a determinação do NCE relaciona a porcentagem de plantas atacadas, o custo de tratamento e o valor da produção (Tabela 1); b) usar inseticidas mais seletivos aos inimigos naturais, evitando os de amplo espectro e, c) empregar bicos tipo leque com jato dirigido para o cartucho da planta, sendo que, para aplicações via terrestre, são recomendáveis volumes de 200 a 300 l/ha para plantas com até 30-40 dias de idade e acima de 400 l/ha para plantas mais desenvolvidas. Nas aplicações aéreas o volume de calda deve ser de 40 a 50 l/ha.

Para utilização da Tabela 1, é necessária a determinação da incidência da praga no campo. Deve-se escolher 5 pontos representativos da área por hectare e determinar, em cada um, o número de plantas com sintomas iniciais de ataque, ou seja, folhas raspadas, em cada 100 plantas amostradas. Esse valor deve ser comparado com os dados da Tabela 1. Valor igual ou maior que o tabelado significa que o NCE foi atingido, sendo necessário, portanto, iniciar o controle.

Tabela 1. Porcentagem de plantas atacadas pela lagarta-do-cartucho acima da qual se deve realizar medidas de controle, de acordo com o custo do tratamento (CT) e valores da produção (VP).

CT (US\$)	Valores da produção (US\$/ha)				
	Produtividade (kg/ha) ¹ x Preço do produto (US\$) ²				
	350	467	583	700	933
6	8,6 ³	6,4	5,1	4,3	3,2
7	10,0	7,5	6,0	5,0	3,7
8	11,4	8,6	6,9	5,7	4,3
9	12,8	9,6	7,7	6,4	4,8
10	14,3	10,7	8,6	7,1	5,3
11	15,7	11,8	9,4	7,8	5,9
12	17,1	12,8	10,3	8,6	6,4
13	18,6	13,9	11,1	9,3	7,0
14	20,0	15,0	12,0	10,0	7,5
15	21,4	16,0	12,9	10,7	8,0
16	22,8	17,1	13,7	11,4	8,6

¹Valores correspondentes a produtividades de 3, 4, 5, 6 e 8 t/ha, respectivamente;

²Preço por saco de 60 kg a 7,00 US\$;

$$^3 \text{NCE (\%)} = \frac{CT}{0,2VP} 100$$

Fonte: Cruz (1995).

Os inseticidas que podem ser aplicados através de pulverização, visando o controle da lagarta-do-cartucho, são: alfacipermetrina (Fastac 100 SC), betaciflutrina (Bulldock 125 SC; Turbo), cipermetrina (Arrivo 200 CE), clorpirifós (Lorsban 480 BR), deltametrina (Decis 4 UBV; Decis 25 CE; Decis 50 SC), diflubenzuron (Dimilin), lambdacialotrina (Karate 50 CE), lufenuron (Match CE), metomil (Lannate BR), permetrina (Ambush 500 CE; Pounce 384 CE; Talcord 250 CE), triclofon (Triclofon 500 Milenia), triflumuron (Alsystin 250 PM) e, zetacipermetrina (Fury 180 EW).

Inseticidas reguladores de crescimento (Alsystin 250 PM, Dimilin e Match CE) vem sendo empregado com sucesso no controle do inseto. Entretanto, as aplicações devem ser realizadas quando constatadas populações de lagartas entre o 1º e 3º instares (lagartas pequenas) ou a presença de folhas raspadas.

O produto Kumulus DF, adicionado aos inseticidas na dosagem de 1kg/ha, permite um aumento da eficiência de controle da lagarta-do-cartucho, pois, devido ao seu efeito desalojante, faz com que o inseto saia do cartucho da planta e entre em contato com o inseticida.

Praga das espigas

Lagarta-da-espiga – *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae)

Descrição e biologia: As mariposas da lagarta-da-espiga, *H. zea*, apresentam coloração geral amarelada e 4 cm de envergadura. Fazem a postura sobre os estigmas (cabelos) da espiga do milho, com fecundidade de 1000 ovos por fêmea. As lagartas, após 4 dias de incubação dos ovos, desenvolvem-se durante 2 a 3 semanas. Passam a fase de pupa

durante 2 semanas no solo e, algumas vezes na própria espiga.

Danos: As lagartas consomem os estigmas e os grãos da ponta da espiga e, algumas vezes, atacam a parte mediana (Figura 6). Os danos diretos são causados pelo consumo de grãos, com perdas reduzidas, em geral, inferiores a 5% da produção. Danos indiretos ocorrem pela penetração de outros insetos e pelo desenvolvimento de microrganismos, que podem provocar o apodrecimento da espiga. O milho doce e o milho verde podem ser rejeitados pelo consumidor, que exige a espiga livre de pragas.

Controle: O controle biológico, através de inimigos naturais, é uma das formas eficientes de supressão da praga, destacando-se a tesourinha *Doru* spp., que é o principal predador de ovos e lagartas pequenas e o parasitóide de ovos *Trichogramma* spp. O uso de inseticidas de amplo espectro de ação, para o controle de outras pragas, pode causar a morte de inimigos naturais e facilitar a explosão de populações de lagartas que atacam a espiga. A utilização de variedades de milho híbridos com bom empalhamento especialmente em relação a compressão da palha, pode reduzir os danos da praga.



Figura 5. Dano típico na folha causado pela lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (A) e, lagarta no interior do cartucho de planta de milho (B). Fonte: Gassen, 1996.

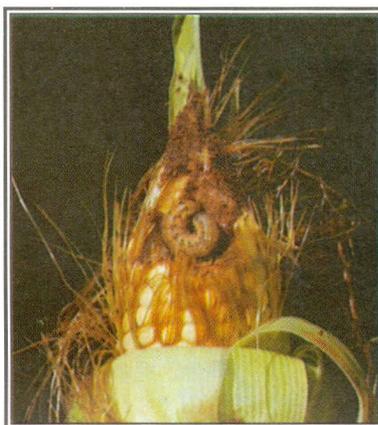


Figura 6. Lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea*, e danos na espiga de milho. Fonte: Gassen, 1996.

INSETOS-PRAGAS DA CULTURA DO SORGO

Como a lagarta encontra-se protegida no interior da espiga há uma maior dificuldade de seu controle através dos métodos convencionais. Entretanto, pulverizações manuais (pequenas áreas) ou aéreas (grandes áreas) poderão ser empregadas, desde que, pelo menos 30% das espigas estejam atacadas pelo inseto. O uso de inseticidas aplicados via equipamentos de irrigação por aspersão do tipo pivô central (insetigação) tem sido promissor no controle dessa praga.

Os inseticidas que poderão ser empregados no controle do inseto são: diazinon (Kayazinon 400), paration metílico (Bravik 600 CE; Folidol 600) e triclorfon (Dipterex 500; Triclorfon 500 Milenia). É importante levar em consideração o período de carência do inseticida a ser usado.

Alguns insetos de importância para a cultura do milho, como a broca-do-colo (*Elasmopapus lignosellus*), a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e a broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*) também podem causar problema na cultura do sorgo, sendo que as medidas de controle são similares.

Mosca-do-sorgo – *Stenodiplosis sorghicolla* (Diptera: Cecidomyiidae)

Descrição e biologia: O inseto (Figura 7) apresenta coloração alaranjado-escuro, asas transparentes, tamanho de aproximadamente 2 mm e ciclo de vida de 2 semanas, sendo que o adulto vive no máximo 2 dias. Os adultos originam-se de larvas em diáspora no solo ou emergem de panículas de sorgo cultivado ou selvagem. O macho morre após a cópula e a fêmea migra para áreas onde exista sorgo em florescimento. Através de seu longo ovipositor a fêmea deposita os ovos dentro da flor.

Danos: A larva se alimenta do ovário da flor, ou seja, da cariopse em formação, impedindo a constituição do grão. As plantas que florescem mais tardiamente, em geral, são mais prejudicadas, devido ao aumento da população da praga. Em consequência, geralmente, as panículas ficam finas, sem grãos formados, e os prejuízos podem ser totais em certas variedades comerciais.

Controle: Devido ao curto período em que a praga pode atacar a cultura, a medida mais indicada é o escape à infestação do inseto, sendo que os seguintes procedimentos podem ser adotados: a) plantio antecipado ou semeadura de variedades precoces; b) plantio de variedades com florescimento uniforme e, c) procurar uniformizar a profundidade de semeadura, o espaçamento e a adubação.

O controle químico da praga apenas deverá ser realizado quando 80% da plantação estiver florida ou quando 90% das panículas estiverem emergidas e 10% dessas florescidas na parte posterior.

Os inseticidas que poderão ser empregados no controle do inseto são: clorpirifós (Lorsban 480 BR), deltametrina (Decis 4 UBV; Decis 25 CE) e diazinon (Kayazinon 400).

Pulgão-verde – *Schizaphis graminum* (Aphididae : Hemiptera)

Descrição e biologia: Apresenta forma do corpo alongada com 1,7 a 2,0 mm de comprimento, e coloração verde amarelada com estria longitudinal verde-escuro, bem distinta no dorso do abdômen. Apresenta pequenas manchas pretas nas antenas, pernas e extremidades dos sifúnculos. O comprimento das antenas não atinge a base dos sifúnculos.

Danos: A intensidade de danos causados pelo pulgão verde ao sorgo varia com o tamanho

da população do inseto, o estágio da cultura, a presença de predadores e parasitóides, e a fertilidade do solo. Os insetos (Figura 8) formam colônias podendo sugar seiva tanto dos pedicelos florais quanto de panículas novas. A ocorrência de ataque, na fase inicial da cultura, reduz a população de plantas, enquanto que, nos outros estádios, determina desde o debilitamento da planta até sua morte parcial ou total.

Controle: Poderá ser feito através do tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos, em locais onde tenha histórico de ocorrência de altas infestações do inseto. O controle através de pulverização poderá ser realizado desde que as seguintes situações sejam constatadas: a) plantas com no máximo 15 cm de altura e com folhas amarelas devido ao ataque do inseto; b) plantas com mais de 15 cm de altura até a fase de emborrachamento com, pelo menos 1 folha quase morta devido ao ataque do inseto e, c) plantas com panículas emergidas até a fase de maturação com, pelo menos 2 folhas por planta quase mortas devido o ataque do inseto. Poderão ser utilizados para o controle do inseto, os inseticidas a base de dimetoato (Perfekthion) e pirimicarb (Pi- Rimor 500 PM). Estes, apresentam registro para o controle do inseto na cultura do trigo.

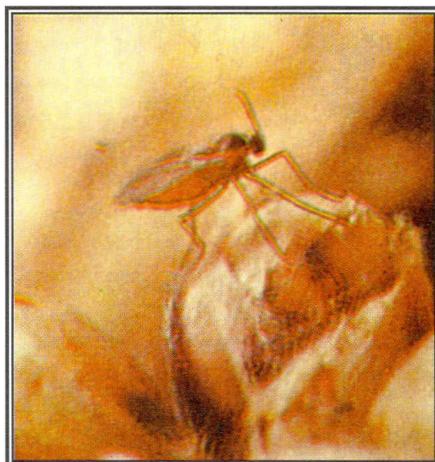


Figura 7. Mosca-do-sorgo, *Stenodiplosis sorghicola*, sobre panícula de sorgo.
Fonte: Gallo *et al.* (1988).

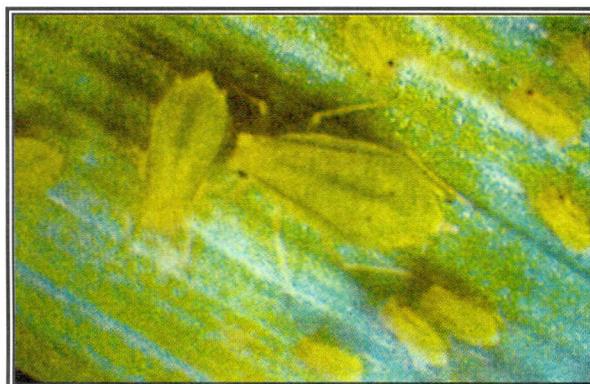


Figura 8. Colônia do pulgão-verde, *Schizaphis graminum*, em folha de sorgo.
Fonte: Gallo *et al.* (1988).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO brasileira de pesquisa de milho e sorgo. **Sorgo granífero, cultivo e utilização**. Pelotas, Grupo Pró-Sorgo-Sul, 1989. 41p.
- ÁVILA, C.J.; DEGRANDE, P.E.; GOMEZ, S.A. Insetos pragas: Reconhecimento, comportamento, danos e controle. In: **Milho, informações técnicas**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1997. p.157-181 (Embrapa-CPAO. Circular Técnica, 5).
- CAMARGO, A. A. de Na safrinha proteja-se das pragas iniciais do milho. **Cultivar**. n.2, Março de 1999, p. 8-10.
- CARBONARI, J.J.; VERONEZ, A.B.C.; PORTO, M.; CUNHA, U.S.; MARTINS, J.F.S. Reação de cultivares de milho ao ataque da lagarta-do-cartucho no agroecossistema de várzea. In: **REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 43.**, Veranópolis, 1998. **Anais**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1998, p.129-133.
- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1995, 45p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 21).
- CRUZ, I. Lagarta no milho. **Cultivar**. n.0, Janeiro de 1999, p.18-19.
- CRUZ, I. Lagarta-do-cartucho: enfrente o principal inimigo do milho. **Cultivar**. n.1, Fevereiro de 1999, p.16-19.
- CRUZ, I. Pragas iniciais do milho. **Cultivar**. n.12, Janeiro de 2000, p.10-14.
- CRUZ, I.; SANTOS, J.P. Diferentes bicos do tipo leque no controle da lagarta-do-cartucho em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.1, p.1-7, 1984.
- CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.3, 1982, p.335-339.
- CRUZ, I. VALICENTE, F.H., SANTOS, J.P. dos, WAQUIL, J.M., VIANA, P.A. **Manual de identificação de pragas da cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997, 67p.
- CRUZ, I., WAQUIL, J.M., SANTOS, J.P., VIANA, P.A., SALGADO, L.O. **Pragas da cultura do milho em condições de campo**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1983, 75p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 10).
- FUNDAÇÃO Centro de Experimentação e Pesquisa Fecotrigo. **Indicações técnicas para a pesquisa do milho no Rio Grande do Sul**. Cruz Alta, RS. FUNDACEP FECOTRIGO, 1993, 101p.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R.P.L., BATISTA, G.C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R.P., ZUCCHI, R.A., ALVES, S.B., VENDRAMIN, J.D. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo : Ed. Agronômica Ceres, 2. ed., 1988, 649p.

- GASSEN, D.N. **Insetos associados a cultura do trigo no Brasil**. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 3).
- GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.
- GRÜTZMACHER, A.D., MARTINS, J.F. da S., AZEVEDO, R., GIOLO, F.P. Efeito de inseticidas e de tecnologias de aplicação no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho no agroecossistema de várzea. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 45; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 28; 2000, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p.567-572 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 70).
- PORTO, M.P., PARFITT, J.M.B., GASTAL, M.F. da C., RAUPP, A.A.A., REIS, J.C.L. **Culturas alternativas ao arroz irrigado nas várzeas do sul do Brasil**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 42p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 50).
- RECOMENDAÇÕES técnicas da pesquisa para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul – Porto Alegre: FEPAGRO; EMATER/RS; FECOAGRO/RS, 1999 (Boletim técnico, n.6).
- VALICENTE, F.H.; CFUZ, I. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* com o baculovirus**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1991. 23p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 15).
- VIANA, P.A. Vinte milímetros de puro problema. **Cultivar**. n.13, Fevereiro de 2000, p.27-28.

DOENÇAS DAS CULTURAS DO SORGO E DO MILHO

Nely Brancão¹

INTRODUÇÃO

Culturas alternativas como o sorgo e o milho, quando cultivadas em solos de várzea, em sucessão ao arroz irrigado, deixam restos, que junto com a umidade excessiva e temperaturas altas, satisfazem condições ideais para desenvolvimento de diversas doenças causadas por fungos.

A maioria desses fungos apresenta variações no seu ciclo de vida e no modo de disseminação. Como exemplo destes organismos que sobrevivem no solo e que são considerados de importância, pelos danos que podem causar a cultura nos diferentes estádios de desenvolvimento cita-se: mancha-em-reboleira (*Rhizoctonia solani*), murcha de esclerócio (*Sclerotium rolfsii*) e fusariose (*Fusarium moniliformis*).

Baseada nestes aspectos, a pesquisa tem procurado avaliar quais as doenças que ocorrem nestas culturas e qual o sistema de produção que apresenta melhor controle destes fungos patogênicos, que são capazes de causar doenças ao sorgo, ao milho e ao arroz em terras baixas.

DOENÇAS DA CULTURA DO SORGO

Antracnose – *Colletotrichum graminicola*.

Ocorre em todas as regiões produtoras de sorgo e em todos os estádios de desenvolvimento da cultura. Seus danos podem chegar a 100%, desde que haja fonte de inóculo e condições de clima favorável.

O sintoma da doença é caracterizado pela presença de pontuações negras, (acervullus), que são as frutificações do fungo e órgão reprodutivo. Com o desenvolvimento da doença, forma manchas circulares ou ovais, de coloração vermelha.

Míldio – *Peronosclerospora sorghi*

É uma doença que pode ser transmitida por semente ou através de restos de cultura. Apresenta duas formas de infecção, a localizada e a sistêmica.

¹ Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal, 403, CEP: 96001-970, Pelotas, RS.

A forma localizada causada por conídios (esporos do fungo), caracteriza-se pelo aparecimento de manchas cloróticas nas folhas, de coloração avermelhada.

A sistêmica caracteriza-se pelo aparecimento de faixas verdes e amarelas (aspecto clorótico) nas folhas e ao porte pequeno da planta, que não frutifica.

As condições ideais para disseminação do fungo são: umidade alta e temperatura abaixo de 20°C.

Mancha da folha – *Helminthosporium turcicum*

É uma doença que ocorre mais em sorgos forrageiros.

Os sintomas são de manchas alongadas, elípticas ou circulares, originárias de um ponto escuro que pode alcançar até ± 10 cm de comprimento, com coloração de palha acinzentada e bordos avermelhados.

Doença açucarada – *Claviceps africana*

Esta doença é também conhecida por Ergot.

É de ocorrência recente porém quando surge pode causar sérios danos à cultura.

Os sintomas se caracterizam pela presença de um líquido em forma de gotas pegajosas, de coloração rosada passando a parda, que se desprende do ovário. Destas desprendem-se massas de macro e microconídios unicelulares adocicadas do fungo, as quais atraem insetos que podem ser veículo de disseminação da doença, assim como a chuva, e o vento.

Ferrugem – *Puccinia sorghi*

Esta doença ocorre no final do ciclo da cultura. Não tem causado prejuízo à produção pois o grão já está formado.

Caracteriza-se pela presença de pústulas que se rompem e liberam uma massa de soros e uredosporos, órgãos reprodutivos e multiplicadores da doença. Quando o índice de infecção é agressivo, é comum encontrar pústulas nos caules e nas sementes. É transmissível por semente e restos de cultura, que ficam na lavoura de um ano para outro.

DOENÇAS DA CULTURA DO MILHO

Pela importância que algumas doenças representam para a cultura do milho estas podem ser divididas, doenças de sementes, doenças foliares, doenças de colmo e podem ter origem fúngica, bacteriana ou virótica.

Doenças de semente

Podridão branca – *Diplodia maydis*

As espigas infectadas tornam-se leves. Apresenta, no grão, micélio de coloração esbranquiçada.

Podridão de fusario – *Fusarium graminearum*

É a forma sexuada de *Giberela zea*, que também causa podridão no grão, sendo que *F.graminicolum*, o micélio apresenta coloração avermelhada e em *G. zea* o micélio varia de esbranquiçado a cinza.

Podridão causada por *Penicillium oxalium*

Este patógeno infecta o grão tanto no campo como em condições de armazenamento. O micélio é caracterizado pela coloração azulada da massa fúngica que se forma sobre outros grãos.

Salientam-se ainda outros fitopatógenos que podem infectar os grãos de milho, tanto a nível de campo como em armazenamento: *Pythum* sp.; *Nigrospora* sp. e *Aspergillus* sp.. Este último e o *Penicillium oxalium* podem transmitir toxinas que são consideradas danosas a mamíferos e aves, são as aflatoxinas.

Doenças foliares

Mancha foliar – *Helminthosporium turcicum*

O sintoma da doença caracteriza-se por pequenas lesões de forma oval e aspecto aquoso, evoluindo para lesões alongadas, necróticas.

Ferrugem comum - *Puccinia sorghi*

Considerada a principal doença do milho na região. Os sintomas da doença podem ser reconhecidos pelas pequenas pústulas, de forma arredondada, e coloração marrom, que se formam nas folhas e no colmo.

Ferrugem polysora – *Puccinia polysora*

Esta doença é de ocorrência esporádica. A coloração das pústulas, formadas por uredosporos, varia de amarela a dourada. Estas são observados nas folhas, e espigas. É favorecida por altas temperaturas e alta umidade relativa do ar.

Míldio do sorgo – *Peronosclerospora sorghi*

Apresenta, como na cultura do sorgo, a fase sistêmica e a não sistêmica.

A fase sistêmica, em plantas adultas, é causada por esporos existentes no solo que se desenvolvem mais tarde, infectando a planta que apresenta sintomas de estrias cloróticas longitudinais, até clorose generalizada apresenta panículas mal formadas ou ausência das mesmas. A fase não sistemática ou sistêmica é caracterizada pela presença de micélio branco, pulverulento na face inferior da folha.

Doenças do colmo

São causadas pelos fitopatógenos: *Cephalosporium* sp., *Colletotrichum graminicola*, *Diplodia maydis*, *Fusarium moniliformis*, *Giberela zea*

Muitos destes patógenos, que causam podridões de colmo, podem também causar danos a espigas e grãos. Sobrevivem, de um ano para outro, em restos de cultura e nas sementes. Condições de umidade e temperaturas de 28 a 30°C são ótimas para as suas ocorrências.

Fatores que afetam o desenvolvimento das doenças:

Ambiente

A ocorrência e severidade das doenças varia de local para local, de ano para ano. Varia também com as condições de temperatura, umidade, solo, fertilidade e adubação.

Resistência

Depende de cada cultivar e de cada patógeno causador.

Ela pode ser condicionada por alguns genes (poligênica) ou por um único gene.

Organismo causal

Pode ser um fungo, uma bactéria ou um vírus.

Controle

Condições climáticas adversas favorecem ao desenvolvimento de inúmeras doenças, cujos controles dependem de tecnologia adequada.

O uso de híbridos ou linhagens resistentes é o método considerado mais eficiente.

O uso de tratamento de semente evita a morte de plântulas e, introdução de fungos na lavoura. Utilizar sementes de qualidade sanitária garantida.

Realizar rotação e sucessão de culturas, com o objetivo de quebrar o ciclo do patógeno.

Eliminar restos de cultura contaminadas de safras anteriores.

Semeadura na época recomendada pela pesquisa.

SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE GRÃOS DE MILHO E DE SORGO NA PROPRIEDADE RURAL

Moacir Cardoso Elias¹

INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico, a urbanização crescente observada na sociedade brasileira, com cada vez menos pessoas no campo produzindo para alimentar cada vez mais pessoas nas cidades, as alterações nos hábitos de consumo da população, a substituição de modelos de produção típicos de subsistência, com comercialização de excedentes, por escalas mais empresariais, dentre outros fatores, ao lado do avanço do conhecimento científico, têm forçado profissionais e produtores à busca do desenvolvimento de tecnologias voltadas para melhorar a conservação dos produtos agropecuários, ampliando conceitos de conservabilidade, com a incorporação cada vez maior de parâmetros qualitativos à idéia quantitativa de perdas que sempre acompanhou a atividade agrícola.

Os modernos e, cada vez mais dinâmicos, sistemas mercadológicos, com os seus novos conceitos de globalização, exigem que os processos produtivos se tornem competitivos quanto à qualidade do produto e ao preço final de mercado. Este preço de mercado precisa cobrir todos os custos de produção e garantir remuneração e margem de lucro a todos os participantes da cadeia produtiva, desde a exploração de jazidas donde saem matérias-primas utilizadas na produção de alguns insumos, até a comercialização dos produtos finais industrializados em nível de consumidor.

No passado, na grande maioria dos sistemas produtivos, acrescentavam-se as margens de lucro desejadas aos custos de produção e tinha-se o preço final do produto. Hoje, a margem de lucro é a variável dependente, e o preço final dos produtos é estipulado pelo mercado, em função das relações entre oferta e demanda. Logo, o principal aspecto a ser trabalhado, quando se quer aumentar as margens de lucro de um sistema produtivo qualquer, é o custo de produção. Isto é, se precisa produzir mais com menos. Isto significa que estão, a cada instante, mais estreitos e escassos os caminhos para aqueles que atuam no mercado com uma postura amadora. Ninguém mais está disposto a pagar pela

¹ Professor da Faculdade de Agronomia UFPel, Cx. Postal 354, CEP: 96001-970, Pelotas, RS.
E-mail: eliasmc@ufpel.tche.br

incompetência dos outros. **Para se produzir bem e sobreviver num mercado competitivo se fazem necessários profissionalismo e competência.**

Milho e sorgo são grãos utilizados predominantemente na alimentação animal. No sul do País, a expansão de seus cultivos está intimamente associada com os avanços da produção de suínos e aves, principalmente. Também dependem da lucratividade dos produtores com outras culturas típicas de cultivo de sequeiro, cuja estrutura de produção é similar e pode usar quase os mesmos insumos e recursos.

Se, por um lado, são observados investimentos na área de produção, em especial os relacionados com a produtividade, por outro pouco se tem investido na conservabilidade dos grãos produzidos, o que resulta em reflexos diretos na comercialização, que enfrenta altos e baixos nos últimos tempos, embora o recente aumento de interesse verificado. Aliado a isso, as condições climáticas adversas, a época de colheita concomitante e aspectos das diferentes safras, a falta de tecnologias específicas de conservação e a estrutura de secagem deficiente, caracterizam elevados índices de perdas; agravantes para o estímulo ao aumento da produção, qualidade do produto para o consumo e valor comercial do milho e do sorgo.

Apesar dos avanços da pesquisa em tecnologia pós-colheita, a secagem ainda é, quase exclusivamente, o único método utilizado para a conservação de grãos no Brasil, assim como o é em quase todo o mundo. Esse fato, associado à deficiente armazenagem em nível de propriedade e a concentração da estrutura existente, nos níveis sub-terminal e terminal, em locais afastados das principais zonas produtoras, determina pontos de estrangulamento na cadeia agroindustrial dos grãos, causando grandes perdas à economia do país.

A utilização do armazenamento em nível de propriedade deve ser vista como uma forma de manter as produções agrícolas de grãos, evitando-se o estrangulamento da comercialização, permitindo a regularização dos fluxos de oferta e demanda, com a manutenção de estoques e a regularização do sistema de transportes, evitando-se, dessa forma, os efeitos especulativos.

Para o agricultor, a armazenagem da produção na propriedade pode representar vantagens, como a redução ou ausência dos custos de transporte ou frete, a comercialização do produto em épocas de menor oferta e maior demanda (entressafra), melhor remuneração e aproveitamento dos recursos disponíveis na propriedade para a secagem e o armazenamento adequados, bem como a disponibilidade de um produto com mais qualidade e melhor adaptado às condições de consumo e/ou comercialização.

A secagem é a forma mais eficiente de conservação dos grãos e pode ser efetuada antes da colheita, ou após essa, quando se retarda a colheita com o objetivo de colher os grãos já secos. A dependência das condições climáticas, as perdas por tombamento, o ataque de roedores, caturrita e/ou outros pássaros, insetos, a contaminação por microrganismos e o maior tempo de ocupação da lavoura têm sido os principais fatores limitantes à utilização da secagem previamente à colheita. Por outro lado, a necessidade de estrutura adequada, os custos correspondentes e a exigência da adoção de tecnologias compatíveis restringem a utilização da secagem posteriormente à colheita, apesar da sua maior eficiência.

Os pequenos produtores não utilizam ou pouco utilizam a secagem artificial por falta de recursos, de conhecimentos ou de tecnologia compatível com a sua condição. Por outro lado, os produtores com melhores recursos tecnológicos têm, no curto espaço das

safras agrícolas, a necessidade de fazer grandes investimentos nas estruturas de **secagem**, armazenamento e transporte, o que resulta em grande ociosidade do capital investido, uma característica marcante da atividade.

Para alguns casos, há tecnologias que permitem retardar ou mesmo substituir a secagem de grãos para armazenamento. A manutenção da qualidade nutricional dos grãos, a liberação do solo para outros cultivos, a diminuição das perdas do produto, a não necessidade da secagem artificial e as vantagens nutricionais relativas são aspectos vantajosos na conservação de grãos com umidade de colheita, sem secagem, pois permite a utilização da estrutura armazenadora disponível na unidade de produção e a alimentação de animais na entressafra, com um produto de qualidade.

A substituição da secagem pela utilização de ácidos orgânicos de cadeia carbônica curta, como acético e propiônico, associada com a hermeticidade ou não, como método de conservação de grãos, mesmo que por períodos não muito longos, representa uma alternativa eficiente, especialmente para pequenos e médios produtores, que não dispõem de estrutura ou recursos para a instalação de complexos sistemas de secagem e de armazenamento compatíveis. Por outro lado, o retardamento da secagem, para cooperativas, indústrias e grandes produtores, possibilita racionalizar o dimensionamento e a utilização do sistema, sem aumentar as perdas ou mesmo diminuindo-as, através da redução da ociosidade das estruturas de secagem, dos transportes e seus reflexos nos fretes.

Num caso ou noutro, não basta guardar os grãos. É preciso conservá-los. E isso exige cuidados, conhecimento e, acima de tudo, muita dedicação e grande dose de profissionalismo

A boa conservação de grãos começa na lavoura. O ataque de pragas e de microrganismos, antes da colheita, pode reduzir a conservabilidade durante o armazenamento, mesmo que a limpeza e a secagem sejam bem feitas.

Na medida em que avança o processo de maturação, diminui a resistência dos grãos ao ataque das pragas e dos microrganismos. A colheita deve, portanto, ser realizada no momento próprio e de forma adequada, pois o retardamento e as danificações mecânicas podem determinar que sejam colhidos grãos com qualidade já comprometida ou com pré-disposição para grandes perdas durante o armazenamento.

COLHEITA

A colheita de grãos pode ser realizada tanto manual quanto mecanicamente. A escolha mais adequada depende da espécie cultivada, da extensão e da topografia da área trabalhada, das condições climáticas na época da operação, da disponibilidade de mão-de-obra ou de colheitadeiras, do nível tecnológico empregado na exploração e de outros fatores. Pode haver eficiência em qualquer das situações.

Na colheita manual do sorgo, a panícula é retirada pela utilização de ferramentas adequadas para o corte, como facões ou foices. As panículas cortadas são colocadas em carretas e transportadas para um terreiro, onde permanecem expostas ao sol, para a pré-secagem. Posteriormente, faz-se a trilha, que pode ser executada através de **batedura manual** ou com trilhadeira estacionária. Caso o material tenha sido colhido com baixa umidade, a trilha pode ser efetuada logo após a colheita.

Processada a trilha, recomenda-se completar a secagem. Se não houver outro meio mais rápido e mais eficiente, deve-se expor os grãos ao sol antes do ensacamento e do armazenamento.

A colheita mecânica é realizada através de colheitadeiras automotrizes (as mesmas utilizadas para arroz, soja e trigo), equipadas com cilindro de barra, proporcionando melhor utilização da máquina. A regulagem da plataforma e outros detalhes operacionais, que constituem fatores decisivos no adequado uso das máquinas, devem ser buscados nos manuais técnicos que as acompanham, nos agentes autorizados ou com profissionais da área. Estas observações valem para milho, sorgo, tratados neste trabalho, da mesma forma que ocorre com grãos de outras espécies.

A maturação fisiológica do milho, assim como a do sorgo, ocorre em umidades ao redor de 30%, mas, nesse ponto, a colheita e as demais operações necessárias ao manejo de pós-colheita são muito prejudicadas, com o que se deve esperar um pouco mais para começar a operação. Tanto os grãos de sorgo, como os de milho, podem ser colhidos satisfatoriamente, do ponto de vista mecânico, quando sua umidade se situar entre 18 e 25%. Se o milho for destinado a sistemas de armazenamento em espigas, em paióis secadores-armazenadores, como "Chapecó", ripados, telados, de bambu, ou similares, a colheita deve ser realizada com umidade não superior a 20 ou, excepcionalmente, 22%.

Convém lembrar que a maturação das panículas do sorgo ocorre de cima para baixo, isto é, o terço superior da panícula é a primeira parte que entra em processo de maturação; logo após é o terço médio, e, por último, o terço inferior. Portanto, para se determinar o ponto de colheita, é preciso se observar a fase de maturação em que se encontra o terço inferior da panícula. Com umidade acima de 25%, aumentam as possibilidades de os grãos não se soltarem das panículas, por ocasião da trilha, e, abaixo de 18%, aumentam as perdas na plataforma.

Se, por um lado, a colheita realizada na faixa de umidade citada, minimiza as perdas, por outro lado requer uso da secagem artificial. Caso não haja disponibilidade de secador, aconselha-se aguardar a redução da umidade para valores mais próximos possíveis a 13%. Contudo, é importante realizar a colheita logo que houver condições, pois quanto mais tempo os grãos permanecerem expostos às intempéries, no campo, maiores serão as perdas, por ataque de pássaros, roedores, insetos e fungos. Inexistindo, no entanto, qualquer possibilidade de secagem pós-colheita, é recomendável que se deixe os grãos mais tempo na lavoura, para permitir que percam água naturalmente, mesmo que isso signifique expor os grãos aos riscos de perdas e danos já referidos. Os efeitos da alta umidade dos grãos no armazenamento são mais prejudiciais do que as perdas ocorridas antes da colheita, em especial os relacionados à qualidade e aos efeitos sanitários do metabolismo microbiano, conforme abordado no Item 5.

Durante a operação de colheita, sugere-se que seja avaliado o índice de perdas. Estima-se que uma quantidade entre 180 e 270 grãos por metro quadrado (conforme o tamanho do grão) corresponda a uma perda de um saco (60 Kg) por hectare.

O milho, conforme já referido, também pode ser colhido através de operação manual ou mecanizada. A colheita manual, geralmente feita em pequenas áreas, pode ser precedida de operações que acelerem a maturação no campo, como o desfolhamento, o despendoamento e/ou a dobradura do colmo, após a maturação fisiológica dos grãos. Com isto, a atividade metabólica da planta é reduzida, provoca-se lignificação dos vasos e a alteração da correlação sorção/dessorção de água. Suplementarmente, a inversão da

posição das espigas reduz os efeitos das chuvas. Não havendo secagem forçada, o milho deve sofrer secagem natural na espiga, após a colheita, numa das formas preconizadas.

A colheita mecanizada e a debulha simultânea ou imediata permitem que o milho seja colhido com umidade mais elevada do que a adequada para a sua conservação.

Para grãos consumidos após a sua desintegração física, em forma de farinha, farelo ou outra forma resultante de moagem ou trituração, exige-se elevada integridade física dos mesmos, para não comprometer a sua conservabilidade, durante o armazenamento e a sua utilização no consumo animal e humano. Também são exigidos cuidados quanto aos danos mecânicos (ou mesmo térmicos), em qualquer fase, da colheita ao consumo. Afora os aspectos físicos, o comportamento biológico dos próprios grãos e a ação dos organismos associados, como insetos, ácaros e microrganismos, devem ser considerados, pelo potencial que representam de incidência de defeitos durante o armazenamento, os quais tem na baixa integridade física um acelerador deteriorativo.

De um modo geral, cada espécie e mesmo variedade ou híbrido de grão, apresenta melhor condição de colheita numa determinada faixa de umidade. Na colheita mecânica, umidades elevadas tendem a provocar dificuldades de liberação dos grãos da panícula ou da espiga e esmagamento na colheitadeira, enquanto umidades muito baixas tendem a provocar trincamento, perdas na plataforma e maiores riscos de se colher grãos já atacados por pragas e com integridade biológica comprometida.

O trincamento e a quebra de grãos, especialmente na colheita e na movimentação, antes da secagem, são fatores que reduzem o seu valor comercial, diminuem a sua conservabilidade durante a estocagem, favorecendo o desenvolvimento de fungos e a produção de toxinas, com sérios prejuízos à saúde humana e dos animais quando do consumo.

Danos mecânicos de colheita podem ser minimizados por adequadas regulagens na colheitadeira. As principais são as que dizem respeito à rotação do cilindro de acordo com a umidade dos grãos e ao espaçamento entre o cilindro e o côncavo. Além dos aspectos qualitativos resultantes do trincamento, das fissuras e das quebras dos grãos, essas regulagens também estão relacionadas com as perdas de grãos na colheita. Assim, são importantes as verificações na carreta graneleira, no mecanismo de elevação do sistema de retrilha e na saída da colheitadeira, para serem analisados, respectivamente, a intensidade de ocorrência de grãos quebrados, de retorno do material para o sistema de debulha e das condições em que estão saindo os sabugos, se muito quebrados ou com grãos ainda presos. Situação similar à do milho ocorre em relação ao sorgo, onde as dificuldades de separar os grãos das panículas, variáveis de acordo com o cultivar ou híbrido e a umidade, principalmente, determinam as principais regulagens na colheitadeira e são as maiores responsáveis pelas perdas ocorridas.

Por menores que sejam, perdas de produtos na colheita sempre ocorrerão. Cerca de 4%, no milho, por exemplo, são aceitáveis. Elas são devidas a vários fatores, mas podem ser agrupadas de acordo com sua natureza ou ocorrência em: 1) perdas em espigas, que ocorrem na pré-colheita (por acamamento das plantas, por exemplo) e durante a colheita, na plataforma; 2) perdas de grãos soltos, que ocorrem nos rolos espigador e de separação; 3) perdas de grãos com o sabugo, as quais são dependentes da uniformidade das espigas e da regulagem da distância entre o cilindro e o côncavo; ou se perde maior quantidade de grãos com os sabugos ou se quebra mais grãos, que também representa perda, ainda que de natureza predominantemente qualitativa.

SECAGEM E LIMPEZA

Os grãos, apesar de características morfológicas de resistência e rusticidade específicas de cada espécie de uma forma geral, estão sujeitos ao ataque de pássaros, roedores, insetos, ácaros, microrganismos e outros animais; às danificações mecânicas, às alterações bioquímicas e às químicas não enzimáticas. Esse conjunto de fatores indesejáveis provoca perdas quantitativas e/ou qualitativas, pelo consumo de reservas e modificações na composição química dos grãos, redução do valor nutritivo, desenvolvimento de substâncias tóxicas e diminuição do valor comercial. Por conseqüência, acaba comprometendo a utilização do produto para o consumo e, mesmo, para industrialização, caso não forem adotadas técnicas adequadas e métodos eficientes de conservação.

A capacidade de manutenção íntegra, durante período de armazenagem, depende não só das condições de produção e colheita, mas das de armazenamento e de manutenção das condições adequadas de estocagem de produto.

Nos grãos destinados ao armazenamento, devem ser considerados os seguintes fatores: integridade biológica, integridade física, estado sanitário, grau de pureza e umidade.

As operações de pré-armazenamento incluem colheita, transporte, recepção, pré-limpeza, secagem, limpeza e/ou seleção e expurgo preliminar. Tudo isso se destina a preparar o produto para a armazenagem. Nem sempre é necessária a realização de todas as operações. Todavia, a pré-limpeza e a secagem são, geralmente, obrigatórias. Os grãos devem ser submetidos a essas operações assim que cheguem na unidade, com o menor período possível de espera na moega (**Figura 1**), que aliás não deve servir como depósito, muito menos de grãos úmidos.

As operações de armazenamento e de manutenção dependem do próprio sistema de conservação e podem incluir movimentação ou manuseio, aeração, transilagem, intrasilagem, expurgo corretivo, combate a roedores, proteção contra o ataque de pássaros e retificação da secagem e/ou limpeza. O tipo de manutenção a aplicar, sua periodicidade e sua intensidade ficam na dependência de resultados observados ao longo do período de armazenamento, das medidas de controle de qualidade obtidas em teste, devem ser considerados os valores de variação de umidade relativa e temperatura do ar, umidade e temperatura do grão, bem como a avaliação do grau de desenvolvimento de microrganismos, insetos e ácaros, a presença de roedores, a incidência de defeitos e a variação de acidez do óleo, entre outros.

Sempre que possível, devem ser consumidos em primeiro lugar os grãos com menor integridade biológica, com maior danificação mecânica e com estado sanitário mais deficiente, armazenando-se de melhor qualidade.

É importante que a colheita e/ou a recepção sejam programadas, de modo a ser evitada a mistura de diferentes produtos de diferentes qualidades, o que comprometeria todo o sistema. Havendo possibilidade de se realizar secagem forçada, é preferível que os grãos sejam colhidos com umidade mais elevada, observados os parâmetros e a razões assinaladas no item "2 - Colheita". No caso de não ser possível a utilização de nenhum sistema de secagem pós-colheita, nem mesmo o natural ou um dos naturais melhorados e desde que observados os fatores de perdas e de integridade biológica do produto, efetua-se a colheita no teor de umidade dos grãos mais próximo possível a 13%. Em qualquer circunstância, o retardamento da colheita é desaconselhável, pelas perdas quantitativas e

qualitativas que provoca, pelo risco de ocorrência de intempéries e pelo maior tempo de uso da terra.

Quando a colheita, a secagem e a debulha não são mecanizadas (o que se aplica para pequenas quantidades) e todos os fatores são passíveis de controle, pode-se obter maior uniformidade de procedimento, como efetuar a colheita por períodos na lavoura, pré-selecionando os grãos de acordo com a qualidade e com o ponto de colheita. Para quantidades maiores, isso não é possível, exigindo correções após a colheita.

Em nível de propriedade, duas situações devem ser consideradas: a) o produto é seco e limpo na propriedade, mas comercializado imediatamente; e b) o produto é seco, limpo e armazenado na propriedade.

No primeiro caso, devem ser feitas, pela ordem, a pré-limpeza, a secagem e a limpeza ou classificação, até a massa de grãos alcançar teores próximos a 1% de impurezas e/ou materiais estranhos e 13% de umidade, para se adequar às respectivas Portarias do Ministério da Agricultura, acerca de Normas e Padrão Comercial. O resíduo da pré-limpeza e da limpeza, que sempre contém grande quantidade de grãos pequenos e pedaços de grãos, pode ser utilizado na ração animal, imediatamente. O grau de umidade adequado a uma boa conservação do produto é dependente das condições de armazenamento, da espécie, do tempo de estocagem, da finalidade e da forma de consumo dos grãos.

No segundo caso, é recomendável serem executadas pré-limpeza, secagem e armazenamento, nessa ordem, deixando a operação de limpeza para mais tarde. A pré-limpeza pode ser feita até um valor próximo a 5% de impurezas e/ou materiais estranhos, o que é conseguido pela regulagem de fluxo de ar e de grãos, na alimentação da máquina, e pelo uso de uma peneira adequada. Logo após, deve-se secar os grãos até à umidade de estocagem recomendada e armazená-los. A operação de limpeza será efetuada depois do "pique" da safra, quando, então, as mesmas máquinas requeridas para a pré-limpeza serão usadas, desde que trocadas as peneiras, ajustando o fluxo de ar e reduzido o de grãos para valores próximos a um terço daqueles considerados na pré-limpezas.

Outra alternativa é se fazer passarem os grãos em duas máquinas, consecutivamente, com jogos de peneiras mais seletivas. na segunda. Esse procedimento tem o inconveniente de movimentar a massa de grãos, para limpeza, após havê-los armazenados. Contudo, apresenta as vantagens de reduzir a diversificação e a quantidade total de máquinas (Figura 2), diminuindo, também, a ociosidade das instalações. O resíduo da pré-limpeza pode ser utilizado como ração animal, desde que imediatamente, assim como o produto da limpeza, considerado para esta a sua maior duração para o consumo.

Em nível industrial, pode-se adotar, por similaridade, o segundo caso citado para a propriedade rural, ou, se os grãos forem recebidos secos, valer-se de máquinas de limpeza com alta seletividade, removendo os grãos quebrados, para o processamento imediato, armazenando aqueles com boa integridade física e biológica.

Note-se que a operação de limpeza para grãos esféricos serve, também, para remover os grãos quebrados e aqueles com integridade biológica comprometida, pois diferem dos íntegros no formato, nas dimensões e no peso específico, o que nem sempre se consegue em outras espécies.

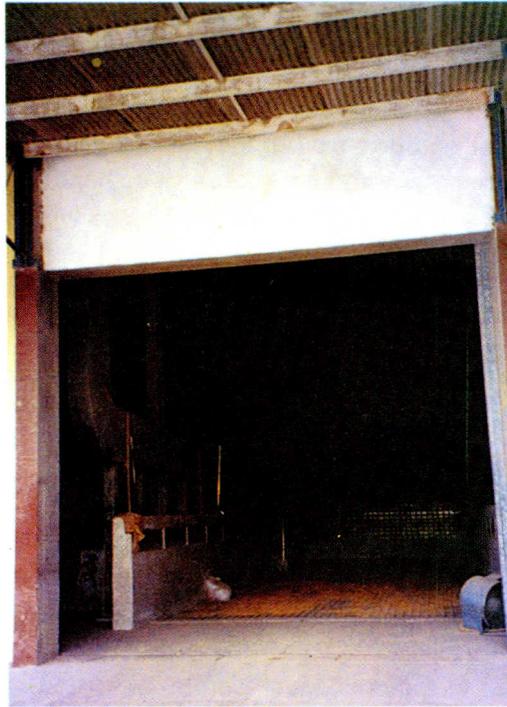


Figura 1. Moega de recepção

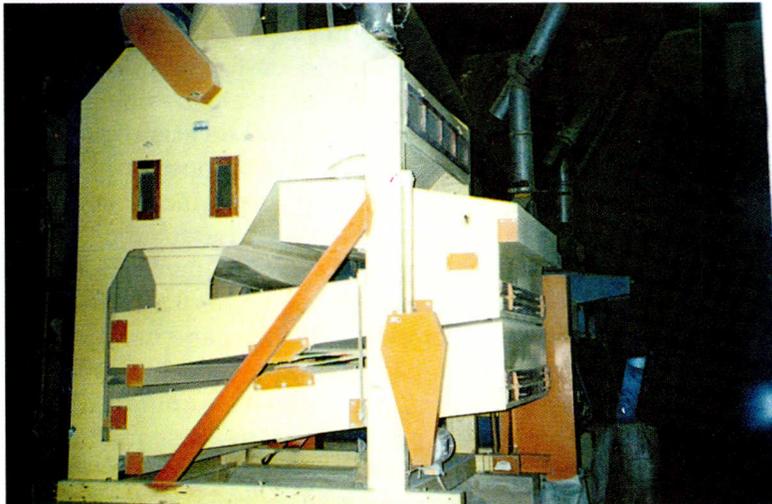


Figura 2. Máquina de ar e peneiras planas, para pré-limpeza, limpeza e/ou seleção de grãos.

Valores superiores a 5-8% de quebrados na massa de grãos podem comprometer a sua conservabilidade durante o armazenamento, já a partir dos 60 dias de estocagem. Para períodos superiores a 120 dias, o percentual de grãos quebrados não deve exceder a 5%, mesmo para armazenamento bem conduzido. E, se o produto for armazenado a granel, o percentual de grãos quebrados é ainda mais crítico. Quanto menores forem os grãos, mais difícil a aeração, maior a tendência à formação de “bolsas de calor” e mais crítico é o efeito de altos percentuais de grãos quebrados na conservabilidade.

Ilustrativamente apresentam-se, na **Tabela 1**, graus de umidade críticos para armazenamento seguro a granel, em sistema de armazenagem com aeração forçada,

Tabela 1. Grau de umidade (% em base úmida) recomendado para o armazenamento de grãos, em diferentes períodos e condições padronizadas (20°C e 65% de umidade relativa).

Grão	Período de armazenamento (meses)			
	06	12	24	60
1. Feijão	14,5	13,5	12,5	11,5
2. Milho	14,0	13,0	12,0	11,0
3. Trigo, sorgo, arroz, centeio, aveia, triticale	13,5	12,5	11,5	10,5
4. Azevém	13,0	12,0	11,0	10,0
5. Soja	12,5	11,5	10,5	9,5
6. Amendoim	12,0	11,0	10,0	9,0
7. Colza/canola	9,0	8,0	7,0	7,0

Para o armazenamento em sacaria, se deve diminuir o grau de umidade em 0,5 a 1,0%, para ser mantida similar conservabilidade.

A umidade de colheita dos grãos quase sempre é maior do que a necessária para o seu armazenamento, o que torna a secagem uma operação praticamente obrigatória.

A secagem pode ser feita por vários métodos, desde o natural e os naturais melhorados, até a secagem forçada (que inclui a estacionária e as convencionais contínua, intermitente e seca-aeração). Outra alternativa, que tem mostrado resultados promissores pela pesquisa, é a substituição da secagem no armazenamento dos grãos com umidade de colheita, pela aplicação de ácidos orgânicos - acético e propiônico, desde que o período de armazenagem não seja muito prolongado.

A secagem natural, que começa na lavoura, pode ser complementada em terreiros ou eiras, com o aproveitamento da energia solar e do vento (eólica). Esse método tanto pode ser aplicado antes da debulha, quando a colheita for manual, como pode ser usado na secagem complementar ou definitiva.

A pré-secagem, antes da debulha, consiste em se espalhar as panículas de sorgo sobre um terreiro ou uma eira em camada fina, até que os grãos tenham sua umidade reduzida, a ponto de facilitar a debulha. Efetua-se, posteriormente, a secagem complementar. É importante que o processo se inicie logo depois da colheita e não seja muito lento, para impedir o desenvolvimento microbiano. Outras alternativas para este método são a pré-secagem em varais ou em estufas-de-fumo, para panículas de sorgo ou espigas de milho com parte da palha, ou ainda também nas estufas-de-fumo, em peneiras colocadas em prateleiras adaptadas para tal. A pré-secagem de milho em espiga, com palha, espalhadas ao sol, sobre o solo em estrados rústicos de madeira ou de tela, quando bem conduzida, também apresenta bons resultados. Lonas também podem ser usadas para esse fim.

Para receberem a secagem complementar ou definitiva, os grãos já debulhados devem ser espalhados no terreiro ou na eira, em camadas não superiores a dez centímetros, e submetidos a três ou quatro revolvimentos diários, durante as horas de maior insolação. À tardinha, tais grãos devem ser amontoados e cobertos, de preferência, com material impermeável. Na manhã seguinte, reinicia-se o processo, repetindo-o até cerca de 13% de umidade dos grãos. Esse método é bastante rudimentar, mas não exige investimentos e, se as condições climáticas forem favoráveis, é eficiente.

Dentre os métodos melhorados de secagem natural, são recomendados o de secagem sobre lonas e o de secagem em barracas plásticas.

A secagem sobre lonas, é, operacionalmente, semelhante à secagem em terreiro ou eira, com algumas vantagens.

Além de não permitir a infiltração de umidade do solo, o fato de possibilitar o fechamento completo da lona, na forma de bolsa, desde duas horas antes de o sol se pôr (num dia), até cerca de duas horas após o aparecimento do sol (na manhã seguinte), determina "suadouros" nos grãos, o que uniformiza e intensifica a secagem. A dependência das condições climáticas, a lentidão do processo e a pequena quantidade de grãos secados, a cada vez, são as principais limitações deste sistema, que, todavia, tem suas características mais positivas na simplicidade, no baixo custo operacional e na eficiência.

A secagem em barracas plásticas consiste em se colocarem os grãos em camadas de até quinze centímetros sobre o piso revestido com barracas rústicas, fazendo-se revolvimentos dos grãos três a quatro vezes ao dia, até se completar a secagem. Essas barracas são semelhantes às de acampamento, em forma de túnel. A estrutura pode ser de bambu, canos plásticos ou outro material similar disponível na propriedade. O piso deve ser forrado com plástico preto, enquanto que a cobertura e as laterais, com plástico transparente. Os plásticos das laterais devem ser fixos na parte superior e possibilitar o sistema basculante, para que se obtenha a maior ventilação possível, durante o dia (quando não estiver chovendo), e se possa fechá-los completamente à noite ou quando chover. A barraca deve ser armada no local mais alto da propriedade, com sua maior dimensão orientadora na direção dos ventos predominantes. Este sistema exige maiores investimentos e proporciona secagem menos uniforme, mais lenta e menos intensa do que a executada em lonas. Contudo, não é tão dependente das condições climáticas. Além disso, é simples e eficiente, aplicável a pequenas quantidades.

A secagem estacionária pode ser feita com ar forçado, na temperatura ambiente, sem aquecimento, ou aquecido a temperaturas de até 45-60°C, para camadas não superiores a 80-150cm. A temperatura do ar pode ser mais elevada, se a espessura da camada de grãos não superar 50cm e se cada camada for removida à medida que fique seca. Caso haja superposições ou sobreposições consecutivas de camadas úmidas, sobre as secas, a temperatura não deve exceder 45-50°C, a partir da segunda camada. Em se tratando de sementes, a temperatura do ar não deverá ultrapassar 45°C (controlada por termostato) e a da massa de sementes, os 40°C, dentro do secador. Encher o silo-secador com material úmido, para depois secá-lo, não é recomendável, nem para sementes, nem para grãos.

As condições de secagem variam para cada espécie de grão e finalidade, conforme pode ser verificado na **Tabela 2**.

Tabela 2. Temperatura do ar de secagem (°C), na entrada do secador, para grãos, em diferentes sistemas de secagem.*

Grão	Sistema de secagem			
	Estacionário**	Intermitente	Contínuo	Seca-aeração***
Arroz	30-35	70-115	-	60-80
Trigo, sorgo, centeio, triticale	45-50	70-110	70-120	70-90
Milho, soja	50-60	80-120	90-130	70-90
Feijão	45-55	80-100	80-110	60-80

* Limites mais utilizados para grãos destinados ao consumo animal (ração) e/ou humano. É importante controlar a temperatura da massa de grãos e evitar os choques térmicos. Quanto mais longo for o período de armazenamento, mais baixas devem ser as temperaturas de secagem.

**Deve ser observada a espessura de camada para cada tipo de grão no silo-secador. Quanto menores forem as dimensões dos grãos, mais delgada deve ser a camada deles para a secagem.

***Se as câmaras receberem ar de secagem com temperaturas diferenciadas, a temperatura mais baixa deve ser utilizada na camada superior. Após o repouso, no silo aerador, a temperatura aplicada deve ser a ambiente.

A secagem contínua pode utilizar temperaturas do ar de 70 a 130°C, na entrada do secador, desde que os grãos não contenham muitas impurezas e/ou materiais estranhos, e que seja feita inspeção diária e remoção de poeiras, para evitar incêndio.

A secagem intermitente pode valer-se de temperaturas de 70 a 100°C, na entrada do secador (Figura 4), quando os grãos estiverem muito úmidos, e de até 120°C, no final do processo, observados os mesmos cuidados quanto a incêndios, comentados na secagem contínua. Caso se trate de secagem de sementes, a temperatura do ar não deve exceder de 70°C e a da massa de sementes não deve superar os 40°C.

Na secagem pelo sistema seca-aeração, podem ser empregadas temperaturas de até 60-90°C no ar de entrada nas câmaras de secagem, e um período mínimo de repouso de quatro e máximo de doze horas. No caso de sementes, a temperatura da massa de grãos não deve ultrapassar os 40°C.

Para se calcular a perda de peso, na operação de limpeza, é possível utilizar-se as seguintes fórmulas:

$$Q.i.r. = P.i.p. - \left(\frac{100 - l.i.}{100 - l.f.} \right) \times P.i.p.$$

ou:

$$\% \text{ quebra na limpeza} = l - \left(\frac{100 - l.i.}{100 - l.f.} \right) \times 100, \text{ onde:}$$

ou:

Q.i.r. = quantidade de impurezas removidas;

P.i.p. = peso inicial do produto ou peso do produto sem limpeza;

l.i. = percentagem de impurezas do produto, antes da limpeza;

l.f. = percentagem de impurezas do produto, após a limpeza;

Para se calcular a perda de peso, na operação de secagem, podem ser usadas as fórmulas a seguir:

$$Q.a.r. = P.p.u. - \left(\frac{100 - U.i.}{100 - U.f.} \right) \times P.p.u.$$

ou:

$$\% \text{ quebra na secagem} = l - \left(\frac{100 - U.i.}{100 - U.f.} \right) \times 100, \text{ onde:}$$

Q.a.r. = quantidade de água removida;

P.p.u. = peso do produto úmido ou peso do produto, antes de secagem;

U.i. = percentagem de umidade do produto, antes da secagem;

U.f. = percentagem de umidade do produto, após a secagem.

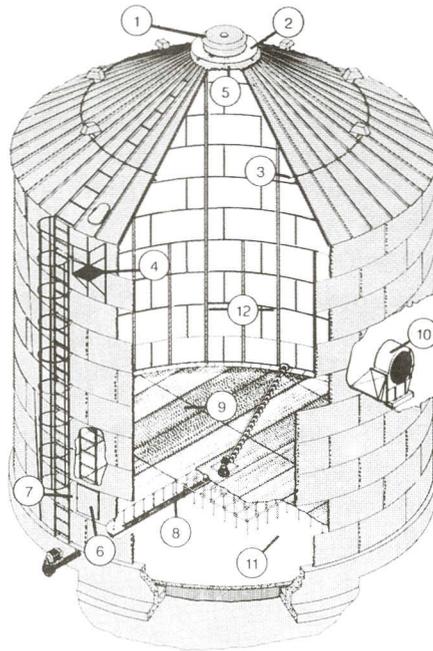


Figura 3. Silo-secador para secagem estacionária de grãos

Legenda:

- | | |
|--|--|
| 1 – cobertura (chapéu), com tela de proteção | 7 – fechadura da porta de acesso lateral |
| 2 – passarela circular | 8 – transportador horizontal para descarga |
| 3 – anéis tensores internos e externos | 9 – fundo-falso, com chapas perfuradas |
| 4 – plataforma superior | 10 – ventilador/exaustor |
| 5 – distribuidor de grãos e de impurezas | 11 – base de concreto para sustentação do silo |
| 6 – porta para acesso lateral (e da rosca-varredora) | 12 – colunas de sustentação |

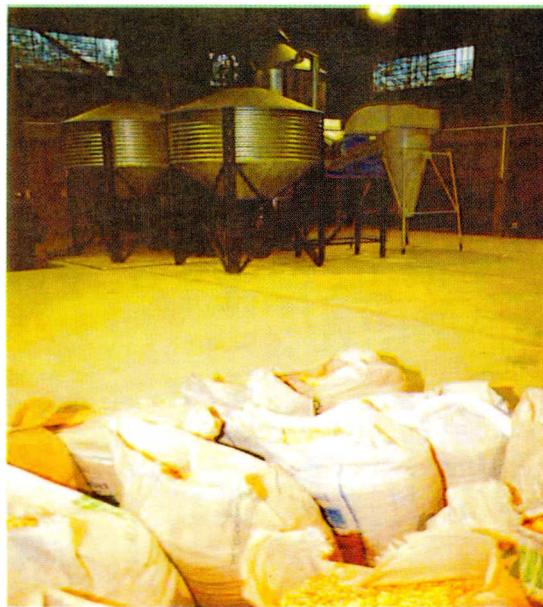


Figura 4. Secador convencional intermitente.

ARMAZENAMENTO

A qualidade dos grãos, durante o armazenamento, deve ser preservada ao máximo, tendo em vista a ocorrência de alterações químicas (enzimáticas e não enzimáticas), físicas e microbiológicas. A velocidade e a intensidade desses processos dependem da qualidade intrínseca dos grãos, do sistema de armazenagem utilizado e dos fatores ambientais durante a estocagem.

As alterações que ocorrem durante o armazenamento refletem-se em perdas quantitativas e/ou qualitativas. As perdas quantitativas são as mais facilmente observáveis, refletem o metabolismo dos grãos e/ou microrganismos associados, ataque de pragas e outros animais, resultando na redução do conteúdo da matéria seca dos grãos. Já as perdas qualitativas são devidas sobretudo às reações químicas enzimáticas e/ou não enzimáticas, à presença de materiais estranhos, impurezas e ao ataque microbiano, resultando em perdas do valor nutricional, germinativo e comercial, com a possibilidade de formação de substâncias tóxicas no produto armazenado, se o processo não for adequadamente conduzido.

Como organismos vivos, os grãos respiram, possuindo constituição química específica e estrutura interna porosa que lhes conferem características higroscópicas e de má condutibilidade térmica. Através dos espaços intergranulares da massa de grãos, durante o armazenamento, permanecem em constantes trocas de calor e umidade com o ar no ambiente de armazenagem.

Trocas de calor e água entre os grãos armazenados e o ar ambiente são dinâmicas e contínuas até o limite de obtenção do equilíbrio higroscópico, em determinadas condições de temperatura. Esse processo ocorre por sorção ou dessorção de umidade pelos grãos, em função do diferencial de pressão de vapor de água e/ou de temperatura entre esses e a atmosfera intergranular. Tais condições, expressas na atividade de água (a_w) dos grãos, estão estreitamente relacionadas com o metabolismo dos mesmos e o desenvolvimento microbiano, de ácaros e de insetos durante a armazenagem.

O grau crítico de umidade dos grãos, em equilíbrio higroscópico, para o desenvolvimento de microrganismos associados, é de 14%, enquanto para os insetos e ácaros está entre 8 e 10%.

As condições de elevada umidade dos grãos em equilíbrio higroscópico e a temperatura do ar ambiente aumentam o metabolismo dos grãos, o que favorece o crescimento microbiano e das pragas, acelerando a sua atividade. Aumentos graduais da umidade e da temperatura da massa, em função de diferentes volumes estáticos de grãos, sob tais condições de armazenamento, originam um conjunto de processos físico-químicos específicos e acumulativos na deterioração dos grãos, conhecido como efeito de massa, altamente correlacionado com o desenvolvimento e a sucessão microbiana e de pragas durante o armazenamento.

Reduções nos conteúdos de carboidratos, proteínas, lipídeos e vitaminas, durante o armazenamento, resultam em perda de material orgânico, em redução da massa específica, em diminuição da matéria seca e perda do valor comercial e nutritivo dos grãos.

Os carboidratos são constituintes dos grãos de milho diretamente consumidos pelo próprio metabolismo e de microrganismos associados, refletindo-se em decréscimo do seu conteúdo total durante o armazenamento. A fração protéica sofre reações de hidrólise, de descarboxilação, de desaminação e de complexação com outros componentes químicos dos próprios grãos durante o armazenamento. A desaminação dos aminoácidos conduz à formação de ácidos orgânicos e compostos amoniacais, enquanto a descarboxilação origina, principalmente, aminas, as quais caracterizam o processo de putrefação dos grãos,

conferindo-lhes odores fortes e desagradáveis. Essas transformações provocam o escurecimento dos grãos, a complexação com açúcares redutores, a diminuição do teor de nitrogênio protéico e o aumento do conteúdo de nitrogênio não protéico.

Os lipídeos caracterizam a fração constituinte mais suscetível à deterioração dos grãos durante o armazenamento, seja pela redução do seu conteúdo total e/ou pela suscetibilidade a alterações estruturais. As ações de lipases, galactolipases e fosfolipases dos próprios grãos e produzidas pela microflora associada, por ácaros e/ou por insetos contribuem para o rompimento das ligações éster dos glicerídeos neutros, aumentando o teor de ácidos graxos livres. O menor grau de integridade física dos grãos acelera o processo hidrolítico, através do contato das enzimas com a matéria graxa.

A ocorrência de ácidos graxos livres, ou mesmo constituintes de triglicerídeos e fosfolipídeos, predispõe à deterioração da matéria graxa, por vias hidrolíticas, oxidativa ou cetônica. As lipoxidases constituem o grupo das enzimas mais ativas no processo de oxidação de lipídeos, podendo ter origem nos próprios grãos ou serem produzidas por microorganismos associados. A redução do teor de extrato etéreo e o aumento do teor de ácidos graxos livres estão diretamente correlacionados com a velocidade e a intensidade do processo deteriorativo dos grãos. A avaliação desses índices constitui-se num eficiente parâmetro para o controle da conservabilidade durante o armazenamento.

A rancificação oxidativa consiste na incorporação do oxigênio aos glicerídeos e ácidos graxos livres, especialmente nestes, com a formação de peróxidos, ácidos, aldeídos, polímeros e outros. A presença de luz, oxigênio, íons metálicos, em altas temperaturas, acelera o processo. Já a rancidez cetônica decorre da ação de alguns fungos que, na presença de umidade elevada e material nitrogenado, produzem metil-cetonas, entre outros metabólitos, dando origem ao odor característico da rancificação.

O conteúdo mineral, representado pelo teor de cinzas, é, dos constituintes químicos dos grãos, a fração que apresenta as menores variações no seu conteúdo total durante o armazenamento. As atividades metabólicas dos grãos e dos organismos associados consomem a matéria orgânica, metabolizando-a até CO₂, água, calor e outros produtos, podendo transformar estruturalmente a composição mineral sem alterar o seu conteúdo total. Dessa forma, a determinação do teor de cinzas assume valores proporcionalmente maiores na medida em que a matéria orgânica é consumida.

Vitaminas hidrossolúveis e lipossolúveis são constituintes dos grãos de milho altamente afetados durante o armazenamento, mesmo em condições adequadas. Entre as vitaminas hidrossolúveis, a riboflavina, a tiamina e a niacina são as que sofrem as maiores perdas. A redução do teor e da disponibilidade das vitaminas lipossolúveis é acelerada pelo aumento da acidez e da oxidação do óleo dos grãos.

A integridade física dos grãos, pelas correlações com a sua conservabilidade, é um fator importante no armazenamento. Menores proporções de grãos quebrados possibilitam melhores índices de conservação, enquanto as superiores comprometem-na.

As determinações de peso seco e/ou peso volumétrico, composição química, umidade e temperatura dos grãos, contaminação microbiana, presença e ataque de pragas, características higrométricas do ar, teor de micotoxinas, valor nutricional, germinação das sementes e avaliação sensorial dos grãos armazenados constituem importantes parâmetros no controle da conservabilidade durante o armazenamento.

O armazenamento de grãos em pequenas quantidades pode ser efetuado em tonéis, bombonas plásticas, caixas, tulhas e sacaria. Deve-se evitar os sacos plásticos não ventilados convencionais.

O armazenamento em tonéis metálicos ou em bombonas plásticas admite as formas não herméticas, herméticas com ar normal e/ou aerobiose mínima. Na armazenagem não hermética, em tonéis metálicos, bombonas plásticas ou caixas de madeira, a umidade dos grãos deve ser próxima a 13%. Os tonéis não devem ser expostos à insolação.

Existem outras alternativas, como a conservação de grãos com umidade de colheita (sem a necessidade de secagem), através de incorporação de ácidos orgânicos - acético e propiônico ou a mistura de ambos ou, a armazenagem de grãos secos com a mistura de areia (seca) ou cinzas.

O armazenamento hermético, em tonéis ou bombonas, oferece bons resultados, superando um ano, se a umidade dos grãos estiver próxima a 13%. É possível reduzir-se a aerobiose, queimando um chumaço de algodão embebido em álcool, fechando-se o recipiente enquanto o algodão queima. Nesse caso, é possível a conservação de grãos com até 18% de umidade. Grãos com teores de umidade entre 18-25%, especialmente os destinados à alimentação animal, podem ser armazenados, com boa conservabilidade, por períodos até 12 meses, com a incorporação de até 2% dos ácidos orgânicos já citados ou da sua mistura.

Pequenas quantidades podem, também, ser mantidas em sacaria, em galpões bem arejados. Nesse caso, os grãos devem conter 1% menos de umidade do que a recomendada para silos aerados. Para períodos de 90-120 dias, os grãos sem secagem podem, igualmente, ser armazenados nesse sistema, também, pela mistura de até 2% dos ácidos orgânicos ou mistura citados anteriormente.

Os galpões devem dispor de proteção anti-ratos. É conveniente que os de madeira e os de tela ou bambu sejam construídos sobre pilares dotados de "chapéus chinês" ou "saia de lata". Nos galpões de alvenaria, tanto o piso como as partes inferiores das paredes devem ser bem reforçadas. Estas, além disso, precisam ser bem reforçadas e ser bem lisas. Tais medidas servem para impedir a construção de galerias e/ou subida de ratos pelas paredes. Nas janelas - todas altas e voltadas para o lado oposto aos ventos predominantes, devem ser colocadas telas para evitar a entrada de pássaros, deixando-as abertas enquanto não estiver chovendo. As portas devem ficar na direção dos ventos predominantes e dispor de escada removível.

Cuidados como estes, na construção, facilitam a entrada de ar frio e a saída de ar quente, melhorando a conservação do produto. As pilhas de sacos, colocadas sobre estrados de madeiras, facilitam a aeração e reduzem os problemas de infiltração da umidade.

O armazenamento em sacaria, para ser eficiente, requer grãos secos, locais bem ventilados e pilhas com 4,5 - 5,5m de altura e 19m de comprimento, no máximo, por questões de segurança e operacionalidade. As pilhas devem ficar afastadas cerca de 50m das paredes.

A armazenagem convencional, extensivamente utilizada no Brasil, usa estruturas como armazéns e/ou depósitos de construção relativamente simples, de alvenaria, na quase totalidade, com o acondicionamento dos grãos em sacaria. A maior área específica de trocas térmicas e hídricas; o maior espectro de contaminação microbiana e ataque de insetos, ácaros e roedores durante o armazenamento, o custo da embalagem e a menor operacionalidade são importantes limitações da estocagem convencional em relação a granel.

A tradição, a versatilidade de utilização das instalações, permitindo o armazenamento, na mesma construção, de mais de uma espécie e/ou cultivar de grãos, com destinos distintos, e a utilização das edificações para outros fins que não o armazenamento, como a guarda de maquinaria agrícola e adubos, os custos do

investimento bastante inferiores em relação ao silo ou armazém graneleiro caracterizam o sistema convencional, ainda o predominante em nível de propriedade rural.

Este é o sistema convencional de armazenagem, cuja principal vantagem está na versatilidade, na medida em que permite a estocagem de vários produtos, na mesma construção, embora não aceite automatização no manuseio, nem o controle da qualidade durante o armazenamento, por termometria.

Neste sistema, não é possível se fazer aeração forçada. Assim, os grãos devem ser armazenados com cerca de 1% menos de umidade do que a admitida para silos aerados nas mesmas condições ambientais, a fim de manter a sua qualidade durante o armazenamento.

A armazenagem de grãos pelo sistema convencional exige tratamentos e cuidados contra pragas. Este assunto está contemplado em capítulo (5) específico.

A armazenagem a granel é mais adequada para grandes quantidades, em armazéns graneleiros (Figura 5) de alvenaria ou silos de concreto, ou, em médias ou pequenas quantidades, em silos metálicos (Figura 6). Ainda assim, para manutenção da qualidade, são necessários dispositivos de aeração e controle de temperatura.

A armazenagem a granel se caracteriza pela dispensa do uso de embalagem, utilizando, para a estocagem dos grãos, estruturas como silos, armazéns graneleiros e/ou granelizados, metálicos ou de concreto, ou materiais de construção disponíveis ou adaptados, principalmente em situações emergenciais, providos ou não de sistemas de aeração forçada. O maior aproveitamento do espaço disponível e a menor dependência de mão-de-obra são aspectos vantajosos em relação ao sistema de armazenagem convencional.

O comportamento de grãos pequenos num silo ou graneleiro é semelhante para todos os grãos de cereais, diferenciando-se, em relação aos grãos de maior tamanho, principalmente, pela maior tendência à compactação e pela maior resistência à passagem do ar, durante a aeração. Tais problemas podem ser corrigidos através de intrassilagem parcial ou total da carga de silo e/ou transsilagens periódicas, durante o armazenamento, a cada período de 60 dias ou, no máximo, 90 dias. A intrassilagem parcial é feita interrompendo-se o carregamento enquanto a altura da camada de grãos atingir entre um terço e a metade da capacidade estática do silo. A seguir, os que se encontram no terço inferior (fundo) são retirados e recolocados novamente no silo. Assim, a compactação fica reduzida e os grãos, que se quebraram ao impacto com o piso, são redistribuídos, o que evita sua concentração na base do silo, possibilitando-se, conseqüentemente, maior eficiência da aeração forçada. Por outro lado, a quebra de grãos, durante o carregamento, pode ser atenuada, ligando-se o ventilador no sentido da insuflação, no início da carga.

Diariamente, durante o armazenamento, a temperatura deve ser controlada, por termometria. O aumento de temperatura da massa de grãos requer a adoção de cuidados para o seu controle. Quando essa elevação chegar a 5°C, deve-se acionar a ventilação forçada, até que a diferença seja reduzida para 1-2°C de maneira uniforme. De outro modo, sugere-se a utilização de parâmetros constantes em diagrama de aeração de cereais.

O milho pode ser armazenado em espiga, com palha. Para isso é importante que esteja bem seco e que o local de armazenamento seja bem ventilado.

Os paióis tradicionais podem ser melhorados pelo aumento da ventilação e pela colocação de protetores anti-ratos. A limpeza dos paióis e dos arredores é indispensável para o controle de roedores e de pragas.

Os paióis tradicionais podem ser melhorados pelo aumento da ventilação e pela colocação de protetores anti-ratos. A limpeza dos paióis e dos arredores é indispensável para o controle de roedores e de pragas.



Figura 5. Interior de um armazém graneleiro, com ductos de aeração e cabos de termometria, para manejo de controle de qualidade dos grãos durante o armazenamento.



Figura 5. Interior de um armazém graneleiro, com ductos de aeração e cabos de termometria, para manejo de controle de qualidade dos grãos durante o armazenamento.

Paióis de tela, se bem construídos, podem continuar a secagem natural do produto após a colheita. Os ripados (**Figura 8**) e os construídos com materiais disponíveis nas propriedades, como bambu, podem também ser utilizados com excelente conservabilidade do produto.



Figura 7. Galpão tradicional de madeira, para armazenamento de grãos, geralmente milho em espigas, com estrutura de construção inadequada para um bom funcionamento.



Figura 8. Paiol ripado para armazenamento de grãos em espigas, na palha, com ventilação por convecção natural e dispositivo anti-rato na forma de saia de lata ou chapéu chinês

PRAGAS E MICROFLORA

Os fatores de perdas em grãos armazenados podem ser agrupados em autodecomposição, ataque microbiano, ação de pragas e físicos. Embora existam estreitas correlações entre eles, é possível se estabelecer predominância de características diferenciadas para cada origem. Estudados isoladamente, ou em conjunto, representam aspectos quantitativos e qualitativos. Os dois primeiros são predominantemente, enquanto os dois últimos são essencialmente quantitativos.

A autodecomposição é caracterizada pelo metabolismo dos próprios grãos. Os grãos armazenados são organismos vivos, por isso respiram, consumindo reservas nutritivas, produzindo calor, umidade e gás carbônico. Além da respiração, outras reações químicas e bioquímicas provocam consumo e/ou transformação dos compostos químicos,

resultando em perdas do produto. Se não forem removidos da massa de grãos, o calor e a água produzidos durante o armazenamento aceleram as reações de autodecomposição favorecendo o desenvolvimento de microrganismos e a produção de toxinas, além de insetos e ácaros, que depreciam o produto. Temperatura e umidade elevadas, dos grãos e/ou do ambiente, intensificam as reações de autodecomposição.

Os fatores que influenciam a qualidade do grão são:

- a) Características de espécies e variedades;
- b) condições de desenvolvimento das culturas;
- c) época e condição de colheita;
- d) métodos de secagem;
- e) sistema de armazenamento e métodos de conservação.

As propriedades desejáveis para a conservação e/ou consumo do produto são:

- a) Graus de umidade uniformes e relativamente baixos;
- b) baixa percentagem de grãos quebrados, brocados, danificados e de materiais estranhos;
- c) baixa suscetibilidade à quebra;
- d) alto peso específico;
- e) alto rendimento em amido (moagibilidade)
- f) boa conservabilidade do óleo;
- g) elevado valor protéico;
- h) alta viabilidade (semente);
- i) baixos índices de contaminação por microrganismos;
- j) alto valor nutricional.

Embora importantes, nem todas as propriedades são essenciais para todas as situações. Aos produtores de sementes interessa especialmente o item h. Aos moageiros, os itens e, f, e g. Aos fabricantes de rações, os itens i, j, e aos comerciantes os itens a, b, c, e d.

Pragas

Os grãos armazenados são atacados por pragas (roedores, insetos e ácaros), que causam sérios prejuízos qualitativos e quantitativos. Há necessidade de se dar a devida atenção a esses seres vivos, pois pouco adiantam todos os cuidados e despesas para o controle dos danos na lavoura, se o produto for atacado e destruído nos depósitos.

No Brasil, estima-se que as perdas de grãos, causadas por pragas e roedores, estão na faixa de 20 a 30% devidas, sobretudo, às precárias condições de armazenamento.

Roedores

Os ratos e as ratazanas representam um problema muito sério no processo de manejo e conservação de grãos armazenados. Estes roedores destroem produtos em quantidades dez vezes maiores do que realmente podem consumir como alimento. Um casal de ratos num armazém consome cerca de 14 Kg de alimento entre o outono e o inverno. O mais grave, porém, é que neste período (meio ano) expelem como excremento, correspondente quantidade de resíduos sólidos e mais de 5,5 litros de urina, além de perderem milhares de pêlos, contaminando os produtos dos quais se alimentam.

Em muitas comunidades do mundo, estima-se que a população de roedores se iguala à humana e que eles podem destruir, anualmente, uma quantidade de alimentos correspondente ao consumo de 10 milhões de pessoas.

Estes animais se reproduzem de 6 a 12 vezes por ano com uma média de 8 crias por parto, que por sua vez atingem a capacidade de reprodução na idade de 3 a 4 meses.

Os ratos, por serem roedores, também causam danos nos encanamentos, instalações elétricas, paredes de madeira, barro, tijolos e até concreto, podendo causar incêndios (curtos-circuitos), além de danos a embalagens e equipamentos.

A importância dos roedores também é ressaltada pelo fato destes animais constituírem um sério perigo à saúde humana e a de animais domésticos, pois são portadores ou transmissores de, pelo menos, dez graves doenças, como tifo endêmico, peste bubônica, icterícia, poliomielite, raiva, entre outras, seja por mordedura direta, pela urina, pelos excrementos ou através de seus parasitos internos e externos.

Os roedores mais importantes para o armazenamento são: a ratazana (*Rattus norvegicus*), o rato-dos-telhados (*Rattus rattus*) e o camundongo (*Mus musculus*). Todos se alimentam, preferencialmente, à noite e resistem a mudanças radicais de alimentos. A ratazana e o camundongo se afastam somente cerca de 20 a 30 metros de suas tocas, enquanto o rato dos telhados tem área de disposição mais ampla.

Controle de roedores

A efetividade no combate a roedores apóia-se basicamente, no conhecimento de sua biologia e hábitos. O combate deve ser sistemático e constante.

Na primeira aplicação de raticida, deve ser exterminado o máximo possível da população, pois esse decréscimo significará uma vantagem nas operações subseqüentes, facilitando a manutenção do restante em níveis que não representam dano econômico importante.

Nos armazéns deve-se fechar bem as aberturas de modo a dificultar o acesso de ratos. É importante tapar com cimento e pedaços de vidro todos os buracos utilizados pelos roedores dentro ou ao redor do armazém.

a) Armadilhas - são usadas geralmente como complemento de outros métodos de controle. Deve-se colocá-las em lugares estratégicos: caminho habitual, saída de tocas e caminho de acesso a outros compartimentos do armazém. No começo é conveniente colocar-se poucas armadilhas e bem distribuídas, aumentando-se o seu número conforme a eliminação dos roedores. Este método requer o exame diário de cada armadilha e a sua preparação para o funcionamento contínuo.

b) Iscas envenenadas - devem ser atrativas e agradáveis aos roedores. Raticidas insolúveis devem estar bem pulverizados no material portador (farinha, pão moído, amido, farinha de batata, farinha de peixe com casca de arroz, grãos quebrados, grãos cozidos e macerados, cenoura, etc). Raticidas solúveis devem ser primeiramente dissolvidos em água, misturando-se após em suspensão com o material portador.

É aconselhável evitar o uso de gorduras que rancifiquem rapidamente e tornem a isca ineficiente. Deve-se usar antioxidante para preservar e prolongar a ação tóxica da isca.

Recomenda-se o uso da isca oferecendo-a sem o material tóxico por 2 a 4 dias, a fim de conquistar a aceitabilidade pelos roedores. Esta estratégia proporciona excelentes resultados sobretudo no caso de usar-se produtos tóxicos severos e de ação rápida, que causam a morte somente com uma ingestão.

c) Fumigação - este método aplicado nas tocas apresenta bons resultados. O uso de cianureto de cálcio em doses de 30 a 50 gramas por toca, fechando-as após com a mistura de cimento, terra e vidros, é muito eficiente para o combate de roedores dentro e fora de armazéns.

O bissulfeto de carbono, em doses de 30-60 gramas por toca apresenta bons resultados, porém é inflamável, podendo apresentar perigo de incêndio. Sua utilização é restrita para aplicações fora de construções ou no campo.

A fumigação das tocas nunca deve ser efetuada em construções habitadas pelo homem ou animais domésticos pois pode ser fatal.

d) Controle natural - o emprego de predadores (cachorros, gatos, corujas, microrganismos) ou repelentes apresenta bons resultados mas é de difícil utilização prática. Entretanto, a manutenção de inimigos naturais, além de predar, espanta os roedores, dificultando também sua reprodução.

e) Controle preventivo - Outra medida de grande eficácia no combate aos roedores é a construção de armazéns e paióis anti-ratos. No caso de paióis de madeira, devem ser elevados, com distância mínima entre o piso e o solo de 1m, sendo que os esteios devem possuir saias de lata ao redor para impedir que o rato suba pelos mesmos.

Para construção de alvenaria, as paredes devem ser recobertas com argamassa até a altura de 30 cm e, de 60 cm de espessura de concreto, apoiando-se diretamente sobre o terreno.

Toda vegetação alta em volta dos armazéns, bem como entulhos e esconderijos para os ratos devem ser eliminados.

Deve-se vedar todos os buracos, fendas e as aberturas. As janelas e aberturas de ventilação devem ser protegidas com telas metálicas.

Insetos

O resultado da ação de insetos em grãos armazenados traduz-se em perda de peso e poder germinativo, desvalorização comercial do produto, disseminação de fungos e origem de "bolsas de calor", durante o armazenamento.

Os insetos encontrados nos produtos armazenados podem ser classificados, segundo suas características biológicas e de ecossistema, em pragas primárias e secundárias, pragas associadas e de infestação cruzada.

As pragas primárias são aquelas que atacam os grãos íntegros e sadios, as pragas secundárias caracterizam-se por se alimentarem de grãos já danificados por insetos primários, quebrados e/ou com defeitos na casca.

As pragas associadas não atacam diretamente o grão. Alimentam-se dos resíduos resultantes do ataque das pragas primárias e secundárias e dos fungos associados aos grãos, prejudicando o aspecto e a qualidade do produto armazenado.

As pragas de infestação cruzada são aquelas que atacam o produto tanto na lavoura como durante armazenamento.

Os grãos de sorgo, milho, arroz e trigo, assim como os de outros cereais e seus subprodutos, podem ser atacados por mais de trinta espécies de insetos. Os que causam maiores danos são também conhecidos como gorgulhos e traças dos cereais.

Os gorgulhos são coleópteros (cascudos, besouros) que, quando adultos, possuem corpo alongado e cabeça com uma projeção anterior, em cuja extremidade estão as peças bucais. As larvas desses insetos são de coloração amarelo-clara ou esbranquiçada e desprovidas de pernas.

As espécies mais importantes são: *Sitophilus zeamais* (Mots. 1855), gorgulho-do-milho, *Sitophilus granarius* (L. 1758), gorgulho-do-trigo e o *Sitophilus oryzae*, gorgulho-do-arroz. Esses insetos podem atacar qualquer tipo de cereal.

As traças são insetos da ordem lepidóptera, predominantemente de hábitos noturnos, como as mariposas, e atacam somente a superfície da massa de grãos. Destas, as espécies que representam maiores prejuízos para os cereais são: *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1897) – traça-dos-cereais e *Plodia interpunctella* (Huebner, 1813) – traça-indiana-dos-cereais. A infestação pode ser verificada pela presença desses insetos voando pelo armazém, sendo que a traça indiana é mais ativa à noite. Somente as larvas atacam os grãos.

Outras pragas como *Tribolium castaneum* (Herb, 1797) caruncho-castanho-da-farinha e *Oryzaephilus surinamensis* (L. 1758) – besouro-roedor-dos-grãos, também são de ocorrência bastante comum, mas não causam tanto dano como as anteriormente citadas.

MÉTODOS TRADICIONAIS DE CONTROLE

São os métodos de controle mais adequados para pequenas quantidades de produtos armazenados em túneis ou tulhas, em nível de pequena propriedade rural.

a) Exposição regular ao sol - a maior parte dos insetos dos produtos armazenados levanta vôo quando estes ficam expostos ao sol. Fazem-se necessárias exposições freqüentes para que, aos poucos, as larvas localizadas no interior dos grãos passem à fase adulta e saiam da massa de grãos através do vôo.

b) Mistura com plantas repelentes - existem certas plantas que exercem efeito repulsivo sobre os insetos e que, quando misturadas aos grãos, exercem algum controle, como folhas de fumo e de eucalipto.

c) Pó abrasivo - utilizam-se cinzas, areia, calcário, cal, etc. Os espaços intergranulares ficam ocupados pelo material misturado aos grãos, dificultando a aeração e a movimentação dos insetos. A morte dá-se por desidratação, quando na tentativa de movimentarem-se entre os grãos, devido à destruição da camada cerosa que os protege contra a perda de água, pela ação abrasiva do pó.

MÉTODOS QUÍMICOS DE CONTROLE

Antes de escolhermos os inseticidas a serem aplicados deve-se ter em conta o destino final do produto (semente, consumo humano, consumo animal, indústria, etc.), pois disto depende o método de aplicação e o tipo de inseticida a ser empregado.

A) Controle com inseticidas fumigantes

Neste método de controle de pragas, também conhecido por hermético, é introduzido o inseticida, que libera aos poucos o gás recomendado. Esse gás, chamado de fumigante, é letal para os insetos de grãos armazenados. Nos insetos adultos e fases jovens (larva e pupa), age através do seu sistema respiratório, enquanto na fase de ovos, a difusão de gás dá-se através da membrana ou canais respiratórios.

A fumigação, se bem executada, tem uma eficiência de 100%, matando os insetos em todas as suas fases - ovo, larva, pupa e adulto. - já estabelecidos nos grãos.

A eficiência do fumigante utilizado depende de inúmeros fatores, entre eles pode-se citar: a temperatura, a umidade, área de contato do grão com o fumigante, tipo de estrutura usada no armazenamento e tempo de exposição da massa de grãos ao inseticida. Neste último influem a concentração do inseticida, a espécie do inseto e a sua fase biológica. A densidade do fumigante depende da concentração do inseticida e de sua uniformidade na massa de grãos. Quanto menos denso, maior a difusão do gás. Gases

muito densos podem sedimentar-se, sendo necessário forçar a distribuição através de ventilação forçada.

O controle feito através da fumigação ou expurgo é de caráter curativo, mas não é preventivo, podendo ocorrer novas infestações com o passar do tempo. Deve-se então repetir o processo periodicamente ou complementá-lo com métodos preventivos eficientes.

Os principais fumigantes, usados para tratamento de grãos armazenados, são a fosfina e o brometo de metila. Esse último em desuso, devido aos prejuízos causados à camada de ozônio. Sua fabricação está proibida no Brasil (assim como em outros países) e seu uso está restrito aos estoques ainda disponíveis, também não sendo permitida a importação.

Fosfina

É encontrada, no comércio, nas formas de pastilhas ou tabletes e comprimidos (Gastoxim B., Phostoxim). É um produto altamente tóxico, extremamente eficiente para o controle de insetos de grãos armazenados. O gás despreendido, inodoro, se origina da hidrólise do fosfeto de alumínio em contato com a umidade do ar ambiente, sendo-lhe adicionado um revelador, que cheira fortemente a carbureto, servindo de alerta durante a fumigação. Pode afetar a germinação, dependendo da umidade das sementes, do tempo e da temperatura de exposição.

Maneiras de realização do expurgo

a) *Grãos a granel* – geralmente, quando se trabalha com fumigantes sólidos, a distribuição é feita durante a operação em que o produto está sendo armazenado, isto é, os comprimidos ou tabletes são colocados em intervalos regulares sobre a correia transportadora, durante o carregamento. No caso em que a unidade armazenadora estiver carregada, os tabletes ou comprimidos poderão ser aplicados através de sonda. As unidades armazenadoras devem estar perfeitamente vedadas durante o expurgo.

b) *Grãos ensacados* - a operação de expurgo poderá ser feita através de câmaras móveis ou lençóis plásticos, permitindo a fumigação de cada pilha separadamente. O lençol plástico (PVC) deve ser impermeável aos gases e apresentar certa resistência aos choques mecânicos (0,2 mm). O sistema de vedação, no ponto de contato do lençol com piso, é feito com "cobras de areia" (20 cm de largura x 1,5 a 2,0 m de comprimento). A seguir, distribuem-se os comprimidos ou tabletes dentro de uma caixinha ou envelope nos cantos das filas. O tempo de exposição varia de 72 a 120 horas. Ao se retirar o lençol, as janelas e portas devem estar abertas, para melhorar a exaustão dos gases. Pessoas e animais domésticos não devem permanecer no local e nem nos arredores.

c) *Milho em espiga, com palha* - coloca-se uma quantidade conhecida de milho em palha sobre uma área cimentada ou sobre uma lona plástica, cobre-se o milho com lençol plástico (PVC com 0,2 mm de espessura); distribui-se o fumigante em local pré-determinado; imediatamente após, faz-se a vedação com "cobras de areia" ou outro material de similar eficiência. O tempo de expurgo deve ser de 72 horas.

Nas Tabelas 3, 4 e 5, apresentam-se características de aplicação e as dosagens dos principais fumigantes utilizados para o expurgo de grãos de sorgo e de milho, armazenados a granel e em sacaria e milho em espiga (com palha).

Tabela 3. Principais inseticidas (fumigantes) e suas características de utilização no expurgo de grãos armazenados a granel.

FUMIGANTES	Ingrediente ativo na formulação (%)	Características do Silo	Horas de Expurgo	Dosagem
Fosfeto de Alumínio (tabl. 3g)	57	qualquer tipo de silo	72	1 a 3 tabl./t. de grãos.
Fosfeto de Alumínio (compr. 0,6g)	57	qualquer tipo de silo	72	3 a 6 compr./t. grãos

compr. = comprimido; tabl. = tablete;

Tabela 4. Principais inseticidas (fumigantes) e suas características de utilização no expurgo de grãos ensacados.

FUMIGANTES	Temperatura do grão (°C)	Duração do expurgo (h)	Dosagem
Fosfeto de Alumínio (tabl. 3g)	acima de 25	72	1 a 3
	de 16 a 25	96	tabl./15
	de 10 a 15	120	a 20 sc.
Fosfeto de Alumínio (compr. 0,6g)	acima de 25	72	1 compr./
	de 16 a 25	96	3 a 4 sc.
	de 10 a 15	120	

Tabl. = tablete; compr. = comprimido; sc = saco

Tabela 5. Principais inseticidas (fumigantes) e suas características de utilização no expurgo de milho em espiga (com palha).

FUMIGANTES	Ingrediente ativo na formulação (%)	Duração do expurgo (h)	Dosagem
Fosfeto de Alumínio (tabl. 3g)	57	72	0,5 tabl.
Fosfeto de Alumínio (compr. 0,6g)	57	72	3 compr.

compr. = comprimido; tabl. = tablete.

Controle com inseticidas não fumigantes

Estes produtos são utilizados na formulação em pó ou líquido e são aplicados de diferentes maneiras.

a) *Pulverização residual* - o inseticida é pulverizado internamente nas paredes, pisos, estrados e tetos dos silos e de outros depósitos vazios e limpos. Seu uso objetiva o extermínio de insetos abrigados em depressões, vãos e fendas. Geralmente tem efeito residual prolongado.

b) *Pulverização e polvilhamento preventivos* - o inseticida é pulverizado ou polvilhado diretamente, sobre os grãos a granel, na esteira, durante o transporte para o silo; sobre sacos e outros invólucros, milho em palha, etc., com a finalidade de prevenir a infestação, e não de matar os insetos estabelecidos na massa de grãos.

c) *Pulverização e nebulização do ambiente de armazenamento* - é considerado um tratamento corretivo, porém, só elimina os insetos na forma jovem (larva e pupa) e adulta, que se encontram na superfície e no ambiente, não atingindo os insetos em qualquer fase de crescimento, em esconderijos ou contidos na massa de grãos. Deve ser aplicado em ambiente fechado e assim permanecendo por duas horas, no mínimo. Em seguida, ventila-se bem o ambiente antes de entrar.

O inseticida deve ser bastante volátil ou ser nebulizado, ou seja, misturado em óleo e aplicado por máquinas especiais (**Figura 9**) que produzam gotículas extremamente pequenas, permanecendo em suspensão, no ar, por certo tempo. Os principais inseticidas não fumigantes usados no controle dessas pragas são: Deltametrina, Diclorvós, Malation e

Tabela 6. Características de formulação e de utilização dos principais inseticidas (não fumigantes) empregados no controle de pragas de grãos armazenados.

INSETICIDAS	formulação	Pulverização residual	Pulverização		Pulverização ambiente	Nebulização ambiente
		(mL/m ²)	granel (mL/ton)	ensacados (mL/m ²)	(mL/m ²)	(mL/100m ²)
Deltametrin	10 E 2,5E	0,3	20,0	0,4	--	2-
Diclorvós	50 E	-	20,0	2,0	2,0	5
Pirimifós metílico	50 E	1,0	8,0	0,5	0,5	5

(a) - água + inseticida = 100mL/m²;

(b) - água + inseticida = 1 litro/tonelada.



Além dos citados, existem outros produtos para o controle de insetos em grãos armazenados, como, também, é possível a utilização de mistura de dois ou mais produtos, observadas as especificações e recomendações técnicas de cada um.

Devem ser tomados cuidados especiais na aplicação, tais como, ler o rótulo e seguir as instruções recomendadas, usar equipamento adequado, não fumar nem comer durante a aplicação, tomar banho e vestir roupas limpas após o trabalho. O operador nunca deve trabalhar sozinho.

OUTROS MÉTODOS DE CONTROLE

a) *Quarentena* - Tem por objetivo evitar a introdução e disseminação de novas pragas. Refere-se às proibições ou restrições impostas ao transporte de produtos armazenados supostamente infestados por pragas.

b) *Sanitização das colheitas* - São medidas de higiene que visam evitar, eliminar ou reduzir a multiplicação e/ou dano causado por insetos em grãos destinados ao armazenamento. Complementam as medidas de controle e são realizadas antes do armazenamento. Envolvem as seguintes operações: colheita na época própria; desinfestação das máquinas; limpeza de grãos e depósitos; não mistura de colheitas de safras diferentes, entre outras.

c) *Manejo de temperatura e umidade* - Estes fatores limitam a produção e a sobrevivência de muitas espécies de insetos. Umidade dos grãos menor que 9% inibe a reprodução da maioria das pragas, mas este limite é difícil de ser mantido devido ao equilíbrio higroscópico entre a umidade relativa ambiente (atmosférica) e a da massa de grãos, além de ser antieconômico para algumas espécies de grãos. A reprodução das pragas é favorecida, quando o teor de umidade dos grãos estiver entre 12 e 15%. Acima disto, são favorecidos os fungos e bactérias.

A temperatura ótima de desenvolvimento dos insetos é de 23 a 35°C, sendo a ideal de 28°C. Em temperaturas menores que 21°C, por muito tempo, a maioria dos insetos não se reproduz e, acima de 38°C, a maior parte morre.

Com base no que foi exposto, deve-se secar uniformemente os grãos, mantê-los em temperaturas mais baixas possíveis, por ventilação ou aeração e transilá-los a fim de dispersar, remover ou distribuir a umidade acumulada.

d) *Gases inertes* - O produto armazenado deve, necessariamente, estar contido em um depósito hermético. O controle é feito reduzindo-se a concentração de oxigênio a um nível tal que mate a praga ou paralise o seu desenvolvimento. É feito por um período prolongado e utiliza-se gás nitrogênio ou carbônico.

Existem outros métodos de controle, como: uso de envoltórios resistentes à penetração das pragas, evitando-se a infestação, uso de feromônios para a localização e monitoramento das populações de insetos ou a associação de feromônios com patógenos, armadilhas luminosas, etc. Sempre que possível, deve-se obter uma integração entre os métodos de controle e lograr, dessa forma, melhores resultados.

É indispensável seguir uma seqüência lógica na execução das medidas de controle, iniciando com limpeza e a desinfestação dos depósitos destinados ao armazenamento, das máquinas e equipamentos utilizados em todo o processo e aplicação de um inseticida residual que previna a reinfestação das unidades armazenadoras. Em seguida, deve-se usar

um método corretivo para controlar os insetos que já se encontram nos produtos armazenados, em diferentes fases de desenvolvimento.

A última fase do processo de controle é procurar prevenir nova infestação, utilizando um método que atenda a tal exigência.

Ácaros

Os ácaros atacam todo o tipo de grão, predominantemente os danificados. Mais de oitenta espécies de ácaros podem ocorrer em grãos armazenados, especialmente em clima temperado.

Os danos causados por esses seres vivos em grãos de cereais não têm sido ainda extensivamente estudados comparativamente aos de outras pragas, principalmente insetos.

Os ácaros requerem umidade de armazenamento dos grãos mais elevada (13,5 a 15%) do que os insetos e podem permanecer ativos em temperaturas relativamente mais altas, de até 45°C. As perdas em grãos armazenados por infestações de ácaros podem ser minimizadas pelo armazenamento dos grãos com baixa umidade e em baixa temperatura.

O sucesso no controle dessas pragas requer um conhecimento profundo de sua biologia, hábitos, interações com fatores do ambiente e condições de armazenamento, além da avaliação econômica dos danos causados.

Microflora

Os fungos fazem parte das principais causas de deterioração dos grãos armazenados, sendo superados apenas pelos insetos. Insetos e roedores são controlados no armazenamento comercial, mas provavelmente sejam os fungos os principais deterioradores como agentes, pois no primeiro estágio de germinação podem ser suficientes para destruir a viabilidade de sementes. Danos e aquecimento são sintomas típicos de ataque fúngico, apesar de sua ação invisível. É importante conhecer os prejuízos causados pelos fungos, mas o mais importante, porém, é conhecer as condições para o seu desenvolvimento. Umidade e temperatura elevadas, aliadas a métodos inadequados de armazenamento e manuseio dos grãos, são fatores combinados que resultam em maior desenvolvimento fúngico, resultando em maior desenvolvimento fúngico, com maiores perdas quantitativas e qualitativas nos grãos armazenados.

Cerca de cem espécies de fungos já foram isolados em grãos. Eles necessitam de um mínimo e um ótimo de umidade relativa e temperatura para se desenvolverem. A temperatura ótima para o desenvolvimento dos fungos de grãos armazenados está situada entre 25 e 30°C. Alguns fungos se desenvolvem bem ao redor de 37°C. A temperatura mínima, no entanto, é específica e pode ser bastante diferente para cada espécie. Existem fungos capazes de suportar até temperaturas de congelamento.

A faixa de umidade relativa que os fungos suportam é mais importante do que a temperatura ótima. Baixa integridade biológica e danificação mecânica limitam a armazenagem de grãos com graus de umidade mais elevados. O mínimo de umidade para a germinação de esporos é 65%, porém, alguns exigem 93%. Diminuir a umidade relativa para valores abaixo de 65%, significa reduzir a atividade da maioria dos fungos.

Os principais danos causados por fungos são:

- a) Diminuição do poder germinativo;
- b) Descoloração e manchas;
- c) Aquecimento e emboloramento;
- d) Alterações da composição química;
- e) Produção de toxinas;

e) Perdas de matéria seca.

Todas essas alterações podem ser visíveis ou não. Os fungos podem contaminar durante a produção ou após a colheita.

Os fungos do campo são representados principalmente pelos gêneros: *Cladosporium*, *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Phoma* e *Aspergillus*.

Fungos do campo podem ser completamente destruídos durante a secagem dos grãos. Se adequadamente secos, permanecem dormentes; com secagem insuficiente, se desenvolvem os fungos de armazenamento e não os de campo.

A contaminação por fungos dá-se antes da colheita, enquanto as plantas estão crescendo no campo ou depois que o grão é colhido ou antes do seu armazenamento. Uma exceção comum para isso é o milho armazenado úmido na espiga, em caixotes, que pode ser atacado por um típico fungo de campo. A maioria dos fungos requer um grau de umidade alto, da ordem de 22 a 23% (em base úmida), que se equilibra com uma umidade relativa de 90 a 100%. Os fungos em grãos armazenados podem causar a descoloração da semente ou do grão, enfraquecer ou matar o embrião ou causar o enrugamento da semente, causar a perda do poder germinativo, apodrecimento da raiz e outras doenças na germinação destas sementes e na fase jovem da planta. Eles morrem rapidamente em grãos em equilíbrio com a umidade relativa do ar da ordem de 70 a 75%.

Testes com amostras, em relação à umidade e fungos, dão informações sobre as condições de estocagem que não podem ser obtidas através dos registros do armazém.

Os fungos de armazenamento mais importantes são representados por algumas espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Penicilium* e *Fusarium*. O dano causado pelos fungos de armazenamento é bem maior que o produzido pelos fungos do campo. Poucos esporos dos fungos de armazenamento estão presentes nos grãos antes da colheita.

Os fungos de armazenamento são abundantes ao redor das propriedades, em restos de grãos mofados em armazéns, silos e em elevadores de grãos; assim, poucos lotes de grãos estão livres da sua contaminação.

Quando as condições de umidade e temperatura são propícias, os esporos germinam e crescem, causando o mofamento de grãos durante o armazenamento.

As condições que possibilitam o desenvolvimento dos fungos de armazenamento são:

- a) O conteúdo de água do grão e a umidade relativa do ar;
- b) A temperatura do grão e a do ar;
- c) As condições de armazenamento;
- d) A quantidade de impurezas na massa de grãos;
- e) Presença de organismos estranhos.

A maioria das espécies de fungos se desenvolve com umidade relativa acima de 70%. Algumas espécies de *Aspergillus*, que são as mais resistentes dentre os fungos de armazenamento, se desenvolvem com umidade relativa de 65%.

O grão, a 27°C, com umidade mínima de 12,5%, está altamente propenso a ter infestações de fungos.

Um fato importante, para o qual se deve dar ênfase, é que a umidade média dos grãos no silo não determina a segurança de armazenamento, uma vez que, embora haja tendência de os grãos equilibrarem a umidade durante o armazenamento, o tempo para que isso aconteça é longo e a uniformidade de umidade com que os grãos são armazenados é mais importante do que seu valor médio. O dano pode ocorrer em locais isolados no silo, onde a umidade é mais alta. Grãos armazenados com uma umidade média relativamente

baixa (13%), **mas desuniforme, com** variações entre 10 e 16%, por exemplo, não estão a salvo do ataque microbiano durante a estocagem, que pode ocorrer na parte dos grãos que estejam com umidade excessiva (16%).

As condições do grão, no início do período de estocagem, afetam o período seguro de armazenamento. Além da umidade e da temperatura ambientais favoráveis, os fungos de armazenamento requerem um produto como suprimento alimentar. Um grão com tegumento em bom estado previne um fácil acesso dos fungos ao amido do endosperma. Portanto, um grão com tegumento intacto terá melhores condições de armazenamento do que aquele que esteja trincado ou quebrado. Acelerar excessivamente a secagem, para prevenir o desenvolvimento de fungos, acaba por danificar o grão.

Os grãos que foram quebrados durante a colheita, secagem ou operações de transporte ou armazenamento, juntamente com insetos, sementes de invasoras e partes de plantas, constituem as impurezas de uma massa de grãos. A presença de impurezas e de outros organismos contribui para o desenvolvimento dos fungos de estocagem. Insetos e ácaros geralmente aumentam o conteúdo de umidade e assim há maior probabilidade de contaminação com fungos e desenvolvimento de mofo.

Os principais fungos de armazenamento do gênero *Aspergillus* são: *Aspergillus restrictus*, *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus ochraceus* e *Aspergillus flavus*. Outros gêneros importantes são *Penicilium* e *Fusarium*.

Os fungos atacam os grãos com umidade a partir de 12% para soja; de 13% para milho, trigo e sorgo.

Os efeitos causados são a descoloração do embrião, partes do grão ou todo, danificação ou morte do embrião (caso de semente). Alguns causam as manchas do "olho azul", mofamento e endurecimento do grão.

Alguns fungos produzem substâncias tóxicas, durante o armazenamento. A aflatoxina, que é produzida principalmente por *Aspergillus flavus*, é a mais importante delas. Embora seja mais comum em amendoim, torta-de-amendoim, algodão e torta de soja, também pode ocorrer em outros grãos armazenados, como trigo, milho, sorgo, centeio e arroz. Esta toxina é letal para animais jovens, já tendo ocorrido também casos de morte de crianças (raro); tanto por ingestão direta do alimento contaminado, como através do leite.

A aflatoxina sendo consumida com regularidade ao longo do tempo pode causar vários tipos de câncer, os mais comuns são os de fígado e de rins.

A aflatoxina é considerada uma das mais potentes substâncias cancerígenas naturais. O câncer se manifesta nos casos em que os animais sensíveis consomem pequenas quantidades da toxina, porém, doses elevadas, podem levar à morte em poucos dias. Também se mostra letal para cobaias, patinhos e peruzinhos de um dia alimentados com leite de vaca que tenha ingerido rações contaminadas pela toxina.

A aflatoxina passa das mães às crias do leite, com efeito cumulativo, fazendo mal aos animais jovens, ainda que o adulto não mostre sinais de toxicidade. Esta toxina é muito resistente ao calor, sendo possível destruí-la com substâncias químicas, como SO₂, cloro gasoso, oxipropileno, ácidos e álcalis.

O *Aspergillus ochraceus* produz a ocratoxina, substância também bastante tóxica, semelhante à aflatoxina.

Nem todo o alimento contaminado por fungos possui a toxina, mas como sua presença é invisível a olho nu, muitas vezes uma aparência de produto sadio pode não significar a inexistência de substâncias tóxicas. Por isso, é interessante ser controlada, ao máximo possível, a contaminação por fungos.

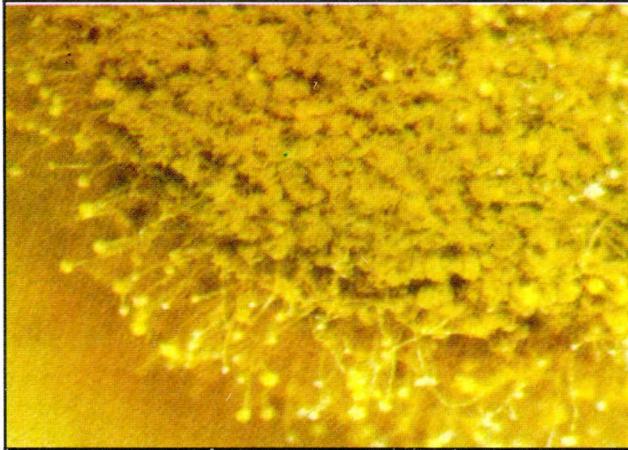


Figura 11 Colônia de *Aspergillus flavus* em milho

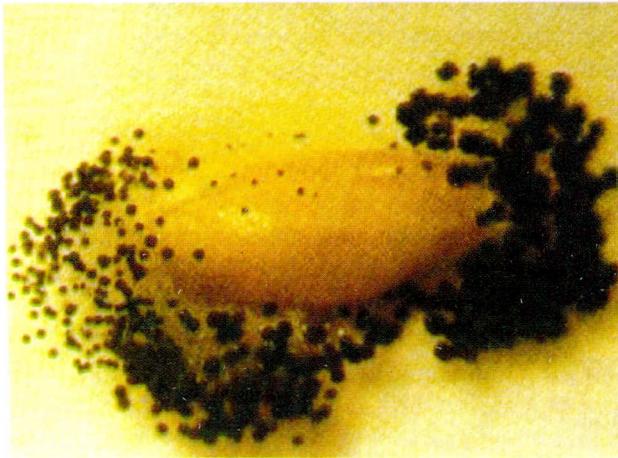


Figura 12 Colônias de *Aspergillus niger* em milho

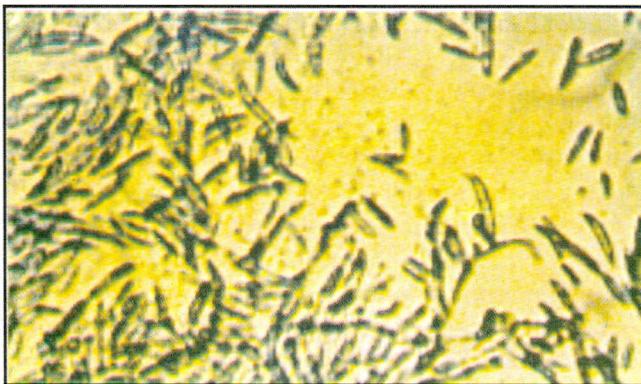


Figura 13 *Fusarium* (DON)

Existem outras toxinas, associadas a doenças de fígado, de sangue, de rins, que também causam convulsões e vômitos, que tingem o arroz de amarelo. As rubrotoxinas, produzidas por *penicilium rubrum*, tingem o produto de vermelho, não são cancerígenas, mas causam principalmente hemorragias: estão associadas à ingestão de produtos, como feno e grãos mofados.

O fungo *Fusarium culmorum* também tem sido relacionado a surtos de toxicose em gado leiteiro, devido à ingestão de milho contaminado. Os sintomas envolvem queda de lactação e perda de apetite.

Há vários fungos que produzem a zearalenona, substância tóxica relacionada com o efeito de hiperestrogenismo, que ocorre principalmente em suínos, alimentados com rações mofadas. Esta toxina pode também provocar infertilidade e aborto, além de anomalias em machos.

Uma das evidências da presença de fungos em grãos armazenados é o aquecimento da massa respectiva, mas alguns fungos não causam aquecimento, tornando difícil detectar sua presença, uma vez que não são visíveis a olho nu.

Outros fungos causam problemas de aquecimento rápido da massa de grãos, como por exemplo *A. flavus*, podendo ser controlados por ação rápida de aeração, transilagens, intrassilagem e/ou retificação de secagem.

Por centenas de anos têm-se observado as diferentes alterações que ocorrem no sabor e na qualidade dos alimentos devidas ao crescimento de fungos. Algumas destas transformações são desejáveis e mesmo necessárias a alguns alimentos, como ocorre com o sabor e o odor dos diferentes tipos e variedades de queijos. Entretanto, em muitos casos, os fungos podem causar transformações indesejáveis aos alimentos, produzindo sabores e odores desagradáveis, além da decomposição em graus variáveis. A decomposição que ocorre nos alimentos *in natura* e em produtos alimentícios nem sempre se caracteriza apenas nas propriedades sensoriais, mas pode, eventualmente, acarretar conseqüências danosas e prejudiciais à saúde do homem e dos animais.

Substâncias tóxicas associadas a vegetais ou a produtos de origem vegetal, utilizados para alimentação humana e de animais, têm sido noticiadas desde tempos bíblicos. Um exemplo é o ergotismo, doença causada pela ingestão de toxinas produzidas pelo fungo *Claviceps purpurea*, o qual infesta cereais e outras gramíneas e cujos relatos datam de 600 a.C.

Os fungos podem ser saprófitos ou parasitas. Os saprófitos podem causar a deterioração dos mais variados produtos e subprodutos agrícolas, tais como sementes, grãos, rações, fibras e alimentos, embalados ou não. Os parasitas causam doenças nas culturas no campo, como ferrugem, oídio, giberella, septoria, carvão e outras tantas.

Dentre os fungos de depósito ou armazenamento, algumas espécies dos gêneros *Aspergillus* e *penicilium* constituem os fungos que mais proliferam nos grãos armazenados. Fungos desses gêneros, juntos com os de *Fusarium*, são os maiores produtores de micotoxinas. São capazes de se manterem em desenvolvimento com baixa umidade, produzindo toxinas que reduzem a qualidade nutritiva dos grãos e seu valor de mercado.

Fungos de armazenamento estão sempre presentes em alto número em todo o tipo de material como ar, poeira, água, e são constituintes normais da película de grãos e sementes.

Análises, realizadas pela *Food and Drug Administration* (FDA), revelam aumentos anuais de 20% na incidência de amostras de grãos contaminados com aflatoxina que ultrapassam os níveis aceitáveis para o consumo humano e diário para animais de 20ppb.

Desde sua descoberta, mais de 17 compostos designados como aflatoxinas já tiveram suas estruturas químicas elucidadas e são metabólitos fúngicos secundários ou produtos de biodegradação. Porém, o termo aflatoxinas se refere a 4 compostos fumarínicos substituídos, contendo um dehidrofurano fusionado e diferentes radicais, os quais determinam sua classificação em: B₁, B₂, G₁, G₂, M₁, e M₂, encontradas naturalmente nos alimentos.

Purificadas, estas substâncias se apresentam como cristais incolores ou levemente amarelados, intensamente fluorescentes quando observados em luz ultravioleta de comprimento de onda longo (366 nm) e se diferenciam pela cor da fluorescência emitida. As aflatoxinas B emitem fluorescência azul (blue), enquanto as aflatoxinas G emitem fluorescência verde (green). Os sub-índices 1 e 2 indicam a mobilidade cromatográfica relativa. As aflatoxinas M₁, e M₂ apresentam fluorescência azul-violeta, quando observadas em luz ultravioleta de 366 nm.

As estruturas químicas das aflatoxinas foram elucidadas na segunda metade do Século XX, na década de 60. O nome aflatoxina se originou do somatório da letra a, proveniente do gênero do fungo produtor (*Aspergillus*), fla, originário da espécie (*flavus*), acrescido da palavra toxina.

Tabela 7 - Micotoxinas, fungos produtores e riscos para a saúde

MICOTOXINAS FUNGOS PRODUTORES	PRODUTOS	EFEITOS
Aflatoxina (<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>)	milho, sorgo, amendoim, arroz, oleaginosas	Cancerígeno, doenças do fígado e outros efeitos nocivos para o homem, para aves, suínos e bovinos
Deoxivalenol (<i>Fusarium graminearum</i> e espécies aparentadas)	Trigo, milho, cevada, aveia	Toxicoses humanas agudas, perturbações internas, inibição no crescimento dos suínos
Citrinina (<i>penicilium spp.</i>)	Cereais em geral	Doenças do fígado no homem e nos suínos
Fumonisina (<i>Fusarium moniliforme</i> e espécies aparentadas)	Milho	Suspeita de causar câncer no esôfago, doenças em eqüinos, suínos e aves.
Ocratoxina (<i>penicilium verrucosum</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i>)	Sorgo, cevada, trigo	Cancerígeno, doenças do fígado e outros efeitos nocivos em suínos e aves.
Zearalenona (<i>Fusarium graminearum</i> e espécies aparentadas)	Milho, trigo	Possivelmente cancerígeno para o homem, prejuízos na produção suína.

A zearalenona também teve sua estrutura elucidada em época semelhante, através do isolamento de um composto uterotrófico de milho contaminado por *Gibberella zeae*. Apesar de a estrutura química ter sido estabelecida somente na década de 60, relatos datando de 1928 já relacionam problemas de vulvovaginites em suínas com a ingestão de milho deteriorado. O nome Zearalenona é derivado parcialmente do nome da espécie da planta hospedeira (zea- *Zea mays*) ral de *resorcylic acid lactone*, en da dupla ligação C:1'-2' e ona de cetona.

As aflatoxinas são pouco solúveis em água (10-30 µg/ml), insolúveis em solventes apolares e bastante solúveis em solventes orgânicos moderadamente polares, tipo clorofórmio, metanol e dimetil sulfoxido. São instáveis quando expostas à luz ultravioleta, na presença de oxigênio, a agentes oxidantes ou a valores de pH extremos menores do que 3 e maiores do que 10. O anel lactona das aflatoxinas é suscetível à ação de álcalis fortes. A aflatoxina também é degradada através da reação com amônia ou hipoclorito de sódio.

O armazenamento é fator determinante na formação de micotoxinas. Produtos armazenados com baixa umidade, temperatura adequada e protegidos da ação de insetos e roedores têm menor possibilidade de contaminação por micotoxinas. Os principais fatores que favorecem o desenvolvimento de fungos durante o armazenamento de sementes, grãos e rações são: umidade, temperatura, período de armazenamento, nível de contaminação, impurezas e matérias estranhas, insetos, nível de oxigênio, condições físicas da semente ou do grão e condições sanitárias da semente, do grão ou das rações.

Por muito tempo, julgou-se que o *Aspergillus flavus* era o único fungo produtor de aflatoxina. *Aspergillus parasiticus* também é capaz de produzi-la, assim como há relatos de produção de aflatoxina por uma espécie rara, o *Aspergillus nomius*.

A proporção com que as aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂ estão presentes nos cereais é dependente da espécie de *Aspergillus* presente. *Aspergillus flavus* produz aflatoxinas B₁ e B₂, enquanto o *A. parasiticus* produz as quatro aflatoxinas: B₁, B₂, G₁ e G₂. O *Aspergillus flavus* está adaptado aos grãos e à parte aérea dos cereais, enquanto o *A. parasiticus* está mais adaptado ao solo. Por esta razão, o *A. flavus* é mais comum em milho e sorgo, por exemplo, enquanto o *A. parasiticus* mais comum em amendoim.

A fosfina, gerada pela reação do fosfeto de alumínio com água, além da conhecida eficiência no controle de insetos, também pode provocar redução de fungos quando expostos a diferentes concentrações desse fumigante, em grãos e *in vitro*.

A produção de aflatoxina pode ocorrer em temperaturas extremas de 12 a 42°C, sendo a temperatura ótima de 27-30°C. Algumas pesquisas relatam a influência da temperatura e da umidade relativa na produção de aflatoxina em amostras de milho contaminado com *A. flavus*, concluem que a toxina é produzida pelo fungo, a 15°C, em umidade relativa de 86,5%, a 25°C, em todas as umidades relativas testadas (64%, 85% e 98%) e a 40°C, nas umidades relativas de 61,5% e 96%.

A zearalenona é um metabólito secundário produzido por várias espécies de *Fusarium*. Entre todas as espécies, o *F. graminearum* é o maior produtor. *F. crookwellense* e *F. semitectum* também são considerados produtores de zearalenona.

A melhor temperatura para o crescimento de *Fusarium* spp. é 25°C, porém a maior produção de zearalenona ocorre com temperaturas entre 12-18°C.

Há possibilidades de formação de aflatoxina em milho estocado com 13% de umidade e um posterior reumedecimento, devida à condensação pelo calor. Fungos do gênero *Aspergillus*, por terem características xerofílicas, resistem às condições de estocagem de 13% e após o reumedecimento crescem rapidamente.

A maior parte da aflatoxina responsável pelas intoxicações, tanto em humanos quanto em animais, é absorvida no trato digestivo. Também é possível a absorção através da pele e das vias respiratórias. Estudos recentes demonstram a capacidade da aflatoxina em atravessar a barreira placentária em humanos.

A contaminação máxima permitida para aflatoxinas, na maioria dos países, para alimentos destinados ao consumo humano, varia de 5 a 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ e de 20 a 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para alimentos destinados ao consumo animal. A legislação brasileira tem como limite máximo 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (30ppb) para a soma das aflatoxinas B₁ e G₁, em alimentos destinados ao consumo humano.

Os níveis de tolerância considerados aceitáveis para a contaminação de milho por zearalenona também dependem de cada país. O Brasil tolera até 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$, a União Soviética 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ e a Romênia 3 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Períodos longos de armazenamento tendem a oferecer melhores condições para o desenvolvimento de fungos que crescem em graus de umidade mais baixos. *A. haphilicus* e *A. restrictus* são fungos que crescem vagarosamente e precisam de um período mais longo de armazenagem para que sua presença seja observada assim como seus danos. Deve ser tanto menor o grau de umidade dos grãos no armazenamento, quanto maior for o período de armazenagem no lote, assim como os índices de grãos quebrados, partidos, impurezas, matérias estranhas e contaminação fúngica. Para armazenamento em longo prazo, é necessário que o lote esteja em boas condições físicas e sanitárias. Outros fungos que não são considerados de armazenagem, como *Helminthosporium*, *Colletotrichum* e *Cercospora*, podem resistir a períodos longos de armazenagem, sem contudo haver registros de que produzam toxinas.

PROTEÇÃO CONTRA PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS EM PAIÓIS, ARMAZÉNS CONVENCIONAIS, ARMAZÉNS GRANELEIROS E SILOS VERTICAIS

Este item foi baseado em textos elaborados pelo Prof. Alci Enimar Loeck da disciplina Pragas de Grãos Armazenados, da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da UFPel, ainda não publicados.

PAIÓIS: Tudo deve começar com uma boa limpeza. O piso, as paredes, as portas, as janelas e, principalmente, os cantinhos devem ser varridos. O telhado deve ser revisado para evitar goteiras. Embaixo e ao redor do paiol, a limpeza deve ser rigorosa para evitar a presença de insetos e ratos. Antes de guardar o produto, o paiol deve ser pulverizado com inseticida de ação residual, tanto pelo lado interno como pelo lado externo. Para eliminar os insetos que vem do campo nas fases de ovo, larva ou pupa, deve ser realizado expurgo. Para realizar esta operação, os sacos devem ser empilhados sobre uma lona de plástico e a pilha coberta por outra. Muito importante é a utilização de lonas apropriadas, que não deixem escapar o gás (mínimo de 0,2mm de espessura) e que não apresentem furos. A vedação deve ser feita com cobras de areia, devendo ser utilizados 10 comprimidos ou 2 pastilhas para cada m³ de pilha. O tempo de exposição deve variar de 72 a 120 horas, de acordo com a temperatura e a umidade relativa do ar (**Seed News**, Edição n^o 2, novembro de 1997). Após a operação de expurgo, a lona deve ser retirada e toda a superfície da sacaria deve ser pulverizada com inseticida, devendo ser observado seu efeito residual, findo o qual deve ser reaplicado, assim como nas paredes internas e externas.

ARMAZÉNS CONVENCIONAIS: O primeiro passo é a limpeza do armazém. Após, todas as superfícies internas e externas devem ser pulverizadas com inseticida de ação residual. Também é muito importante a limpeza da parte externa. Se existir área de pré-armazenamento, como de pré-limpeza, secagem, limpeza e/ou seleção, essa deve ser rigorosamente limpa, incluindo as moegas, com auxílio de aspiradores. Devem ser eliminados todos os detritos de elevadores, calhas, rosca-sem-fim e similares, nas máquinas de limpeza, secadores e demais equipamentos. Também é muito importante o controle de ratos na redondeza do armazém. Outro detalhe de grande importância é a limpeza, a lavagem e a secagem dos estrados, após o que devem ser expurgados com fumigantes à base de fosfeto de alumínio e posteriormente também pulverizados com inseticidas residuais.

Após o empilhamento, o primeiro passo é o expurgo, que se realiza cobrindo-se as pilhas com lonas de plástico e utilizando-se 10 comprimidos ou 2 pastilhas de fosfeto de alumínio por m³ de pilha, por um tempo que varia de 72 a 120 horas. Após esta operação, toda a superfície da pilha, inclusive o topo, deve ser pulverizada com inseticida de ação residual. É importante se observar o período residual, findo o qual a operação deve ser repetida.

ARMAZÉNS GRANELEIROS: Para facilitar o manuseio e as práticas fitossanitárias, os armazéns graneleiros são divididos em septos. Como sempre, o processo de limpeza é fundamental. Os detritos acumulados na área de recebimento e pré-armazenamento, assim como nos pés dos elevadores, nas calhas, nas máquinas de limpeza, secadores e nos demais equipamentos devem ser eliminados. O controle de ratos é muito importante, devendo-se colocar raticidas ao redor do armazém. Todos os buracos e fendas deverão ser

calafetados. Após a limpeza e preparação, todas essas superfícies devem ser pulverizadas com inseticida de ação residual. As paredes também devem ser pulverizadas, tanto do lado interno como externo, com especial atenção para o túnel de descarga/aeração, onde a operação deve ser repetida a cada 30 dias. Após as operações de pré-armazenamento, durante o carregamento, é conveniente se fazer a pulverização com inseticida na correia, para serem prevenidas futuras infestações. Essa operação não dispensa o expurgo, pois há necessidade de eliminar ovos, larvas e pupas no interior dos grãos. Antes de se cobrir a massa de grãos com lona própria para expurgo, é necessário se fazer o nivelamento. A vedação pode ser feita com cobras-de-areia e com fitas adesivas, principalmente junto às paredes e aos cabos de termometria. É importante não se esquecer de vedar as entradas do sistema de aeração. A dosagem segura do fosfeto de alumínio é de 2g i.a./m³, lembrando que uma pastilha de 3,0g libera 1g i.a. e um comprimido de 0,6g libera 0,2g i.a. Como a dosagem é calculada pelo volume da massa de grão, pode-se seguir a seguinte correlação para os principais produtos armazenados:

Produto	kg/m ³
milho	750
soja	800
trigo	800
feijão	775
arroz em casca	580
café coco	370
café beneficiado	640

Em graneleiros com túnel de descarga/aeração, 20% da dosagem devem ser aplicados nestes locais, fazendo-se em seguida uma boa vedação. Após o expurgo, todas as vedações devem ser retiradas e, após algumas horas, o sistema de aeração deve ser ligado. Toda a superfície da massa armazenada deve ser pulverizada com inseticida, operação que deve ser repetida a cada 30 dias, incluindo, também as estruturas internas e externas.

SILOS VERTICAIS - Entre os diversos tipos de unidades armazenadoras, os silos verticais, e em especial os metálicos, requerem maior atenção em relação ao controle de pragas dos produtos armazenados, principalmente quando não são adotados os procedimentos corretos. Trata-se de um sistema que dificulta a vedação completa, o que normalmente requer maior dosagem do fumigante para compensar as perdas de gás.

Sabe-se que os problemas com a eficiência dos fumigantes e a resistência de pragas aos mesmos estão, em sua maioria, relacionados com a má vedação do local de expurgo. Além disso, trata-se de uma estrutura muito exposta, o que requer cuidados especiais em relação ao tempo de exposição de acordo com a temperatura e umidade relativa do ambiente.

O uso da Fosfina requer importantes cuidados com relação à temperatura e à umidade relativa, pois esses fatores são determinantes da sua eficiência. O tempo mínimo de exposição do produto armazenado com o gás deve ser de 72 horas, para temperaturas superiores a 20°C; 96 horas para temperaturas de 16 a 20°C e de 120 horas para a variação de 10 a 15°C. Abaixo de 10°C, a Fosfina não deve ser utilizada, porque o expurgo não será eficiente. Períodos de 72 horas de exposição são recomendados quando

a umidade for superior a 50%; de 96 horas para 40 a 50% e de 120 horas para 25 a 40%, desaconselhando-se o expurgo em situações de umidade relativa inferior a 25%. Os períodos indicados se referem ao tempo mínimo necessário para o funcionamento adequado do gás, entretanto, se as condições permitirem o prolongamento do processo, maior será a segurança de eficiência, principalmente quando as pragas estiverem em fases de desenvolvimento de difícil controle, como ovos e pupas, ou apresentarem indícios de resistência. Neste particular, quando se tratar de silos verticais metálicos, recomenda-se a utilização de 2g i.a/m³ de fosfeto de hidrogênio e um tempo de exposição de 10 dias, independentemente das condições ambientais anteriormente referidas.

Durante a operação de expurgo, é importante que alguns procedimentos sejam adotados: a) antes da fumigação, todas as fendas, assim como dutos de aeração, com exceção da boca de carregamento, devem ser fechadas ou seladas; b) determinar-se o tempo de exposição de acordo com a temperatura e a umidade relativa do ar; c) calcular-se o número de pastilhas necessárias e a frequência com que devem ser adicionadas, de acordo com a velocidade de carregamento; d) aplicarem-se as pastilhas manualmente ou através de dosador automático sobre as correias ou boca de carregamento. A adição deve ser de maneira contínua, para gerar boa distribuição das pastilhas na massa armazenada, o que, conseqüentemente, resulta em distribuição homogênea de gás; e) ao término da operação, para os silos com boa vedação na parte superior, basta vedar a boca de carregamento, caso contrário, toda a superfície do produto armazenado deve ser coberta com lona ou papel betuminado, tendo-se o cuidado de se promover boa vedação junto à parede do silo. A operação exige qualificação e treinamento de pessoal, pois terá de ser executada rapidamente em função do início do desprendimento do gás, havendo, portanto, necessidade do uso de equipamento protetor. Devem ser usadas máscaras de proteção respiratória providas de filtro próprio para fosfeto de hidrogênio, quando a concentração do gás atingir até 15 ppm, ou para evacuação rápida de áreas com até 1.500 ppm. Acima de 15 ppm, ou quando a concentração for desconhecida, deve ser usado aparelho de respiração autônomo, provido de cilindros de oxigênio ou semelhante.

Silos cujos carregamentos demoram mais de 12 horas não devem ser fumigados pelo método de adição de pastilhas. Neste caso, aconselha-se aplicar as pastilhas ou os comprimidos através de sondas, método mais difícil, além de não propiciar boa distribuição do gás na massa do produto armazenado. É sempre preferível adaptar uma pequena corrente na extremidade da sonda, o que evitará aglomeração das pastilhas ou comprimidos num mesmo lugar. Caso isso ocorra, haverá a formação de uma bolsa de ar ao redor das mesmas, impedindo a liberação do gás. Neste caso, para melhorar a eficiência, se recomenda a aplicação de 70% da fosfina na superfície, via sonda, e 30% no duto de aeração na parte inferior.

Em qualquer caso, após o tempo de exposição requerido, toda a superfície exposta deve ser protegida, uma vez que não restará nenhum poder residual após a saída do gás. A proteção pode ser física ou química.

A proteção física consiste na utilização de tela fina nos dutos de aeração inferior e superior, bem como na parte inferior, local de entrada de ar nos silos aerados ou silos-secadores, como os utilizados para secagem estacionária e/ou para seca-aeração, cujo único objetivo é o de impedir a entrada de insetos que normalmente são atraídos para a periferia do silo.

A proteção química consiste na pulverização ou atomização de inseticida sobre todas as superfícies expostas, devendo ser dada especial atenção para seu poder residual,

findo o qual a operação deve ser repetida. Desta forma, o inseto ao entrar em contato com a superfície tratada, morrerá ou será repellido, impedindo o início de nova infestação.

Em expurgos bem sucedidos, a possibilidade de reinfestação será sempre periférica. Reinfestações generalizadas e no centro da massa armazenada são indícios de expurgos mal sucedidos.

É comum ocorrerem reinfestações localizadas na parte superior da massa armazenada nos silos em que os dutos de respiração não estão protegidos com tela fina. Neste caso, a operação de expurgo deve ser repetida com auxílio da sonda, tendo-se especial atenção com a vedação, principalmente da parte superior. Havendo a possibilidade de transilagem, esta deve ser preferida e executada simultaneamente, pois permite a distribuição uniforme das pastilhas de fosfina, garantindo o efetivo controle de toda a massa armazenada.

De todos os cuidados que devem ser tomados, as medidas preventivas são as mais importantes e as mais simples de executar, sendo de menor custo; contudo, geralmente são as menos praticadas dentro das unidades armazenadoras. Trata-se da eliminação de todos os resíduos das instalações, seja no silo que receberá o produto a ser armazenado, nos corredores, nas passarelas, nos túneis, nos elevadores, nas moegas, etc. Esses locais devem ser varridos, e os resíduos queimados para se evitar a proliferação de insetos e de fungos que reinfestarão as unidades armazenadoras. Após a limpeza, esses locais devem ser pulverizados com inseticidas para eliminar possíveis insetos presentes nas paredes, nos rodapés e nos equipamentos. Os inseticidas indicados para essa finalidade oferecem bom poder residual e protegem dos insetos que migram para seu interior.

Têm-se observado melhorias na estrutura dos silos, muitas delas relacionadas com a melhor adequação do produto a ser armazenado, assim como proteção contra a entrada de pássaros, ratos, etc.; entretanto, com relação aos insetos ainda deixam a desejar.

A proteção de grãos contra pragas de armazenamento pode ser feita com operações simples. Entretanto, em muitos casos, nem a metade delas são realizadas, vindo daí tantos resultados desastrosos.

Para se controlar pragas, no entanto, são necessários conhecimentos de sua biologia e domínio das tecnologias. Ao se efetuar expurgos, ou outra forma de controle químico, é necessária a utilização de produtos tóxicos e, aí, outros conhecimentos também são necessários. Por essa razão, essa operação, obrigatoriamente resultante de prescrição do respectivo receituário agrônômico, deve orientada e executada sob responsabilidade de Engenheiro Agrônomo, profissional técnica e legalmente habilitado para tal.

BIBLIOGRAFIA

- CALDASSO, L.H.S. **Ácidos orgânicos e sistemas de armazenamento na conservação de milho em pequena escala.** Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. Dissertação (Mestrado), PMCTA-FAEM-UFPEL. Pelotas, 1998. 60p.
- CHRISTENSEN, C.M.; KAUFMANN, H.H. **Mycroflora.** In: Christensen, C.M, ed. Storage of cereal grains and their products. Minnesota, American Association of Cereal Chemist. Ine. St. Paul, 1974, p.158-92.

- CHRISTENSEN, C.M.; SAUER, D.B. **Mycroflora**. In: Christensen, C.M., ed. Storage of cereal grains and their products. Minnesota, American Association of Cereal Chemists. In. St. Paul, 1982, p.219-40.
- CORREIA, B. **Simpósio Internacional sobre Micotoxinas e Micotoxicoses em Aves**. USP-São Paulo 1995.
- DIONELLO, R.G. **Método de secagem e sistema de armazenamento na qualidade de grãos e na ocorrência de micotoxinas em milho**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. Dissertação (Mestrado), PMCTA-FAEM-UFPEL. Pelotas, 2000. 51p.
- ELIAS, M.C. **Secagem e armazenamento de grãos de sorgo: Sistemas, Processos e Métodos**. Pólo de Alimentos-FAEM-UFPEL. Editora da UFPEL. Pelotas, 2000. 84p.
- ELIAS, M.C.; FORLIN, F.J.; GUTKOSKI, L.C.; LODI, C.; BERTUZZI, A.; GOIN, R. **Efeito da Integridade física na conservabilidade de grãos de sorgo granífero, armazenados com diferentes percentuais de grãos quebrados**. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 18, Pelotas, 1989. Anais. Pelotas, EMBRAPA-CPTAB.
- ELIAS, M.C.; FORLIN, F.J.; BRANÇÃO, N.; ROMBALDI, C.V.; PETER, M.Z. **Conservabilidade de grãos de sorgo granífero armazenados sob hermeticidade, com umidade de colheita, aerobiose modificada e incorporação de ácidos orgânicos**. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 19, Bagé, 1990. Anais. Bagé, EMBRAPA.
- ELIAS, M.C.; ROMBALDI, C.V.; DIAS, A.R.G.; NORA, L. **Secagem e armazenamento de grãos de sorgo**. In: **Sorgo granífero: Cultivo e Utilização**. EMBRAPA-CPTAB, Pelotas, 1989. p.32-8. (Boletim Técnico - Associação Brasileira de Milho e Sorgo).
- FORLIN, F.J. **Conservabilidade na conservabilidade de grãos de sorgo granífero, armazenados com umidade de colheita e incorporação de ácidos orgânicos, nos sistemas convencional, a granel e hermético**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1991. 109p. Dissertação (Mestrado), PMCTA-FAEM-UFPEL. Pelotas.
- FRISVAD, J.C.; SAMSON, R.A. **Filamentous fungi and feeds: ecology, spoilage and mycotoxins productions**. In: Handbook of Applied Mycology, volume 3. Foods and Feeds, ed. Dilip K. Arora, K.G. Mukerji, Emer H. Marth. Marcel Decker, Inc. New York, 1991, p.31-68.
- JAY, J.M. **Microbiologia Moderna de Los Alimentos**. 1ª ed. Zaragoza Espanha, 1973. 319p.
- LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes e rações**. Curitiba. 1993. 140p.
- LEITÃO, M.F. **Microbiologia de Alimentos**. In: tratado de Microbiologia, ed. Isaac Roitman, Luiz R. Travassos, João Lúcio Azevedo. Ed. Manole, Ltda., vol.1, 1988.

- LIEWEN, M.B. **Antifungal food additives**. In: Handbook of Applied Mycology. Volume 3: Foods and Feeds, ed. Dilip K. Arora, K.G. Mukerji, Elmer H. Marth. Marcel Decker, Inc. New York, 1991, p.31-68.
- LILLEHOJ, E.B.; ZUBER, M.S. **Distribution of toxin-producing fungi in mature maize kernels from diverse environments**. Trop. Sci., 28.19-24, 1988.
- LOECK, A.E. **Expurgo em silos verticais**. In: Cadeia do milho. Seed News, 2:1999.
- MERCH, R.F.; GOMES, N.K. **Beneficiamento e armazenamento de grãos**. Porto Alegre, CESA, 1982. 104p.
- ORSI, R.B., CORRÊA, B., POZZI, C.R., NOGUEIRA, J.R. **Microbiota fúngica em três híbridos de milho recém-colhidos e armazenados**. III Seminário sobre a Cultura do Milho "safrinha". Assis, 1995.
- PAYEN, I. **Mycoflora toxique. Mycotoxines**. Cahiers de nutrition et de diététique, Supl. Aux fascicule 2, Société de nutrition et de diététique de langue française, 1975.
- POZZI, C.R.; CORRÊA, B.; GAMBALE, W., PAULA, C.R., CHACON-RECHE, N.O, MEIRELLES, M.C.A. **Post harvest and store corn in Brazil: mycoflora interaction, abiotic factors and mycotoxins occurrence**. Food Additives and Contaminants. 1995.
- PUZZI, D. **Conservação dos Grãos armazenados** Ed.. Agronômicas CERES Ltda., S. P. 1973.
- RADÜNZ, L.L. **Métodos de armazenamento e qualidade de grãos de milho**. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas. Dissertação (Mestrado), PMCTA-FAEM-UFPEL. Pelotas, 2000. 56p.
- RICHARD, J.L. **Introduction to some public health aspects of the micotoxins- micotoxico-ses problem**. VI International Conference of the mycoses. OPAS/OMS Scientific Publication 479, Washington. DC, USA, 1986. p.43-81.
- SALGADO, I.M.; CARVALHO, P.C.T. **Fungos toxigênicos associados a cereais**. Levantamento da microflora associada a milho, trigo e arroz. Ver. Microbiol (São Paulo), 11:60-3, 1980.
- WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SOBESTIANSKY, I.; SANTOS, C.R.M.; REES, V. **Fusariotoxicose e estrogenismo em suínos**. Comuni. Tec. CNPSA/EMBRAPA, 24:1-3, 1981.