
**Manual Técnico para a
Cultura do Milho no Estado
do Espírito Santo**

Emcapa

**MANUAL TÉCNICO PARA A
CULTURA DO MILHO NO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

**MANUAL TÉCNICO PARA A
CULTURA DO MILHO NO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

©EMCAPA

EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Caixa Postal 391

29.001-970 - Vitória-ES

Brasil

Tiragem: 400 exemplares

Conselho Editorial/EMCAPA

Presidente: José Aires Ventura

Secretária: Maria Fernanda David dos Santos

Membros: David dos Santos Martins, Aureliano Nogueira da Costa, Braz Eduardo Vieira Pacova, Jacimar Luiz de Souza, José Sérgio Salgado

633.15
E55m
1996

EMPRESA CAPIXABA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Vitória, ES.)
Manual técnico para a cultura do milho no Estado do Espírito Santo. Vitória:ES, 1996.
168p. il. (EMCAPA, Documentos, 77).

I. Milho - Cultivo - Brasil - Espírito Santo.
I. BENASSI, A.C. II. MARTINS, D. dos S. III. FULLIN, E.A. IV. DURÃES, F.O.M. V. RESENDE, I.C. VI. SILVA, J.B. da VII. VENTURA, J.A. VIII. SILVA, J.G.F.da IX. ZANGRANDE, M.B. X. GOMIDE, R.L. XI. FERRÃO, R.G. XII. MAGALHÃES, P.C. XIII. Título. XIV. Série.

AUTORES

Antônio Carlos Benassi - M.Sc., Fitotecnia

Eli Antônio Fullin - M.Sc., Solos

José Geraldo Ferreira da Silva - M. Sc., Engenharia Agrícola

Moema Bachour Zangrande - M. Sc., Solos

Romário Gava Ferrão - M. Sc., Melhoramento

Estação Experimental de Linhares - EEL/EMCAPA

ROD. BR. 101 Norte, Km 151 - Cx. Postal 62

CEP. 29900-970 - Linhares - ES

Fone: (027) 371.1210

Fax: (027) 264.3342

David dos Santos Martins - M.Sc., Entomologia

José Aires Ventura - Ph.D., Fitopatologia

Rua Alberto de Oliveira Santos, 42 - 9º andar

Cx. Postal 391

CEP. 29001-970 - Vitória - ES

Fone: (027) 222.3188

Fax: (027) 222.3848

Frederico O.M. Durães - Ph.D., Fisiologia Vegetal

João Baptista da Siva - Ph.D., Herbicidas e Meio Ambiente

Reinaldo Lúcio Gomide - Ph.D., Irrigação e Drenagem

Paulo César Magalhães - Ph.D., Fisiologia Vegetal

Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS/EMBRAPA

Rodovia MG 424 Km 65 - Cx. Postal 151

CEP. 35701-970 - Sete Lagoas - MG

Fone: (031) 773.5644

Fax: (031) 773.9252

Ivan Carvalho Resende - M.Sc., Fitopatologia

Sementes AGROCERES S.A.

Cx. Postal 81

CEP. 38360-000 - Capinópolis - MG

Fax: (034) 263.1904

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
SITUAÇÃO DA CULTURA DO MILHO NO MUNDO, NO BRASIL E NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	11
FISIOLOGIA DA CULTURA DO MILHO	15
CULTIVARES DE MILHO PARA O ESPÍRITO SANTO	35
MANEJO DA CULTURA DO MILHO IRRIGADO	47
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO IRRIGADO	71
CALAGEM E ADUBAÇÃO MINERAL PARA O CULTIVO DE MILHO IRRIGADO NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	91
IRRIGAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA	115
PRAGAS DO MILHO EM CONDIÇÕES DE CAMPO E DE ARMAZENAMENTO	133
DOENÇAS DO MILHO	151

APRESENTAÇÃO

O Manual Técnico para a Cultura do Milho no Estado do Espírito Santo reúne um conjunto de conhecimentos resultantes das pesquisas desenvolvidas pela EMCAPA e por outras instituições, empenhadas no estudo do milho e dos fatores que afetam a sua produção. Pretende-se que este Manual seja um marco referencial para os segmentos envolvidos com essa cultura, proporcionando melhoria nos sistemas de cultivo e, conseqüentemente, um salto na produtividade e na qualidade do milho produzido no Estado do Espírito Santo. Destacamos, na realização desta publicação, a participação de diversas instituições e, em particular, o apoio financeiro do KfW, através do convênio Brasil/República Federal da Alemanha-Programa Provárzea/KfW, aos quais apresentamos os nossos agradecimentos.

A Diretoria

***SITUAÇÃO DA CULTURA DO
MILHO NO MUNDO, NO BRASIL E NO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO***

Romário Gava Ferrão

Pesquisador, M.Sc., Melhoria, EMCAPA/EEL

A cultura do milho ocupa posição de destaque no âmbito internacional e nacional, especificamente no âmbito do Estado do Espírito Santo, tanto no aspecto econômico como no social.

No contexto internacional, a produção brasileira de milho ocupa o terceiro lugar depois dos Estados Unidos e da China. Sua participação na produção mundial é superior a 6% do total de 513 milhões de toneladas.

Dos 513 milhões de toneladas de milho produzidas no mundo, cerca de 200 milhões são produzidas pelos Estados Unidos, 73 milhões pela China, 32 milhões pelo Brasil e o restante por outros países.

Quanto à produtividade média, dentre os principais países produtores de milho, os de maior destaque são Estados Unidos, França, Iugoslávia e Romênia, com rendimentos médios de grãos da ordem de até 7000 kg/ha, caso do primeiro país citado.

De um total de 32 milhões de toneladas de milho produzidas no Brasil, 90% advêm da região Centro Sul, cujos Estados com maiores participações nessa produção são o Paraná, com 19%, São Paulo, com 18%, Minas Gerais, com 17%, Goiás, com 13%, Rio Grande do Sul, com 9% e Santa Catarina com 7%.

Segundo dados de estimativas do IBGE, 1991/92, a produtividade média do Brasil foi de 2.275 kg/ha, e os maiores rendimentos foram obtidos pelo Distrito Federal, com 3.447 kg/ha; Goiás, 3.362 kg/ha; Santa Catarina, 2.850 kg/ha; São Paulo, 2.783 kg/ha; Paraná, 2.617 kg/ha.

A importância relativa do milho, no cômputo geral da agricultura, no Brasil, traduz-se pela ocupação de aproximadamente de 37% da área de grãos e pela participação de 46% dos 70,7 milhões de toneladas da safra de grãos de 91/92.

Partindo-se para uma análise do consumo de milho por segmento, observa-se que a avicultura responde aproximadamente por 38% do total; do restante da produção, parte significativa fica na propriedade, em torno de 30%, incluindo-se aí o autoconsumo e as perdas; a participação da suinocultura é de 17%, contra 13% do setor moageiro e 6,5% destinados a outros animais.

No Estado do Espírito Santo, a cultura do milho é predominantemente praticada por pequenos produtores, de baixo nível tecnológico. É uma cultura de grande importância sócio-econômica no Estado, onde cerca de 40.000 produtores com ela trabalham. Em 1995, a área ocupada pelo cereal era de cerca de 110.000 ha, com produtividade média de 2.000 kg/ha e produção de 220.000 t/ano, insuficiente para atender à demanda do Estado, que é de 350.000 t/ano. Nos últimos 50 anos, no Estado, a área, a produção e a produtividade média do

milho aumentaram 45%, 311% e 185%, respectivamente.

Apesar de a cultura do milho ser bastante estudada tanto no contexto internacional como no nacional, incluindo o Estado do Espírito Santo, a sua produtividade média é ainda baixa nesse Estado, mesmo aumentando em média 3,7% ao ano nesses últimos 50 anos. Essa produtividade baixa pode ser atribuída a inúmeros problemas que o produtor tem ao conduzir sua lavoura, tais como uso de cultivar inadequada, baixa utilização de adubações de plantio e cobertura, utilização de população de plantas inferior à recomendada, tratamentos culturais e fitossanitários deficientes, além de péssimas condições de armazenamento.

Com o advento da irrigação, principalmente no norte do Espírito Santo em 1980, o milho, em 1986, passou a ser utilizado como uma grande opção de rotação com a cultura do feijão. Nesta última década, os produtores irrigantes, atendendo às recomendações da pesquisa e assistência técnica, provocaram muitas mudanças nos seus sistemas de plantios, passando a observar os seguintes aspectos: preparo e análise de solo, adubações de plantio e cobertura, cultivares, época e densidade de plantio, combate a pragas e ervas daninhas, manejo de solo e irrigação. As mudanças no sistema de plantio e a condução das lavouras provocaram aumento significativo na produtividade média dos irrigantes no Estado, passando de 3000 kg/ha, em 1986, para 5000 kg/ha em 1996, com produtores atingindo até 7500 kg/ha. Assim, o plantio do milho irrigado passou a ser uma atividade rentável no Estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 51, p. 515, 1991.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, PESQUISA MENSAL DE PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO ANO CIVIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 4, n. 3, p.1-73, mar., 1992.

COCO, C.H. Perspectivas e tendências para o milho na região sul e no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre, RS. **Conferências**, Porto Alegre, RS, 1992. p.71-80.

OLIVEIRA, M.N.A. Situação e perspectivas do milho na região sul e no Brasil. In: CONGRESSO DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre, RS. **Conferências**, Porto Alegre, RS, 1992. p.40-70.

FISIOLOGIA DA CULTURA DO MILHO

Paulo César Magalhães

Frederico O. M. Durães

Pesquisadores, Ph.D., Fisiologia Vegetal - EMBRAPA/CNPMS

Reinaldo Lúcio Gomide

Pesquisador, Ph.D., Irrigação e Drenagem - EMBRAPA/CNPMS

1 INTRODUÇÃO

O milho é uma das mais extraordinárias plantas armazenadoras de energia existentes na natureza. De uma semente que pesa pouco mais de 0,3g irá surgir uma planta geralmente com mais de 2,0 metros de altura, e isso dentro de um espaço de tempo de cerca de 9 semanas. Nos meses seguintes, esta planta produz cerca de 600 a 1.000 sementes similares àquela da qual a planta se originou. Como é que a planta consegue fazer isto? Primeiro, produzindo uma grande e eficiente "fábrica" de energia, composta pelas suas raízes, folhas, colmo e partes florais. A partir daí, armazena quantidades fantásticas de energia em um produto concentrado, que é o grão de milho.

2 GERMINAÇÃO

Em condições normais, o grão de milho germina em 5 a 6 dias, numa temperatura de 25°C a 30°C. A 10°C praticamente não germina. A semente, fisiologicamente madura com umidade favorável, germina até mesmo na espiça.

Existe uma crença popular que diz: quanto mais profundo o plantio, melhores chances as raízes terão de explorar camadas mais profundas do solo, e, com isso, absorver mais água. Isso, porém, não é verdadeiro, uma vez que a profundidade do sistema radicular depende do comprimento do mesocótilo, e não da profundidade de plantio. A profundidade máxima na qual um plântula de milho pode emergir do solo é determinada pelo potencial máximo de alongamento do mesocótilo. (Figura 1).

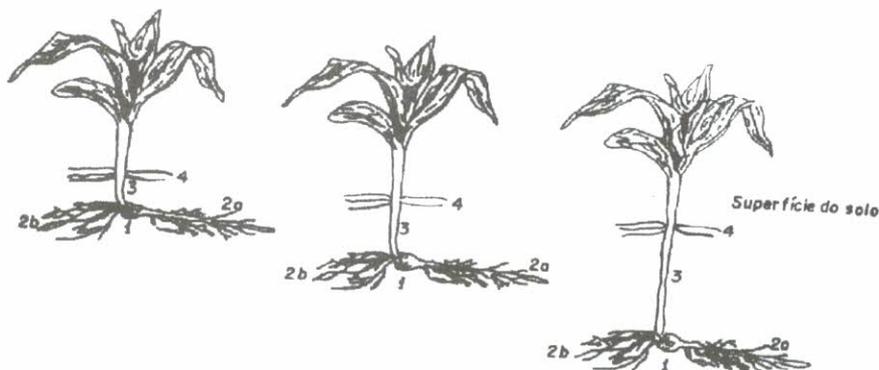


FIGURA 1. Esquema de um plantio em três profundidades diferentes.

- 1) Sementes - 2) Raiz: 2a - primária, 2b - Seminal - 3) Mesocótilo
- 4) Sistema radicular definitivo

Portanto, a profundidade do sistema radicular definitivo vai ser praticamente a mesma, independentemente da profundidade de plantio.

3 SISTEMA RADICULAR

As raízes representam um importante componente funcional e estrutural da planta. No entanto, pouco se sabe a respeito de suas características de desenvolvimento assim como de suas atividades fisiológicas. As razões para este fato podem ser atribuídas às dificuldades inerentes à sua manipulação, e também devido ao fato de o sistema radicular não representar o produto final da colheita.

Os tipos de raízes presentes no milho são: primárias e seminais, adventícias ou de suporte. Com relação às raízes de suporte, que são raízes adventícias que surgem acima da superfície do solo, pensava-se que essas raízes serviam apenas para sustentar a planta; porém, recentes pesquisas revelaram que elas podem absorver efetivamente fósforo e talvez outros nutrientes.

O crescimento em extensão do sistema radicular é muito influenciado pelo suprimento de carboidratos produzidos e acumulados nas partes aéreas. A diminuição da disponibilidade de carboidratos para as raízes invariavelmente acarreta uma inibição do crescimento do sistema radicular.

O hábito de crescimento do sistema radicular do milho é superficial; a maior parte das raízes encontra-se nos primeiros 30 cm de solo. Daí o milho ter uma reduzida tolerância à seca. O comprimento do sistema radicular pode atingir até 3 m; no entanto, fatores como pH, umidade do solo e compactação influenciam a profundidade de raízes. O efeito do baixo pH no solo é a diminuição da disponibilidade de N, P, K, Ca, Mg e alguns micronutrientes, bem como maior atividade de íons tóxicos ao crescimento radicular, como alumínio e manganês, enquanto que o efeito direto nas raízes é a alteração da permeabilidade das células. Há inibição da divisão celular na região meristemática, causando a morte do ápice e o desenvolvimento de raízes laterais.

4 FOLHA

O meristema ou ponto de crescimento, onde há a formação das folhas novas, permanece abaixo ou na superfície do solo até o estágio de dez folhas visíveis. Este estágio é correspondente à altura do joelho de uma pessoa. Esse tipo de informação é importante para regiões onde ocorrem chuvas de granizo ou alguma outra intempérie da natureza, que freqüentemente destroem toda a parte aérea das plantas. A decisão de replantar a cultura pode ser baseada na posição do ponto de crescimento. Caso este se encontre abaixo da superfície, não há necessidade de replantio, uma vez que a planta emitirá novas folhas e, com isso, poderá ter um desenvolvimento normal. A fotossíntese inicia sua

função de alimentar a planta quando esta atinge o estágio de duas folhas completamente desenvolvidas. Um ponto importante relacionado com as folhas é o ângulo de inserção das mesmas no caule. Atualmente, o conceito de uma cultivar moderna (ideótipo) é ter um grande número de folhas acima da espiga com lâminas eretas e pendentes na região mediana, aumentando, assim, a eficiência na interceptação da energia radiante. Ressalta-se que as folhas acima da espiga são responsáveis por cerca de 50-80% da matéria seca acumulada nos grãos. Salienta-se, contudo, que, apesar da melhor transmissão de luz nestes ideótipos, em muitos materiais, o fator limitante para produção de grãos está relacionado com a habilidade da planta de mobilizar e armazenar produtos fotossintetizados nos grãos, e não da capacidade de produzir metabólitos (relação fonte/dreno). Isto é, os sítios de atração e utilização de metabólitos (drenos) ao invés de sítios de produção (fontes) é que estariam limitando a taxa de produção de matéria seca. Portanto, é improvável que o aumento do ângulo foliar nesses materiais contribuam para a elevação da produção.

5 COLMO

O colmo, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva (sacarose). O armazenamento se dá após o crescimento vegetativo e antes do início de enchimento de grãos; isto porque, anteriormente a esta fase, todo carboidrato é usado na formação de novas folhas. É lógico pensar que há armazenamento porque a fotossíntese não diminui; portanto, os carboidratos têm de se alojar (armazenar) em algum órgão da planta, nesse caso, o colmo. Experimentos com remoção de folhas, na floração, mostram que o colmo diminui em peso e a espiga continua o seu enchimento normal. Isso demonstra claramente que há uma translocação do colmo para os grãos. Em pesquisas nas quais houve remoção de folhas e toda a planta foi envolvida com papel alumínio, a espiga continuou o seu enchimento, confirmando uma vez mais a translocação de fotoassimilados. O nível de carboidratos acumulados no colmo pode fornecer informações úteis acerca do fator limitante no rendimento. Fonte ou dreno? Se o tamanho do dreno (espiga) fosse limitante, os carboidratos se acumulariam no colmo, durante o período ativo de enchimento de grãos, e a fonte supridora de fotoassimilados excederia a utilização pelo dreno; da mesma forma que, onde a fonte é limitante, os teores de carboidratos no colmo diminuem quando a utilização pelo dreno excede o suprimento pela fonte.

5.1 Experimento: quebramento do colmo

O colmo contém uma considerável reserva de fotoassimilados, que podem ser translocados para a espiga quando a fonte de assimilados não é sufici-

ente, condição verificada especialmente durante o período de senescência da planta, o que pode acarretar o enfraquecimento do colmo, tornando-o susceptível ao quebramento. Esta pesquisa objetivou o estudo das causas deste fenômeno, de grande importância na cultura do milho, devido à sua alta correlação positiva com perdas na colheita. Durante vários anos agrícolas foram estudados diversos genótipos oriundos do CNPMS e de empresas privadas, discriminados em materiais susceptíveis e resistentes ao quebramento. As avaliações iniciaram-se após a polinização e constaram de amostragens periódicas da altura da planta, peso seco (de folhas, colmo, pendão, espiga, internódio abaixo da espiga), porcentagem de açúcares solúveis no internódio e cortes citológicos no colmo. No final do ciclo, foram avaliados a porcentagem de quebramento e os componentes da produção. Em alguns anos agrícolas os resultados apresentaram um baixo índice de quebramento em todos os materiais. O particionamento de fotoassimilados foi normal e os cortes citológicos inconclusivos. No entanto, em outros anos, o particionamento de fotoassimilados foi distinto nos materiais estudados. Durante o período de enchimento de grãos, observou-se que o peso seco do colmo e a porcentagem de açúcares solúveis foram maiores nos materiais resistentes ao quebramento, comparados com os genótipos susceptíveis. O quebramento do colmo pareceu ser uma característica influenciada pelo ambiente, podendo ou não ocorrer, dependendo do ano agrícola. Quando ocorreu, pôde ser associado à relação fonte/dreno da planta.

6 PERFILHOS

Todas as gemas laterais são morfológicamente idênticas, no início de desenvolvimento da plântula, e possuem potencial para formar perfilhos. No entanto, são geralmente mantidas em "dormência" através do fenômeno da dominância apical. A quebra desta dominância pode provocar o perfilhamento. Outras variáveis, envolvidas na capacidade de perfilhar, são: cultivares e densidade de plantio. Com relação às cultivares, algumas formam perfilhos que funcionam como um colmo normal, semelhante ao original, e que pode, inclusive, produzir espigas, enquanto que em outros materiais os perfilhos raramente produzem uma espiga normal; porém, frequentemente, possuem o chamado "tassel seeds", que são sementes produzidas no pendão. Dentro de um mesmo genótipo, o número de perfilhos que completam o seu desenvolvimento e se aproximam em tamanho do caule original é relacionado inversamente com a densidade de plantio, pois, quanto mais denso, menor a possibilidade de desenvolver perfilhos. Mencionou-se, também, que a formação de perfilhos pode surgir pela quebra de dominância apical. Esta pode acontecer através de um dano físico, destruição do meristema apical por insetos, por exemplo, ou através de distúrbios do balanço hormonal, que podem ser causados por elevadas temperaturas e seca acentuada. Os perfilhos são, em geral, indesejáveis, embora exista pouca evi-

dência de que eles realmente diminuam o rendimento. Os resultados obtidos por diversos cientistas, relacionando perfilhos e produção de grãos, são inconclusivos. Atualmente, o interesse pelo perfilhamento reduziu, uma vez que se tem usado alta densidade de plantio que inibe o desenvolvimento de perfilhos. Do ponto de vista prático, os grãos produzidos no pendão ("tassel seeds") são geralmente perdidos devido, principalmente, à falta de proteção pela palha, que coloca os grãos expostos a pássaros e insetos.

Existe alguma especulação sobre o fato segundo o qual plantas com vários perfilhos partilhando um único sistema radicular podem ter vantagens em condições adversas de umidade no solo.

7 FLORESCIMENTO

Normalmente, ocorre cerca de 50 a 100 dias depois do plantio. O tempo necessário para florescimento é afetado principalmente pela temperatura, e não pela atividade fotossintética. Há uma independência entre fotossíntese e ritmo de desenvolvimento, isto devido ao fato de ser a fotossíntese governada pela temperatura da folha somente durante as horas do dia, enquanto a taxa de desenvolvimento é função da temperatura durante todo o dia. A temperatura, portanto, é muito importante no desenvolvimento do milho, e o ideal é ter temperaturas em torno de 30-33°C, durante os dias, e noites frias. A temperatura noturna é importante, porque é principalmente à noite que ocorre crescimento. Noites quentes e dias quentes também não são favoráveis, pois aceleram demais o ciclo e o milho perde em rendimento, isto é, perde na respiração, usando como substrato os carboidratos acumulados durante o dia com a fotossíntese. Noites e dias frios aumentam demais o ciclo, sem vantagens para o rendimento final. (Tabela 1).

TABELA 1 - Ensaio de épocas de plantio em dois ambientes diferentes. Produções em Kg/ha¹.

Cultivares	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Tardio	*6300	6930	5700	4200	5800	4100	5250
	3500	3010	3200	1220	3060	5300	6700
Precoce	*7000	6080	6910	5100	5090	6200	6500
	3000	3600	2900	2100	3010	5600	6050
Superprecoce	*4000	3800	3900	1100	2700	3300	4001
	2200	2800	2910	2000	3000	4000	4980

* - Sete Lagoas

- Janaúba

¹ Fonte: SANS, I. M. A. - CNPMS/EMBRAPA

8 POLINIZAÇÃO / FERTILIZAÇÃO

Os cabelos (estilo-estigma ou barba) emergem por cerca de três a cinco dias e são receptivos imediatamente após a emergência, assim permanecendo por até 14 dias, em condições favoráveis. Assim, há tempo para todos os cabelos serem polinizados antes de o pendão parar de liberar pólen. É importante frisar que há uma alta demanda de água e nutrientes nesta fase da floração/fertilização, devido à intensa atividade fisiológica a que a planta é submetida. Tempo seco nesta fase é muito prejudicial, porque o cabelo seca rapidamente e pode não conter umidade suficiente para suportar a germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico até o ovário. O estabelecimento do contato direto entre o grão de pólen e os pêlos viscosos do estigma estimula a germinação do primeiro, dando origem a uma estrutura denominada de tubo polínico, que é responsável pela fecundação do óvulo inserido na espiga. A fertilização ocorre 12 a 36 horas após a polinização, período este variável em função de alguns fatores envolvidos no processo, tais como: teor de água, temperatura, ponto de contato e comprimento do estilo-estigma. Se o cabelo não for polinado, ele pode continuar a clongar por 10 a 14 dias e pode-se estender 30 a 40 cm além da palha. Quando ocorre a fertilização, o cabelo pára de crescer, encolhe um pouco e se torna amarronzado. Durante a fertilização, o número de fileiras de grãos é determinado primeiro. Assim, o número de grãos/fileira é fixado pelos grãos que desenvolveram cabelo. Cada estilo-estigma é responsável por fertilizar um grão na espiga. Déficit hídrico e deficiência em nutrientes nesse estágio, especialmente 10 a 14 dias antes da emissão do cabelo e a liberação do pólen, podem diminuir sensivelmente o número de grãos. Logo após a fertilização, a espiga continua a crescer até que os grãos em desenvolvimento atinjam o estágio de "bolhas d'água". Neste estágio, a espiga atinge o seu comprimento e diâmetro máximo.

9 ENCHIMENTO DO GRÃO

Em média, o desenvolvimento do grão se completa cerca de 50-55 dias após a fertilização. Esse período pode variar entre cultivares e dentro de uma mesma cultivar, e, logicamente, os fatores ambientais também induzem a pequenas variações. Uma curva típica de acumulação de matéria seca dos diferentes órgãos da planta é mostrada na figura 2.

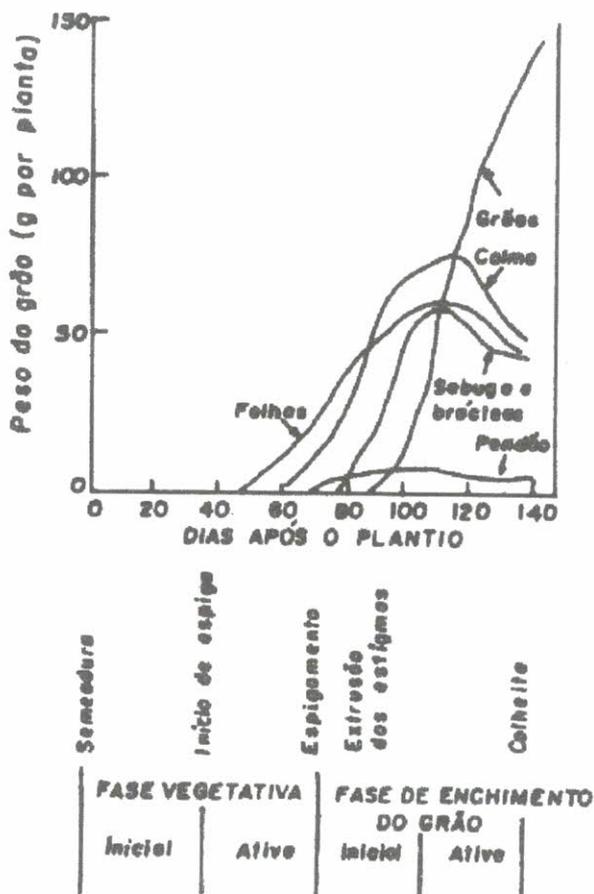


FIGURA 2 - Acumulação de matéria seca da planta.

Há um interesse acentuado em aumentar a fase linear da curva, que corresponde ao período efetivo de enchimento do grão. A relação fonte/dreno da planta pode determinar a duração desse período, ou seja, a quantidade de fotoassimilados disponíveis (fonte) e a capacidade da espiga (dreno) em acomodar esses fotoassimilados. Portanto, os parâmetros limitantes responsáveis pelo crescimento dos grãos podem ser agrupados em: A) ritmo de enchimento, B) tempo de enchimento e C) capacidade do grão.

9.1 Experimento: aumento de fotoassimilados

Há vários estudos mostrando que o rendimento na produção de milho é limitado pela disponibilidade de fotoassimilados durante o período de en-

enchimento dos grãos. Objetivando estudar os efeitos do aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento da planta e no peso final dos grãos de milho, foi montado um experimento de campo onde foram utilizados dois genótipos de milho: híbrido M14 x W64A e a cultivar Pioneer 3780. Os tratamentos consistiram da remoção parcial dos grãos (retirando-se a metade superior da espiga) e do desbaste para 50% da população inicial de plantas, realizados 06 e 24 dias após a floração. Foram determinados os seguintes parâmetros: teor de açúcar solúvel, amido, nitrogênio e matéria seca, provenientes do colmo e dos grãos de milho. Os resultados mostraram que o M14 x W64A respondeu ao desbaste precoce, apresentando um maior período de enchimento de grãos, maior teor de amido e maior peso final dos grãos. Desbaste e remoção parcial da espiga em ambas as datas aumentaram o peso seco e o teor de açúcares solúveis no colmo. A remoção precoce de parte dos grãos aumentou o teor de nitrogênio do colmo e dos grãos remanescentes. O genótipo Pioneer 3780 não foi afetado na maioria dos parâmetros analisados. Embora os tratamentos mostrassem ser efetivos, em alguns casos, nem sempre foi conseguido aumento significativo no peso seco dos grãos. Isso sugere que o suprimento de fotoassimilados não parece ser a principal limitação para o rendimento na produção de grãos. Essa limitação parece ser controlada por fatores intrínsecos da semente.

10 FOTOSÍNTESE

Grande parte da matéria seca do milho (90%) provém da fixação de CO_2 pelo processo da fotossíntese. O milho é uma planta C_4 ; portanto, apresenta alta eficiência na utilização de luz e CO_2 (Figura 3). Uma das causas da queda de produtividade no milho é a deficiência de luz em períodos críticos do desenvolvimento, como, por exemplo, enchimento de grãos.

Deve-se ressaltar, no entanto, que apesar da eficiência das plantas C_4 , existem duas características na planta de milho que diminuem o potencial de eficiência das folhas. O mais limitante é o hábito de crescimento, que proporciona um auto-sombreamento das folhas inferiores. O outro é a presença do pendão, que fica inativo logo após a fertilização, mas que chega a sombrear as folhas superiores em até 19%, dependendo da cultivar.

Para se estabelecer uma eficiente cultura no campo, aproveitando, ao máximo, a energia radiante, é requerida atenção tanto na taxa de plantio como na própria distribuição de plantas sobre a superfície, a qual é afetada pelo genótipo envolvido. Materiais com menor área foliar por planta requerem mais plantas por hectare, para maior eficiência na interceptação da luz.

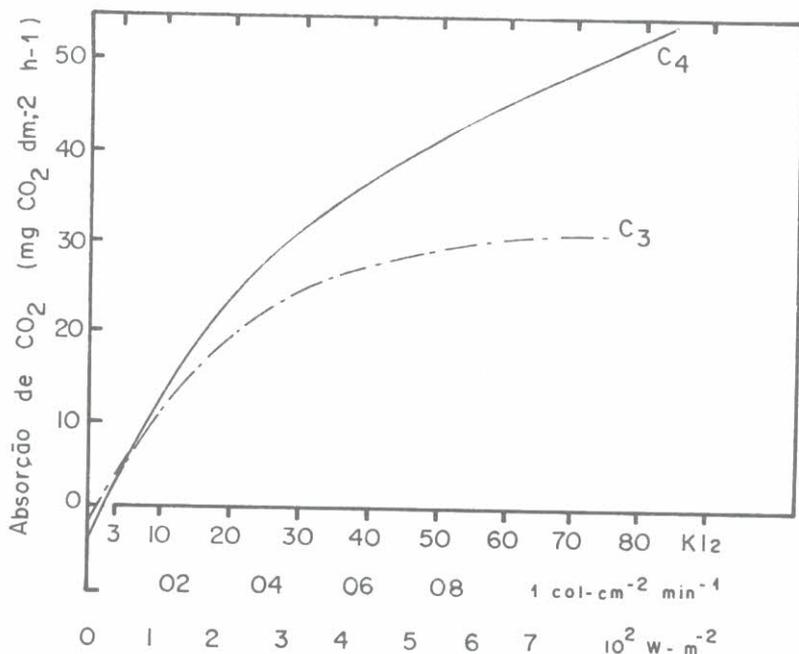


FIGURA 3 - Eficiência na absorção de luz por espécies C₃ e C₄.

O conteúdo de CO₂ na atmosfera é limitante, 0,03% (300 ppm); daí, cresce a necessidade de as plantas de milho se tornarem eficientes na fixação desse gás. O ponto de compensação do CO₂ é diferente para plantas C₃ e C₄. No milho (C₄) é de 5-10 ppm, enquanto no feijão (C₃), é de 30-70 ppm. Ressalta-se que o ponto de compensação é a intensidade de luz, na qual a fotossíntese equilibra com a respiração (ganho líquido de CO₂ é igual a zero). Somente acima do ponto de compensação é que ocorre o ganho de peso seco. Outra razão que limita a eficiência das plantas C₃ e fazem possível o ciclo C₃ é a fotorrespiração. Fotorrespiração é o oposto de fotossíntese: usa o O₂ produzido e destina menos carbono aos produtos finais. Parece ser um processo de desperdício. Em plantas C₄, a taxa de CO₂ / O₂ nas células foliares sempre permanece relativamente alta. O fechamento dos estômatos nas folhas de plantas C₄ não somente evita a perda de água mas também limita a entrada de O₂ atmosférico. Fotorrespiração é um problema importante, sobretudo em clima temperado, por causa da baixa eficiência de plantas C₃ em gerar biomassa. A fotossíntese líquida das plantas C₄ como o milho assume valores de 50-70mg CO₂ / dm² de folhas / h, enquanto as plantas C₃ fixam CO₂ a taxas muito mais baixas (15-35mg CO₂/dm²/h).

11 NECESSIDADE HÍDRICA DA CULTURA

A necessidade hídrica da cultura do milho é governada principalmente pelas condições climáticas do local. Para se obter produção máxima de grãos, a quantidade de água consumida durante o ciclo completo da cultura (evapotranspiração acumulada) varia entre 500 e 800 mm, dependendo do clima. O milho utiliza eficientemente a água em termos de produção total de matéria seca e, entre os cereais, é potencialmente a cultura de maior rendimento em grãos.

Os coeficientes de cultivo (K_c) que relacionam as necessidades hídricas máximas (Evapotranspiração Máxima da Cultura, E_{tm}) com a evapotranspiração de referência (E_{to}), para os diferentes estádios de crescimento da cultura do milho em grão, são os seguintes: no estágio inicial, 0,30-0,50 (15 a 30 dias); no estágio de desenvolvimento, 0,70-0,85 (30 a 45 dias); no estágio intermediário, 1,05-1,20 (30 a 45 dias); no estágio final, 0,80-0,90 (10 a 30 dias) e, na colheita, 0,55-0,60. Para se ter uma idéia dos efeitos do déficit hídrico no rendimento do milho, apresentam-se os seguintes resultados de pesquisas: dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50%. 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; b) período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, e, nesta fase, a presença da água também é importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e penetração do tubo polínico; c) enchimento de grãos, ocorrendo aqui o aumento na deposição de matéria seca, que está intimamente relacionado com a fotossíntese, desde que o estresse resulta na menor produção de carboidratos, o que implicaria menor volume de matéria seca nos grãos. Portanto, a importância da água está relacionada também com a fotossíntese, uma vez que o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento das plantas implicará a menor disponibilidade de CO_2 para fotossíntese e a limitação dos processos de alongação celular.

A falta da água é sempre acompanhada por interferência nos processos de síntese de proteína e RNA, caracterizada por um aumento aparente na quantidade de aminoácidos livres, como a prolina. Apesar do alto requerimento de água pela planta de milho, ela é eficiente no seu uso para conversão de matéria seca.

Suprimento hídrico versus rendimento da cultura

O rendimento em grãos da cultura do milho é afetado pela frequência e lâmina de irrigação. O efeito de água, dependendo do ciclo fenológico da cultura, pode ocasionar estresse hídrico e comprometer o rendimento de grãos. A

cultura é relativamente tolerante aos déficits hídricos durante os períodos vegetativo e de maturação. A maior diminuição nos rendimentos de grãos provocada pelos déficits hídricos ocorre durante o período de floração, incluindo inflorescência, emissão do estilo-estigma e polinização, devido principalmente à redução do número de grãos por espiga. Caso o déficit hídrico seja severo durante a floração, particularmente na época de formação da espiga e da polinização, pode resultar num rendimento baixo ou, até mesmo, nulo de grãos, devido ao secamento dos estigmas. Quando a planta sofre déficit hídrico no período vegetativo precedente, esse efeito é menos pronunciado. Durante o período de formação de grãos, os déficits hídricos podem manifestar-se na forma de redução do tamanho do grão, ocasionando diminuição de rendimento. Contudo, na fase de maturação, esse efeito é pouco significativo.

Água no solo versus sistema radicular da cultura e práticas de irrigação

O esgotamento da água disponível no solo até 55% tem um pequeno efeito sobre o rendimento da cultura quando as condições de Etm correspondem a valores de 5 a 6 mm/dia. Na maturação, pode-se permitir um esgotamento de até 80 a 90%.

Para os casos de solos profundos, bem manejados, as raízes do milho podem chegar à profundidade de até 2 m. Porém, o sistema radicular mais ramificado fica situado na camada de 0,4 a 0,6 m, dependendo do tipo de solo, e cerca de 80% da absorção da água do solo ocorre dentro desta camada. O regime pluviométrico e as práticas de irrigação adotadas influenciam bastante a profundidade e a taxa de crescimento do sistema radicular da cultura. Além destes parâmetros, os níveis dos nutrientes no solo, a estratificação estrutural e textural do solo, os sais e o lençol freático influem fortemente no desenvolvimento das raízes da cultura.

Necessidade hídrica versus manejo de irrigação

Para se obter uma boa uniformidade e um desenvolvimento rápido do sistema radicular da cultura do milho, a zona radicular deve, sempre que possível, estar úmida (com o teor de umidade do solo próximo à capacidade de campo) no momento da semeadura ou logo depois desta.

É importante que se estabeleça o calendário de irrigação, principalmente onde a precipitação for baixa e o suprimento de água for limitado, visando evitar os déficits hídricos durante os períodos de floração e de formação dos grãos, que são mais críticos e sensíveis ao estresse hídrico, podendo acarretar redução drástica no rendimento de grãos. O calendário de irrigação vai depender principalmente da fase da cultura, das condições climáticas locais, do solo e da disponibilidade de água. Para a determinação da necessidade hídrica da

cultura, recomenda-se, na ausência de resultados de trabalhos de pesquisa, o uso de um dos três métodos da FAO (radiação solar, Penman modificado ou evaporação da água do tanque classe A). A utilização da evaporação da água do tanque classe A (ECA) é um método que vem sendo usado em muitas regiões com sucesso, consistindo em estimar a Etm a partir de:

$$E_{tm} = ECA \cdot K_p \cdot K_c$$

onde K_p é o coeficiente do tanque classe A, que depende das condições de bordadura do tanque, da velocidade média do vento e da umidade relativa média do ar. Conhecendo-se a quantidade de água requerida pela cultura do milho (Etm), fica fácil estipular o calendário de irrigação, valendo-se do fator de disponibilidade de água no solo.

Rendimentos da ordem de 6 a 9 t/ha (com 13% de umidade dos grãos) são considerados bons em condições de milho irrigado com a finalidade de produção de grãos. A eficiência de uso de água para o rendimento obtido em grãos pode variar entre 0,8 a 1,6 kg/m^3 .

12 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ECOFISIOLOGIA DA PRODUÇÃO DE MILHO

O milho possui elevado potencial e acentuada habilidade fisiológica na conversão de carbono mineral em compostos orgânicos, os quais são translocados das folhas e de outros tecidos fotossinteticamente ativos (fonte) para locais onde serão estocados ou metabolizados (dreno). As relações fonte-dreno podem ser alteradas por fatores ambientais, o que implica dizer que práticas de manejo conjugadas adequadamente podem conduzir ao aumento da produção e da produtividade de milho.

O rendimento de grãos em cultivos de milho é uma função de inúmeros fatores e processos atuando concorrentemente, quais sejam: interceptação de luz pela cobertura vegetal da cultura, eficiência metabólica das plantas, eficiência de translocação de fotossintatos das folhas para os grãos em crescimento e capacidade do dreno. As relações de fonte e dreno são função de condições ambientais.

A importância relativa desses fatores e processos não é amplamente conhecida para os diferentes cultivares, sobretudo em condições de manejo distintas daquelas nas quais cada cultivar foi selecionada pelo melhoramento genético. Torna-se importante identificá-los, a fim de que os rendimentos de cada cultivar possam ser incrementados, em relação aos seus níveis atuais.

Entender a natureza do acúmulo de matéria seca durante a estação de

crescimento, bem como a partição da matéria seca para o grão e outros componentes da planta pode direcionar para o incremento do rendimento de grãos, através do melhoramento (genético e do manejo) de plantas.

Rendimento de grãos de uma cultura pode ser expresso como o produto do rendimento biológico e índice de colheita. Rendimento biológico, comumente medido pelo peso total da matéria seca da planta, é uma medida integrada dos efeitos combinados da fotossíntese e respiração durante a estação de crescimento. Fotossíntese, por sua vez, é dependente da extensão da área foliar e da duração da superfície das folhas verdes.

Rendimentos de milho têm sido aumentados pela melhoria da eficiência da interceptação de luz, pela melhoria da distribuição da luz através de reduzido espaço de fileiras e pela melhoria da redistribuição de luz para partes mais baixas da copa pela alteração da arquitetura da copa. Tem-se procurado, ainda, alterar componentes do rendimento, tal como aumento da prolificidade - capacidade de dreno.

Os fatores envolvendo o rendimento de grãos podem ser simultaneamente sumariados na seguinte equação:

$$RG/A = AF/A \times NG/AF \times PG$$

onde,

AF/A = IAF (mede a eficiência da interceptação de luz)

NG/AF = tamanho do dreno

PG = quantidade de fotossintatos armazenados nos grãos

RG = rendimento de grãos; A = área do terreno; AF = área foliar; NG = número de grãos; PG = peso de grãos; IAF = índice de área foliar.

O produto do NG/AF e PG é a eficiência de rendimento, que é uma função da eficiência fotossintética na produção de grãos, se toda a matéria seca produzida após antese é translocada para o grão em crescimento (enchimento de grãos), ou é uma função da eficiência de translocação, em outros casos. A partição de fotossintatos, sobretudo, é função do genótipo e das relações fonte-dreno.

Em decorrência de a temperatura afetar a eficiência de conversão, seria preferível utilizar a taxa de crescimento por unidade de tempo térmico como medida de desempenho de cultivares de milho, conforme é observado na tabela 2.

TABELA 2 - Radiação total incidente diária, soma térmica, radiação total incidente por unidade de tempo térmico para a floração e o rendimento do milho em zonas distintas.

Locais	Radiação Total cal.cm ² dia ⁻¹	Σ Térmica* °C. dia ⁻¹	Radiação total/Unidade de tempo térmico cal.cm ² .°C ⁻¹	Rendimento Kg.ha ⁻¹
Terras Baixas (México)	440	15,0	29,3	5.500
Terras Altas (México)	550	11,5	47,8	9.000
Davis (Califórnia-USA)	729	11,2	65,1	13.450
Pergamino (Argentina)	650	11,3	57,5	11.500
Balcarce (Argentina)	600	9,0	66,7	13.800

* $\{(Temperatura\ Máxima + Temperatura\ Mínima)/2\} - 10^{\circ}C$

O aumento da temperatura, principalmente noturna, além de incrementar o processo respiratório, contribui para aceleração da acumulação de graus-dia, contribuindo para o encurtamento do ciclo da cultura, reduzindo o aparato fotossintético e, conseqüentemente, a quantidade de radiação interceptada, bem como o potencial de produção.

A redução no rendimento do milho, nas mais variadas condições, está associada à duração do período de enchimento de grãos. Em regime de elevadas temperaturas diurnas (>35°C) e noturnas (>24°C), a taxa de acumulação de matéria seca nos grãos e a duração do período de enchimento são reduzidos. Tal período também poderá ser encurtado, em função da redução do suprimento de sacarose das folhas, provocado pela desfolha ou pela elevação do nível de estresse imposto à planta.

Em suma, a maximização da produção dependerá da população empregada, que será função da capacidade de suporte do meio e do sistema de produção adotado; do índice e da duração da área foliar fotossinteticamente ativa; da prolificidade do cultivar; da época de semeadura, visando satisfazer a cinética de crescimento e desenvolvimento, bem como da adequada distribuição espacial de plantas na área, em conformidade com as suas características genotípicas.

No Brasil, rendimentos elevados têm sido obtidos com a utilização de 60 mil a 70 mil plantas/ha, adotando-se espaçamentos variáveis entre 80 e 65cm, apresentando 3,5 a 5 plantas por metro, devidamente arranjadas de forma a

minimizar as relações de competição por fatores de produção disponíveis.

Tem sido questionado, nestes últimos anos, se o potencial máximo de produção das culturas está próximo de ser atingido. Para aqueles que acreditam nisso, pergunta-se: será que estamos questionando nossos materiais corretamente? Estamos procurando os pontos de estrangulamento de nossos genótipos? Estamos procurando saber um pouco mais da fisiologia da planta? Apenas como exemplo de como a fisiologia pode ajudar a exploração e o alcance do potencial genético das plantas, podemos citar este fato: dentre as variáveis que limitam a produtividade das culturas, destacam-se: fertilidade do solo, genótipos, controle de pragas e doenças, manejo da irrigação e uma gama de outras variáveis, todas essas controláveis, ou seja, pode-se consegui-las e aplicá-las no momento apropriado. Existe, porém, uma variável que pode determinar o limite superior do potencial produtivo: é a quantidade de energia que os tecidos vegetais conseguem captar do sol. A energia solar difere dos outros fatores de produção, uma vez que o agricultor não tem como controlá-la. Quanto às outras variáveis, pode-se adquiri-las e aplicá-las em diferentes níveis, já no que se refere à energia solar, pode-se fazer muito pouco para alterar a quantidade recebida em um hectare. Portanto, o agricultor deve procurar captar essa energia de maneira mais eficiente, o que fatalmente resultará numa planta com maior capacidade de fotossintetizar, produzindo, assim, mais fotoassimilados. Com isso, este agricultor poderá explorar melhor o potencial genético máximo daquele material. O conhecimento da FISILOGIA é o caminho mais provável para se chegar ao potencial máximo de produção.

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. **Modern corn production**. 2 ed. Champaign, IL: A & L Publications. 1982. 371p.
- AFUAKWA, J.J.; CROOKSTON, R.K.; JONES, R.J. Effect of temperature and sucrose availability on kernel black layer development in maize. **Crop Science**, v.24, n.2, p. 285-288, 1984.
- DELVIN, R.M. Water relations. In: **Plant physiology**. 3. ed. New York, USA: D. Van Nostrand Company, 1975. p. 43-86.
- DONALD, C.M.; HAMBLIM, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. **Advances in Agronomy**. Madison, v.28, p.361-405, 1976.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Irrigation and drainage. In: - **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1984. 144p. (Paper 24).

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Irrigation and drainage. In: **Yield response to water**. Rome: FAO, 1984. 144p. (Paper 33).
- DUNCAN, W.G. Maize In: EVANS, L.T., ed. **Crop physiology**. England: Cambridge University Press, 1975. p.23-50.
- DUVICK, D.N. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-cared inbred line of maize. **Crop Science**, v.14, p.69-71, 1974.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Milho: Fisiologia da produção. In: SEMINÁRIO SOBRE FISILOGIA DA PRODUÇÃO E MANEJO DE ÁGUA E DE NUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO DE ALTA PRODUTIVIDADE, 1996, Piracicaba, SP: USP/ESALQ/POTAFOS. p.1-29, 1996. (Mimcografado).
- FERRI, M.G.; REICHART, K. Água. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal 1**. São Paulo, SP: E.P.V./EDUSP, 1984. p.347-385.
- KLAR, S.R. Transpiração. In: KLAR, Antonio Evaldo. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo, SP: Nobel, 1984. p.347-385.
- LAMBERT, R.J.; JOHNSON, R.R. Leaf angle, tassel morphology and the performance of maize hybrids. **Crop Science**, v.18, p.499-502, 1978.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, v.3, n.1, p. 67-72, 1963.
- MAGALHÃES, A.C.; SILVA, W.J.da. Determinantes genéticos fisiológicos da produtividade do milho. In: PATERNIANI, Ernesto, ed. **Melhoramento e produção de milho**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1978. v. 2, p.413-450.
- MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1755-1761, 1990.
- MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final os grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1747-1754, 1990.
- MAGALHÃES, P.C. **Transporte de água no sistema solo-planta-atmosfera**. In: CURSO DE USO E MANEJO DE IRRIGAÇÃO, 7., 1991, Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1991. 13p.

- MAGALHÃES, P.C.; GAMA, E.E.G; MAGNAVACA, R. **Efeito de diferentes tipos de despendoamento no comportamento e produção de alguns genótipos de milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1993. 4p.(EMBRAPA-CNPMS. Pesquisa em Andamento, 12).
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 27p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).
- PEPER, G.E.; PEARCE, R.B.; MOCK, J.J. Leaf orientation and yield of maize. **Crop Science**, v.17, p. 883-886, 1977.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. The Photosynthesis: transpiration compromise. In: CAREY, J.C., ed. **Plant physiology**. 2. ed., Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 1982. p.32-46.
- TING, I.T. Gas exchange and estomatal physiology. In: FUNSTON J., ed. **Plant physiology**. Riverside: Addison Weley Publishing Company/University of California, 1982. p.101-124.
- TOLLENAAR, M. Sink-source relationships during reproductive development in maize. **A review**.v. 22, p.49-75.

***CULTIVARES DE MILHO PARA
O ESPÍRITO SANTO***

Romário Gava Ferrão

Pesquisador; M.Sc., Melhoramento, EMCAPA/EEL

1 INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético de milho das instituições públicas e privadas têm contribuído significativamente para o aumento da produtividade média da cultura, tanto no âmbito mundial, como no nacional e estadual. Além do desenvolvimento de cultivares altamente produtivas, esses trabalhos têm buscado constantemente genótipos com portes mais baixos, precoces, tolerantes ao acamamento e quebraimento de plantas, com espigas bem empalhadas, de boa sanidade de folhas e espigas, com grãos mais duros e alaranjados, mais estáveis e tolerantes aos estresses ambientais. Assim, os programas têm oferecido ao mercado de sementes, após recomendação, elevado número de cultivares, com diferentes finalidades (grãos, silagem, milho verde e pipoca), as quais vêm satisfazendo as necessidades requeridas pelos principais sistemas de produção adotados pelos agricultores.

No Estado do Espírito Santo, apesar de o milho ser uma cultura predominantemente semeada por pequenos produtores (70%) que, em sua maioria, não adotam as tecnologias disponíveis, aumentos substanciais no rendimento e, conseqüentemente, na produção podem ser obtidos com o uso de técnicas já conhecidas por esses produtores. Mais de 100 cultivares de milho são comercializadas no Brasil. A utilização de cultivares mais produtivas e adaptadas às condições de cada região, consiste em uma tecnologia simples e essencial para aumentar o rendimento da cultura, principalmente por não onerar significativamente o custo de produção.

Os sistemas produtivos no Estado são dos mais diversificados, encontrando-se grupos de produtores que atingem produtividades comparáveis às das melhores médias brasileiras, acima de 7000 kg/ha, enquanto um contingente elevado deles não explora todo o potencial produtivo da espécie, com produtividades abaixo de 2000 kg/ha.

A interação genótipos com ambientes e anos é de alta relevância, não só no contexto dos programas de melhoramento genético, como no da recomendação de cultivares. Para o produtor rural, além da produtividade e características agronômicas desejáveis no material recomendado, esse material precisa ter comportamento estável quando é cultivado em diferentes locais e anos. Partindo deste princípio, é que as recomendações de cultivares são baseadas, inicialmente, nos dados do comportamento dos materiais em nível de Brasil e, posteriormente, nos testes em diferentes condições edafoclimáticas do Estado, com mínimo de dez ambientes, em dois anos agrícolas de avaliações.

2 CULTIVARES

2.1 Características de cultivares

Em milho, existem dois tipos de cultivares: as variedades e híbridos.

As variedades, embora tenham, teoricamente, menor potencial genético de produção (70 a 90%) e menor uniformidade que os híbridos, apresentam maior rusticidade, estabilidade de produção, melhor empalhamento de espiga, custo mais baixo de semente e possibilidade de reutilização dessa semente por sucessivos plantios. Assim, seu uso tem sido mais difundido entre produtores menos capitalizados.

Os híbridos, devido à sua maior uniformidade e altas respostas às tecnologias disponíveis, são indicados para os produtores de alto nível tecnológico, necessitando, porém, de que o produtor adquira a semente todos os anos.

Os híbridos predominantes no mercado são classificados em: híbridos intervarietais - resultantes do cruzamento entre duas variedades; híbridos simples - resultantes do cruzamento entre duas linhagens; híbridos triplos - resultantes do cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem; híbridos triplos modificados - resultantes do cruzamento de um híbrido simples com duas linhagens irmãs; híbridos duplos - resultantes do cruzamento de dois híbridos simples.

No Espírito Santo, os híbridos duplos e as variedades são mais comuns no mercado, seguidos pelos híbridos triplos e, mais recentemente, pelos híbridos simples. Os híbridos triplos e simples, teoricamente com maior potencial genético para produção e uniformidade, têm sido destinados a produtores que utilizam insumos intensivamente e se dispõem a pagar um maior preço pela semente.

2.2 Ciclo

O ciclo da cultivar é bastante influenciado pelos fatores como altitude, época de plantio e condições nutricionais. Assim, é variável de acordo com a época de semeadura e com o local, prolongando-se o ciclo em épocas e locais com temperaturas mais baixas.

As cultivares atuais se enquadram nos grupos superprecoce, precoce e normal. As diferenças no ciclo das cultivares são determinadas, principalmente, pelo período compreendido entre a emergência e o florescimento feminino. O período após o florescimento é mais homogêneo, embora a perda de umidade de grãos apresente variação entre as cultivares.

Atualmente, o ciclo da cultivar pode ser determinado pela soma térmica necessária do plantio ao florescimento masculino. A soma térmica refere-se ao acúmulo médio diário de temperatura, entre 10 e 30 graus Celsius, somados desde o plantio até o florescimento masculino, de acordo com a se-

guinte fórmula:

$$\frac{\text{Temperatura Máxima} + \text{temperatura mínima} - 10}{2} = \text{Somatório diário}$$

Quando a temperatura máxima ultrapassar 30°C, consideram-se apenas 30°C; quando a mínima for inferior a 10°C, consideram-se apenas 10°C.

As firmas produtoras de sementes já vêm tentando classificar suas cultivares com base na soma térmica. Assim, uma cultivar superprecoce teria necessidade de uma soma térmica de até 830 para atingir 50% do florescimento masculino. As precoces, entre 830 a 880 e as normais, acima de 880.

Em média, no Estado do Espírito Santo, em épocas normais de plantios (Agosto a novembro) as cultivares apresentam os seguintes comportamentos em relação a ciclos (dias para florescimento feminino): superprecoces - menos de 55 dias; precoces - 55 a 62 dias; normais - mais que 62 dias.

2.3 Altura, Acamamento e Quebramento de Planta

O porte da planta é controlado geneticamente e influenciado por vários fatores, entre os quais se destacam os seguintes: disponibilidade de água, época de plantio, altitude, temperatura - sempre relacionados à duração da fase vegetativa e às condições nutricionais da lavoura.

A redução no porte da planta de milho pode ser devida à presença de genes maiores, destacando-se entre eles o gene braquítico (br_2), que, na condição de homozigose, provoca o encurtamento dos entrenós da planta. Pode, ainda, ser decorrente da interação entre vários genes (caráter poligênico) que atuam na estrutura da planta como um todo, induzindo a um porte menor. Geralmente, as cultivares de ciclo precoce apresentam porte mais reduzido que as de ciclo tardio, sendo o caráter devido a poligenes.

Apesar de não se terem normas para estabelecer limites entre os portes das cultivares, no Espírito Santo, materiais com altura acima de 230 cm são considerados altos, e, inferiores a 230 cm, baixos.

Tem-se correlacionado o porte com sua tolerância e resistência ao acamamento e quebramento de planta. Geralmente, as cultivares baixas são mais tolerantes ao acamamento e quebramento de planta. Entretanto, não se pode generalizar, já que algumas cultivares atuais, enquadradas no grupo de porte alto, têm apresentado marcada resistência ao tombamento e quebramento, enquanto outras de porte médio e até baixo têm mostrado comportamento inverso.

2.4 Características dos Grãos

Cor e textura de grão são aspectos relevantes na caracterização das

cultivares de milho, devido à preferência do mercado consumidor. Quanto à cor, podem-se classificar as cultivares em três grupos: com grãos de coloração branca, de coloração amarela e de coloração alaranjada. Nos dois últimos grupos, que predominam no mercado, há uma variação de tonalidade do amarelo pálido até o alaranjado intenso.

Ultimamente alguma ênfase vem sendo dada ao milho branco, direcionada à extração de farinha para panificação, dispondo-se, atualmente, de umas poucas opções comerciais.

De acordo com a textura, as cultivares são classificadas também em três grupos: "flint" ou grão duro, semidentado ou semiduro e dentado ou mole. Predomina no mercado a oferta de cultivares de grãos semidentados ou semiduros.

3 PESQUISA COM MELHORAMENTO GENÉTICO DE MILHO PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Os trabalhos de melhoramento genético de milho conduzidos pela EMCAPA, para o Estado do Espírito Santo, têm o objetivo de recomendar e desenvolver variedades (para produtores de baixo nível tecnológico) e híbridos (para produtores de alto nível tecnológico).

Assim, a EMCAPA possui projetos de pesquisa visando à recomendação de cultivares de milho para grãos, silagem e milho verde, e projetos para desenvolvimento de variedades e híbridos produtivos, adaptados, estáveis e com características agrônômicas superiores, para o Estado do Espírito Santo.

As recomendações de cultivares de milho para o Estado são feitas com base em testes dos materiais dos grupos normais, precoces e superprecoces encaminhados pelas diferentes firmas e instituições de pesquisa de todo o país, para serem utilizados nas regiões do Espírito Santo onde a cultura tem maior importância sócioeconômica, como os municípios de Linhares, Pinheiros, Colatina, Afonso Cláudio, C. Itapemirim, V. Nova do Imigrante.

Em torno de 100 cultivares são avaliadas por ano através dos Ensaios Nacionais e Regionais de milho normal e precoce, no mínimo em cinco ambientes do Estado. Após dois anos de testes, no mínimo em dez ambientes, através de análises estatísticas, ocorrem as recomendações das cultivares superiores.

Para finalidade de grãos, as cultivares são recomendadas quando

são aprovadas nos testes para as seguintes características:

- Produtividade
- Estabilidade de produção
- Altura da planta e espiga
- Acamamento e quebramento de planta
- Índice de espiga
- Espiga doente
- Peso de espiga
- Peso de grãos
- Tipo e coloração de grãos

O programa de melhoramento para obtenção de cultivares, específico para o Espírito Santo, é realizado através das fases de introdução, seleção, autofecundação, cruzamentos e avaliações.

4 RESULTADOS DE PESQUISA

Baseada nas avaliações de cultivares de milho através de ensaios nacionais, regionais e específicos para silagem e milho verde, a EMCAPA, periodicamente, faz suas recomendações. (FERRÃO et alii 1996, 1995, 1994, 1992 e 1990).

Nas tabelas 1 e 2, encontram-se as cultivares recomendadas nos últimos anos para grãos no Espírito Santo.

Nas figuras 1 e 2 encontra-se, respectivamente, as produtividades média e potencial e as percentagens de acamamento e quebramento de cultivares de milho irrigado, em dez ambientes, no Estado do Espírito Santo, no ano de 1996.

TABELA 1 - Resultados dos ensaios regionais de milho normal e precoces em 10 ambientes, no Estado Espírito Santo 1989/92 e 1992/94, EMCAPA, 1992 e 1994.

Ano	Cultivares	Tipo	Produtividade (t/ha)	Florescimento Feminino (dias)	Altura da Planta (cm)	Acam. e Quebr. (%)
1992	AG 106	HD,AD	6,0	60	250	19
	AG 122	HD,AD	7,2	56	239	11
	AG 405(T)	HD,LSD	6,1	56	245	14
	AG 513	HD,AD	6,4	54	227	18
	AG 519	HD,AD	6,4	57	245	15
	AG 612	HT,ASD	6,9	56	243	16
	AG 6601	HT,BD	6,6	58	240	13
	BR 201	HD,ASD	6,5	56	229	26
	C 135	HD,LSD	5,9	58	244	17
	C 505	HT,ASD	6,8	55	241	11
	C 805	HD,ASD	6,9	53	222	6
	CONT.533	HD,LSD	5,8	59	277	22
	G 85	HT,LSD	6,5	56	230	7
	G 600	HD,ASD	7,0	55	237	13
	P 3210	HT,ASD	5,8	57	256	14
	XL 604	HD,LSD	5,9	57	240	13
1994	AG 122(T)	HD,AD	7,3	56	234	8
	AG 510	HT,ASD	7,2	56	231	10
	AG 603	HS,AD	6,7	61	227	6
	AGROM.2007	HT,LSD	7,2	56	233	11
	AGROM 1035	HD,LSD	6,7	57	238	8
	BR 205	HD,ASD	6,8	58	215	10
	C 808	HT,ASD	7,0	53	207	7
	C 131	HD,LSD	6,3	57	235	9
	C 855	HD,ASD	6,9	54	211	8
	C 123 A	HD,ASD	6,7	56	235	7
	ICI 8452	HS,LSD	7,2	56	210	3
	ICI 8392	HS,LD	6,9	54	203	8
	ICI 8568	HS,ASD	6,7	57	214	2
	P 3041	HT,LD	7,6	55	223	5
	XL 678(T)	HD,ASD	5,7	59	223	12
XL 370	HT,ASD	7,3	56	225	13	
XL 380	HT,ASD	7,0	59	228	9	

FERRÃO et alii 1989, 1992

T Testemunha, HD-Híbrido duplo, HT-Híbrido triplo, HS-Híbrido simples, AD-Amarelo dentado, ASD-Amarelo semidentado, LSD=Laranja semidentado, LD=Laranja duro, BD=Branco dentado.

são aprovadas nos testes para as seguintes características:

- Produtividade
- Estabilidade de produção
- Altura da planta e espiga
- Acamamento e quebramento de planta
- Índice de espiga
- Espiga doente
- Peso de espiga
- Peso de grãos
- Tipo e coloração de grãos

O programa de melhoramento para obtenção de cultivares, específico para o Espírito Santo, é realizado através das fases de introdução, seleção, autofecundação, cruzamentos e avaliações.

4 RESULTADOS DE PESQUISA

Baseada nas avaliações de cultivares de milho através de ensaios nacionais, regionais e específicos para silagem e milho verde, a EMCAPA, periodicamente, faz suas recomendações. (FERRÃO et alii 1996, 1995, 1994, 1992 e 1990).

Nas tabelas 1 e 2, encontram-se as cultivares recomendadas nos últimos anos para grãos no Espírito Santo.

Nas figuras 1 e 2 encontra-se, respectivamente, as produtividades média e potencial e as percentagens de acamamento e quebramento de cultivares de milho irrigado, em dez ambientes, no Estado do Espírito Santo, no ano de 1996.

TABELA 1 - Resultados dos ensaios regionais de milho normal e precoces em 10 ambientes, no Estado Espírito Santo 1989/92 e 1992/94, EMCAPA, 1992 e 1994.

Ano	Cultivares	Tipo	Produtividade (t/ha)	Florescimento Feminino (dias)	Altura da Planta (cm)	Acam. e Quebr. (%)
1992	AG 106	HD,AD	6,0	60	250	19
	AG 122	HD,AD	7,2	56	239	11
	AG 405(T)	HD,LSD	6,1	56	245	14
	AG 513	HD,AD	6,4	54	227	18
	AG 519	HD,AD	6,4	57	245	15
	AG 612	HT,ASD	6,9	56	243	16
	AG 6601	HT,BD	6,6	58	240	13
	BR 201	HD,ASD	6,5	56	229	26
	C 135	HD,LSD	5,9	58	244	17
	C 505	HT,ASD	6,8	55	241	11
	C 805	HD,ASD	6,9	53	222	6
	CONT.533	HD,LSD	5,8	59	277	22
	G 85	HT,LSD	6,5	56	230	7
	G 600	HD,ASD	7,0	55	237	13
	P 3210	HT,ASD	5,8	57	256	14
XL 604	HD,LSD	5,9	57	240	13	
1994	AG 122(T)	HD,AD	7,3	56	234	8
	AG 510	HT,ASD	7,2	56	231	10
	AG 603	HS,AD	6,7	61	227	6
	AGROM.2007	HT,LSD	7,2	56	233	11
	AGROM.1035	HD,LSD	6,7	57	238	8
	BR 205	HD,ASD	6,8	58	215	10
	C 808	HT,ASD	7,0	53	207	7
	C 131	HD,LSD	6,3	57	235	9
	C 855	HD,ASD	6,9	54	211	8
	C 123 A	HD,ASD	6,7	56	235	7
	ICI 8452	HS,LSD	7,2	56	210	3
	ICI 8392	HS,LD	6,9	54	203	8
	ICI 8568	HS,ASD	6,7	57	214	2
	P 3041	HT,LD	7,6	55	223	5
	XL 678(T)	HD,ASD	5,7	59	223	12
XL 370	HT,ASD	7,3	56	225	13	
XL 380	HT,ASD	7,0	59	228	9	

FERRÃO et alii 1989, 1992

T Testemunha, HD-Híbrido duplo, HT-Híbrido triplo, HS-Híbrido simples, AD-Amarelo dentado, ASD-Amarelo semidentado, LSD=Laranja semidentado, LD Laranja duro, BD Branco dentado.

TABELA 2 - Comportamento médio de cultivares de milho potenciais para as condições irrigadas do Espírito Santo, dez ambientes, EMCAPA, Linhares, ES, 1996.

Cultivares	Tipo	Produti- vidade Média (t/ha)	Produti- vidade Potencial (t/ha)	Floresci- mento Feminino (dias)	Altura de Planta (cm)	Acama- mento de Planta (%)	Quebra- mento de Planta (%)	Espiga Doente (%)
AG 405(T)	HD,LD	5,7	7,0	58	241	8	6	9
AG 122(T)	HD,ASD	6,1	7,6	55	227	7	8	12
AG 510	HT,LS	6,0	7,5	56	217	7	4	11
AG 1051	HD,AD	6,6	7,5	58	232	8	3	14
AG 5011	HT,AD	6,6	7,5	56	192	3	6	12
AG 951	HT,AD	6,7	8,0	59	235	4	9	9
BR 3123	HT,LS	6,7	7,4	56	218	5	7	8
C 444	HD,LS	6,2	7,2	55	217	7	5	10
C 806	HT,LS	6,9	8,7	53	212	3	6	10
P 3041	H,LD	6,6	7,8	56	227	4	4	12
EMCAPA XHT20**	HT,LS	6,2	8,2	53	207	3	4	14
EMCAPA XHS (33X18)**	HS,LD	7,2	7,6	53	208	1	8	6
EMCAPA XHS (50X18)**	HS,LS	6,7	7,3	53	203	1	6	7
MÉDIA	-	6,5	7,6	55	217	4	6	10
EMCAPA 202*	V,LS	5,7	6,8	56	232	10	10	12

FERRÃO et alii (1996)

* Variedade recomendada para irrigação de suplementação

** Híbridos experimentais do programa de melhoramento genético da EMCAPA

HD Híbrido duplo; HT Híbrido triplo; HS Híbrido simples; V Variedade; LD Alaranjado duro; ASD Amarelo Semidentado; AD Amarelo dentado; (T) testemunha

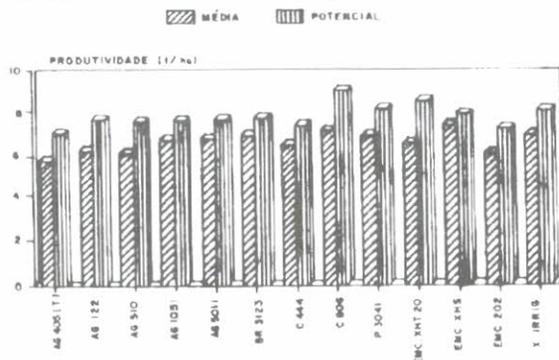


FIGURA 1 - Produtividade (t/ha) para cultivares de milho irrigado, 10 ambientes, EMCAPA-ES, 1996

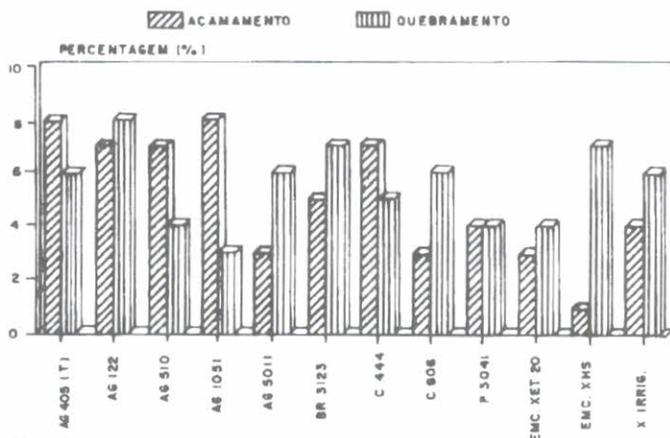


FIGURA 2 - Acamamento e quebramento (%) para cultivares de milho irrigado, 10 ambientes, EMCAPA-ES, 1996.

Com base nos resultados de 1989, 1992 e 1996 (Tabelas 1 e 2), para condições irrigadas, sugerem-se atualmente alguns híbridos potenciais para grãos como o AG 122, AG 510, AG 1051, AG 5011, AG 405, BR 201, BR 205, BR 3123, C 805, C 808, C 855, G 85, C 444, AGROMEN 2007, AGROMEN 1035, P 3041, XL 370, XL 380, entre outros.

Através de ensaios específicos, foram avaliados quatorze cultivares de milho para silagem. Com base nos resultados de três ensaios, as cultivares que se mostraram mais promissoras (Tabela 3) foram: AG 6601, P 3041, AG 1051, AG 510, AG 405, C 444 e EMCAPA 202-Ouro Verde.

TABELA 3 - Cultivares de milho potenciais para silagem, média de três ambientes irrigados, EMCAPA, Linhares, ES, 1996.

Cultivares	Produção de Silagem (t/ha)
AG 6601	35,0
P 3041	33,0
AG 1051	32,0
AG 510	32,0
AG 405	31,6
C 444	31,6
EMCAPA 202	31,5

MOLINO et alii (1996); Médias de testes realizados em abril (2) e setembro (1).

Na tabela 4, encontra-se a relação das melhores cultivares para serem utilizadas como milho verde.

Os materiais de destaques foram: AG 951, AG 1051, C 742, AGX 435, EMCAPA 202-Ouro-Verde, Do 02, BR 410 (doce).

TABELA 4 - Cultivares de milho potenciais para milho verde, em condições irrigadas, EMCAPA, Linhares, ES, 1996.

Cultivares	Peso de Espiga Empalhada (t/ha)	Peso de espiga sem palha (t/ha)	Nº de espigas comerciais	Comprimento de espiga (cm)	Diâmetro de Espiga (cm)
AG 951	16,0	10,7	34.200	16,2	4,7
AG 1051	15,6	10,9	37.000	17,0	4,8
C 742	14,3	10,0	38.000	17,5	4,4
AG 435	16,7	11,2	40.000	15,0	4,7
EMCAPA 202	14,4	8,8	34.750	15,5	4,6
Do 02*	13,2	8,4	36.500	15,6	4,2
BR 410*	11,8	8,0	38.700	15,4	4,5

FERRÃO, et alii (1996)

* Cultivares de milho doce

Para os produtores de baixo nível tecnológico, aqueles que não possuem irrigação e também não utilizam todas as tecnologias disponíveis, como adubações, combate a pragas e ervas daninhas, observação da densidade e das épocas adequadas de plantio, entre outras, recomenda-se para o plantio a cultivar do tipo variedade. Para esse tipo de produtor a EMCAPA, com a colaboração da EMBRAPA, através do CNPMS, desenvolveu e recomendou as seguintes cultivares (Tabela 5): EMCAPA 201, BR 106, EMCAPA 301 e EMCAPA 202-Ouro Verde.

TABELA 5 - Comportamento médio de variedades desenvolvidas e recomendadas para o Espírito Santo em relação a híbridos (T), EMCAPA, 1995.

Cultivares	Produtividade de Grãos (t/ha)	Florescimento feminino (dias)	Altura de Planta (cm)	Acamamento e quebraimento
EMCAPA 202 Ouro Verde	5,5	57	223	17
EMCAPA 201	5,1	55	241	25
EMCAPA 301	5,9	58	248	25
BR 106	4,9	58	234	18
Híbridos*	5,6	58	230	19

* Média de híbridos comercializados no Espírito Santo: AG 302-A, AG 405, BR 201.

A EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), vem desenvolvendo milhos especiais. Dentre esses, destacam-se os QPM (alto valor protéico) e os resistentes ao encharcamento. Foram lançadas e recomendadas as variedades BR 473, BR 451 e o híbrido BR 2121 (QPM) e a variedade "SARACURA" (resistente ao encharcamento).

Para escolher a cultivar, o produtor deve levar em consideração alguns aspectos , como:

- . dados da pesquisa regional;
- . finalidade da produção (grão, silagem, milho verde, etc);
- . produtividade pretendida e potencial da cultivar;
- . características agrônômicas da cultivar, como altura da planta, espiga, acamamento/quebramento, doenças, tipo de grãos, etc.;
- . preço e qualidade da semente;
- . assistência técnica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Brasília, DF).

Recomendações técnicas para o cultivo do milho, cultivares de milho. Brasília, DF: SPI, 1993, 204 p.

FERRÃO, R.G.; GALVÊAS, P.A.O.; SANTOS, J.A.C.; FERRÃO, M.A.G.; GAMA, E.E.G.; DESSAUNE FILHO, N. Cultivares de milho para o Estado do Espírito Santo, **Revista Ceres**, v.43, n.246, p. 186-199, 1996.

FERRÃO, R.G.; SILVEIRA, J.S.M.; GAMA, E.E.G.; SANTOS, J.A.C.; FERRÃO, M.A.G. **EMCAPA 202-Ouro verde**. Vitória, ES: EMCAPA, 1995. Folder (EMCAPA, Documentos, 86).

FERRÃO, R.G.; SANTOS, J.A.C.; GALVÊAS, P.A.O.; FERRÃO, M.A.G.; DESSAUNE FILHO, N. **Avaliação e recomendação de cultivares de milho para o Estado do Espírito Santo** : 1994/95, Vitória, ES: EMCAPA, 1994, 3p. (EMCAPA, Comunicado Técnico, 75).

FERRÃO, R.G.; SANTOS, J.A.C.; GALVÊAS, P.A.O.; DESSAUNE FILHO, N. **Recomendação de cultivares de milho para o Estado do Espírito Santo**: 1994/95. Vitória, ES: EMCAPA, 1994, Folder. (EMCAPA, Documentos, 82).

FERRÃO, R.G.; SANTOS, J.A.C.; GALVÊAS, P.A.O.; DESSAUNE FILHO, N. **Recomendação de cultivares de milho para o Estado do Espírito Santo**: 1992/93. Vitória, ES:EMCAPA, 1992, Folder. (EMCAPA, Documentos , 74).

FERRÃO, R.G.; GAMA, E.E.G.; SANTOS, J.A.C.; DESSAUNE FILHO, N. **EMCAPA 301**: primeiro híbrido de milho lançado para o Espírito Santo. Vitória, ES:EMCAPA, 1990, Folder. (EMCAPA, Documentos, 60).

GERAGE, A.C. **Avaliação estadual de cultivares de milho**: safra 1995/96. Londrina, PR: IAPAR, 1996, 105p. (IAPAR, Informe da pesquisa, 118).

MANEJO DA CULTURA DO MILHO IRRIGADO

Antônio Carlos Benassi

Pesquisador M.Sc., Fitotecnia - EMCAPA/EEL

Eli Antônio Fullin

Pesquisador M.Sc., Solos - EMCAPA/EEL

1 INTRODUÇÃO

O manejo da cultura do milho exige uma série de práticas destinadas às plantas, desde sua implantação até a colheita. Entretanto, o sucesso de algumas dessas etapas está relacionado com práticas que antecedem a lavoura no campo. Um bom preparo de solo é prática de fundamental importância para proporcionar condições satisfatórias à semeadura e à emergência das plântulas.

Antes de apresentar algumas práticas de manejo para a cultura do milho irrigado, é importante que se abra um espaço para mostrar alguns aspectos sobre semente e germinação.

2 ESTRUTURA BÁSICA DA SEMENTE

Sob o ponto de vista funcional, a semente é composta de uma cobertura protetora, um eixo embrionário e um tecido de reserva.

Nas monocotiledôneas, o embrião é constituído essencialmente por um eixo embrionário e um cotilédone (escutelo). O eixo embrionário é a parte vital da semente e apresenta crescimento em duas direções, para as raízes e para o caule.

O eixo embrionário é constituído, na extremidade superior, por uma plúmula de onde se originarão as primeiras folhas. A plúmula é envolvida por uma bainha protetora, o coleóptilo. Na extremidade inferior do eixo, encontra-se a radícula, da qual se originarão as raízes. A radícula é envolvida por uma bainha protetora, a coleorriza.

Os elementos básicos da estrutura da semente estão representados na figura 1.

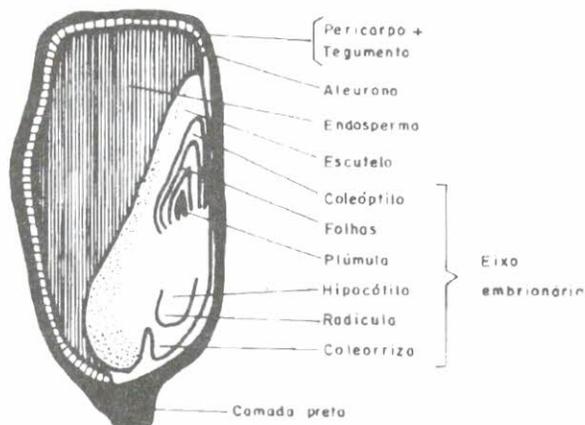


FIGURA 1 - Diagrama do corte longitudinal da semente de milho (*Zea mays* L.), mostrando suas principais estruturas.

3 FISIOLOGIA DA GERMINAÇÃO

O embrião da semente inicia sua formação a partir do momento da fertilização do óvulo e desenvolve-se durante a maturação, até que seu crescimento cessa e o teor de umidade diminui a um nível tão baixo que permite apenas reduzida atividade metabólica. A germinação é o reinício do crescimento do embrião, paralisado nas fases finais da maturação. Os processos fisiológicos do crescimento exigem atividades metabólicas aceleradas, e a fase inicial de germinação consiste, primariamente, na ativação daqueles processos pelo aumento do teor de umidade e da atividade respiratória da semente. O embrião, envolvido por uma cobertura protetora, constituída por várias camadas de tecidos mortos, possui reservas alimentares suficientes para atender a esse eventual aumento das atividades metabólicas.

Para que a germinação ocorra, determinadas condições devem ser satisfeitas:

- a) a semente deve ser viável;
- b) as condições internas da semente devem ser favoráveis à germinação (livre de dormência);
- c) as condições ambientais devem ser favoráveis (água, temperatura, oxigênio, luz);
- d) as condições de sanidade devem ser satisfatórias.

3.1 Fatores que afetam a germinação

3.1.1 Água

A primeira condição para a germinação de uma semente viável e não dormente é a disponibilidade de água para sua reidratação. O aumento das atividades respiratórias da semente a um nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e de substâncias orgânicas, depende do grau de hidratação dos seus tecidos.

3.1.2 Temperatura

A germinação da semente é um processo complexo, compreendendo diversas fases que são individualmente afetadas pela temperatura. Assim, os efeitos da temperatura sobre a germinação refletem apenas o efeito global, não havendo um coeficiente único que caracterize as diferentes etapas da germinação.

As temperaturas de germinação não apresentam um valor específico, mas, geralmente pontos críticos, chamados de "temperaturas cardiais de germinação". São eles: temperaturas máxima, mínima e ótima. Esses valores, bem como sua amplitude, podem ser variáveis entre as espécies.

Os efeitos da temperatura sobre a germinação podem ser, também, profundamente influenciados pela condição fisiológica da semente, em relação ao seu grau de maturidade fisiológica na colheita e ao processo de deterioração.

3.1.3 Oxigênio

O processo germinativo requer um suprimento de energia que é fornecido por reações oxidativas, havendo eliminação de gás carbônico e, também, no caso da respiração aeróbica, absorção de oxigênio. A maioria das espécies necessitam de aeração, ou seja, presença de oxigênio para sua germinação.

É importante observar as relações semente/água/temperatura/oxigênio.

3.1.4 Luz

As sementes da maioria das plantas cultivadas germinam tanto no escuro como na presença de luz. A exigência de luz para germinar, por parte de algumas espécies, como, por exemplo, a alfaca, está relacionada a um pigmento, o fitocromo, conversível de um estado a outro em função do comprimento de ondas do espectro luminoso. O fitocromo apresenta-se sob duas formas: P 660 e P 730.

4 MANEJO CULTURAL

4.1 Profundidade de Semeadura

Dentre as diversas operações para a implantação da cultura, a profundidade de semeadura pouco ou nenhuma importância recebe, principalmente onde o acompanhamento técnico é ausente. Ao contrário do que se imagina, a profundidade de semeadura é de fundamental importância para o rápido estabelecimento de um estande adequado.

No solo, a semente absorve água, emite a raiz primária, seguida da emissão de um broto (plúmula) e das raízes seminais. O primeiro internódio do broto se alonga e leva o ápice da plântula à superfície do solo. Quando a parte superior da plântula começa a receber radiação solar direta, cessa a elongação do primeiro internódio e as folhas começam a emergir do coleótilo.

A semeadura profunda não traz vantagens para o estabelecimento da planta no solo, pois a profundidade de semeadura determina apenas a profundidade com que as raízes primárias e seminais se formarão. As raízes permanentes saem do colmo logo abaixo da superfície. Essas raízes se estabelecem praticamente à mesma profundidade, não importando a profundidade de semeadura.

A semeadura profunda atrasa a emergência devido a dois fatores: temperaturas mais baixas nas camadas mais profundas do solo e camada mais espessa de solo para a plântula atravessar.

Quando a sementeira é feita em condições adequadas, em solo com boa disponibilidade de água e temperatura por volta de 20 a 25°C, a plântula emergirá quatro a seis dias após a sementeira. Quando as condições de umidade ou de temperatura são desfavoráveis, a germinação e a emergência chegam a demorar 15 dias ou mais. Além disso, as condições desfavoráveis, aliadas ao vigor das sementes, podem acarretar emergência desuniforme, contribuindo para difícil manejo da cultura e colheita.

Os cuidados na sementeira devem ser dirigidos para fazê-la tão somente em condições de um bom preparo de solo, de boa umidade e temperatura, procurando-se localizar o fertilizante ao lado e abaixo da semente.

A relação de três fatores importantes para boa germinação deve ser observada: AR, UMIDADE e TEMPERATURA. Para uma boa emergência das plântulas, deve-se efetuar um bom preparo de solo e acondicionar as sementes a uma profundidade uniforme média entre 4 e 6 centímetros.

4.2 Época de Sementeira

A cultura do milho é uma das mais estudadas sob o ponto de suas exigências bioclimáticas. Os trabalhos desenvolvidos para quantificar as influências climáticas sobre o desenvolvimento e a produção relacionam, principalmente, as disponibilidades térmicas e hídricas para as plantas em seus diferentes estádios de desenvolvimento. O conhecimento e a interpretação desses fatores e variáveis são de fundamental importância para a determinação da época de sementeira.

Os estádios de desenvolvimento da planta de milho são identificados por algarismos arábicos, inteiros e decimais, que variam de 0 (zero) a 10 (dez). O estágio 0 inicia-se com a emergência da plântula, e o estágio 10 caracteriza o ponto de maturação fisiológica. Atenção especial deve ser dada às plantas nos estádios 1,0 a 2,0 (quatro a oito folhas totalmente emergidas) e no estágio 5,0 (emissão de estigmas e polinização). Nesses estádios, condições adversas de clima, pragas, deficiência nutricional, etc. podem causar grande redução na produção.

O milho é uma espécie sensível à variação da temperatura do ar, por isso dito "termo-sensível". A definição do ciclo de uma cultivar, bem como a variação de tempo nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, da emergência à maturação, está diretamente relacionada com a exigência em somas térmicas. A medida do ciclo de uma cultivar tem sido estabelecida em Unidades de Calor. Dois métodos de somas térmicas têm sido empregados: Unidades de Calor (CHU) e Graus-dias (GD).

Esse sistema de medida, além de caracterizar o ciclo das cultivares, permite também uma programação antecipada da sementeira, para que os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura coincidam com melhores

condições ambientais.

Nas regiões tropicais e subtropicais, devido à pouca variação da temperatura e do comprimento do dia, não há limitações térmicas para o desenvolvimento do milho durante um grande período do ano. Nesta situação, é a distribuição das chuvas que determina, em última análise, o melhor período para a semeadura do milho. De modo geral, no Brasil ocorre o seguinte calendário: Região Sul (PR, SC e Planalto do RS) - A semeadura é efetuada em Setembro. Demais sub-regiões do RS, em outubro.

Região Sudeste (SP, RJ, MG e ES) - Outubro e Novembro

Região Centro-Oeste (GO, MS e MT) - Outubro e Novembro

Região Nordeste e Sub-Região Norte como Roraima - Março e Abril

Região Norte - Por se constituir numa vasta região, caracterizada por grande variação nas condições climáticas, a época de semeadura se estende de Setembro a Abril.

Nessas regiões, à medida que os estudos climáticos e agrônômicos avançam, vão-se diferenciando os períodos preferenciais para a semeadura do milho.

No Rio Grande do Sul, com base em estudos de maior probabilidade de estiagem, a recomendação para a semeadura do milho segue um zoneamento. As diferentes regiões agroclimáticas foram caracterizadas como região 1, 2, 3, 4, 5A e 5B, onde a semeadura do milho, considerando a cultivar, varia de 1º de setembro a 30 de novembro.

Em Santa Catarina, ensaios conduzidos por BIASI (1969 e 1970) indicam que, na região do planalto, a melhor época de semeadura situa-se nos meses de agosto a outubro. No litoral, onde as temperaturas são mais elevadas, pode-se iniciar a semeadura mais cedo, ou seja, de meados de agosto até outubro.

No Estado do Paraná, foram realizados estudos com cinco grupos de cultivares de milho, em treze épocas de semeaduras e em quatro regiões. Os resultados obtidos indicaram maiores rendimentos para as plantas que cresceram e se desenvolveram em condições de acúmulo de 600 a 800 unidades de calor por mês, com estádios de quatro folhas e floração ocorrendo sob condições favoráveis de disponibilidade hídrica. Nesse Estado, as épocas de semeadura, de acordo com as regiões, assim se distribuem: Região Norte, semeadura entre a 2ª quinzena de agosto e a 1ª de outubro; Região Oeste, semeadura entre a 2ª quinzena de setembro e a 2ª de outubro; Região Centro-Sul, entre a 1ª quinzena de agosto e a 1ª quinzena de dezembro; Região Sudoeste, entre a 2ª quinzena de outubro e a 2ª de novembro.

Em São Paulo, VIEGAS (1962) indica a semeadura em outubro, quando ela apresenta normalmente rendimentos mais elevados.

No Estado do Espírito Santo, o cultivo de milho apresenta dois sistemas produtivos bem diferenciados.

Nas regiões Sul, Serrana e locais montanhosos ao Norte, o milho é cultivado basicamente por pequenos produtores, que utilizam esse produto como subsistência na propriedade, onde normalmente é cultivado com adoção de baixo grau de tecnologia. A semeadura, freqüentemente, é realizada nos meses de outubro e novembro, por ser o período mais chuvoso. Os rendimentos são baixos e variáveis, devido ao nível tecnológico adotado e a fatores climáticos, especialmente a precipitação pluviométrica e, sobretudo, a distribuição das chuvas.

Em grande parte da região Norte, ocorrem os chamados solos de Tabuleiros, ou Chapadões Terciários. A classe predominante é a dos Latossolos, onde o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico aparece em maior proporção. O relevo varia de plano a suave ondulado e de topos aplainados, com grande potencial para a produção agrícola, possibilitando maior uso da mecanização e adoção de tecnologias.

Nessa região, com fomento à irrigação proveniente de incentivos federais, a partir de 1982/83, houve rápida expansão dos sistemas de irrigação sob pressão. A cultura inicialmente explorada foi o feijão, de maneira tão intensa, que era comum encontrarem-se produtores com duas ou até três safras sucessivas, num mesmo ano agrícola, sendo essa situação repetida por vários anos. A partir de 1986, os esforços da pesquisa e da extensão foram redobrados no sentido de se introduzirem culturas para compor um sistema de rotação com o feijão. Entretanto, mesmo naquelas áreas onde já se observavam problemas de queda no rendimento e agravamento das condições fitossanitárias e ambientais, era difícil estabelecer um programa de rotação, pois, ainda assim, havia uma situação de retorno econômico.

Com a evolução e o agravamento desse quadro, o milho foi paulatinamente ganhando espaço nas áreas irrigadas, entrando na propriedade muito mais para compor um sistema de rotação do que como uma cultura de interesse comercial. Assim, a semeadura do milho começou a ser efetuada, em substituição ao feijão das águas, em outubro e novembro.

Em 1986/87, levantamentos feitos em áreas com milho sob irrigação, no município de Linhares, revelou rendimento médio de 3.500 kg/ha, e, em poucos casos, constatou-se rendimento próximo de 5.000 kg/ha. Entretanto, observou-se que lavouras com semeaduras realizadas mais cedo, com aproximadamente o mesmo grau de tecnologias empregadas, apresentavam melhores rendimentos. Constatou-se, também, o uso de tecnologias inadequadas de manejos de solo, água e planta, como também, a falta de material genético adaptado às condições locais.

Com o passar dos anos, a cultura do feijão enfrentou, nas áreas irrigadas, sérios problemas de pragas, doenças e plantas daninhas, elevando, assim, o custo de produção pelo maior uso de defensivos e insumos, além do alto custo da energia elétrica. Essa situação, associada aos baixos preços praticados no

comércio, levou a cultura do feijão a uma forte retração, e o milho passou a ser uma cultura potencialmente econômica.

A crescente demanda de informações técnicas e a dificuldade na obtenção de dados na literatura nacional, quanto ao manejo da cultura do milho irrigado, especialmente para as condições do Norte do Espírito Santo, motivaram a EMCAPA a propor projeto para avaliar, sob condições irrigadas, o efeito da época de semeadura, em diferentes híbridos, sobre os parâmetros fisiológicos e produtivos da planta.

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental de Sooretama (Latitude 19°07'S e Longitude 40°05'W), no município de Linhares- ES, num Latossolo Vermelho Amarelo Coeso distrófico. A adubação de plantio foi realizada com 300 kg/ha do adubo formulado 04:30:10, e a adubação de cobertura foi efetuada com 100 kg/ha de Nitrogênio, parcelados em três etapas, aos 25, 35 e 50 dias após a emergência das plântulas. O espaçamento adotado foi de 0,90m entre linhas com 5 plantas por metro linear, objetivando-se densidade populacional entre 50 a 55 mil plantas por hectare. Os híbridos de milho avaliados foram: Agrocercs 302-A, Agrocercs 612, Cargill 606, Cargill 805 e Emprapa BR 201.

Os dados obtidos revelaram que o milho, sob condições irrigadas, pode ser cultivado em qualquer época do ano na região Norte do estado. Não se verificam limitações climáticas, especialmente temperatura, desde que haja suplementação hídrica. Entretanto, utilizando-se a mesma tecnologia de produção, o rendimento de grãos foi variável dependendo da época de semeadura. A influência da época de semeadura sobre o rendimento expressou, em determinados períodos do ano, acréscimos superiores a 70%, quando comparados com períodos menos adequados. (Figuras 2, 3 e 4).

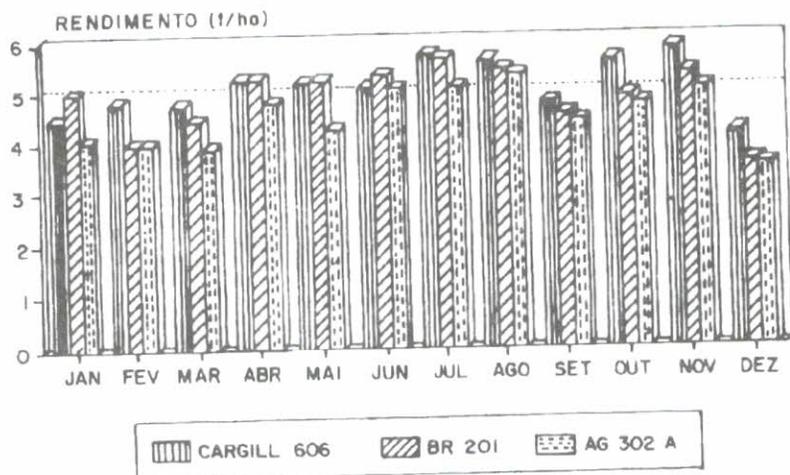


FIGURA 2 - Rendimento médio (t/ha) de três híbridos de milho semeados de janeiro a dezembro de 1990

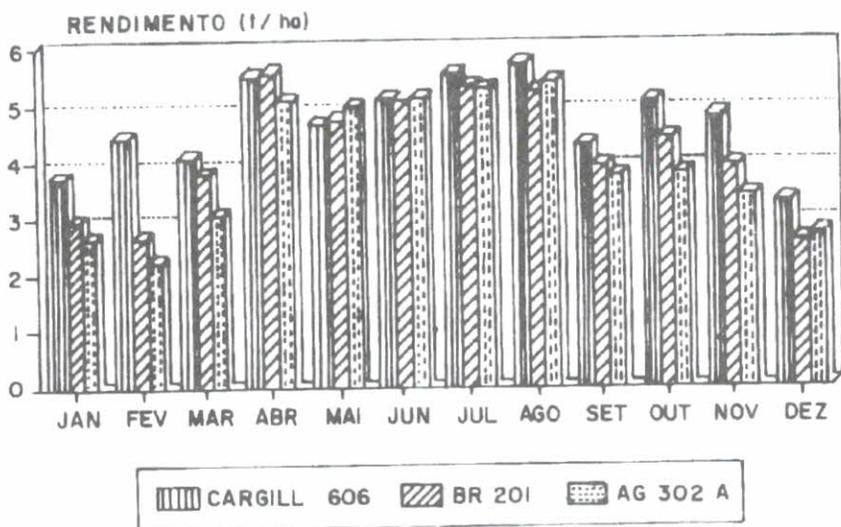


FIGURA 3 - Rendimento médio (t/ha) de três híbridos de milho semeados de janeiro a dezembro de 1991

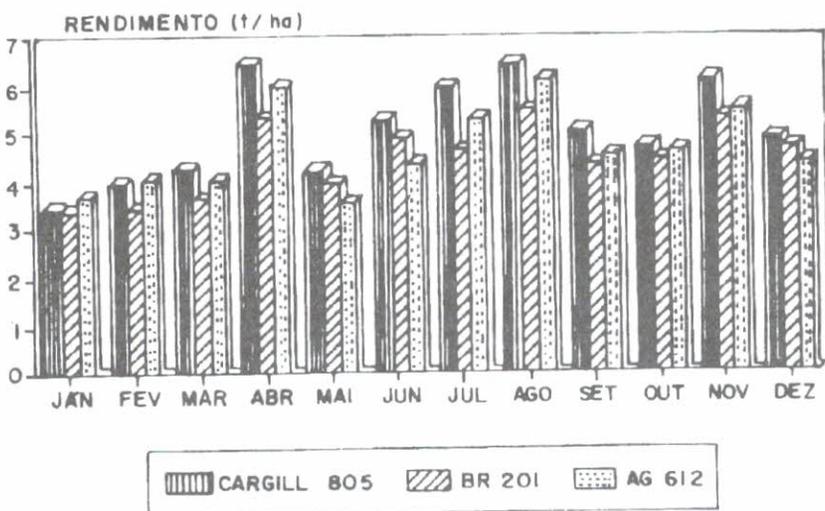


FIGURA 4 - Rendimento médio (t/ha) de três híbridos de milho semeados de janeiro a dezembro de 1992

O mês de AGOSTO deve ser considerado como preferencial para a semeadura do milho irrigado. Esta época foi considerada como das melhores, na qual os resultados obtidos foram, consistentemente, de altos rendimentos

durante os vários anos trabalhados. Também se verificou a possibilidade de a semeadura ser antecipada para meados do mês de JULHO, sem queda significativa de produção. Nesse caso, há que se considerar a conveniência ou não, em nível de propriedade, dessa antecipação.

Especial atenção deve ser dedicada ao planejamento antecipado das operações necessárias para que não haja atraso, pois, quanto mais tardia for a semeadura, após o mês de AGOSTO, certamente ocorrerá queda no rendimento de grãos de milho.

O mês de NOVEMBRO deve ser analisado com cuidado e restrições para a semeadura do milho irrigado, pois, apesar de expressar bons rendimentos, em alguns anos, não se mostrou consistente, além de ser grandemente influenciado pelas condições climáticas dos meses de dezembro e janeiro, principalmente quanto à precipitação pluviométrica e temperatura. Períodos de maior precipitação, com redução na insolação e nas temperaturas diurna e noturna, favorecem melhores rendimentos. Nesse período, o custo de produção pode ser muito elevado e inviabilizar o cultivo do milho devido à necessidade de freqüentes irrigações.

Importantes resultados se obtiveram com os ótimos resultados conseguidos, através dos altos rendimentos de grãos de milho, com a semeadura no mês de ABRIL. Essa época revelou-se tão boa quanto aquela preconizada como preferencial, AGOSTO. Assim, através dos resultados obtidos, não há dúvidas para indicar e recomendar o mês de ABRIL como uma ótima opção para o plantio do milho irrigado nessa região.

Geralmente, as recomendações técnicas de cultivo indicam, como melhor época de semeadura, aquela que apresenta maior produção. Entretanto, com a indicação do mês de ABRIL como época recomendável para a semeadura do milho irrigado, novas perspectivas devem ser avaliadas para compor os sistemas produtivos da região. Além da simples consideração da produção final de grãos, para o estabelecimento da época ideal de semeadura, deve-se também estar atento para outros fatores até então desconsiderados, como: flutuação de preço do produto no mercado em diferentes épocas do ano, facilidade para escoamento da produção na entressafra, novos mercados consumidores, custo de produção, melhor dimensionamento e distribuição da mão-de-obra, otimização de máquinas e equipamentos e possibilidade de introdução e rotação de culturas. Assim, o plantio do milho no mês de ABRIL, sob condições irrigadas nessa região, é tecnicamente possível e plenamente viável.

A figura 5 sintetiza os valores médios do rendimento de grãos de milho, em toneladas por hectare. De forma geral, o gráfico revela os picos com aumento no rendimento nos meses de ABRIL, JULHO e AGOSTO, sendo estas as épocas mais favoráveis à semeadura do milho irrigado na região Norte do Estado do Espírito Santo.

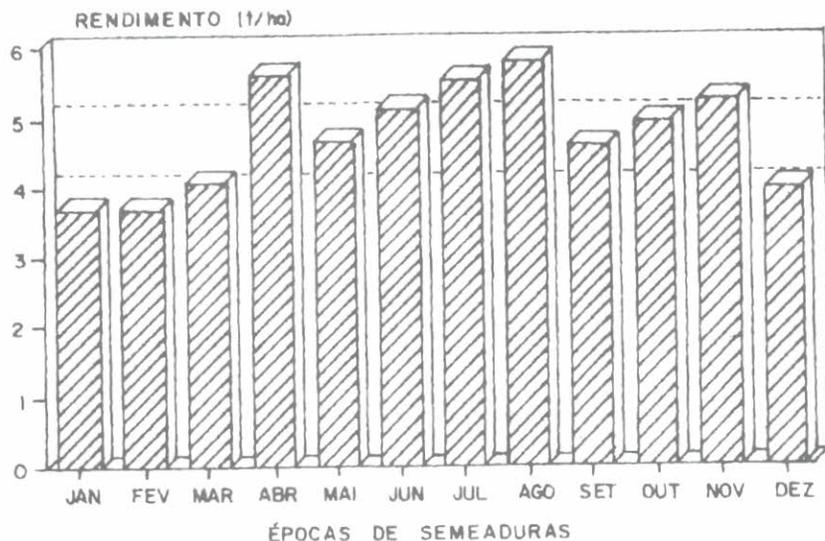


FIGURA 5 - Rendimento médio (t/ha) de cinco híbridos de milho semeados de janeiro a dezembro de 1990 a 1992

4.3 Densidade Populacional

A densidade populacional é obtida considerando-se o espaçamento entre linhas de semeadura e o número de sementes ou plantas nas linhas, conforme for a situação analisada.

A correlação da produção em função da produtividade individual da planta e da densidade populacional é complexa, envolvendo diversos fatores, como características da cultivar, fertilidade do solo, clima e manejo da cultura. (Viegas, 1978).

A baixa produtividade média obtida no Brasil com a cultura do milho deve-se, em parte, à baixa população de plantas na colheita. Por outro lado, densidade populacional acima da ideal afeta, dentro de certos limites, as características fenotípicas e os componentes de rendimento individual da planta (Medeiros, 1976), além de elevar os índices de tombamento, quebramento e de plantas sem espigas.

A densidade ótima de plantas é considerada aquela que proporciona a exploração mais eficiente da área sem, contudo, comprometer o manejo estabelecido para a cultura. De maneira geral, pode ser sintetizada na figura 6.

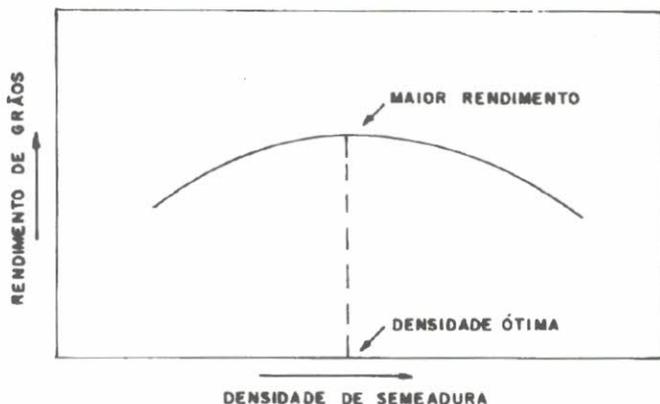


FIGURA 6 - Relação entre rendimento de grãos de milho e densidade de semeadura.

Os primeiros ensaios para estudar os efeitos da densidade populacional na cultura de milho foram conduzidos em São Paulo, em 1929, no espaçamento fixo de 1,20 m entre linhas, com variações no número de plantas por metro linear. O maior rendimento foi obtido na densidade de 42 mil plantas por hectare, com cinco plantas por metro de linha.

No Rio Grande do Sul, Mundstock (1970) estudou a densidade de semeadura em milho, variando de 20 a 80 mil plantas por hectare. As maiores produções corresponderam a diferentes populações, conforme condições ambientais, em especial a precipitação pluviométrica. Quando a deficiência hídrica ocorreu no período de florescimento, as baixas densidades apresentaram os maiores rendimentos (Figura 7).

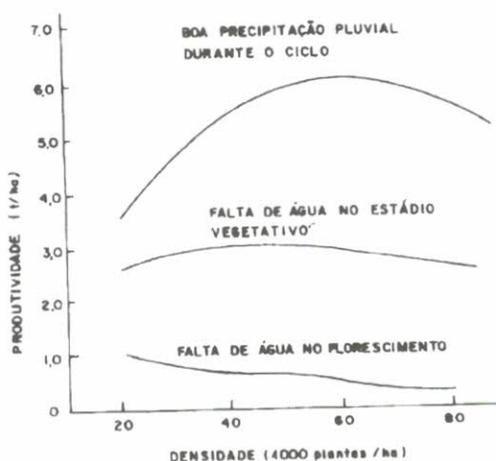


FIGURA 7 - Produtividade de milho em quatro densidades de plantio, segundo Mundstock (1970).

GALVÃO e PATERNIANI (1973), estudando comparativamente o comportamento dos milhos de porte baixo e normal, em diferentes densidades de semeadura e níveis de adubação, obtiveram os resultados apresentados na Tabela 1. Pela análise dos dados, tanto o milho piranão, de porte baixo, como os de porte alto apresentaram maiores rendimentos na população de 50 mil plantas por hectare, ou próxima desta.

TABELA 1 - Comportamento entre milho Piranão e milhos normais em diferentes densidades de plantio (Galvão e Paterniani, 1973).

População	Piranão (kg/ha)	AG 257 (kg/ha)	Centralmex (kg/ha)
50.000	6.186	6.006	5.739
75.000	6.005	6.108	5.671
100.000	5.884	5.762	5.019
125.000	5.661	5.660	4.204

Em Minas Gerais estudou-se, em milho, a inter-relação entre densidade populacional, níveis de adubação e rendimento de grãos. A adubação com 80 kg/ha de Nitrogênio, 75 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O apresentou maior rendimento na população próxima de 60 mil plantas por hectare.

Em baixa densidade populacional, cerca de 30 mil plantas por hectare, a produtividade foi pequena, mesmo sendo adicionada uma dose elevada de fertilizantes, 180 kg/ha de N, 174 kg/ha de P_2O_5 e 100 kg/ha de K_2O . Doses elevadas de fertilizantes, em altas densidades populacionais, podem ocasionar queda de rendimento de grãos. É muito importante o equilíbrio entre a fertilidade, a densidade populacional e fatores ambientais e genéticos, para se chegar a bons rendimentos (Figura 8).

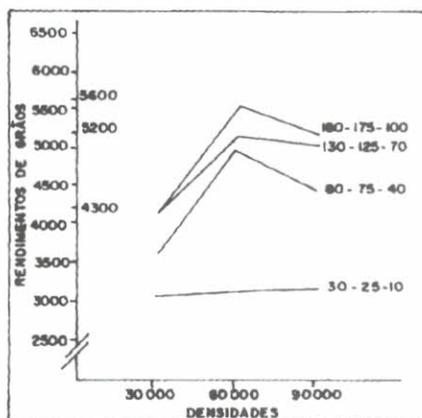


Figura 8 - Correlação entre densidades populacionais, doses de fertilizantes e rendimento de grãos de milho.

No Estado do Paraná, em solos de baixa fertilidade, na região Sudeste, a densidade de 30 mil plantas por hectare foi mais conveniente. Entretanto, após melhorias e correção na fertilidade desses solos, os melhores rendimentos foram obtidos com densidade de 50 mil plantas por hectare.

Recentemente, nesse Estado, cultivares de milho de porte baixo e com folhas mais eretas estão sendo avaliados pelo IAPAR em altas densidades populacionais. Os arranjos testados foram 3, 4, 5, 6 e 7 plantas por metro linear, nos espaçamentos de 0,80, 0,90 e 1,00 metros entre linhas, em condições de clima e solo favoráveis. Os arranjos de 5 e 6 plantas por metro linear mostraram melhor desempenho com tendência de rendimentos máximos (Tabela 2).

TABELA 2 - Efeito de densidade de plantio sobre algumas características agromômicas na cultura do milho*. Londrina-PR, safra 1988/89.

Características	Número de plantas/m linear				
	3	4	5	6	7
Altura de plantas(cm)	245	245	245	244	241
Inserção de espigas(cm)	138	137	138	139	138
Plantas quebradas(%)	6	13	12	15	19
Índice de espiga	1.34	1.18	1.07	1.03	0.96
Peso médio de grãos/espiga(g)	167	156	148	135	121
Rendimento de grãos (kg/ha)	8.374	8.608	9.282	9.364	8.865

* Médias de dois híbridos comerciais e três espaçamentos entre fileiras (0,80, 0,90 e 1,00m).

Um levantamento dos trabalhos envolvendo densidades populacionais, em milho, no Brasil, mostra que os maiores rendimentos têm sido obtidos no intervalo de 40 a 60 mil plantas por hectare, justificando-se a recomendação genérica de 50 mil plantas por hectare. Entretanto, a densidade ótima para cada situação depende de uma série de fatores: genéticos, ambientais, fitossanitários, solo, manejo, finalidade, equipamentos disponíveis, etc., sendo necessário um prévio planejamento a fim de que a recomendação seja feita com maior grau de segurança para cada região ou propriedade.

Com a evolução das tecnologias empregadas nas áreas irrigadas da região Norte do Estado do Espírito Santo, a cultura do milho ganhou posição de destaque, inclusive pela possibilidade de cultivo fora da época tradicional de outras regiões produtoras. Entretanto, verificou-se a carência de informações técnicas no Brasil, especialmente para essa região, quanto à indicação da densidade populacional para as lavouras irrigadas.

Acompanhamento a campo revelaram que a maioria das lavouras apresentavam, próximo da época de colheita, populações abaixo de 50 mil plantas por hectare. Entretanto, houve casos com grandes adensamentos, cerca de 80 mil plantas por hectare, apresentando altos índices de tombamento, de quebramento e de plantas sem espigas, acarretando, em ambos os casos, baixos rendimentos. Essas observações indicaram a ausência de uma orientação segura para o melhor manejo populacional nestas lavouras.

Com base na carência de informações técnicas e na dificuldade de orientação do melhor manejo quanto à densidade populacional para a cultura do milho irrigado, a EMCAPA propôs projeto para estudar a influência de diferentes densidades populacionais sobre parâmetros fisiológicos e produtivos, em diferentes híbridos de milho, cultivados sob condições irrigadas.

A tabela 3 mostra as combinações de espaçamentos entre linhas e número de plantas por metro linear, para a obtenção de quinze densidades populacionais, testadas a campo.

TABELA 3 - Demonstrativo das densidades populacionais de milho obtidas com a combinação de diferentes espaçamentos entre fileiras e número de plantas na linha.

Arranjos	Espaçamento entre linhas(m)	Número de plantas por (m)	População (ha)
01	1,00	3	30.000
02	0,90	3	33.333
03	0,80	3	37.500
04	1,00	4	40.000
05	0,90	4	44.000
06	0,80	4	50.000
07	1,00	5	50.000
08	0,90	5	55.555
09	0,80	5	62.500
10	1,00	6	60.000
11	0,90	6	66.666
12	0,80	6	75.000
13	1,00	7	70.000
14	0,90	7	77.777
15	0,80	7	87.500

As figuras 9 e 10 apresentam os valores médios obtidos para o rendimento de grãos de milho, cultivado sob irrigação, em quinze diferentes arranjos populacionais, semeados em abril e agosto, respectivamente.

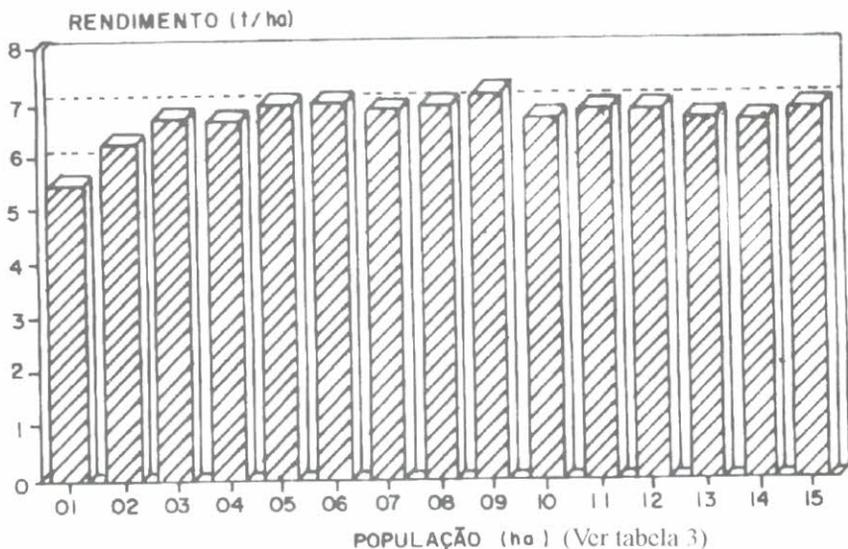


FIGURA 9 - Rendimento médio (t/ha) de três híbridos de milho sob irrigação, em diferentes densidades populacionais - abril/1995

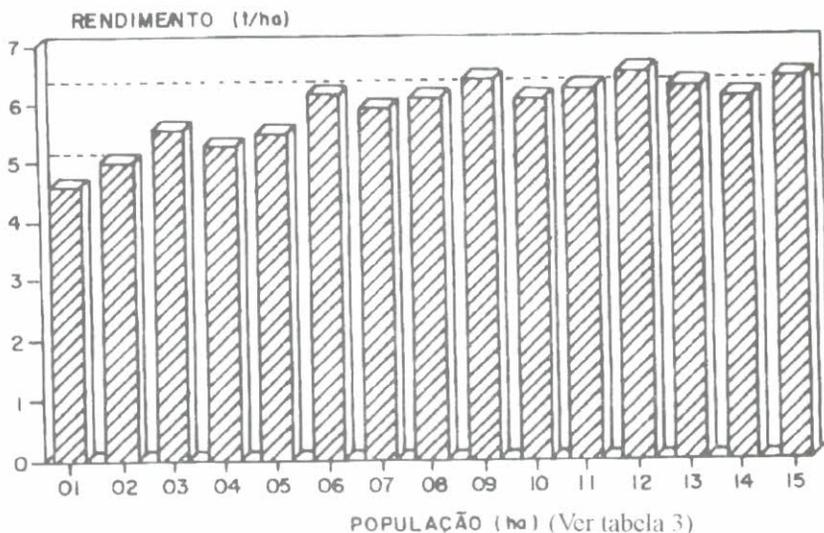


FIGURA 10 - Rendimento médio (t/ha) de três híbridos de milho sob irrigação, em diferentes densidades populacionais - agosto/1995

Os dados obtidos revelaram que populações abaixo de 40 mil plantas por hectare apresentaram rendimentos menores, indicando um índice de ocupação abaixo do ideal. Por outro lado, verificou-se que altas populações, acima de 60 mil plantas por hectare, mesmo apresentando rendimentos satisfatórios, apresentaram um maior número de plantas sem espigas, colmos mais finos e, principalmente, maior porcentagem de plantas acamadas e/ou quebradas, podendo comprometer a lavoura por ocasião da colheita. (Figuras 11 e 12).

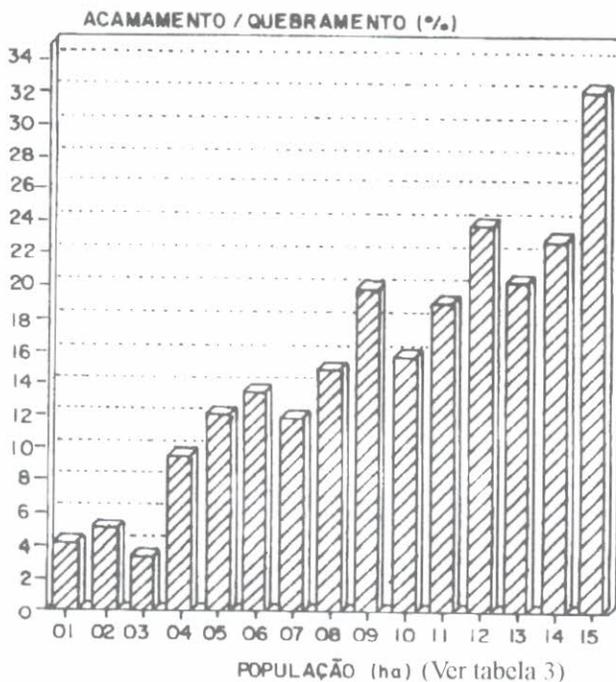


FIGURA 11 - Valores médios do acamamento e quebramento, em %, de três híbridos de milho irrigado, em diferentes densidades, semeados em abril/1995

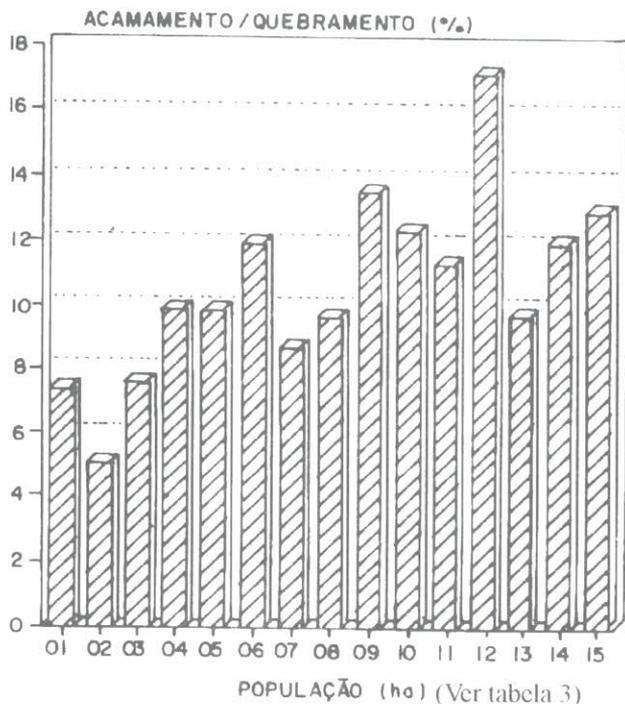


FIGURA 12 - Valores médios do acamamento e quebramento, em %, de três híbridos de milho irrigado, em diferentes densidades, semeados em agosto/1995

Dentro dos resultados obtidos, envolvendo os diferentes parâmetros avaliados, podemos sugerir, como regra geral, densidades populacionais entre 50 e 60 mil plantas por hectare. As lavouras estarão tecnicamente bem conduzidas no espaçamento de 0,90 metros entre linhas, com 5 plantas por metro linear considerando-se a fase adulta da cultura. Nas condições locais, o uso do arranjo espacial de 0,90 m com 5 plantas por metro linear apresentou ótimos resultados. Porém, tanto nessa situação, como em densidades maiores, o uso de cultivares de maior tolerância ao acamamento e/ou quebramento de colmo, bem como a distribuição uniforme das plantas na linha são fatores de grande importância.

Uma vez definida a densidade populacional desejada, são necessários certos cuidados na semeadura. A obtenção de uma população adequada, na ocasião da colheita, consiste num planejamento adequado na quantidade de sementes utilizadas, pois pode ocorrer redução de 10 a 20%, da semeadura à colheita.

A quantidade, em kg, de sementes necessária para a semeadura de uma área, depende principalmente do tamanho das sementes e, conseqüentemente, da classificação por peneiras. A tabela 4 apresenta o gasto médio de sementes, em kg/ha, para uma cultura de milho, no espaçamento padrão de 1,00 metro entre linhas.

Tabela 4 - Quantidade aproximada de sementes em kg, necessária para semear 1 hectare, considerando o espaçamento de 1,0 m entre linhas.

Peneira	Sementes/m linear			
	4	5	6	7
17	11	13	16	19
19	13	16	19	20
20	10	13	15	17
22	12	15	18	21
24	15	19	23	26

Circular Técnica nº 4, EMBRAPA 1987.

5 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a política brasileira para o setor agrícola caracterizou-se por um enfoque exportador, gerador de divisas para equilíbrio da balança comercial e de pagamento aos países credores. A produção de gêneros alimentícios para abastecimento interno sofreu grandes oscilações, seja em disponibilidade, seja em preço. Constatou-se, ainda, que não há um planejamento ou um programa que permita ao produtor livrar-se da influência dos intermediários e especuladores.

A busca por um sistema produtivo sustentável (SPS) tem sido cada vez maior, aliando-se os fatores de produção, terra, trabalho e capital, sem inviabilizar o solo ou recursos naturais/ambientais.

Para se atingir um sistema produtivo sustentável, torna-se necessário que todas as atividades da propriedade agrícola sejam planejadas, com atenção especial para a diversificação de atividades. A propriedade rural deve ser administrada como uma empresa de produção, atenta para o setor de comercialização e marketing, bem como para a aquisição de todos os bens e insumos necessários. Não é mais possível ter atenção somente para a fase de produção. Entretanto, é importante que as etapas sejam planejadas.

5.1 Planejamento da Propriedade

Compreende uma visão global, do conjunto como um todo, procurando favorecer, agilizar ou potencializar todo o trabalho na propriedade. Esse planejamento tem início mesmo antes da abertura de uma propriedade agrícola. São exemplos:

- a) localização da propriedade;
- b) distribuição de cercas divisórias;
- c) distribuição de talhões de cultivo;
- d) capacidade de uso da terra;
- e) potencial de produção;
- f) disponibilidade de mão-de-obra (local e regional);
- g) posicionamento de estradas e carregadores;
- h) distribuição da infra-estrutura.

5.2 Planejamento do Sistema Produtivo

Envolve o estudo da exploração de culturas e/ou criação de animais, objetivando a máxima eficiência e a diversificação dos sistemas. Exemplos:

- a) sistemas mistos de produção (culturas e animais);
- b) inclusão de novos cultivos (anual e/ou perene);
- c) potencial da propriedade (água, energia, localização);
- d) sistemas de cultivos (rotações, consórcios e sucessões);
- e) potencial de comercialização;
- f) sistema de recuperação e/ou melhorias.

5.3 Planejamento da Cultura

Engloba todos os aspectos inerentes a essa atividade, desde o preparo prévio de sua instalação no campo até as operações de beneficiamento e armazenamento. Podemos distinguir dois grupos de técnicas aplicadas. Exemplos:

1) Técnicas que exigem capital

- a) adubação;
- b) calagem;
- c) irrigação;
- d) mecanização;
- e) defensivos.

2) Técnicas que não exigem capital

- a) escolha da cultivar;

- b) escolha da semente adequada;
- c) escolha do adubo ou corretivo;
- d) época de semeadura ou plantio;
- e) densidade populacional;
- f) época da adubação de cobertura;
- g) parcelamento de adubações.

Dentre as práticas relacionadas, vale ressaltar que, há mais de dois mil anos, os agricultores constataram que um terreno cultivado sucessivamente com a mesma planta levava à queda no rendimento e que, quando se alternava o cultivo com plantas diferentes, a produtividade aumentava. Embora a prática da rotação de culturas tenha revelado seu importante valor para os agricultores, ainda hoje não se alcançaram resultados desejáveis, sendo poucos os produtores que utilizam um correto sistema de rotação.

Resultados ainda melhores são obtidos quando, no sistema produtivo, são introduzidas plantas para adubação verde, principalmente leguminosas, antecedendo lavouras exigentes em nitrogênio.

As áreas de cultivo constante têm mostrado, ao longo do tempo, em nossa região, que, mesmo em detrimento do maior nível tecnológico adotado, nas áreas sob irrigação, ocorre declínio no rendimento das culturas. A introdução de culturas para a diversificação é imprescindível para compor sistemas de produção, devendo ser aberto espaço para a prática da adubação verde ou orgânica de maneira geral.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIASI, J.O. Ensaio ecológicos. In: EMPASC/EEC (Caçador, SC). **Relatório técnico dos trabalhos experimentais com a cultura do milho no Estado de Santa Catarina**. Caçador, SC, 1969. p. 38-51.
- CARNEIRO, G.E.S.; GERAGE, A.C. Densidade de semeadura. In: IAPAR (Londrina, PR). **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, PR, 1991. cap. 4, p. 65 - 69. (IAPAR. Circular, 689).
- CARVALHO, N.M.de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1980. 326 p.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. Londrina, PR: IAPAR, 1985. 96 p. (IAPAR. Documentos, 9).
- FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). **Adubação verde no Brasil**. Campinas, SP, 1984. 363 p.

- GALVÊAS, J.D.; PATERNIANI, E. Comportamento comparativo entre o milho Piranão e milhos normais em diferentes densidades de semeadura e níveis de nitrogênio. **Relatório Científico, Inst. Genética**, Piracicaba, v. 7, p. 50-61, 1973.
- GERAGE, A.C.; OLIVEIRA, E.L. Espaçamento e densidade de semeadura. In: IAPAR (Londrina, PR). **O milho no Paraná**. Londrina, PR, 1982. p. 105-108. (IAPAR, Circular, 29).
- GOMES, J. Parâmetros ambientais e época de semeadura. In: IAPAR (Londrina, PR). **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, PR, 1991. cap. 3, p. 53-60. (IAPAR, Circular, 68).
- GOMES, J.; KARAZAWA, M. Como a planta de milho se desenvolve. In: IAPAR (Londrina, PR). **O milho no Paraná**. Londrina, PR, 1982. p. 33-49. (IAPAR, Circular, 29).
- KIEHL, E.J. Adubos verdes e rotação de culturas. In: - **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 1985. cap. 4, p. 112-131.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R.da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1987. 230 p.
- MEDEIROS, J.B.; CRUS, J.C.; SILVA, A.F.da. Espaçamento e densidade de plantas nas cultivares Piranão e IAC HMD 7974. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., 1976, Piracicaba, SP. **Anais**, Piracicaba, SP: ESALQ, 1978. p. 433-437.
- MUNDSTOCK, C.M. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de milho em quatro épocas de semeadura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, Porto Alegre, RS. **Anais**. p. 18-29.
- MUZILLI, O. O manejo da fertilidade do solo: a prática de adubação verde. In: IAPAR (Londrina, PR). **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, PR, 1978. p.57-58.
- PACHECO, E.B. et al. Efeito da adubação verde sobre a produção de milho em Latossolo Vermelho Escuro, textura média, fase cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., 1976, Piracicaba, SP. **Anais**, Piracicaba, SP: ESALQ, 1978. p. 301-307.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- SILVA, A.F.da; VIANA, A.C.; CORREA, L.A.; CRUZ, J.C. Semeadura do milho. In: EMBRAPA-CNPMS (Sete Lagoas, MG). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 3. ed. ampl. Sete Lagoas, MG, 1987. p. 19-24. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 4).

VIEGAS, G.P. Práticas culturais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, 5., 1962, Itaguaí, RJ. **Anais**. 1962. p. 39-54.

VIEGAS, G.P. Práticas culturais. In: PATERNIANI, E., coord. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba, SP: Marprint, 1978. cap. 11, p.376-416.

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO IRRIGADO

João Baptista da Silva

Pesquisador Ph.D., Herbicidas e Meio Ambiente - EMBRAPA/CNPMS

1 INTRODUÇÃO

A luta do homem contra as plantas daninhas que infestam a lavoura do milho é constante. Ao contrário das pragas e doenças que aparecem eventualmente, as plantas daninhas aparecem todo ano, e seu controle se faz sempre necessário. Enquanto o ataque de pragas ou doenças é ocasionado normalmente por uma espécie, a infestação de plantas daninhas é representada por muitas espécies, emergindo em épocas diferentes, dificultando sobremaneira o seu controle.

Através do uso de enxada ou cultivadores, o homem tem enfrentado as plantas daninhas que diminuem a sua produção, sem obter, contudo, um resultado completo. Os métodos mecânicos de controle nem sempre são efetivos, em função das condições climáticas adversas e, principalmente, porque os cultivadores não apresentam o efeito residual. Após a capina ou cultivo, as plantas daninhas podem reinfestar a área através de sementes, repega ou rebrota.

Com o aparecimento dos herbicidas seletivos, capazes de controlar uma população de plantas daninhas sem causar danos à cultura, a tarefa do produtor de milho se tornou mais fácil e, dia a dia, um maior número de produtores procuram, no uso de herbicidas, um meio de se livrar das mesmas. Como pode ser visto na tabela 1, a área plantada com milho no Brasil e tratada com herbicidas cresceu de 750.000 ha em 1987 para 1.437.000 ha em 1991 e 1.905.000 ha em 1993. Percentualmente, o crescimento foi de 5,7 para 13% da área plantada com milho, num período de cinco anos. Para 1994, a estimativa é que 17,9% da área plantada com milho tenha sido tratada com herbicidas, atingindo 2.240.000 ha.

TABELA 1 - Área plantada com milho e tratada com herbicidas no Brasil, no período de 1987/93

Área (ha)	ANOS				
	1987	1989	1991	1993	1994*
Plant. (1000)	13.152	11.560	13.800	12.500	12.500
Trat. (1000)	750	830	1.437	1.905	2.240
%	5,70	7,18	10,41	15,24	17,92

* Estimativa

Fonte: Ciba Agro

O sucesso do uso de herbicidas na cultura do milho está relacionado com uma série de fatores técnicos, econômicos, climáticos e também com o tipo de lavoura que se pratica. Os herbicidas de milho têm proporcionado bons resultados técnicos e econômicos em lavouras de alta tecnologia, onde a produ-

tividade é igual ou superior a 4000 Kg/ha. Contudo, devido ao seu alto custo, em lavouras onde a produtividade é baixa, o uso de herbicidas é quase sempre antieconômico. Como pode ser visto na tabela 2, a produtividade de parcelas tratadas corretamente com herbicidas é semelhante à produtividade observada em parcelas mantidas no limpo o tempo todo. O herbicida não aumenta a produtividade. O que ele faz é eliminar as perdas devidas à interferência das plantas daninhas.

Acima de tudo, o principal fator de sucesso na aplicação de herbicidas na cultura do milho está no conhecimento prévio dos objetivos do controle de plantas daninhas. Sabendo-se o objetivo, torna-se mais fácil selecionar um produto capaz de atingi-lo.

TABELA 2 - Produção de milho em parcelas sob diferentes sistemas de controle de plantas daninhas. Sete Lagoas., MG, 1991/92.

Tratamento	Dosagem l/ha (p.c)	Produção (Kg/ha)	Produção relativa
1. Boxer (PRÉ)	9	7074	90,2
2. Primextra SC (PRÉ)	8	7074	90,2
3. Blazina SC (PRÉ)	8	7377	94,1
4. Herbadox 500 CE (PRÉ)	3,5	7210	92,0
5. Triamex 500 SC (PRÉ)	7	7519	95,9
6. Blazina SC (PÓS)	8	7747	98,8
7. Triamex 500 SC+Assist (PÓS)	7+1,5	7938	101,3
8. Primóleo (PÓS)	6	8099	103,3
9. Testemunha Limpa	-	7840	100,0

2 OBJETIVOS DO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Quase todos os trabalhos de pesquisa sobre o controle de plantas daninhas visam ao controle das mesmas durante o "período crítico de competição" entre as plantas daninhas e a cultura. Poucos trabalhos são encontrados quando se pensa nas condições de colheita mecanizada, e praticamente nenhum é encontrado versando sobre os meios de evitar a proliferação de plantas daninhas, que afetarão a produção de milho nas safras seguintes. Ao usar um herbicida para controlar as plantas infestantes na cultura do milho, principalmente no caso de milho irrigado, o produtor deve lembrar-se dos seguintes objetivos gerais do manejo integrado de plantas daninhas:

- a) evitar perdas devidas à interferência;
- b) beneficiar as condições de colheita;

- c) evitar o aumento da infestação;
- d) evitar a contaminação do meio ambiente.

Através da competição por água, luz e nutrientes minerais, de ações indiretas como a hospedagem e transmissão de pragas e doenças e, muitas vezes, de ações alelopáticas, as plantas daninhas ocasionam perdas na produção de milho. Alguns autores como Robinson Pitelli chamam esse fenômeno de interferência vegetal e atribuem as perdas culturais a um conjunto de ações das plantas daninhas, e não somente à competição. O importante é que o produtor entenda que as perdas variam de ano a ano devido às condições climáticas, e de propriedade a propriedade, devido às variações de solo, à população de plantas daninhas, etc.

De uma maneira geral, é necessário que o produtor de milho tenha uma medida das perdas que as plantas daninhas ocasionam em sua lavoura. A medida das perdas servirá para avaliar quando o produtor deve investir no seu controle. A literatura registra perdas de 10 a 84% da produção de milho, com uma perda média de 47%. A tabela 3 mostra as produções de milho observadas em parcelas de diferentes regimes de controle de plantas daninhas, em Sete Lagoas, MG. A perda verificada na testemunha não foge muito da média citada na literatura.

TABELA 3 - Efeito de tratamentos químicos para o controle de plantas daninhas sobre alguns parâmetros da cultura do milho, Sete Lagoas, MG, 1985/86.

Tratamento	Dosagem l/ha	Prod. de grãos (Kg/ha)	Prod. Relat. (%)
Primextra 720 SC (PRÉ)	4	4853	92,6
Primextra 720 SC (PRÉ)	5	5077	96,9
Primextra 720 SC (PRÉ)	6	5528	105,5
Dual 720 EC (PRÉ)	4	4994	95,3
Testemunha capinada	-	5242	100
Testemunha sem capina	-	2858	54,5
C.V. %	-	18,81	-

Fonte: EMBRAPA/CNPMS, Relatório Anual

O que significam 47% de perda? Para um sistema de produção onde se espera uma produtividade de 100 sacos de milho por hectare, a perda significa 47 sacos de milho, um valor suficiente para justificar o uso de herbicidas. Para um sistema de produção onde se esperam apenas 40 sacos/ha, a perda de 47% representa cerca de 19 sacos de milho, valor insuficiente para justificar o uso de

herbicidas, já que, em média, o custo da aplicação de herbicidas equivale a de cinco a seis sacos de milho. Não vale a pena investir de cinco a seis sacos de milho por 5 a 6 meses e receber 19 sacos de volta. Para um sistema de produção de baixa produtividade, o uso de herbicidas não é vantajoso. Ao contrário, se a produção é numa área irrigada, onde a produtividade esperada é superior a 9000 kg/ha, o investimento é o mesmo (5 - 6 sacos de milho), para evitar a perda de mais de 70 sacos. Nesse caso, o uso de herbicidas e de outras técnicas de manejo das plantas daninhas é muito compensador.

Além das perdas causadas pela competição e outras ações, as plantas daninhas podem também trazer problemas para o produtor no momento da colheita, principalmente se a mesma for mecanizada e a produção for para semente. Plantas daninhas de emergência tardia, como a corda-de-viola (*Ipomea spp.*), bamburral ou mata-pasto (*Hyptis suaveolens* Poit.), capim colônio (*Panicum maximum* Jacq.), etc., emergem no campo depois que os tratamentos convencionais perderam seu poder residual e vão causar problemas na colheita. Os herbicidas a serem usados, neste caso, têm ação complementar àqueles usados anteriormente na lavoura, mas com um objetivo diferente. Eles serão usados agora para beneficiar a colheita, e não para evitar perdas por competição. De acordo com muitos autores, plantas que nascem no meio da lavoura do milho após o pendoamento não acarretam perdas na produção, somente dificultam a colheita.

O terceiro objetivo do controle de plantas daninhas está ligado à produção sustentada. Ao terminar a colheita da safra, o produtor deve manejar os restos culturais de forma a evitar uma proliferação excessiva de plantas daninhas, especialmente aquelas de difícil controle como, por exemplo, corda-de-viola, amendoim bravo, mata-pasto, etc. Em um sistema de produção sustentado, um dos fatores mais importantes é a manutenção da população de plantas daninhas em nível de baixa infestação.

Finalmente, o último objetivo de controle químico de plantas daninhas está ligado diretamente aos herbicidas usados. Herbicidas são substâncias químicas que apresentam diferentes propriedades físico-químicas e, portanto, um comportamento ambiental diferenciado. Dependendo dessas propriedades, o herbicida usado pode ser uma fonte de contaminação do meio ambiente. Produtos voláteis poderão contaminar o ar, produtos lixiviáveis poderão atingir o lençol subterrâneo e produtos fortemente presos nos sedimentos poderão atingir depósitos de águas superficiais através da erosão. Tudo isso deve ser evitado para que a vida continue.

Para atingir todos os quatro objetivos, o usuário de herbicidas deverá tê-los em mente e assegurar a assistência técnica necessária. Há muitos herbicidas registrados para uso na cultura do milho, com opções de doses e métodos de aplicação. Escolha aqueles que mais se ajustam às suas condições.

3 CONTROLE MECÂNICO DE PLANTAS DANINHAS

O uso de enxada e principalmente os cultivadores (tracionados por animal ou trator) ainda são os métodos mais comuns de controle de plantas daninhas na cultura do milho.

O controle com uso da enxada é ainda muito comum em lavouras de pequenos produtores que não possuem meios mais eficientes, ou onde a topografia é um obstáculo para o uso de outras técnicas de manejo de plantas daninhas. Esse é um método que deve ser usado apenas nas condições descritas ou então como meio complementar, devido ao pequeno rendimento. O cultivo de um hectare utilizando-se apenas a enxada requer cerca de 10 homens/dia, comparado com cerca de 1,0 a 2,0 dias para o cultivo de tração animal ou, de 1 a 2 horas, usando um cultivador tratorizado.

A tração animal é muito empregada para o cultivo do milho, pois apresenta um eficiente controle de plantas daninhas, bom rendimento de trabalho e não requer alto investimento. Além disso, o período de realização dos cultivos normalmente coincide com os meses em que há vários dias de chuva (outubro, novembro e dezembro). Nessas condições, a utilização do cultivo com a enxada é dificultado, porque há necessidade de que a operação seja realizada o mais rápido possível, para se aproveitarem os dias em que há possibilidade de trabalho. Por outro lado, o uso do trator depende do estágio de desenvolvimento da lavoura, pois a partir de certa altura as plantas de milho são danificadas pela entrada das máquinas. O primeiro cultivo, realizado normalmente em torno de 20 dias após a emergência do milho, pode ser mais profundo, porque as raízes ainda não se espalharam completamente. No segundo cultivo, a profundidade não deve ultrapassar 5 a 6 cm, evitando, desta forma, danos mecânicos ao sistema radicular.

4 HERBICIDAS PARA O MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO PLANTIO DIRETO

Conceituado como um sistema de exploração agropecuária em que a mobilização do solo é realizada apenas na linha de semeadura, o plantio direto tem como objetivo manter o solo coberto com resíduos vegetais que acarretam menores perdas de solo por erosão.

A compactação do solo, baixos níveis de fertilidade do solo, a pequena e desuniforme cobertura morta e o não uso da rotação de culturas são fatores limitantes para a implantação e condução desse sistema. Nem sempre é possível contar-se no plantio direto com espécies de retorno financeiro imediato, como as produtoras de grãos ou de forragem. Por razões de fitossanidade, são frequentemente utilizadas, na rotação de culturas, espécies consideradas como culturas de cobertura ou adubos verdes (Tabela 4).

Uma vez instalado o sistema de plantio direto, haverá sempre a ne-

cessidade de se manejarem os restos culturais e as plantas daninhas, através de métodos e equipamentos mecânicos como o rolo faca, o picador de palha, a roçadeira e através da dessecação com herbicidas de manejo. Os principais herbicidas (princípios ativos e doses) recomendados para essa finalidade são apresentados na tabela 5.

TABELA 4 - Espécies adaptadas à adubação verde, em diferentes regiões do Brasil

ESPÉCIE VEGETAL	ESTAÇÃO DE CULTIVO	PRODUÇÃO DE MASSA SECA (t/ha)
Feijão de Porco	Verão	4 - 6
Mucuna Preta	Verão	6 - 8
Guandu	Verão	9 - 13
Calopogônio	Verão	4 - 6
<i>Crotalaria juncea</i>	Verão	9 - 10
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Verão	4 - 6
<i>Crotalaria mucronata</i>	Verão	6 - 8
<i>Crotalaria breviflora</i>	Verão	4 - 6
Milheto	Verão	6 - 10
Siratro	Verão	5 - 6
Aveia Preta	Inverno	2 - 6
Aveia Comum (Branca)	Inverno	2 - 5
Aveia Amarela	Inverno	2 - 5
Tremoço Branco	Inverno	3 - 5
Tremoço Amarelo	Inverno	3 - 4
Tremoço Azul	Inverno	3 - 4
Ervilhaca	Inverno	2 - 5
Nabo Forrageiro	Inverno	2 - 6

Fonte: Torres et al. (1993), adaptado de Derpsch; Calegari (1985), Calegari et al. (1992), Fundação Cargill (1983).

TABELA 5 - Herbicidas recomendados para o manejo de plantas daninhas e culturas de inverno no sistema de plantio direto.

HERBICIDA*	DOSE (Kg/ha)
Paraquat	0,3 a 0,6
Paraquat + Diuron	(0,4 + 0,2) a (0,6 + 0,3)
Glufosinato de amônio	0,4 a 0,6
Glyphosate	0,36 a 2,16
Glyphosate + 2,4-D	(0,48 + 0,64) a (0,84 + 1,12)
Sulfosate	0,48 a 2,88
2,4-D éster	0,6 a 0,8

* - Consulte o apêndice para saber os nomes comerciais e respectivas concentrações do princípio ativo.

Os produtos à base de glyphosate e sulfosate são recomendados principalmente para áreas infestadas com plantas daninhas perenes, já que esses herbicidas são sistêmicos, capazes de penetrar na planta pelas folhas e translocar via floema até às raízes. O glyphosate e o sulfosate são inibidores da síntese de amino-ácidos e sua ação é lenta, recomendando-se sua aplicação de 7-10 dias antes do plantio. O alvo principal são as gramíneas. A adição de 2,4-D amina no tanque ou na formulação ajuda no controle de folhas largas. O herbicida sistêmico 2,4-D éster é muito efetivo no controle de dicotiledôneas.

Ao contrário do glyphosate e sulfosate, os produtos à base de paraquat e glufosinato de amônio têm ação de contato, não servindo para o controle de plantas daninhas perenes. O paraquat e o glufosinato são disruptores da membrana celular, de ação mais rápida que os herbicidas sistêmicos. A aplicação de paraquat pode ser feita na véspera do plantio, e a adição de um surfactante não iônico no tanque é sempre recomendada. A ação de glufosinato é um pouco mais lenta do que a de paraquat e requer sua aplicação de 3 a 5 dias antes do plantio.

5 HERBICIDAS INCORPORADOS EM PRÉ-PLANTIO

No sistema convencional de preparo do solo, os herbicidas de pré-plantio são aplicados e incorporados ao solo, como uma opção para o controle de plantas daninhas problemáticas, como a tiririca (*Cyperus rotundus L.*), grama-de-burro ou grama seda (*Cynodon dactylon (L.) Pers.*) e outras plantas daninhas perenes de folha estreita. Os herbicidas recomendados para essa fase são EPTC + R29.148 a 5,60 kg/ha e a formulação de butylate + atrazine, nas doses de (3,456 + 0,864) a (4,608 + 1,152) kg/ha. As dosagens dos produtos comerciais podem ser encontradas no apêndice, no final desse artigo.

Os herbicidas desse grupo são produtos voláteis e são incorporados ao solo com uma grade, simultaneamente com a pulverização, em solo seco, com a grade regulada para cortar o solo a 15 cm de profundidade e com o trator deslocando-se na velocidade de 6 a 8 Km/hora. O plantio do milho pode ser feito tão logo haja umidade para emergência da cultura. Os herbicidas EPTC e butylate são inibidores do desenvolvimento de plântulas não emergidas, agindo no solo na forma de vapor, e perdendo-se na atmosfera quando deixados na superfície do solo. A incorporação dos herbicidas EPTC e butylate, genericamente chamados de tiocarbamatos, não é feita com o mesmo objetivo que a das dinitroanilinas como o trifluralin. Dinitroanilinas precisam ser colocados mecanicamente numa camada de 5-7,5 cm para sua ação, por causa de sua baixíssima mobilidade no solo. Os tiocarbamatos são incorporados por causa das perdas por volatilização.

6 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ-EMERGÊNCIA

Inclue-se neste grupo a maioria dos herbicidas utilizados na cultura do milho. A pulverização é feita com o solo limpo, destorroado, após o plantio do

milho, antes da emergência da cultura e das plantas daninhas. O herbicida aplicado permanece na superfície do solo, exposto aos raios do sol, ao vento, etc. Para uma boa performance, é preciso que o solo esteja úmido ou que, no caso de solo seco, haja uma garantia de chuva ou irrigação nas próximas 48 horas. Caso o produto permaneça na superfície do solo sem a umidade para incorporá-lo à terra, as perdas por volatilização e/ou decomposição fotolítica acabarão por prejudicar a ação do herbicida. Terrenos mal preparados, cheios de torrões, comprometem seriamente a performance do herbicida.

Os herbicidas pré-emergentes, como o próprio nome indica, controlam as plantas daninhas no estágio mais inicial, quando as sementes estão germinando e as plântulas ainda não emergiram. Esses herbicidas, ao contrário do que se pensa, não afetam a germinação das sementes, controlando as plantas daninhas após a sua germinação, durante o período de sua ação residual. A cultura do milho nasce no limpo e assim permanece até que o efeito residual do herbicida acabe. Em termos de competição, o herbicida aplicado deve apresentar poder residual suficiente para manter as plantas daninhas controladas até o pendoamento do milho. O herbicida deve ser seletivo para a cultura, não causando injúrias nas plantas de milho, tanto na parte aérea quanto no sistema radicular.

Os principais herbicidas recomendados para o controle pré-emergente das plantas daninhas na cultura do milho estão indicados nas tabelas 6 e 7, agrupando-se aqueles produtos que apresentam um só princípio ativo e aqueles cuja composição apresenta dois princípios ativos. Estes últimos são misturas comerciais que normalmente contêm um herbicida de ação graminicida e outro de ação sobre as latifoliadas (dicotiledôneas).

TABELA 6 - Herbicidas recomendados para o controle pré-emergente de plantas daninhas na cultura do milho. a) Produtos de um princípio ativo.

PRINCÍPIO ATIVO	DOSE (Kg/ha)
Acetochlor	2,304 a 3,072
Alachlor	2,40 a 3,36
Metolachlor	1,92 a 2,88
Pendimethalin	1,00 a 1,75
Trifluralin*	1,80 a 2,40
Atrazine	2,0 a 3,0
Cyanazine**	1,25 a 2,00
Simazine	2,00 a 3,25
Linuron	0,75 a 1,50
2,4-D amina	1,7 a 2,4
2,4-D éster	0,8 a 1,2
MCPA	1,875 a 2,8125

* Recomendado para áreas irrigadas, com infestação de *Brachiaria spp.*

** Cyanazine não é recomendado para solos arenosos.

Consulte o apêndice para saber os nomes comerciais e respectivas concentrações do princípio ativo.

A análise dos herbicidas indicados para o controle pré-emergente de plantas daninhas na cultura do milho mostra que alguns como atrazine, cyanazine e 2,4-D amina são eficientes no controle de latifoliadas anuais e pouca ação exercem sobre as gramíneas. Por outro lado, herbicidas como metolachlor, alachlor, acetochlor e pendimethalin apresentam uma ação mais acentuada sobre gramíneas anuais. Plantas daninhas perenes como a tiririca e a grama seda são extremamente resistentes aos herbicidas pré-emergentes. O uso de misturas comerciais contendo um herbicida para latifoliadas e outro graminicida é mais aconselhado, pois nas áreas de produção de milho ocorrem populações mistas de plantas daninhas. De qualquer forma, a escolha do herbicida deve ser feita em função do conhecimento da composição de plantas daninhas da área.

TABELA 7 - Herbicidas recomendados para o controle pré-emergente de plantas daninhas na cultura do milho. b) Misturas de princípios ativos.

MISTURA DE HERBICIDAS	DOSE (Kg/ha)
Atrazine + Alachlor	(1,26 + 2,10) a (1,62 + 2,70)
Atrazine + Metolachlor	(1,00 + 1,50) a (1,60 + 2,40)
Atrazine + Simazine	(0,875 + 0,875) a (1,75 + 1,75)
Cyanazine + Metolachlor	(1,00 + 1,40) a (1,25 + 1,75)
Cyanazine + Simazine	(1,20 + 1,20) a (2,00 + 2,00)
2,4-D amina + MCPA	(0,275 + 0,275) a (0,55 + 0,55)

Consulte o apêndice para saber os nomes comerciais e respectivas concentrações do princípio ativo.

A aplicação de herbicida pré-emergente pode ser feita de várias maneiras, dependendo do tamanho da área, do equipamento disponível e do sistema de plantio. Tendo em vista a expansão da área plantada sob irrigação e a diversidade do tamanho das áreas plantadas com milho, podem-se distinguir pelo menos três tipos de aplicação:

a) Aplicação convencional com pulverizador. Na maioria das vezes em que um herbicida é aplicado em pré-emergência, ele é aplicado com um pulverizador de barra, equipado com um ou mais bicos em leque, do tipo costal ou tratorizado. A pulverização pode ser feita em faixa sobre a linha de plantio ou na área total, dependendo do tamanho da área a ser tratada. O tratamento em faixa é mais apropriado para pequenas lavouras e deve ser complementado com o cultivo nas entrelinhas.

b) Aplicação via água de irrigação. Resultados experimentais indicam que é possível aplicar herbicidas pré-emergentes via água de irrigação.

tanto em linhas convencionais de irrigação quanto no pivot central. O produto é injetado na linha principal de irrigação e distribuído pelos aspersores. A aplicação é normalmente feita com a primeira irrigação após o plantio, e a performance observada é quase sempre superior à da aplicação convencional, porque a umidade requerida para ativação do herbicida está sempre presente. A lâmina de água usada varia de 6 a 13mm. Para que a aplicação funcione bem, é necessário todo o cuidado na injeção do produto na linha de irrigação.

c) Aplicação aérea. Lavouras de milho com pelo menos 60 ha, em áreas de topografia plana, podem ser pulverizadas por avião, cobrindo-se em um dia extensas das áreas de plantio. Apesar dessa situação ser menos freqüente, os usuários de herbicidas podem contratar uma firma para realizar a tarefa. Todo cuidado deve ser tomado para não se causarem injúrias em culturas vizinhas, sensíveis aos herbicidas de milho.

7 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PÓS-EMERGÊNCIA INICIAL

Muitas vezes, por uma dificuldade climática, o herbicida pré-emergente não foi aplicado, e o produtor de milho se vê à frente de uma lavoura onde o milho e as plantas daninhas já nasceram. Esse tipo de situação pode ocorrer pela falta de umidade no momento do plantio ou, como é mais comum, por falta de maquinário para plantar e pulverizar ao mesmo tempo. Para controlar as plantas daninhas recém-emergidas, podem ser usados herbicidas de ação pós-emergente inicial, seletivos para o milho e capazes de controlar plantas pequenas.

A pulverização de herbicidas em pós-emergência inicial é feita, normalmente, quando o milho apresenta de um a dois pares de folhas e as plantas daninhas menos de 5 cm (latifoliadas) e antes de perfilhar (gramíneas). Quando o milho está além desse estágio, podem surgir problemas de fitotoxicidade, e a eficiência dos herbicidas pode ser menor em função do porte das infestantes. Herbicidas como cyanazine, cyanazine + simazine, 2,4-D amina e 2,4-D éster não são recomendados quando o milho ultrapassa o estágio de dois pares de folhas. Gramíneas como o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.) são controladas nos estádios iniciais, mas se tornam resistentes a partir do perfilhamento.

A exemplo dos herbicidas de pré-emergência, os herbicidas usados na pós-emergência inicial possuem ação residual variada e, além de controlar as plantas daninhas emergidas, controlam também as que ainda vão nascer, dentro do período de ação do herbicida. A pulverização deve ser feita em dia não chuvoso para que as gotículas não sejam arrastadas, mas a umidade do solo é muito importante para a ativação no solo e absorção foliar. Horas quentes do dia e umidade relativa do ar baixa (abaixo de 60%), não são recomendadas para

a pulverização. Os melhores resultados de pulverização em pós-emergência inicial têm sido obtidos por produtores que pulverizam nas primeiras horas do dia, com vazão na faixa de 100 a 150l/ha. Pulverizações noturnas diminuem o risco de injúrias no milho, quando se usam herbicidas dependentes da luz para sua ação (atrazine, simazine, cyanazine, bentazon, etc).

A pulverização de herbicidas em pós-emergência inicial pode ser usada pelos pequenos produtores pela facilidade de pulverização em faixa com pulverizador costal, seguindo-se a linha de milho. A esse tratamento em faixa, que elimina toda concorrência das plantas daninhas com o milho, segue-se normalmente um ou dois cultivos nas entrelinhas, realizado com um cultivador de tração animal

Os herbicidas recomendados para o controle pós-emergente precoce de plantas daninhas na cultura do milho estão agrupados nas tabelas 8 e 9, sendo a primeira para os produtos comerciais de um só princípios ativo e a outra para as misturas comerciais contendo dois princípios ativos.

TABELA 8 - Herbicidas recomendados para o controle pós-emergente inicial de plantas daninhas na cultura do milho. a) Produtos de um princípio ativo.

PRINCÍPIO ATIVO	DOSE (Kg/ha)
Atrazine *	2,0 a 3,0
Atrazine + Óleo	2,0 a 2,8
Cyanazine**	1,50 a 2,50
Bentazon	0,72 a 0,96
2,4-D amina	0,5 a 1,0
2,4-D éster	0,24 a 0,36
MCPA	0,4688 a 0,9375
Pyridate	0,9
Nicosulfuron	0,06 a 0,08

*Recomenda-se adição de um adjuvante tipo Assist ou Naturóleo, a 1,5 l/ha.

**Cyanazine não é recomendado para terrenos arenosos.

TABELA 9 - Herbicidas recomendados para o controle pós-emergente inicial de plantas daninhas na cultura do milho. b) Misturas de princípios ativos.

MISTURA DE HERBICIDAS	DOSE (Kg/ha)
Atrazine + Metolachlor*	(1,0 + 1,5) a (1,4 + 2,1)
Atrazine + Simazine**	(1,25 + 1,25) a (1,75 + 1,75)
Cyanazine + Simazine	(1,2 + 1,2) a (2,0 + 2,0)
2,4-D amina + MCPA	(0,33 + 0,33)

*Em fase de registro para essa finalidade.

**Recomenda-se a adição de um adjuvante tipo Assist ou Naturóleo, a 1,5 l/ha.

para incrementar a absorção foliar.

Consulte o apêndice para saber os nomes comerciais e respectivas concentrações do princípio ativo.

A pós-emergência precoce ou inicial é a última fase para o controle químico de plantas daninhas na cultura do milho, visando eliminar as perdas por competição. Ultrapassada esta fase, o produtor terá que se valer do cultivador e fazer o repasse manual nas linhas do milho.

8 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS TARDIAS COM A APLICAÇÃO DIRIGIDA DE HERBICIDAS

A tabela 10 apresenta os herbicidas recomendados para o controle de plantas daninhas tardias que causam problemas na colheita. A aplicação dirigida de herbicidas nas entrelinhas do milho tem caráter complementar e o objetivo de melhorar as condições de colheita, ajudando o controle das plantas daninhas tardias. Com o advento das aplicações sequenciais, onde as doses dos herbicidas são menores, a aplicação dirigida de herbicidas nas entrelinhas do milho se torna cada vez mais importante, complementando a aplicação feita na pré-emergência ou na pós-emergência inicial. A aplicação dirigida de herbicidas é também importante no caso do sistema de plantio direto do milho, em que o herbicida de manejo antes do plantio mantém a área limpa por algum tempo, dispensando tratamentos de pré e pós-emergência inicial e requerendo um tratamento complementar para beneficiar as condições de colheita.

Esses herbicidas são aplicados nas entrelinhas do milho, de forma que o jato do pulverizador atinja somente as folhas baixas e não acerte as folhas de cima do milho. Para que isso seja possível, o milho tem que estar no estágio acima de quatro pares de folhas, com uma altura de 40 a 50cm. Os herbicidas usados nessa operação não são seletivos para o milho e podem causar injúrias na planta se a pulverização não for dirigida.

A pulverização dirigida pode ser feita com um pulverizador costal, aplicando-se o herbicida nas manchas de maior infestação ou, em casos de grandes lavouras, com um pulverizador de barra tratorizada. Para a aplicação tratorizada, recomenda-se o uso de uma barra especial com pingentes de mola para baixar os bicos e dirigir o jato para a base das plantas. Essa é uma operação limitada pela altura do milho. Se o milho estiver muito alto, a barra do pulverizador pode quebrar a cana do milho.

TABELA 10 - Herbicidas recomendados para o manejo de plantas daninhas tardias na cultura do milho, através da pulverização dirigida.

PRINCÍPIO ATIVO	DOSE (Kg/ha)
Paraquat*	0,3 a 0,6
Glufosinato de amônio	0,3 a 0,4
Ametryn**	1,2 a 2,0
2,4-D amina	0,5 a 1,0

* Adicionar tenso ativo não iônico na solução aquosa.

** Adicionar adjuvante tipo Assist ou similar, a 1,5 l/ha.

Consulte o apêndice para saber os nomes comerciais e respectivas concentrações do princípio ativo.

Os produtores de milho do Estado do Paraná têm usado, com frequência, essa modalidade de controle e alguns equipamentos já estão disponíveis no mercado. Entre os produtos utilizados, os herbicidas à base de paraquat e glufosinato têm ação de contato e não apresentam efeito residual. Ametryn tem ação de contato, mas apresenta efeito residual por 60-90 dias. Os herbicidas à base de 2,4-D amina têm ação sistêmica e um efeito residual de aproximadamente 30 dias.

9 OPERAÇÕES DE PÓS-COLHEITA

A não ser em caso de produtores que dispõem de um conjunto de irrigação e que podem replantar a área colhida com uma cultura de inverno, as terras plantadas com milho, uma vez colhidas, permanecem abandonadas por até seis meses, deixando um espaço de tempo livre para as plantas daninhas produzirem mais sementes, rizomas, bulbos, etc. Para que na safra seguinte a população de plantas daninhas não seja maior ainda, o produtor deve utilizar meios de controle, antes que elas produzam sementes. Podem ser usados os herbicidas recomendados na tabela 5 para o manejo de plantio direto ou então algum meio mecânico para roçar a parte aérea. Somente em caso da existência de plantas daninhas perenes é que a aradura é recomendada. Quando isso não acontece, é preferível deixar a biomassa da parte aérea das plantas daninhas como cobertura do solo, evitando os efeitos da radiação solar sobre os microorganismos do solo.

Em áreas irrigadas, a cultura seguinte serve como meio de manejo das plantas daninhas. Quando a área não apresenta infestação de plantas daninhas perenes, o produtor deve dar preferência ao sistema de plantio direto, usando os dessecantes da tabela 5.

10 CONCLUSÕES

Algumas conclusões importantes podem ser destacadas com relação ao controle químico de plantas daninhas na cultura do milho irrigado:

a) As plantas daninhas devem ser controladas em função das perdas que acarretam, e o investimento do produtor deve ser proporcional a essas perdas. No sistema irrigado, as perdas podem ser superiores a 70 sacos de milho por hectare, se não forem tomadas as medidas de controle.

b) Além dos problemas de competição e de outras ações que causam as perdas na produção, o produtor de milho deve preocupar-se também com os problemas de colheita e, principalmente, com o aumento gradativo da infestação de plantas daninhas, comprometendo as produções futuras.

c) Há uma lista muito grande de produtos comerciais que podem ser usados para controlar as plantas daninhas na cultura do milho. A escolha do produto, do método de aplicação e da dose a ser utilizada depende da lista de plantas daninhas que ocorrem na área de produção, dos equipamentos existentes na propriedade, etc. O produtor de milho deve recorrer a um extensionista, para auxiliá-lo nessa tarefa de escolha do melhor produto, dose, método de aplicação, etc.

d) Finalmente, o meio ambiente deve ser preservado, escolhendo-se produtos que atendam às exigências de performance técnica, de segurança para a cultura e de preservação do meio ambiente. Como pode ser visto na tabela II, os herbicidas empregados nas diversas lavouras possuem características físico-químicas peculiares que os tornam mais ou menos perigosos para o meio ambiente. Herbicidas com a meia-vida muito longa (acima de 90 dias), por exemplo, devem ser evitados em sistemas de culturas em sucessão. A meia-vida ($T_{1/2}$) é expressa em dias e indica quanto tempo será necessário para que a metade do herbicida acabe, possibilitando uma estimativa da persistência no solo. Por outro lado, uma substância com um K_{oc} (coeficiente de repartição carbono orgânico-água) muito baixo (abaixo de 100 ml/g, por exemplo) pode ser uma provável contaminante do lençol freático. O K_{oc} é uma constante que expressa a maior ou menor afinidade do herbicida com a água do solo ou com a matéria orgânica. Um herbicida de K_{oc} alto (mais de 1000 ml/g) é mais adsorvido no solo e apresenta pouca possibilidade de lixiviar e atingir as águas subterrâneas. Herbicidas de K_{oc} alto, em caso de chuvas fortes, podem rolar com os sedimentos e contaminar depósitos superficiais de água como os córregos, lagoas, etc.

TABELA 11 - Características físico-químicas de alguns herbicidas usados no sistema irrigado milho-feijão-feijão.

Herbicida	Solub. (ppm)	K _{oc} (ml / g)	T _{1/2} (dias)
Pendimethalin	0,28	16.300	268
Trifluralin	0,6	7.108	94
Simazine	3,5 - 5	148	72
Atrazine	33	161	64
Cyanazine	170	179	39
Ametryn	185	383	34
Acetochlor	233	130	13
Alachlor	242	168	15
Metolachlor	530	168	36
Fomesafen	660.000	26	140

Fonte: Gustafson (1989) e Wauchope (1988).

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S. de; RODRIGUES, B.N.; OLIVEIRA, V.F. Controle de ervas. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **O milho no Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 1982. p. 109-140. (IAPAR. Circular, 29).
- GAMA, E.E.G. e; MAGNAVACA, R.; SILVA, J.B. da; SANS, L.M.A.; VIANA, P.A.; PARENTONI, S.N.; PACHECO, C.A.P.; CORREA, L.A.; FERNANDES, F.T. Milho pipoca. **Informe Agropecuário**, v.14, n.165, p.8-12, 1990.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1991. 440 p.
- PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.129, p. 16-27, 1985.
- RODRIGUES, B.N. ; ALMEIDA, F.S. de. **Guia de herbicidas**. 3. ed. Londrina, PR: IAPAR, 1995. 676 p.
- SAWHNEY, B.L.; BROWN, K. **Reactions and movement of organic chemicals in soils**. Madison, SSSA, 1989. 474 p. (SSSA Special Publication Number 22).
- SILVA, J.B.da.; PIRES, N. de M. Controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Informe Agropecuário**, v.14, n.164, p. 17-20, 1990.
- SILVA, J.B. de.; SILVA, J.; CORREA, L.A.; COELHO, J.P.; MAGNAVACA, R.; FERREIRA, A.A.M. Competição de herbicidas na cultura do milho, em áreas infestadas com tiririca (*Cyperus rotundus* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, 9., Recife, PE. **Anais**, Recife, PE: SUDENE, 1972. p. 190-195.

APÊNDICE - Concentração, nomes comerciais e classe toxicológica dos herbicidas sugeridos para a cultura do milho.

NOME COMUM	CONCENTRAÇÃO (g/l)	NOME COMERCIAL	CLASSE TOXICOLÓGICA
Acetochlor	900	Fist	II
Acetochlor + R 29148	768	Surpass	II
Atrazine	500	Atrazinax 500	III
		Gesaprim 500	III
		Herbitrin 500 BR	III
		Siptran 50 SC	III
		Stauzina 500 SC	III
	800	Gesaprim 800 PM	III
		Herbitrin 80	III
		Siptran 800 PM	III
		Stauzina 800 PM	III
Atrazine + Alachlor 180 + 300	260 + 260	Agimix	I
		Boxer	I
Atrazine + Butylate	144 + 576	Sutazin SC	III
Atrazine + Metolachlor	200 + 300	Primestra	II
Atrazine + óleo	440 + 300	Primóleo	III
Atrazine + Simazine	250 + 250	Extrazin SC	III
		Herbimix FW	III
		Primatop SC	III
		Triamex 500 SC	III
		Primatop	III
Alachlor	480	Laço CE	I
		Alachlor nortox	I
		Alachlor 480	I
Ametryn	500	Gesapax 500	II
		Herbipax 500 BR	II
		Metrimex 500 SC	II
	800	Gesapax 500 PM	II
		Herbipak 800 BR	II
		Metrimex	II
Bentazon	480	Banir	II
	600	Basagran 600	II
Butylate	720	Sutan 720 CE	III
Cyanazine	500	Bladex 500	II
Cyanazine + Metolachlor	350 + 500	Bladal SC	II
Cyanazine + Simazine	250 + 250	Blazina SC	II
2,4-D éster	400	Esteron 400 BR	II
		Deferon	II
		U-46 D-éster	II
2,4-D amina	670 ¹	Aminamar	I
		Aminol	I

...-continua

...continuação do apêndice

NOME COMUM	CONCENTRAÇÃO (g/l)	NOME COMERCIAL	CLASSE TOXICOLÓGICA
		DMA 806 BR	I
		2,4-D Isamina	I
		Tomado	I
		U-46 D-Fluid	I
	480 ¹	Fórmula 480 BR	I
		Herbi D 480	I
2,4-D + MCPA	275+275	Bi-Hedonal	II
		U-46 Combi Fluid 550	II
EPTC + R 25778	800	Eradicane	II
		Epcorn 800-CE	II
Glufosinato de amônio	200	Finale	III
Glyphosate	3601	Roundup	II
		Glisofato Nortox	II
		Trop	II
		Glion	II
Glyphosate + 2,4-D	120 ¹ + 160 ¹	Command	I
Metolachlor	960	Dual 960 CE	II
Nicosulfuron	40	Sanson	III
Paraquat	200	Gramoxone 200	I
		Deseka 200	I
		Paraquat HBT	I
		Paraxon	I
Paraquat + Diuron	200+100	Gramocil;	I
Pendimethalin	500	Herbadox 500 CE	II
Pyridate	450	Lentragan 450 CE	II
Simazine	500	Gesatop 500 FW CG	III
		Herbazin 500 BR	III
		Sipazina 500 BR	III
	800	Sipazina 800 PM	III
Sulfosate	480 ²	Zapp	II
Trifluralin	600	Premierlin 600 CE	II

1 - Equivalente ácido; 2 - Sal trimetilsulfônio de glyphosate.

***CALAGEM E ADUBAÇÃO MINERAL PARA O
CULTIVO DE MILHO IRRIGADO NA
REGIÃO NORTE DO ESTADO DO
ESPÍRITO SANTO***

Eli Antônio Fullin

Moema Bachour Zangrande

Pesquisadores M.Sc., Solos - EMCAPA/EEL

Antônio Carlos Benassi

Pesquisador M.Sc., Fitotecnia - EMCAPA/EEL

1 INTRODUÇÃO

A Região Norte do Estado do Espírito Santo possui, em sua maioria, relevo plano a suave ondulado e elevado déficit hídrico e, por isso, tem sido cultivada com culturas temporárias, fazendo-se o uso da irrigação. Tradicionalmente, têm sido feitos cultivos sucessivos com feijão, o que tem trazido uma série de problemas agrônômicos, principalmente fitossanitários. Desta forma, o milho, antes explorado para subsistência, portanto com baixo nível tecnológico, passou a ser uma alternativa técnica, em rotação com a cultura do feijão.

A irrigação, por seu alto custo, de modo geral só é viável economicamente, se for utilizada em conjunto com todas as outras técnicas de produção, incluindo-se aí a nutrição mineral das plantas, como um dos principais fatores no aumento da produtividade agrícola. As recomendações existentes no campo da nutrição, são voltadas para o milho de sequeiro. Assim, pretende-se com as informações aqui relatadas, nortear o uso de corretivos e fertilizantes no cultivo de milho irrigado.

2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

2.1 Quantidade

As quantidades dos nutrientes extraídos pelas culturas são dependentes da produtividade, da cultivar, das condições climáticas, das características do solo, da adubação e dos tratamentos culturais. O conhecimento das exigências minerais, associado à marcha de absorção, permite estimar as taxas de exportação de nutrientes pelos grãos e os que poderão ser restituídos ao solo através dos restos culturais, fatores importantes no manejo da adubação.

No total, as maiores exigências do milho referem-se ao potássio e ao nitrogênio, seguindo-se o magnésio, cálcio, fósforo e enxofre em níveis bem inferiores (Tabela 1).

TABELA 1 - Extração de macro e micronutrientes pela cultura do milho¹

Nutrientes	Grãos	Restos Culturais	Total	% nos Grãos
Macronutrientes		kg		—%—
N	115	55	170	68
P	28	7	35	80
K	35	140	175	20
Ca	1	35	36	4
Mg	10	29	39	26
S	11	8	19	58
Micronutrientes		kg		—%—
B	40	120	160	25
Cl	4000	68000	72000	6
Cu	30	150	180	17
Fe	200	1700	1900	11
Mn	90	680	770	12
Mo	5	3	8	62
Zn	200	340	540	37

¹ Para produção de 9t/ha e 6,5t/ha de restos culturais (BARBER; OLSON, 1968)

Desses dados, verifica-se a importância da manutenção dos restos culturais na área de cultivo, o que representa uma restituição, em ordem decrescente, de 96% de cálcio, 80% de potássio, 74% de magnésio, 42% de enxofre, 32% de nitrogênio e 20% de fósforo.

Tomando o potássio como exercício teórico de cálculo, vê-se que são necessários 175 kg/ha do elemento para a produção de 9 t/ha de grãos. Se 80% do nutriente absorvido permanecer nos restos culturais, ou seja, apenas 20% são translocados para os grãos, conclui-se que serão repostos, ao longo do tempo, 140 kg/ha de K ou 169 kg/ha de K₂O no solo. É importante que a distribuição seja uniforme, facilitando o manejo e decomposição. A prática de queimar os restos de cultura, quando adotada, levará a uma perda quase total desses benefícios.

Quanto aos micronutrientes, apesar das pequenas quantidades exigidas para a manutenção da cultura, são imprescindíveis quando se buscam produtividades superiores.

2.2 Marcha de Absorção

Além do conhecimento das quantidades dos nutrientes extraídos, é fundamental saber a marcha de absorção, identificando-se as fases de maior exigência pela cultura.

Há períodos do ciclo da planta em que a absorção é mais pronunciada, acompanhando, no geral, a acumulação da matéria seca em função do tempo

(Figura 1). Verifica-se que a acumulação de matéria seca pelo milho ocorre de forma gradativa e contínua até a fase de granação das espigas, ocorrendo o período mais intenso entre as fases de crescimento inicial e pendoamento. A partir daí, o crescimento diminui e passa a predominar a translocação dos compostos acumulados da parte vegetativa para os grãos em formação.

Há certo paralelismo entre a acumulação de matéria seca e a absorção de nitrogênio, cálcio e enxofre. A absorção de potássio cresce mais rapidamente, enquanto a de fósforo o faz mais lentamente. Para o magnésio, sua acumulação prossegue de modo quase linear até o fim do ciclo.

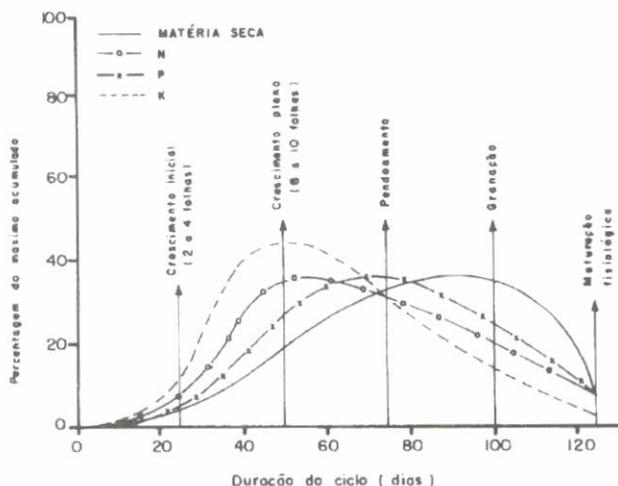


FIGURA 1 - Produção de matéria seca e acumulação de N, P e K, em diferentes fases de desenvolvimento do milho (MUZILLI et alii, 1991).

Em síntese, considerando linear a absorção de nutrientes em função do tempo, no período de 20 a 80 dias após a germinação, calcula-se que em média uma lavoura de milho, com rendimento de grãos estimado em 6,0 t/ha, absorva os elementos do solo conforme demonstra a tabela 2.

TABELA 2 - Velocidade de absorção de nutrientes pelo milho no período de 20 a 80 dias após a germinação

Nutriente	kg/ha/dia	Nutriente	g/ha/dia
Macronutrientes		Micronutrientes	
N	3	Cu	2
P	0,5	Fe	14
K	3	Mn	9
Ca	0,5	Zn	3
Mg	0,3		
S	0,4		

MALAVOLTA; DANTAS (1978)

3 NUTRIENTES ESSENCIAIS

3.1 Nitrogênio

Dentre os nutrientes essenciais ao desenvolvimento e crescimento do milho, destaca-se o nitrogênio, pelas suas funções relevantes na produção e síntese de aminoácidos.

A absorção do nitrogênio é mais acentuada no período de crescimento vegetativo (entre os 25 e 50 dias), quando a planta chega a acumular cerca de 43% de suas exigências. Entre as fases de crescimento pleno (8 a 10 folhas) e pendoamento, a planta ainda irá absorver mais 31% de suas necessidades totais, refletindo-se daí a importância de uma adequada disponibilidade do nutriente no solo até que o período de florescimento seja atingido.

A deficiência desse nutriente se manifesta na fase de crescimento intenso, coincidindo com os períodos de maior demanda pela cultura. Essa deficiência caracteriza-se pela coloração verde pálida das folhas novas e clorose típica nas folhas velhas, que se tornam amareladas no sentido do ápice para o centro, seguindo a nervura principal e tomando a forma de um “V” invertido, com o vértice voltado para a parte central da folha e as bordas podendo permanecer verdes. A produtividade do milho, que é função do peso da espiga e do número de espigas por planta, cresce com o fornecimento adequado de nitrogênio. Entretanto, o excesso de nitrogênio provoca atraso à maturação e predispõe a planta às doenças. A figura 2 mostra o efeito das doses de nitrogênio no aumento da produção máxima de milho, além de aumentar também o conteúdo de proteína dos grãos.

O nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma nítrica (NO_3^-) e amoniacal (NH_4^+), entretanto é a forma nítrica a mais absorvida. A forma amoniacal apresenta a vantagem de ser mais retida pelas cargas negativas do solo, tornando-se menos sujeita a perdas. A forma nítrica é pouco retida pelos colóides do solo e facilmente lixiviada pelas águas das chuvas ou irrigações.

Para alcançar baixa produtividade de grãos, o teor de nitrogênio no solo pode ser suficiente, enquanto, para produtividades elevadas, a deficiência do nutriente pode ser o fator determinante do limite de produção. Assim, considerando a facilidade de perda do nitrogênio no solo, a alta exigência desse nutriente e o fato de que a planta absorve o elemento em todo o seu ciclo vegetativo, conclui-se que a adubação nitrogenada no plantio e, principalmente em cobertura, no período crítico, é fundamental no suprimento das plantas para atingir altos rendimentos.

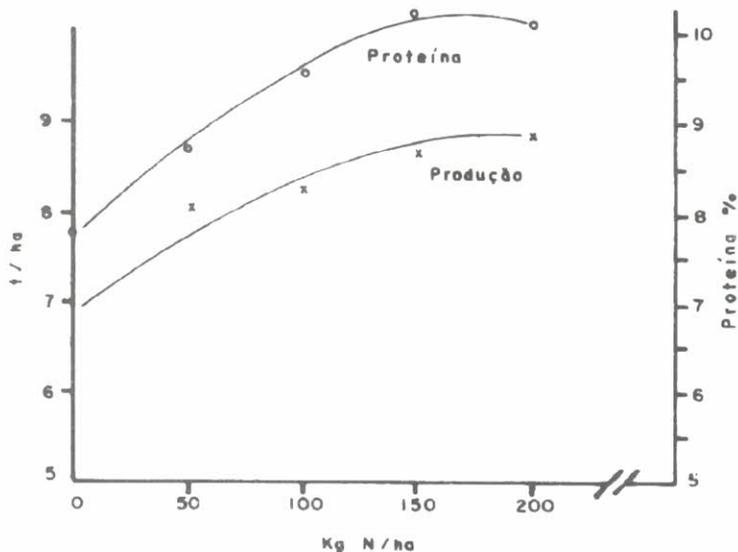


FIGURA 2 - Efeito das doses de N no teor de proteína e na produção de milho (BARBER; OLSON, 1968).

3.2 Fósforo

Embora as quantidades totais de fósforo absorvidas pelas plantas sejam menores que as de nitrogênio e potássio, o milho é considerado cereal dos mais exigentes quanto a esse elemento. Adiciona-se ainda o fato de que na Região Norte do Estado do Espírito Santo, onde se cultiva o milho irrigado, cerca de 80% das análises de solo indicaram teores de P inferiores a 10 mg/dm^3 , os quais são classificados como muito baixos.

Do total de fósforo extraído, cerca de 67% são acumulados pelo milho no decorrer do desenvolvimento vegetativo, desde o crescimento inicial até o início do pendoamento. Os 33% restantes são acumulados entre os períodos de pendoamento e granação das espigas. Dessa forma, a planta necessitará de fósforo disponível no solo praticamente durante todo o decorrer do ciclo.

O fósforo é importante na fase inicial do desenvolvimento vegetativo da cultura, por estimular a formação e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o que resulta no aumento do peso das raízes e aumento da produção (Figura 3). Na fase reprodutiva, sua máxima concentração ocorre nas espigas, onde está ligado ao metabolismo dos carboidratos, dos lipídios e das proteínas, os quais são armazenados nos grãos. Assim, o desenvolvimento e a produção do milho são amplamente influenciados pelo fósforo.

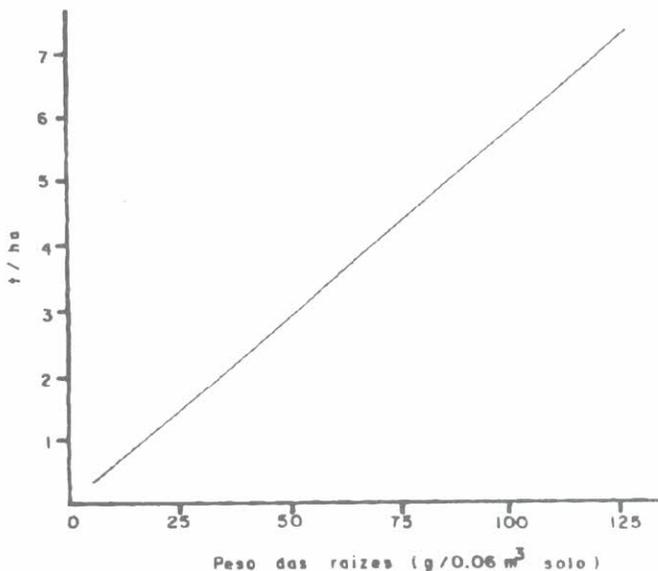


FIGURA 3 - Relação entre peso da matéria seca das raízes e produção (MALAVOLTA; DANTAS, 1978).

Havendo deficiência, os sintomas se manifestam já nos primeiros períodos de desenvolvimento, por um crescimento retardado das plantas. Nas folhas e colmos das plantas novas, é comum o aparecimento de uma coloração vermelho arroxeada típica, em consequência da formação da antocianina. Na fase de espigamento, a falta de fósforo provoca a formação de espigas tortas e com falhas, e ainda, com a falta desse nutriente, o processo de maturação é retardado e desuniforme.

Nem todo o fósforo presente no solo está disponível para as plantas. Sua ocorrência se dá através de inúmeras combinações orgânicas e inorgânicas, das quais apenas uma pequena porção pode ser extraída pelas culturas. Das frações de fósforo inorgânico analisadas em diversas unidades dos solos representativos do Estado do Espírito Santo, foi constatada a predominância da forma de fósforo ligado a ferro (P-Fe).

Em solo ácido, a maior parte do nutriente disponível pode ser retida na forma de compostos insolúveis de ferro e alumínio. Na forma orgânica, o fósforo não pode ser absorvido pelas plantas, a menos que seja liberado e mineralizado. Culturas de ciclo curto como o milho necessitam do elemento no solo na forma inorgânica e facilmente solúvel.

A caracterização da disponibilidade do nutriente por meio da análise química do solo, associada ao conhecimento das condições de uso e manejo a que o solo tenha sido submetido anteriormente, permite estabelecer com maior segurança a necessidade de adubação fosfatada para a cultura do milho.

3.3 Potássio

O potássio está ligado a diversos processos fisiológicos, como fotossíntese, respiração, formação de clorofila e aproveitamento de água pelas plantas.

Para o potássio, a maior exigência se dá na fase vegetativa, até atingir o crescimento pleno (8 a 10 folhas), quando a planta absorve cerca de 53% de sua necessidade. A partir desse período até o pendoamento, o milho ainda absorverá mais 31% da quantidade total extraída. A partir daí, o acúmulo do nutriente na planta decresce.

Quando a deficiência de potássio no solo é severa, a planta de milho apresenta, já na fase inicial de desenvolvimento, um retardamento do crescimento, seguido do secamento da ponta e margem das folhas mais velhas. A deficiência provoca danos também à anatomia das raízes e à resistência mecânica das plantas, elevando os índices de tombamento e quebraimento. Prosseguindo, as espigas apresentam-se mal formadas e, geralmente, sem granação na extremidade.

No solo, o potássio pode ser encontrado sob três formas: Não trocável (potássio como elemento estrutural em minerais do solo), trocável (potássio adsorvido sob forma trocável nos colóides do solo, ou seja argila e matéria orgânica) e solúvel em água (potássio presente na solução do solo).

Na solução do solo, o potássio está livre das forças de adsorção, e o seu teor é o resultado do equilíbrio entre as diversas formas. Com a adição de fertilizantes potássicos, o teor do elemento no solo eleva-se, podendo ocorrer a sua movimentação em direção às raízes ou perdas por lixiviação. Essa perda é agravada para os solos com baixa capacidade de troca de cátions ($CTC < 5,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e altos teores de areia no horizonte A (areia total $> 800\text{g/Kg}$), como é o caso dos solos do Terciário do Estado do Espírito Santo.

Quanto à caracterização do elemento nos solos cultivados com milho irrigado na Região Norte do Estado, observou-se que 46% das análises realizadas apresentaram teores considerados altos (acima de $60 \text{ mg}/\text{dm}^3$ de K), 44% apresentaram teores médios (30 a $60 \text{ mg}/\text{dm}^3$ de K) e apenas 10% apresentaram baixos teores (menos que $30 \text{ mg}/\text{dm}^3$ de K).

3.4 Cálcio

O cálcio é absorvido pelas plantas na forma iônica Ca^{+2} , podendo estar totalmente disponível na solução do solo ou ser oriundo do complexo de troca.

É o principal elemento da lamela média das paredes celulares, apresentando-se como responsável pela resistência mecânica dos tecidos. Favorece a absorção iônica através do sistema radicular, estimula o seu desenvolvimento, além de neutralizar os efeitos prejudiciais dos elementos tóxicos. Por outro lado, com a deficiência de cálcio, as pontas das folhas mais novas em desenvolvimento gelatinizam e, quando secas, aderem umas às outras.

Nas folhas superiores (mais jovens), aparecem sucessivamente amarelecimento, secamento, necrose e dilaceração das margens, clorose internerval e morte da região de crescimento.

3.5 Magnésio

O magnésio é absorvido pelas plantas na forma iônica Mg^{+2} e pode provir da solução do solo ou do complexo sortivo, pelo processo de troca.

Para as plantas, o magnésio é o principal componente das moléculas de clorofila. Cerca de 15 a 20% do total do magnésio na planta estão na clorofila. Esse elemento é ativador de várias enzimas relacionadas com o metabolismo dos carboidratos e a síntese dos ácidos nucleicos de proteínas.

Na cultura do milho, a absorção de magnésio é pequena nos primeiros 25 dias após a emergência. Sabe-se, porém, que os sintomas de deficiência podem aparecer 15 dias após a emergência das plantas. Havendo deficiência, as folhas mais velhas amarelecem, e depois há o amarelecimento entre as nervuras das folhas mais jovens, dando o aspecto de estrias. Pode ocorrer necrose das regiões cloróticas, com o sintoma progredindo para as folhas mais novas.

Ao contrário do cálcio, o magnésio do solo tem sido limitante para as culturas irrigadas onde se buscam altas produtividades. Em levantamento envolvendo análises de 630 amostras de solos nessas condições, observou-se que 67% das amostras apresentaram teores do elemento menores que, $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, ao passo que, para o cálcio, 57% dessas amostras revelaram teores médios no solo, entre 1,6 e $4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

3.6 Enxofre

O enxofre faz parte da tiamina, da biotina e da coenzima A, que são coenzimas de baixo peso molecular, essenciais para o metabolismo das plantas, principalmente em atividades catalíticas dos carboidratos, das gorduras e das proteínas.

As plantas absorvem o elemento na forma de SO_4^{-2} , podendo também ser absorvido, em pequenas proporções, na forma de SO_2 via foliar, e na forma de aminoácidos.

No solo o enxofre é muito susceptível às perdas, principalmente por lixiviação. Trabalhos de pesquisa chegam a quantificar perdas até de 80% do nutriente adicionado pelo fertilizante. Ademais, a utilização cada vez maior dos adubos formulados sem a presença desse elemento, porém, ricos em fósforo, nas áreas de milho irrigado, contribuem para o aparecimento de deficiência de enxofre. Nesse caso, os sintomas são visíveis, com clorose inicialmente nas folhas mais novas, enrolamento das margens e necrose.

3.7 Boro

O boro é absorvido na forma iônica. É relativamente imóvel na planta, havendo necessidade de suprimento constante.

A carência de boro determina a desorganização celular dos tecidos, causando espessamento de raízes, ausência de anteras e espigas pouco desenvolvidas. Nas folhas novas, surgem faixas alongadas aquosas ou transparentes, tornando-se brancas, posteriormente, ou secas. O ponto de crescimento morre e diminui a polinização. Por outro lado, a suficiência do elemento aumenta o teor de clorofila e a resistência ao carvão.

Embora a deficiência não seja comum em lavouras de milho, recomenda-se supri-la para que não se torne limitante na obtenção de produtividades elevadas.

3.8 Cobre

Entre os vegetais, o milho é considerado como sensível à deficiência deste elemento, que interfere em atividades enzimáticas e nos processos de oxidação e redução. Os sintomas visuais de deficiência caracterizam-se pelo amarelhecimento das folhas novas. Em seguida, essas folhas se curvam e apresentam necrose, o colmo torna-se macio e se dobra.

A calagem excessiva, aliada à aplicação de elevados teores de fósforo, nitrogênio e zinco, é um dos fatores que condicionam o aparecimento de deficiência de cobre.

3.9 Manganês

À semelhança do magnésio, o manganês participa de ligações energéticas entre ATP e complexo enzimático. É também requerido na fotossíntese e na fotólise da água com liberação de oxigênio. Sua deficiência é indicada pela clorose internerval das folhas mais novas e em seguida das folhas mais velhas. Em casos mais severos, aparecem, no tecido das folhas, faixas longas e brancas, e os colmos tornam-se finos.

O comportamento químico do manganês e dos seus compostos no solo é muito complexo. O elemento pode existir no solo em três valências: Mn^{+2} , que ocorre na forma trocável e na solução do solo; Mn^{+3} , possivelmente como óxido muito reativo (Mn_2O_3); Mn^{+4} , um óxido muito estável. Dos três estados de valência, somente o divalente (Mn^{+2}) pode ocorrer em quantidades disponíveis na forma solúvel.

O aumento do pH do solo reduz a disponibilidade do manganês. Assim sendo, a calagem excessiva pode induzir à deficiência desse micronutriente.

3.10 Ferro

O ferro é assimilado principalmente na forma de Fe^{+2} , tendo o quelato

orgânico papel importante no seu fornecimento para a planta.

Desempenha função catalítica na síntese de clorofila, participa nos sintomas enzimáticos respiratórios e nas enzimas catalase e peroxidase. Havendo deficiência, os sintomas iniciais aparecem nas folhas novas, com clorose internerval em toda a extensão da lâmina.

A solubilidade do ferro encontra-se ligada ao pH do solo. O aumento do pH reduz a disponibilidade desse elemento. A adição de calagem excessiva pode induzir à sua deficiência.

3.11 Zinco

Este micronutriente está estreitamente vinculado ao metabolismo de nitrogênio, principalmente na síntese proteica. A única enzima ativada especificamente pelo zinco é a anidrase carbônica. O elemento é requerido também para a síntese de triptofano precursor do AIA (ácido indol acético), que é um hormônio de crescimento.

A deficiência de zinco pode ocorrer naturalmente no solo ou com a aplicação de elevadas doses de calcário e/ou fósforo. A interação entre o cálcio e o zinco verifica-se principalmente antes da absorção de zinco pelas plantas, enquanto a interação fósforo e zinco ocorre nas raízes, reduzindo a translocação deste micronutriente para a parte aérea. A deficiência desse elemento manifesta-se na planta através de clorose ou de folhas esbranquiçadas na região de crescimento, seguido de necrose e internódios curtos.

Em nível nacional, são vários os trabalhos que avaliaram o efeito do zinco na cultura do milho, verificando-se que a aplicação desse elemento, na maioria dos casos, aumentou a produção.

3.12 Molibdênio

A exigência de molibdênio pelas plantas de milho é bastante reduzida. Normalmente, as sementes podem conter molibdênio, suficiente para várias gerações, desde que produzidas com bom suprimento desse micronutriente.

Nas plantas deficientes, há o aumento do teor de nitrato nos tecidos vegetais, decorrente da falta de redução dessa última substância, processo no qual o molibdênio participa na atividade da enzima nitrato-redutase. Os sintomas visuais de deficiência do molibdênio surgem através de pequenas manchas brancas nas nervuras maiores e encurvamento do limbo ao longo da nervura principal.

3.13 Cloro

O cloro ocorre no solo predominantemente como íon cloreto (Cl^-), sendo absorvido pelas plantas nessa mesma forma.

A exigência de cloro no milho é maior que a de qualquer outro micronutriente, participando na planta como co-fator essencial da fotossíntese.

A deficiência de cloro nas culturas não é comum, devido à eficiência do sal cíclico de origem marinha ou mesmo ao uso de adubos contendo cloro como impureza.

4 ANÁLISE DE SOLO

A análise de solo constituiu-se numa das técnicas mais utilizadas com vistas a avaliar a fertilidade do solo no Brasil.

A partir da caracterização química e física é que são elaboradas as recomendações de corretivos e fertilizantes, baseando-se na interpretação das análises.

4.1 Interpretação da Análise de Solo

A finalidade prática da interpretação da análise de solo é estabelecer quanto de cada nutriente deve ser aplicado à cultura para se obter uma resposta de produção máxima e econômica.

Assim, as determinações de quantidades de corretivos e fertilizantes devem obedecer aos níveis de fertilidade indicados pelo Laboratório (Tabela 3), assim como às exigências das plantas e, por conseguinte, às recomendações ou sugestões de calagem e adubação.

TABELA 3 - Níveis de fertilidade do solo adotados pelo laboratório da EEL/EMCAPA.

PARÂMETRO	EXPRESSÃO	CLASSIFICAÇÃO					
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto	
Fósforo (P)	mg/dm ³ *		≤ 5	6-10	10		
	mg/dm ³ **		≤ 10	11-20	20		
Potássio(K)	mg/dm ³		≤ 30	31-60	60		
Cálcio (Ca)	cmol/dm ³		≤ 1,5	1,6-4,0	4,0		
Magnésio(Mg)	cmol/dm ³		≤ 0,5	0,6-1,0	1,0		
Alumínio(Al)	cmol/dm ³		≤ 0,3	0,4-1,0	1,0		
Matéria Orgânica (M.O.)	dag/dm ³		≤ 1,5	1,6-3,0	3,0		
Acidez potencial (H+Al)	cmol/dm ³		≤ 2,5	2,6-5,0	5,0		
Soma de Bases (S.B.)	cmol/dm ³		≤ 2,0	2,1-5,0	5,0		
CTC Efetiva (t)	cmol/dm ³		≤ 2,5	2,6-6,0	6,0		
CTC a pH 7,0(T)	cmol/dm ³		≤ 4,5	4,6-10,0	10,0		
Saturação de Alumínio (m)	%		≤ 20	21-40	41-60	60	
Saturação de Bases (V)	%	≤ 25	26-50	51-70	71-90	90	
Ferro (Fe)	mg/dm ³	≤ 20	21-31	32-200	200		
Zinco (Zn)	mg/dm ³	≤ 4,0	4,1-6,9	7,0-40,0	40,0		
Cobre (Cu)	mg/dm ³	≤ 0,5	0,6-1,5	1,6-20,0	20,0		
Manganês (Mn)	mg/dm ³	≤ 5	6-11	12-130	130		
Boro (B)	mg/dm ³		≤ 0,3	0,4-0,6	0,6		
pH em H ₂ O		Acidez			Neutro	Alcalinidade	
		elevada ≤ 5,0	média 5,1-5,9	fraca 6,0-6,9	7,0	fraca 7,1-7,8	elevada 7,8

* Textura Argilosa

** Textura média ou arenosa

mg/dm³ ppm
cmol/dm³ = meq/100cm³
dag/dm³ = %

5 CALAGEM

Através da calagem, objetiva-se, em síntese, corrigir o pH do solo, reduzir a solubilidade de alguns elementos tóxicos como o alumínio e/ou manganês e fornecer cálcio e magnésio como nutrientes.

O efeito das adubações é muito reduzido se o solo for ácido, o que torna a acidez um fator limitante da produção. O alumínio em excesso é prejudicial à maioria das culturas, pois inibe o desenvolvimento do sistema radicular, impedindo a absorção e a translocação de nutrientes. Na cultura do milho, solos com percentagem de saturação de alumínio inferior a 20% provavelmente não apresentarão efeitos nocivos às plantas.

5.1 Estimativa da Dose de Calcário

Dispondo da análise do solo, podem-se empregar dois métodos para estimar as doses de calcário a serem aplicadas para correção do solo, na implantação da cultura do milho.

5.1.1 Neutralização do Alumínio e Elevação do Cálcio e Magnésio

Seu princípio básico consiste em corrigir o alumínio do solo e fornecer cálcio e magnésio para as plantas.

Para efeito de cálculo, deve-se empregar a seguinte fórmula:

$$t/\text{ha de calcário} = \text{Al} \times Y + [3 - (\text{Ca} + \text{Mg})] \times P$$

O valor de Y é variável em função da textura do solo, onde:

Y = 1, para solos arenosos (< 150g/Kg de argila);

Y = 2, para solos de textura média (150 a 350g/Kg de argila);

Y = 3, para solos de textura argilosa (>350g/Kg de argila).

O valor de P é dependente da profundidade de incorporação desejada do calcário, sendo:

P = 1, para 20 cm de profundidade;

P = 2, para 30 cm de profundidade;

P = 3, para 40 cm de profundidade.

Quando o nível de cálcio + magnésio no solo for superior a 3 cmol_c/dm³, desconsidera-se a segunda parte da equação.

A dose de calcário, obtida por este critério, refere-se a calcário com PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) de 100%. Para calcário com valor de PRNT diferente de 100%, torna-se necessário corrigir a dose de acordo com a fórmula:

$$t/\text{ha de calcário a aplicar} = \frac{t/\text{ha de calcário calculado} \times 100}{\text{PRNT}(\%) \text{ do calcário a aplicar}}$$

5.1.2 Saturação de Bases

Nesse método, a calagem é calculada para elevar a saturação de bases (V) a valores adequados para a cultura. Para o milho, considera-se 70% como valor de saturação de bases desejado. Nesse caso, aplica-se a

seguinte fórmula.

$$t/h \text{ de calcário} = \frac{T(V_2 - V_1) \times P_2}{PRNT} \quad \text{onde:}$$

T = Capacidade de troca de cátions a pH 7,0.

V_2 = Saturação de bases do solo desejada para a cultura (70%).

V_1 = Saturação de bases quantificada na análise de solo.

PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total do Calcário.

P = Profundidade de incorporação do calcário a ser feita (conforme item 5.1.1).

A possibilidade de utilização de ambos os critérios e o fato de às vezes estimarem doses diferentes de calcário, gera indefinição no momento da escolha do método a empregar. A seguir, serão indicadas vantagens e limitações de cada método, de acordo com LOPES (1986).

O critério de neutralização do alumínio e elevação do cálcio e magnésio apresenta como limitações: o fato de não considerar determinados parâmetros do solo, como o teor de matéria orgânica; de não considerar também o grau de tolerância das plantas e problemas de pH, de toxidez de alumínio, ferro e manganês; de não permitir a geração adequada de cargas dependentes de pH, pois a aplicação de doses de calcário por esse método não eleva o pH suficientemente; menor efeito residual da calagem e menor eficiência para N, P, K, Ca, Mg e S.

Por outro lado, atribuem-se como vantagens desse critério a pouca possibilidade de desbalanços de micronutrientes, além do menor investimento na aquisição do corretivo a curto prazo, devido às menores doses recomendadas.

Quanto ao critério da elevação de saturação de bases, destacam-se como vantagens: o fato de o método apresentar maior embasamento científico, levando em consideração vários parâmetros do solo; de buscar a máxima eficiência da cultura; de permitir maior efeito residual da calagem, além de possibilitar maior eficiência para a absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelas plantas.

Entretanto, como limitações do critério, podem-se indicar as seguintes: a necessidade de estudos específicos de calibração para estimar o nível ideal de saturação de bases para a cultura e variedades; na recomendação da dose de calcário, o risco de provocar algum efeito detrimental no balanço dos micronutrientes, além da exigência de maior investimento na aquisição do corretivo, por recomendar doses mais elevadas.

Assim sendo, após avaliar ambos os critérios, a escolha de um deles para estimar a dose do corretivo para a cultura do milho dependerá,

fundamentalmente, das informações disponíveis na análise do solo e do nível tecnológico a ser dispensado. Dessa forma, a não determinação do H + Al na análise de rotina, simplesmente inviabilizará o critério da saturação de bases. No entanto, esse método é mais adequado para a tecnologia de altos insumos, onde se busca maior produtividade, principalmente para o milho cultivado em sistema irrigado.

5.2 Escolha do Calcário

Encontram-se no comércio vários tipos de corretivos, cabendo ao técnico analisar as alternativas oferecidas e decidir qual a solução técnica e economicamente viável.

Os calcários comumente aplicados na correção da acidez são classificados como calcíticos (com menos de 5% de MgO), magnesianos (apresentando de 5 a 12% de MgO) e dolomíticos (com mais de 12% de MgO), devendo apresentar PRNT de, no mínimo, 45%.

Considerando que os solos que necessitam de calagem apresentam, em geral, baixos teores de cálcio + magnésio, deve-se dar preferência, na escolha do corretivo, ao calcário magnesiano ou dolomítico.

Outro fator importante na escolha do corretivo é a relação Ca:Mg do solo. Tendo em vista uma relação adequada para a cultura do milho entre esses nutrientes, de 3 a 5:1, é conveniente que o calcário a ser utilizado também esteja próximo dessa relação. Quando esta relação se apresentar muito baixa, deve-se optar pelo calcário calcítico; se for muito alta, deve-se optar pelo calcário dolomítico, e, se ainda não suprir o magnésio por completo, pode-se adicionar outra fonte contendo esse elemento.

Por fim, na tomada de decisão, deve-se levar em consideração também o aspecto econômico do corretivo, ou seja, o preço por tonelada efetiva posto na propriedade, efetuando-se o seguinte cálculo:

$$\text{Preço por tonelada efetiva} = \frac{\text{Preço por tonelada do calcário na propriedade} \times 100}{\text{PRNT (\%) do calcário}}$$

Portanto, o corretivo que apresentar a relação mais desejada de cálcio e magnésio e menor preço por tonelada efetiva, deverá ser o escolhido.

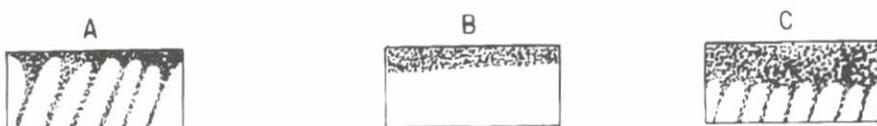
5.3 Aplicação do Calcário

Além dos fatores já considerados, a maior eficiência da calagem está ligada à época e ao modo de sua aplicação.

A calagem pode ser realizada em qualquer época do ano; entretanto, devido à baixa reatividade dos corretivos, a aplicação deve ser efetuada com a maior antecedência possível do plantio e/ou adubação (pelo menos 60 dias). Na

impossibilidade da aplicação com a antecedência necessária, podem-se empregar fontes com maior PRNT, pois reagem mais rapidamente no solo e produzem resultados relativamente imediatos.

Recomenda-se espalhar uniformemente em toda a área, incorporando-o por ocasião do preparo do solo, de modo a possibilitar um melhor contato do corretivo com as suas partículas, além de permitir condicioná-lo para que seja melhor explorado pelas raízes das plantas. Assim, o calcário deve ser aplicado metade da dose antes da aração e metade depois da aração, porém antes da gradagem. Desse modo, a distribuição será mais uniforme e em maior profundidade, conforme ilustração na figura 4.



A = Calcário aplicado todo antes da aração.

B = Calcário aplicado após a aração e antes da gradagem.

C = Calcário aplicado metade antes da aração e metade após a aração, mas antes da gradagem.

FIGURA 4 - Influência da distribuição na penetração do calcário (MALAVOLTA, 1985).

SOARES et alii (1974), citados por MALAVOLTA; DANTAS (1978), avaliaram o efeito da profundidade de aplicação do calcário e verificaram que, quando o corretivo foi incorporado a 30cm, a produção de milho foi 2 t/ha superior à obtida quando a incorporação se deu a apenas 15 cm. Isso evidencia que o maior condicionamento do solo possibilita maior produtividade.

Apesar disso, atenção deve ser dedicada aos solos Terciários, os quais compreendem cerca de 25% da área estadual e 40,56% da Região Norte do Estado. A classe predominante é a dos Latossolos, sendo o Latossolo Vermelho Amarelo coeso distrófico de relevo plano o que apresenta maior área de ocorrência na Região (16,6%). Esses solos, importantes na exploração das culturas irrigadas, apresentam horizonte A moderado e arenoso e um horizonte B coeso. A incorporação profunda através da aração/gradagem poderá revolver em excesso o horizonte B, favorecendo o encrostamento superficial e ocasionando, assim, prejuízos ao desenvolvimento das plantas.

6 ADUBAÇÃO MINERAL

As dosagens de nutrientes preconizadas a seguir (Tabela 4) são resultados de adubações normalmente utilizadas para os solos da Região Norte do Estado do Espírito Santo onde o milho é cultivado sob irrigação. Nesses casos, os rendimentos médios alcançados têm variado entre 5.000 a 7.000 kg/ha de grãos, aproximadamente.

A programação de pesquisa da EMCAPA contempla projetos nas áreas de fertilidade do solo e nutrição de plantas, visando adequar as adubações para o milho sob condições irrigadas.

TABELA 4 - Adubação Mineral de Plantio e Cobertura para a Cultura do Milho¹.

Adubação de Plantio						Adubação de Cobertura		
Nitrogênio			Fósforo			Potássio		Nitrogênio
Teor de P no Solo (mg/dm ³)			Teor de K no Solo (mg/dm ³)					
Baixo Médio Alto			Baixo Médio Alto					
.....Kg/ha.....Kg/ha.....			Kg/ha.....Kg/ha.....		
10 a 15	90	60	30	60	40	20	80 a 120	

¹Doses utilizadas por produtores irrigantes da Região Norte do Estado do Espírito Santo

6.1 Adubação Nitrogenada

A utilização de adubação nitrogenada para o milho em cultivo irrigado tem sido bastante diferenciada daquela indicada para cultivo de sequeiro. Assim, emprega-se uma dose de 10 a 15 kg/ha de N por ocasião do plantio, no sulco, junto com adubação fosfatada e potássica, para proporcionar melhor desenvolvimento inicial das plantas.

Considerando que o N é absorvido pelas plantas durante todo o ciclo de desenvolvimento e que, após o pendoamento, elas ainda absorvem cerca de 50% das suas necessidades totais, ressalta-se a importância de haver um suprimento adequado de nitrogênio no solo durante todo o período da cultura. O parcelamento da dose nitrogenada, portanto, torna-se fundamental, dado o elevado potencial produtivo do milho.

Dessa forma, tem-se parcelado a dose de cobertura em até quatro aplicações, da seguinte forma:

- 1ª aplicação: 30% da dose, 30 dias após o plantio ou quando as plantas apresentarem 4 a 6 folhas desenvolvidas;
- 2ª aplicação: 30% da dose, 45 dias após o plantio ou quando as plantas apresentarem 8 folhas desenvolvidas;

3ª aplicação: 20% da dose, 60 dias após o plantio ou quando as plantas apresentarem 10 a 12 folhas desenvolvidas;

4ª aplicação: 20% da dose, 75 dias após o plantio ou quando as plantas apresentarem 14 a 16 folhas desenvolvidas.

Convém salientar que altas doses de nitrogênio são necessárias para obtenção de produtividades elevadas; porém, caso os outros fatores ligados à produção não estejam dentro de níveis igualmente controlados, o excesso de nitrogênio poderá causar efeitos negativos na produção, incorrendo em prejuízos econômicos.

Com relação à fonte nitrogenada a ser aplicada no plantio, têm-se empregado geralmente adubos formulados contendo N, P e K. A opção pelos formulados com os três macronutrientes prende-se ao fato de proporcionar praticidade na aplicação, evitando a mistura na propriedade quase sempre trabalhosa e desuniforme dos adubos simples.

Para a adubação de cobertura e quando a adubação de plantio não contiver o enxofre como elemento acompanhante, sugere-se, nos dois primeiros parcelamentos, que a fonte seja o sulfato de amônio (enxofre + nitrogênio) e, nos parcelamentos restantes, a uréia (apenas nitrogênio).

As formas de aplicação nitrogenada em cobertura mais comuns são via água de irrigação ou no solo diretamente. A vantagem da fertilização via água de irrigação é a uniformidade na aplicação, bem como a facilidade de aplicar o nutriente em qualquer época. Não se estão considerando os possíveis riscos de corrosão dos equipamentos.

Na aplicação via solo, a uréia deverá ser ligeiramente incorporada, a fim de evitar perdas do nitrogênio por volatilização, que podem ser de 50 a 70%. Nesse caso, a incorporação poderá ser feita aproveitamento-se as operações de capina ou amontoa, ou ainda, usando-se adubadoras especialmente adaptadas para essa finalidade.

6.2 Adubação Fosfatada

Existem dois modos de adubação fosfatada para o milho, uma corretiva e outra de manutenção. A adubação corretiva refere-se ao uso de doses elevadas de fertilizantes fosfatados com aplicação a lanço, seguindo-se a incorporação com gradagem. Sua função consiste em elevar o nível de fertilidade natural e tornar mais eficiente a adubação de manutenção. Assim, enquanto a adubação de manutenção, objetiva nutrir a planta num sentido imediato, a adubação de correção visa melhorar a fertilidade do solo. Na adubação de manutenção, o adubo fosfatado é colocado no sulco de plantio, utilizando fontes solúveis.

As doses indicadas na tabela 4 são para aplicações no sulco, por ocasião do plantio.

A substituição dos fosfatos solúveis por fosfatos naturais, na adubação corretiva dos solos cultivados com milho irrigado na Região Norte do Espírito

Santo, não parece ser a opção viável sob o ponto de vista técnico, pois a acidez elevada do solo, fator intrínseco para aumentar a disponibilidade do fósforo das fontes naturais, não é predominante nessas condições de solo. Ademais, como regra geral, o custo dos adubos naturais deve ser, no mínimo, 50% inferior ao custo das fontes de fósforo solúveis para que seja viável economicamente o seu uso, e, quase sempre, não é mantida essa relação.

6.3 Adubação Potássica

O potássio tem sido aplicado, habitualmente, junto com o fósforo e parte do nitrogênio, no sulco de plantio. A localização do adubo potássico é importante devido à possibilidade de provocar injúrias nas plantas, quando distribuído muito próximo das sementes. Assim, recomenda-se que sua aplicação seja 5,0 a 7,5 cm ao lado e abaixo da semente.

A adubação de cobertura com potássio, em geral, não é realizada rotineiramente; no entanto, em solos com horizontes superficiais de textura arenosa e com baixa capacidade de troca de cátions, o potássio aplicado apenas no plantio pode ser perdido por lixiviação. Em vista da grande absorção de potássio no período que antecede o florescimento, a aplicação de parte desse nutriente no plantio e parte em cobertura, juntamente com o nitrogênio, é uma prática recomendável para aumentar sua eficiência.

6.4 Adubação com Enxofre e Micronutrientes

A prática de uma agricultura mais tecnificada, baseada em altas produtividades com colheitas intensivas e variedades melhoradas, as perdas de sulfato por lixiviação, as quais são acentuadas pela calagem e fosfatagem, têm promovido uma grande defasagem entre o enxofre fornecido e o exigido pelas plantas. Assim, é recomendável a aplicação de enxofre no plantio do milho ou em cobertura, como elemento acompanhante do nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, conforme já foi indicado anteriormente, em doses não inferiores a 40 kg/ha de S.

A exemplo do enxofre, a suplementação de micronutrientes também é necessária para a obtenção de altas produtividades de milho. A aplicação preventiva no solo por ocasião do plantio, junto com a adubação de N, P e K, é a forma mais adequada, pois visa manter o nível desses elementos disponíveis no solo, antes que sejam limitantes para as plantas. A seguir são indicadas as quantidades e fontes dos adubos simples que poderão ser empregados no solo.

Zinco - 20 a 30 kg/ha de sulfato de zinco na mistura de adubos.

Cobre - 5 a 10 kg/ha de sulfato de cobre na mistura de adubos.

Boro - 10 a 20 kg/ha de bórax na mistura de adubos.

Manganês - 2 kg/ha de sulfato manganoso na mistura de adubos.

Molibdênio - 0,5 kg/ha de molibdato de sódio na mistura de adubos.

Cobalto - 0,25 kg/ha de cloreto de cobalto na mistura de adubos

O uso de “fritas”, (FTE - “Fritted Trace Elements”) pode ser uma solução alternativa prática e conveniente no fornecimento dos micronutrientes. Fornece às plantas boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco de uma só vez ou em suas proporções comerciais mais necessárias à cultura, e com baixo custo por unidade de nutriente. Atualmente, alguns segmentos da indústria nacional estão obtendo as “fritas” com micronutrientes na forma disponível e com melhores resultados para a cultura.

A aplicação de 30 a 40 kg/ha de FTE BR 9 ou BR 12 no sulco de plantio tem suprido adequadamente as plantas de milho em cultivos irrigados.

Como a análise de solo “de per si” não é o único parâmetro para avaliar a disponibilidade de enxofre e micronutrientes para as plantas, a utilização da análise foliar é imprescindível para diagnosticar com mais segurança as suas necessidades. Na tabela 5, são apresentados os teores de macro e micronutrientes considerados adequados na análise foliar do milho.

TABELA 5 - Teores de macro e micronutrientes considerados adequados na análise de folhas do milho¹.

Macronutrientes ² (g/kg) ³					
N	P	K	Ca	Mg	S
27,5-32,5	2,5-3,5	17,5-22,5	2,5-4,0	2,5-4,0	1,5-2,0
Micronutrientes ² (mg/kg) ³					
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
15-20	6-20	50-250	50-150	0,15-0,20	15-50

¹ MALAVOLTA et alii (1989)

² Resultados provenientes da análise de folhas coletadas abaixo da espiga, no aparecimento da inflorescência feminina (“cabelo”).

³ g/kg = % x 10

mg/kg = ppm

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A.; LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. São Paulo, SP: ANDA, 1989. 35p. (ANDA. Boletim Técnico, 3).

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS (São Paulo, SP). **Acidez do solo e calagem**. São Paulo, SP, 1988. 16p. (ANDA. Boletim Técnico, 1).

BAHIA FILHO, A.F.C.; VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1983. 44p.

- BARBER, S.A.; OLSON, R.A. Fertilizer use on corn. In: NELSON, L.B.; MEVICKAR, M.H.; MUNSON, R.D.; SEATZ, L.F.; TISDALE, S.L.; WHITE, W.L. Changing patterns in fertilizer use. **Oil Sei. Soc. Amer. Inc.**, Madison, USA, 1968. p. 163-188.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. (Lavras, MG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 4ª aproximação. Lavras, MG, 1989. 176p.
- DELAZARI, P.C. **Disponibilidade de fósforo em solos do Estado do Espírito Santo**. Viçosa, MG: UFV, 1979. 42 p. Tese Mestrado.
- FULLIN, E.A.; ZANGRANDE, M.B.; LANI, J.A.; SILVA, A.E.S. **Caracterização de agrossistemas da região Norte do Estado do Espírito Santo**. Linhares, ES:EMCAPA, 1992. 270p. (Relatório Final).
- GALRÃO, E.Z. Respostas das culturas aos micronutrientes boro e zinco. In: BORKET, C.M.; LANTMANN, A.F. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina, PR: EMBRAPA/IAPAR/SBCS, 1988. p. 205-237.
- LOPES, A.S. **Calagem e gesso agrícola**. Belo Horizonte, MG: Petrofértil/Fosfértil, 1986. 58p. (Mimeografado).
- LOPES, A.S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de análise do solo: conceitos e aplicações**. São Paulo, SP:ANDA, 1989. 64p. (ANDA. Boletim Técnico,2).
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E. **O potássio e a planta**. Piracicaba, POTAFOS, 1982. 60 p. (POTAFOS. Boletim Técnico, 1).
- MALAVOLTA, E. A prática da calagem. In: MALAVOLTA, E. **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1985. 375 p.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1978. p.429-479.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1989. 201p.
- MARINHO, M.L. Respostas das culturas aos micronutrientes ferro, manganês e cobre. In: BORKET, C.M.; LANTMANN, A.F. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina, PR: EMBRAPA/IAPAR/SBCS, 1988. p.239-264.

- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L. Nutrição e adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **O milho no Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 1982. p.83-105. (IAPAR. Circular, 29).
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L.; CALEGARI, A. Manejo da fertilidade do solo. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **A cultura do milho no Paraná**. Londrina, PR, 1991. 271p. (IAPAR. Circular, 68).
- RAIJ, B.V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1981. 142 p.
- RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas, SP:IAC, 1983. 31p. (IAC. Boletim Técnico, 81).
- STIPP, S.R.; YAMADA, T. **Nutrição e adubação do milho**. Piracicaba, SP:POTAFOS, 1988. 12p. (POTAFOS. Informações Agronômicas, 44).
- VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L.; FRANÇA, G.E. Adubação e calagem. In: EMBRAPA - CNPMS (Sete Lagoas, MG). **Recomendações técnicas para o cultivo de milho**. Sete Lagoas, MG, 1987. p. 43-51. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 4).
- VIDOR, C.; PERES, J.R. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKET, C.M.; LANTMANN, A.F. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina, PR:EMBRAPA/IAPAR/SBCS, 1988. p. 179-203.
- VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; FERREIRA, M.E. Respostas de culturas anuais e perenes à aplicação de enxofre. In: BORKET, C.M.; LANTMANN, A.F. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina, PR: EMBRAPA/IAPAR/ SBCS, 1988. p.61-85.

8 AGRADECIMENTO

Aos pesquisadores Laércio Francisco Caetano, José Antônio Lani, Gilmar Gusmão Dadalto, José Sérgio Salgado e Luiz Carlos Prezotti, pelas relevantes sugestões apresentadas.

IRRIGAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA

José Geraldo Ferreira da Silva

Pesquisador M. Sc., Engenheiro Agrícola - EMCAPA/EEL

1 INTRODUÇÃO

A falta de conhecimento e o despreparo dos técnicos que atuam na área de irrigação têm levado a muitos insucessos na produção agrícola, uma vez que eles utilizam o equipamento de irrigação de forma inadequada, seja pelo fato de usarem uma lâmina de água diferente da ideal, seja pela água de qualidade indesejável ou, ainda, por não darem a devida importância à performance do equipamento e a seu potencial de uso na região.

O descaso com o solo ou o desconhecimento de suas características na elaboração de projetos de irrigação no Estado do Espírito Santo são notados quando se constata problemas de escoamento superficial, solos iniciando o processo de salinização e compactação e solos irrigados. É comum, também, verificarem-se equipamentos parados por falta de água, ou seja, vazão do manancial insuficiente para o equipamento.

Muitas vezes, o projetista se utiliza de dados de solos de outras localidades, fazendo um ajuste desses dados, por vezes, de forma errônea para a área em questão, o que traz erros de dimensionamento e conseqüências desastrosas para o solo.

O conhecimento, principalmente físico, do solo é indispensável, quando se fala na técnica de irrigação, para se fazer o manejo ou para se fazer o próprio dimensionamento do sistema de irrigação.

Para se determinar a lâmina d'água a ser aplicada com vistas a atender às necessidades hídricas de uma cultura, deve-se ter as análises de retenção de água pelo solo a ser irrigado, apontando seus limites de capacidade de campo e ponto de murcha permanente, dentro dos quais se trabalha a melhor umidade do solo em relação à planta.

Na escolha do tipo de aspersor, do comprimento do sulco ou vazão necessária para inundar uma área, como exemplo do cultivo do arroz, a velocidade de infiltração de águas no solo tem grande importância, assim como os valores de densidade aparente e porosidade total do solo. Nesse caso, são fornecidas informações da existência ou não de camadas compactadas ou adensadas que modificam o movimento da água no solo.

Os dados físico-hídricos do solo são muito úteis no dimensionamento e manejo da irrigação como, também, têm servido para prever a existência de escoamento superficial, para evitar percolação profunda, que acarreta lixiviação de nutrientes do solo, problemas de desenvolvimento anormal das raízes das plantas e, também, para se fazer uma avaliação da eficiência global do desempenho de um sistema de irrigação.

O presente trabalho não tem, de forma alguma, pretensão de ensinar a fazer o manejo de solo e água em áreas irrigadas, mas, sim, fornecer alguns subsídios ao leitor sobre a importância das características físicas do solo bem

como fornecer algumas informações sobre a interpretação dessas características.

2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A cultura do milho apresenta seu máximo potencial produtivo quando as chuvas ou a irrigação são bem distribuídas e não há deficiência de água no ciclo produtivo.

Em áreas irrigadas, onde não existe limitação de água e nem de fertilidade, o seu potencial produtivo pode superar o total de 12.500kg/ha.

Além dos fatores genéticos, o desenvolvimento do sistema radicular, principalmente o alongamento, é influenciado diretamente pelo conteúdo de água no solo e pelo grau de resistência à penetração desse solo, ou seja, densidade aparente.

De um modo geral, pode-se dividir o ciclo das culturas em quatro estádios, assim descritos:

- O inicial, que é a parte do ciclo que vai da germinação até quando a cobertura vegetal alcança 10% da superfície do solo;

- O desenvolvimento da cultura, que se estende de 10% até cerca de 70 a 80% de cobertura vegetal;

- O de meia-estação, que vai do final do segundo estágio ao início da maturação (despigmentação das folhas);

- O final, que vai do início da maturação à colheita.

Alguns estudos mostram que uma considerável parte da água consumida pela cultura do milho é transpirada na fase de pico. Isso pode ocorrer na proporção de 50 a 70% da transpiração total da cultura.

Os principais fatores que afetam o coeficiente de cultura (K_c) são os seguintes: características específicas de cada cultura, época de plantio, duração da estação de crescimento, condições climáticas predominantes durante o início de desenvolvimento e frequência de chuva e irrigação. Desta forma, não se deve generalizar o uso do coeficiente.

A evapotranspiração potencial (ET_p) é definida como sendo a quantidade de água evapotranspirada por unidade de tempo, de uma superfície extensa, completamente coberta por uma vegetação baixa (porte rasteiro), de altura uniforme.

A ET_p passa a ser conhecida como evapotranspiração potencial de referência quando se define vegetação rasteira como sendo a grama batatais (*Paspalum notatum* L.). A ET_0 é o fator primordial para a quantificação da lâmina de irrigação, durante o ciclo da cultura, quando se deseja manejo adequado da irrigação.

Define-se evapotranspiração real ou efetiva (ET_e) como a soma da água evaporada da superfície do solo com a transpirada pelas plantas nas condições meteorológicas existentes e nas condições atuais de umidade do solo.

A redução da evapotranspiração do seu valor potencial, em virtude da redução do teor de umidade do solo, ocorre a partir de um valor crítico de umidade, no qual o efeito das propriedades físico-hídricas do solo é mais limitante do que a demanda evaporativa da atmosfera.

A partir desse ponto crítico, a taxa de evapotranspiração decresce linearmente com o decréscimo da umidade do solo.

Verifica-se, então, que não se deve deixar que o teor de umidade do solo atinja valores inferiores a esse ponto crítico, caso se queira que a planta tenha altas produtividades.

À relação entre a evapotranspiração de referência, ET_o , e a evapotranspiração potencial da cultura, ET_p , dá-se o nome de coeficiente cultural (K_c). Em geral, este coeficiente representa a diferença da demanda evapotranspirométrica das culturas enquanto não existir limitação de água no solo para o processo da evapotranspiração.

Na escolha do valor de K_c , devem-se levar em conta as características da cultura, a época de plantio ou semeadura e a duração de cada período vegetativo, além de se considerarem as condições climáticas predominantes, em especial as condições de vento e umidade relativa do ar.

Na maioria das culturas, o valor de K_c aumenta desde um valor mínimo na germinação até um máximo, quando a cultura atinge seu pleno desenvolvimento, e decresce a partir do início da maturação.

Na ausência de dados locais, que são mais confiáveis, podem-se utilizar os coeficientes propostos pela FAO, com um razoável grau de confiabilidade para as condições brasileiras.

Para a cultura do milho, podem-se utilizar os valores de K_c apresentados na tabela 1.

TABELA 1 - Caracterização dos estádios de desenvolvimento das culturas e respectivos valores de K_c para a cultura do milho.

Estádio de desenvolvimento				
I	II	III	IV	V
Do início da Germinação à emergência total da 4ª folha	Da emergência total da 4ª folha ao início do emborrachamento.	Do início do emborrachamento até a formação de boneca.	Após a formação da boneca até o grão atingir o estado de pamonha	Do estado de pamonha até a maturação fisiológica
0,3 ⁽²⁾ -0,5 ⁽³⁾	0,8 ⁽²⁾ -0,85 ⁽³⁾	1,05 ⁽²⁾ -1,2 ⁽³⁾	0,8 ⁽²⁾ -0,95 ⁽³⁾	0,55 ⁽²⁾ -0,6 ⁽³⁾

(2) - Em condições de UR >70% (alta) e velocidade de ventos <5 m/s (fraca);

(3) - Em condições de UR < 20% (baixa) e velocidade do vento > 5 m/s (forte).

Para maximizar a eficiência do uso da água, a relação entre a água evapotranspirada em um campo e a aplicada na irrigação deve aproximar-se da unidade.

Portanto, o conhecimento das inter-relações solo-água-planta-atmosfera torna-se imperativo para se ter um bom manejo de um sistema de irrigação.

Em virtude de ser a determinação direta da evapotranspiração real da cultura muito trabalhosa e exigir, normalmente, aparelhagem de alto custo, recomenda-se a determinação da evapotranspiração potencial, usando-se métodos indiretos e, em seguida, considerar os fatores limitantes das condições potenciais.

Dentre os vários métodos para determinação indireta da evapotranspiração potencial, têm-se recomendado, em nível de campo, os baseados em evaporímetros, sendo um deles o tanque USWB Classe A.

Numa comparação entre oito métodos de estimativa da evapotranspiração potencial, levando em consideração a precisão, o custo e o tempo necessário para se determinar este parâmetro, concluiu-se que, quando se consideram todos os fatores, o tanque USWB Classe A é o método mais satisfatório para uso no campo.

Os valores do coeficiente (K_1) que transformam a evaporação medida neste tanque em evapotranspiração da cultura de referência (ET_0), de acordo com as condições de instalação do tanque, com os valores médios de umidade relativa do ar (UR) e com a velocidade do vento, podem ser observados na tabela 2.

TABELA 2 - Valores de coeficientes de conversão do tanque Classe A (K_1) para a estimativa de evapotranspiração do cultivo de referência (ET_0).

Vento (km/dia)	Tanque circundado por grama				Tanque circundado por solo nu			
	Posição do tanque R (m)*	UR% (média dia)			Posição do tanque R (m)*	UR% (média dia)		
		Baixa <40%	Média 40-70%	Alta >70%		Baixa <40%	Média 40-70%	Alta >70%
Leve < 175	0	0,55	0,65	0,75	0	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70
Moderado 175 - 425	0	0,50	0,60	0,65	0	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60
Forte 425 - 700	0	0,45	0,50	0,60	0	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	100	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	1000	0,40	0,45	0,55
Muito forte > 700	0	0,40	0,45	0,50	0	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,65
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45

* Por R, entende-se a menor distância (em metros do centro do tanque ao limite da bordadura (grama ou solo nu).

O tanque Classe A é de forma circular e pode ser construído de aço galvanizado ou metal "monel", com 121cm de diâmetro interno e 25,5cm de profundidade, devendo ser instalado sobre um estrado de madeira de 15cm de altura e ser enchido de água até que o nível desta fique a 5cm da borda superior.

A irrigação deve ser efetuada toda vez que o nível de água disponível no solo, na zona do sistema radicular, atinja um determinado valor que não cause estresse na planta e tampouco afete seu rendimento.

Dentre os vários métodos para se manejar e controlar a água de irrigação, aqueles baseados na tensão de água no solo e no cálculo do turno de rega são os mais utilizados.

Nos projetos de irrigação, em sua maioria, o intervalo entre regas é determinado com base na relação entre a lâmina de água a ser aplicada e a evapotranspiração da cultura; no entanto, determinar este intervalo, em nível de campo, com base em dados meteorológicos estimados, principalmente para período mensais, pode fazer com que se incorra em uma série de erros, trazendo prejuízos para a cultura, pois a demanda evapotranspirométrica não é constante ao longo de um período.

O acompanhamento da umidade do solo ou da tensão da água no solo é a forma mais precisa de se determinar o momento ideal para o início de uma nova irrigação. Desta forma, consegue-se medir indiretamente o estresse que a planta está sofrendo.

O monitoramento da umidade do solo associado à determinação da demanda de água pela cultura oferece uma condição ideal de manejo da irrigação, pois assim temos condições de saber, com bastante exatidão, o momento e a quantidade de água que se deve aplicar a cada irrigação.

Vários são os métodos de se monitorar a água no solo, e, dentre eles, podemos citar: determinação direta (gravimétrica) da umidade, uso de tensiômetro ou métodos que utilizam medidas elétricas, como, por exemplo, Bouyoucos e Colman.

A tensiometria é um método direto de se medir a tensão de água no solo e indireto de se medir o percentual de água no solo. O tensiômetro é um aparelho basicamente constituído de uma cápsula de cerâmica porosa, ligada a um sensor, ou seja, a um manômetro.

Em solo de textura arenosa, esse aparelho é capaz de monitorar até 70% da água disponível no solo, porém, em solos de textura argilosa atinge uma faixa de até 40%, compreendendo uma tensão de água no solo de aproximadamente 0,75 atm.

A sua precisão é relativamente boa, quando devidamente instalado. É o método mais usado, principalmente em países onde se utilizam altos níveis de tecnologia de irrigação.

Para utilização no campo, sugere-se o tensiômetro com manômetro metálico em vez do manômetro de mercúrio, pela sua maior facilidade de

manuscio.

Em cada subárea irrigada devem-se instalar, pelo menos, três tensiômetros próximos ao sistema radicular da planta e trabalhar com a média das leituras.

O método do turno de rega, apesar de não ser muito utilizado para fins de manejo de irrigação, por ser pouco criterioso, é largamente utilizado para fins de projeto, ou seja, para dimensionamento do sistema de irrigação.

O controle da irrigação, por esse método, consiste em se determinar, previamente, o intervalo entre irrigações, em função do estágio de desenvolvimento da cultura, das características físico-hídricas do solo e das condições climáticas locais.

Nesse método, torna-se obrigatório o conhecimento dos valores de capacidade de campo e do ponto de murcha permanente da gleba que se deseja irrigar, além da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura a ser irrigada.

A reposição de água é calculada em função da seguinte equação:

$$QRN = \frac{(CC - PM) \times D_{ap} \times P_r \times f}{10} \quad (\text{eq. 01})$$

em que:

QRN = quantidade de água a ser reposta (mm);

CC = capacidade de campo (% em peso);

PM = ponto de murcha permanente (% em peso);

D_{ap} = densidade aparente do solo (g/cm^3);

P_r = profundidade do sistema radicular (cm);

f = fator de disponibilidade de água no solo (adimensional).

Esse valor de disponibilidade de água (f) é função da condição climática reinante e do tipo de cultura.

Para grupos de culturas com características similares, os valores para este fator (f) podem ser observados nas tabelas 3 e 4.

TABELA 3 - Grupos de culturas de acordo com a influência da redução de água do solo na redução da evapotranspiração máxima (E_{tm}).

Grupo	Culturas
1	cebola, pimenta, batata
2	banana, repolho, uva, ervilha, tomate
3	alfafa, feijão, cítricas, amendoim, abacaxi, girassol, melancia, trigo
4	algodão, milho, azeitona, açafraão, sorgo, soja, beterraba, cana-de-açúcar, fumo.

Tendo a quantidade de água a ser reposta em cada irrigação, o turno de rega será obtido pela seguinte equação:

$$TR = \frac{QRN}{Et_c} \quad (\text{eq. } 02)$$

em que:

TR = turno de rega, em dias;

Et_c = evapotranspiração da cultura, em mm/dia.

Para este método, as precipitações advindas das chuvas devem ser consideradas como irrigação até o limite máximo de armazenamento de água pelo solo, devendo o restante ser considerado como percolação profunda.

TABELA 4 - Fator "F" para grupos de culturas em função da evapotranspiração máxima (Et_m).

Grupo de cultura	Et_m (mm/dia)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,50	0,425	0,35	0,30	0,25	0,225	0,20	0,20	0,175	
2	0,675	0,575	0,475	0,40	0,35	0,325	0,275	0,25	0,225	
3	0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,425	0,375	0,35	0,30	
4	0,875	0,80	0,70	0,60	0,55	0,50	0,45	0,425	0,40	

3 QUANTIDADE DE ÁGUA A APLICAR POR IRRIGAÇÃO

A quantidade de água a ser aplicada em cada irrigação pode ser determinada de várias formas. Dentre elas podem-se citar os métodos que se baseiam nas características físico-hídricas do solo e os métodos que se baseiam nas necessidades hídricas diárias das culturas.

No primeiro caso, torna-se necessário que se tenha, pelo menos, a curva característica de água no solo, a densidade aparente e a profundidade efetiva do sistema radicular.

No segundo caso, necessita-se apenas da profundidade efetiva do sistema radicular, mas, em contrapartida, torna-se necessário o uso de aparelhos capazes de estimarem a demanda hídrica das plantas como, por exemplo, o tanque Classe A.

A seguir tecem-se, alguns comentários sucintos sobre estes métodos.

3.1 Com base nas características físico-hídricas do solo

Neste caso, o solo é reabastecido de água toda vez que a tensão chega a um nível preestabelecido, e a quantidade de água a ser reposta pode ser calculada pela seguinte equação:

$$QRN = \frac{(CC - UI)}{10} \times D_{ap} \times P_r \quad (\text{eq. 03})$$

em que:

QRN = quantidade de água a ser reposta (mm);

CC = capacidade de campo, em % peso seco;

UI = umidade do solo correspondente à tensão preestabelecida, em % peso seco;

D_{ap} = densidade aparente do solo, em g/cm³;

P_r = profundidade efetiva do sistema radicular, em cm.

A capacidade de campo (CC) e a umidade de irrigação (UI) podem ser determinadas diretamente no campo, com a ajuda de um tensiômetro, ou em laboratório, por meio da obtenção da curva de retenção.

Este método apresenta desvantagem quanto às características do solo que apresentam uma grande variabilidade espacial, tornando-se difícil a obtenção de um dado representativo para a gleba a ser irrigada.

3.2 Com base na estimativa da evapotranspiração potencial

Neste método, a evapotranspiração da cultura pode ser obtida por meio de dados de estimativas mensais de evapotranspiração potencial ou por meio do uso de tanques de evaporação ou de outro método.

O uso de dados mensais apresenta o inconveniente de não se terem as condições reais do local onde se deseja irrigar, pois esses dados são gerados de uma série de informações de vários anos consecutivos, representando, portanto, uma média das condições climáticas.

Usar um aparelho para determinar, *in loco*, a demanda evapotranspirométrica é a melhor e mais acertada solução. Dentre os aparelhos que têm sido mais usados, pode-se citar o tanque Classe A, que é de fácil manuseio, de baixo custo e de boa precisão, quando corretamente instalado.

Utilizando-se este aparelho, determina-se a evaporação de uma superfície livre de água, e esta é transformada em evapotranspiração potencial de referência, quando multiplicada pelo coeficiente de tanque (Tabela 2), e, em seguida, em evapotranspiração máxima da cultura, quando multiplicada pelo coeficiente de

cultura (Tabela 1). Assim, tem-se, então, a seguinte fórmula:

$$ET_c = EV_t \times K_t \times K_c \quad (\text{eq. 04})$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura, em mm;

EV_t = evaporação do tanque, em mm;

K_t = coeficiente de tanque (tabela 2);

K_c = coeficiente de cultura (tabela 1).

Nesse caso, a evapotranspiração da cultura será igual à quantidade de água a ser reposta, no solo, em cada irrigação. Deve-se lembrar de que esta quantidade de água não pode ser maior que a capacidade de armazenamento do solo, salvo quando seja requerida uma lâmina excedente para promover a lixiviação dos sais acumulados no solo, advindos da água de irrigação.

Para melhor eficiência deste método, seria interessante que fossem instalados alguns tensiômetros na área que se deseja irrigar, para que, desta maneira, se possa saber exatamente o momento da nova irrigação sem provocar estresse na cultura.

4 CÁLCULO DA LÂMINA BRUTA DE IRRIGAÇÃO

Parte da água bombeada para o sistema de irrigação é perdida antes que ela atinja o solo e, dependendo das condições de operação e principalmente das condições climáticas e do tipo de equipamento, essas perdas podem atingir valores significativos; por isso, ao se definir a quantidade de água a ser aplicada pelo equipamento, torna-se necessário levar em consideração essas perdas.

A lâmina bruta de água a ser aplicada pode ser determinada da seguinte maneira:

$$LB = \frac{QRN}{E_a} \quad (\text{eq. 05})$$

em que:

LB = lâmina bruta a ser aplicada, em mm;

E_a = eficiência global de aplicação do equipamento, adimensional;

QRN = quantidade de água a ser reposta, em mm.

A eficiência global de aplicação de água, E_a , é aquela que considera a falta de uniformidade de aplicação, a percolação profunda, a evaporação, o arraste pelo vento e perdas na condução da água.

A eficiência global de aplicação pode ser obtida por:

$$E_a = E_d \cdot P_e \cdot P_d \quad (\text{eq. 06})$$

onde:

Eda= eficiência de distribuição de água, decimal;

Pe = porção efetiva da água que sai do bocal e atinge o solo, decimal;

Pd = porção efetiva da água bombeada que chega aos aspersores, decimal.

Para se obter a falta de uniformidade e a percolação profunda, define-se a eficiência de distribuição de água (Eda) para uma certa percentagem de área adequadamente irrigada (A), ou seja, aquela que recebe uma quantidade de água prefixada ou superior, como:

$$Eda = \frac{Dn}{Dba} \quad (\text{Eq. 07})$$

em que:

Dn = lâmina mínima recebida pela fração de área adequadamente molhada;

Dba = lâmina média recebida pela área total.

A tabela 5, apresentada a seguir, dá um significado mais útil ao conceito de coeficiente de uniformidade (CU), pois relaciona o CU com a percentagem de área adequadamente irrigada para se obter a eficiência de distribuição de água. Por exemplo, se um sistema de irrigação tem um CU de 86% e se deseja uma área adequadamente irrigada de 80%, ou seja, que pelo menos 80% da área receba uma lâmina igual ou superior àquela estabelecida, pela tabela 5 a $Eda_{80} = 85\%$.

Para se aplicar uma lâmina de 1,0 unidade de água para no mínimo 80% da área irrigada com um sistema de irrigação que apresente uma uniformidade de irrigação de 85%, a lâmina média aplicada deve ser:

$$\frac{1,0}{85/100} = 1,18 \text{ unidades de água}$$

ou seja, a sua lâmina média deve ser multiplicada por 1,18 após se descontarem as perdas por evaporação e arraste pelo vento.

Para melhor compreender a importância do CU, se na condição anterior o CU for 70%, a Eda_{80} cai para 68%, e a lâmina média deve ser aplicada por um fator de 1,47, para que pelo menos 80% da área receba uma lâmina igual ou superior a essa lâmina média. Isto implica que, em comparação à condição anterior, a lâmina média teve que ser acrescida em mais 0,29 (1,47 - 1,18).

TABELA 5 - Valores de eficiência de distribuição de água, Eda, expresso em percentagem para vários CU e percentagem de área adequadamente irrigada (a).

CU%	Área adequadamente irrigada (a), %								
	95	90	85	80	75	70	65	60	50
Eficiência de distribuição - Eda, %									
94	88	90	92	94	95	96	97	98	100
92	83	87	90	92	93	95	96	97	100
88	75	81	84	87	90	92	94	96	100
86	71	77	82	85	88	91	93	96	100
84	67	74	79	83	86	89	92	95	100
82	63	71	77	81	85	88	91	94	100
80	59	68	74	79	83	87	90	94	100
78	55	65	71	77	81	86	89	92	100
76	50	61	69	75	80	84	88	92	100
74	46	58	66	73	78	83	87	92	100
72	42	55	64	70	76	82	86	91	100
70	38	52	61	68	75	80	85	90	100
68	34	49	58	66	73	79	85	90	100
66	30	45	56	64	71	78	84	89	100
56	9	29	43	54	63	71	79	86	100

Para culturas de valor médio e alto, recomenda-se que 90% da área seja adequadamente irrigada; entretanto, para culturas de menor valor, recomenda-se que 80% da área seja adequadamente irrigada.

A tabela 6 demonstra que se podem obter altas produtividades, mesmo com um equipamento apresentando baixa uniformidade, porém para isto é preciso que se aumente consideravelmente a lâmina de água aplicada em relação àquela que se poderia aplicar com um equipamento com alta uniformidade de aplicação de água. Por exemplo, em uma área com 80% adequadamente irrigados por um equipamento apresentando CU de 86%, podem-se alcançar 98% da produtividade ótima, utilizando uma lâmina média 1,18 vezes a requerida, descontando as perdas por evaporação e arraste. Se, na mesma área, o equipamento apresentar um CU de 70%, podem-se alcançar 94% da produção ótima, porém aplicando uma lâmina média 1,47 vezes a requerida, ou seja, 47% a mais de água do que o que normalmente se aplicaria com o sistema de irrigação operando em boas condições.

Esse aumento da lâmina de água traz, como consequência, maior custo de bombeamento, maiores perdas de nutrientes por lixiviação, possibilidade de contaminação do lençol freático por transporte de poluentes pelo perfil do solo, elevação do lençol freático, etc.

TABELA 6 - Percentagem relativa de produtividade ótima para vários valores de uniformidade de irrigação e percentagem de área adequadamente irrigada.

CU%	Área adequadamente irrigada - %							
	95	90	85	80	75	70	65	60
	Produção relativa - %							
90	100	99	99	98	98	97	97	96
86	100	99	98	98	97	96	96	95
82	99	99	98	97	96	95	94	93
78	99	98	97	96	95	94	93	91
74	98	97	96	95	94	93	91	90
70	98	97	95	94	92	91	90	89
64	97	97	95	94	91	90	88	87

Por produção relativa, Pr, entende-se que seja a produção máxima obtida, Pm, em relação à potencial, Pp, ou seja:

$$Pr = \frac{P_m}{P_p} 100 \quad (\text{eq. 08})$$

As perdas por evaporação e arraste pelo vento normalmente atingem entre 5 a 10% e, em condições severas, podem atingir valores consideravelmente maiores.

Uma estimativa das perdas de água a partir do momento que ela sai do aspersor até o momento em que ela atinge o solo pode ser obtida por:

$$Pe = 0,973 + 0,005ETP - 0,00017ETP^2 + 0,0012V - IG (0,00043ETP + 0,00018V + 0,000016ETPV) \quad (\text{eq. 09})$$

$$IG = 0,032 \frac{P^{1,3}}{B} \quad (\text{eq. 10})$$

onde:

Pe = porção efetiva da água que sai do bocal e atinge o solo, em decimal;

ETP= evapotranspiração potencial, em mm/dia;

V = velocidade do vento, em Km/h;

IG = índice de tamanho de gota, adimensional;

P = pressão de serviço do bocal, em Kpa;

B = diâmetro do bocal, em mm.

Essa expressão é válida para um índice de tamanho de gota variando entre 7 e 17. Quando este índice atingir valores fora desse limite, deve-se adotar o valor limite na equação de estimativa das perdas de água.

As perdas por vazamento na condução da água, Pd, em sistemas de adequada manutenção, podem ser menores que 1% da vazão transportada; porém, em condições de má conservação do equipamento, essas perdas podem atingir valores superiores a 10%. Portanto, Pd pode assumir valores que variem de 1,0 a 0,9.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTO, S.G.; SILVA, J.G.F.da. **Manejo da irrigação para as culturas de feijão, milho e arroz de sequeiro favorecido**. Vitória, ES: EMCAPA, 1990. 29p. (EMCAPA. Documentos, 64).
- BATER, W. Concepts of soil moisture availability and effect on soil moisture estimates from a meteorological budget. **Agricultural Meteorology**, v. 6, p.165-178, 1969.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. **Física de suelos**. México: Hispano-Americana, p 299-334.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5 ed. Viçosa, MG: UFV, 1989. 596p.
- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedade dos solos**. 4 ed. Tradução do original em inglês: "The Nature and Properties of soil". Rio de Janeiro, RJ: Freitas Bastos, 1976. 594p.
- CHANG, J. **Climate and agriculture**. Chicago: Aldine Publishing Company, 1971. 296p.
- DENMEAD, O.T.; SHAW, R.H. Availability of soil water to plant of effected by soil moisture content and meteorological conditions. **Agronomy Journal**, v.54, p. 386-390, 1962.
- DOOREMBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efectos del agua en el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO. Riego e Drenaje, 33).
- DOOREMBOS, J.; PRUTTI, W.O. **Guidelines for predicting crop water requeriments**. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO. Technical Note 24).

- GANGOPADHYAYA, M. **Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration**. Genova: WMO, 1966. 121p. (WMO. Technical Note, 83).
- GROHMANN, F.; QUEIROZ NETO, J. Efeito da compactação artificial de dois solos limo argilosos sobre a penetração das raízes de arroz. **Bragantia**, v.25, n.38, p.421-431, dez. 1966.
- HENIN, S.; GRA, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. São Paulo, SP:Forense-Universitária/Universidade de São Paulo, 1976. 327p.
- ISRAELSEN, O.W.; HASEN, V.E. **Principios y aplicaciones del riego**. 2 ed. Barcelona: Reverté, 1973. 396p.
- KELLER, J; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 1969. 262p.
- MARTÍN-BENITO, J.M.T. **El riego por aspersión y su tecnología**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. 491p.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings Royal Society**, v. 193, p. 120-145, 1948.
- REICHART, K. **Processos de transferência do sistema solo-planta-atmosfera**. 3. ed. Piracicaba, SP: CENA/Fundação Cargill, 1975. 286p.
- RITCHIE, J.T. Influence of soil water status and meteorological conditions on evaporation from a corn canopy. **Agronomy Journal**, v. 65, p. 894-897, 1973.
- SCARDUA, J.A.; FEITOSA, L.R.; CASTRO L.L.F.de. **Estimativas de evapotranspiração potencial para o Estado do Espírito Santo**. 2.ed. Vitória, ES: EMCAPA, 1986. 44p. (EMCAPA. Boletim de Pesquisa, 6).
- SEDYAMA, G.C. **Necessidade de água para os cultivos**. Brasília, DF: ABEAS, 1987. 143p.
- SLATYER, R.O. **Plant - water relationships**. New York: Academic Press, 1967. 366p.

- VILA NOVA, N.A.; BARBIERI, V.; SCARDUA, R. **Evapotranspiração: principais métodos de estimativa climatológica segundo recomendações da FAO.** Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1980. 22p. (mimeografado).
- VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo, SP: McGraw-Hill, 1975. 245p.
- WALDREN, R.P. Corn. In: TEARE, I.D.; PEET, M.M. **Crop water relations.** New York: John Wiley & Sons, 1982. p.187-211.
- WINTER, E.G. **A água, o solo e a planta.** São Paulo, SP: EPU/Universidade de São Paulo, 1976.170p.

***PRAGAS DO MILHO EM CONDIÇÕES DE
CAMPO E DE ARMAZENAMENTO***

David dos Santos Martins

Pesquisador, M.Sc., Entomologia - EMCAPA/SEDE

1 INTRODUÇÃO

Para o estabelecimento de manejo de pragas, é de fundamental importância o conhecimento das relações existentes entre os insetos e as plantas, interrelacionando a sua biologia com as fases de desenvolvimento da cultura.

A simples presença de um inseto na lavoura, mesmo que seja daninho, não é motivo suficiente para se fazer o seu controle, pois é necessário que exista uma razão de ordem econômica que o justifique. Outro ponto que deve ser considerado é o de que nem sempre a ocorrência do inseto-praga se dá na época em que a planta é mais sensível ao seu ataque e, também, de que a planta pode tolerar um certo dano sem que a sua produção seja afetada.

Apesar de ser grande o número de espécies de insetos que se encontram associadas à cultura do milho, apenas algumas chegam a apresentar importância por ocasionarem prejuízos à exploração dessa cultura, tanto durante o cultivo no campo quanto no armazenamento.

Dentre as espécies que atacam o milho no campo, a lagarta-rosca, a lagarta-clasmo e, principalmente, a lagarta do cartucho, têm-se destacado como as mais importantes no Estado do Espírito Santo. Todavia, dependendo de condições climáticas favoráveis, outras espécies podem, ocasionalmente, causar problemas ao milho, como a lagarta dos capinzais, broca da cana-de-açúcar, lagarta das espigas e pulgões. As pragas que atacam os grãos armazenados são as que mais prejuízos trazem ao milho, causando danos econômicos por toda parte onde se cultiva e armazena esse cereal.

Considerando os aspectos biológicos envolvidos - inseto/planta -, as pragas que normalmente ocorrem no milho podem ser divididas em quatro grupos bem definidos: pragas iniciais, pragas da parte aérea (folhas e colmo), pragas das espigas e pragas do armazenamento.



FIGURA 1 - Principais espécies-pragas que atacam as diferentes partes da planta de milho no Estado do Espírito Santo

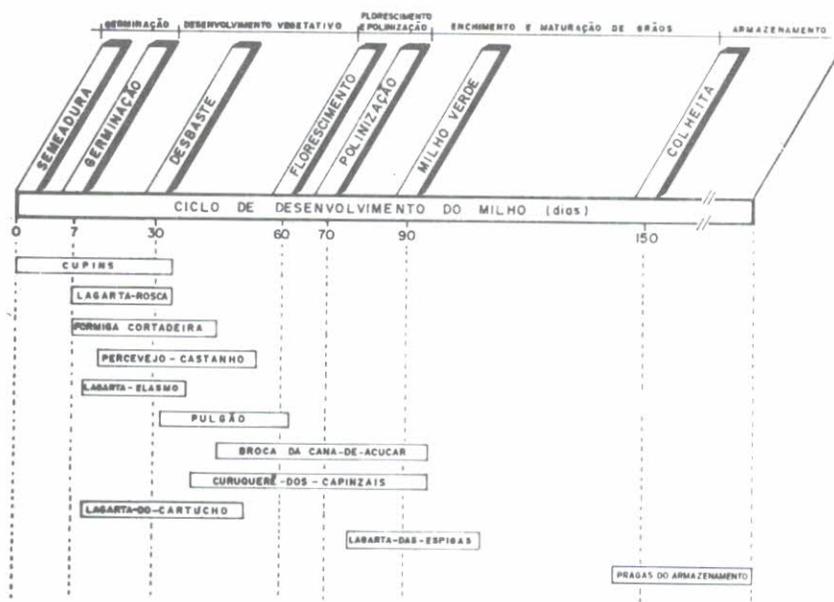


FIGURA 2 - Período crítico de ocorrência das principais espécies-pragas do milho no Estado do Espírito Santo

2 PRAGAS INICIAIS

Normalmente, os maiores prejuízos causados pelas pragas de campo ocorrem na etapa inicial de desenvolvimento da cultura, quando as plantas ainda apresentam pequeno número de folhas e porte reduzido.

Encontram-se nesse grupo as espécies que atacam as sementes, raízes e plantas recém-germinadas do milho. Essas pragas, quando não matam as sementes e as plantas, causam o seu enfraquecimento, tornando-as menos competitivas com as demais plantas cultivadas e com as plantas daninhas e, também, mais sensíveis aos períodos de estiagem. Normalmente, constituem um dos principais fatores responsáveis pela redução do "stand" final da lavoura. Neste grupo, encontram-se, além das formigas cortadeiras saúvas (*Atta* spp.) e quenquéns (*Acromyrmex* spp.), as pragas subterrâneas, como os cupins (espécies dos gêneros *Heterotermes*, *Cornitermes* e *Procornitermes*), o percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea* Perty, 1830), larva-alfinete (*Diabrotica speciosa* Germar, 1824), larva-angorá (*Astylus variegatus* Germar, 1824), bicho-bolo ou coró (*Phyllophaga* sp e *Cyclocephala* sp.), larva-aramé (*Melanotus* sp), entre outros. Entretanto as espécies *Elasmopalpus lignosellus* (lagarta-elasma) e *Agrotis ipsilon* (lagarta-rosca) são as que mais contribuem para reduzir o número de plantas nas lavouras de milho no Estado do Espírito Santo.

Para o controle das pragas subterrâneas, recomenda-se a rotação de culturas, controle de ervas daninhas e aração após a colheita, como controle cultural. No caso de áreas sujeitas à sua ocorrência, em que seja necessário o controle químico, o preventivo, através do tratamento de sementes, tem sido o mais eficiente.

2.1 Lagarta-elasma - *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller, 1848) - Lepidoptera-Pyralidae

Pequena lagarta de coloração verde-azulada, com estrias transversais, purpúreas ou pardo-escuras, medindo cerca de 15mm de comprimento quando completamente desenvolvidas. Apresentam período larval médio de 21 dias, transformando-se em crisálidas, no solo, próximo do colo da planta e, após cerca de 8 dias, emergem os adultos. A mariposa mede aproximadamente 20mm de envergadura e apresenta coloração cinza-amarelado. A postura se dá, normalmente, nas folhas, bainhas e colmo das plantas. A lagarta recém-eclodida alimenta-se, inicialmente, das folhas, descendo, em seguida, para o solo, onde penetra na planta na região do colo. Faz uma galeria ascendente, ao longo do colmo, que termina destruindo o ponto de crescimento da planta, ocasionando a morte das folhas centrais, que se destacam facilmente da planta quando puxadas. As plantas com este sintoma, conhecido como "coração morto", posteriormente, perfilham ou morrem. As lagartas escondem-se no solo, junto ao orifício de entrada na base da planta, em abrigos construídos de fio de seda, detritos vegetais e terra. Uma característica dessa praga é a de que as lagartas

são bastante ativas e saltam, quando tocadas.

Essa praga ocorre com maior frequência em solos arenosos e em períodos de estiagens prolongadas, após as primeiras chuvas. Maiores prejuízos têm sido verificados na cultura de milho nos primeiros 30 dias após a germinação das sementes. De modo geral, cada lagarta ataca apenas uma planta. E, como as plantas atacadas morrem, o prejuízo dependerá da intensidade da infestação.

Para controle dessa praga, tem-se recomendado o uso preventivo de inseticidas sistêmicos, misturados à semente, uma vez que o uso de inseticidas após o aparecimento da praga não tem propiciado controle eficaz. A lagarta-clasmo é também praga de outras culturas importantes, além do milho, como a cana-de-açúcar, arroz, feijoeiro, trigo, amendoim sorgo e algodoeiro.

2.2 Lagarta-rosca: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1776)

Lepidoptera: Noctuidae

É uma praga que ataca inúmeras culturas, entre as quais se destacam a batatinha, o alho, a cebola, o fumo, o tomateiro, a couve, a couve-flor, o repolho e a cenoura. As lagartas dessa espécie são de coloração variável, predominando a cor cinza-escuro. São robustas, cilíndricas e lisas, medindo aproximadamente 40 mm de comprimento, quando completamente desenvolvidas.

Os adultos são mariposas com cerca de 35mm de envergadura, com asas anteriores geralmente de coloração escura, com áreas claras e algumas manchas pretas, e asas posteriores semitransparentes, com bordas escuras. A postura é feita nas folhas, e cada fêmea põe, em média, 750 ovos. As lagartas, ao emergirem, dirigem-se para o solo, onde se abrigam, durante o dia, próximo à planta, só saindo ao anoitecer para se alimentar da haste da planta. Podem, então, provocar o seu seccionamento total, quando as plantas estão com altura de até 20 cm e cerca de 20 dias, ou parcial, após esse período. Os danos se dão rente ao solo, na região do colo ou coleto da planta, contribuindo significativamente para a redução do "stand" e, conseqüentemente, da produção. Geralmente, o milho só é atacado até atingir cerca de 50 cm de altura. A fase larval do inseto dura cerca de 25 a 30 dias. Transforma em pupa no solo, permanecendo nesse estágio por 15 dias, quando emergem os adultos.

Dependendo do grau de desenvolvimento da planta e da lagarta, o dano da praga pode provocar, além do seccionamento da haste, o aparecimento de estrias nas folhas, semelhantes às causadas por deficiências minerais, o sintoma "coração morto", e ainda o perfilhamento ou morte da planta.

A lagarta-rosca é facilmente encontrada, por se abrigar no solo, em volta das plantas recém-atacadas, numa faixa lateral de 10 cm e numa profundidade em torno de 7 cm. As lagartas, quando tocadas, enrolam-se rapidamente, daí o nome lagarta-rosca. Uma larva chega a destruir de 4 a 6 plantas.

3 PRAGAS DA PARTE AÉREA

3.1 Lagarta-do-cartucho - *Spodoptera frugiperda* (Smit, 1797) - Lepidoptera: Noctuidae

A lagarta do cartucho, também conhecida por lagarta dos milharais, é considerada uma das principais pragas que atacam o milho. Os seus danos, em altas infestações, podem reduzir drasticamente a produção, em índices superiores a 30%. Os danos mais importantes verificam-se na fase inicial do desenvolvimento da cultura, nos 40 primeiros dias após a germinação. A partir desse período, as plantas tornam-se mais tolerantes, devido à alta taxa de crescimento que adquirem. É uma praga polífaga que, além do milho, ataca a cana-de-açúcar, sorgo, arroz, algodoeiro, trigo e capins.

O inseto adulto é uma mariposa com cerca de 35 mm de envergadura, com as asas anteriores de coloração pardo-escuro e as posteriores, branco-acinzentada. A postura é feita em massa, numa média de 150 ovos, de preferência na página superior das folhas, com um período de incubação de aproximadamente 3 dias. As lagartas recém-eclodidas passam a atacar as folhas centrais do milho, alimentando-se, inicialmente, dos tecidos verdes; começam geralmente pelas áreas mais suculentas das folhas, deixando apenas a epiderme membranosa, como se a folha tivesse sido raspada em vários pontos. À medida que as lagartas crescem, perfuram as folhas ou destroem-nas completamente ao se alimentarem, causando sérios danos à planta. Totalmente desenvolvidas, as lagartas medem cerca de 40 mm de comprimento, possuem coloração variável de pardo-escuro, verde, até quase preta. Possuem listras longitudinais, sendo três finas linhas branco-amareladas, na parte dorsal, e duas mais largas e escuras, nas laterais. Apresentam, na parte frontal da cabeça, de coloração escura, um "Y" invertido.

A duração do período larval é de cerca de 15 dias, transformando-se as larvas em crisálidas no solo, de onde emergem os adultos após cerca de 11 dias, no período mais quente do ano.

Devido ao canibalismo, é comum encontrar-se apenas uma lagarta por cartucho. A sua presença pode ser indicada pela quantidade de excrementos, ainda frescos, existentes no cartucho da planta, onde ela pode chegar a destruí-lo totalmente. É também comum o ataque na base da espiga, diretamente nos grãos leitosos. Os períodos muito secos favorecem o ataque dessa praga.

Quando se justificar o controle, deve-se dar preferência a inseticidas de baixa toxicidade e seletivos aos agentes naturais (predadores e parasitóides), reguladores da população da praga. Entre esses agentes naturais, o predador *Doru luteipes* (Dermaptera:Forficulidae), conhecido vulgarmente por tesourinha, por apresentar duas pinças características na ponta do abdômen, tem uma larga distribuição geográfica e vem contribuindo substancialmente para o controle

biológico da praga. A utilização do *Baculovirus* também tem sido uma alternativa biológica eficiente, econômica e segura, a exemplo do *Bacillus thuringiensis*, no controle da lagarta-do-cartucho. O CNPMS/EMBRAPA, desenvolveu uma formulação com *Baculovirus*, em pó molhável que tem apresentado resultados de controle comparáveis aos alcançados pelo método químico.

O ataque da lagarta-do-cartucho normalmente inicia-se em focos isolados que, se detectados, são controlados facilmente. Consegue-se alta eficiência de controle da praga quando as lagartas são combatidas em sua fase inicial de desenvolvimento e quando o jato com o inseticida é dirigido para o cartucho da planta. Pode ser usada a formulação granulada ou inseticidas veiculados em água, utilizando-se, neste caso, bico tipo leque, de menor ângulo de aspersão, para melhor direcionamento da calda para o cartucho da planta. Utilizando equipamento de barra, obtém-se maior eficiência, dispondo os bicos de tal forma que o leque aspergido forme um ângulo de aproximadamente 30° com a linha de plantio. A utilização de água de irrigação para veicular tais produtos é possível, porém, no caso específico do *Baculovirus*, a aplicação deverá ser feita em horário em que não haja grande radiação solar.

3.2 Curuquerê-dos-Capinzais - *Mocis latipes* (Guenée, 1852) - Lepidoptera: Noctuidae.

O dano causado por essa lagarta é facilmente reconhecido, já que, ao alimentar-se, ela destrói completamente a folha, deixando apenas a nervura central. As lagartas, quando completamente desenvolvidas, medem em torno de 40 mm de comprimento e são facilmente reconhecidas por se locomoverem como se estivessem medindo palmo. Apresentam dois pares de falsas pernas abdominais, possuem cabeça globosa, estriada longitudinalmente, e corpo com estrias longitudinais castanho-escuras, limitadas por estrias amarelas. Possuem período larval em torno de 20 dias, ao término do qual tecem casulos nas próprias folhas que atacam, transformando-se em pupas e permanecendo nesse estágio por um período de cerca de 10 dias. Os adultos são mariposas com cerca de 40 mm de envergadura e de coloração pardo-acinzentada. Os ovos são colocados nas folhas, e o período de incubação é de quatro dias. As lagartas alimentam-se, inicialmente, da epiderme da folha, a partir da borda para a nervura.

Normalmente, o ataque do curuquerê é ocasional na cultura do milho. É proveniente de lagartas que migram geralmente de pastagens e de gramíneas, em grandes populações, danificando a cultura, da periferia para o centro. Tão logo este ataque for evidenciado, deve-se fazer o controle, dando preferência a inseticidas que apresentem baixa toxicidade e seletividade aos inimigos naturais. Como medida cultural, deve-se deixar uma faixa no limpo, ao redor da lavoura, ou controlar a praga ao seu redor para impedir que a mesma entre na lavoura.

3.3 Broca da Cana-de-Açúcar - *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) -Lepidoptera: Pyralidae

Praga de grande importância para a cultura da cana-de-açúcar, tem sido verificada atacando o milho no Estado do Espírito Santo, principalmente em lavouras localizadas na região produtora de cana. A forma adulta dessa praga é uma pequena mariposa, de aproximadamente 20 mm de envergadura, com as asas anteriores de coloração amarelo-palha, com alguns desenhos pardacentos e as asas posteriores esbranquiçadas. A postura apresenta aspecto de escama: é realizada nas folhas da planta e, num intervalo de 4 a 9 dias, dá-se a emergência das lagartas. Estas alimentam-se, inicialmente, das folhas e, posteriormente, dirigem-se para a sua bainha, penetrando no colmo, onde fazem galerias ascendentes. Ao atingirem o completo desenvolvimento, em média aos 69 dias, medem cerca de 22 a 25 mm de comprimento e apresentam coloração amarelo-pálida e cabeça marrom. Fazem, então, uma câmara, alargando a própria galeria até à superfície do colmo, onde cortam uma seção circular, que fica presa com fios de seda e serragem, e transformam-se em pupas, permanecendo de 9 a 14 dias neste estado, quando emergem os adultos.

O dano mais importante causado por esta praga não é devido à penetração e à alimentação do inseto no interior do colmo, já que as plantas atacadas produzem normalmente, mas, sim, devido ao fato de a planta se tornar bastante susceptível à quebra pela ação do vento, ficando, então, a espiga em contato com o solo, o que poderá causar prejuízos ao favorecer a germinação dos grãos e o ataque de microorganismos.

Devido ao fato de a lagarta ficar protegida no interior do colmo, o controle químico tem apresentado baixa eficiência.

3.4 Pulgão-do-Milho - *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) - Homoptera: Aphididae

É um inseto de cerca de 1,5 mm de comprimento, de coloração verde-azulada, que vive em colônias sugando as folhas de milho, geralmente no interior do cartucho. Sobre suas dejeções desenvolve-se um fungo de coloração negra (fumagina) que, ao revestir o limbo foliar, prejudica a atividade fotossintética da planta e a torna facilmente percebida no campo. Dependendo do nível de infestação e da fase de desenvolvimento da planta, os seus danos podem impedir a abertura do pendão e o desenvolvimento da espiga. Geralmente, a sua ocorrência tem sido verificada em pequenas infestações, e os danos ocasionados à cultura do milho não têm sido significativos devido, geralmente, ao eficiente controle biológico natural que é exercido sobre a praga. Daí a importância, quando se justificar o controle, da escolha de produtos de baixa toxicidade e seletivos aos inimigos naturais.

No Estado do Espírito Santo, altas populações dessa praga foram

verificadas, no ano agrícola de 88/89, no município de Pedro Canário, onde cerca de 90% das plantas de uma lavoura de 42ha, sob um pivô central, apresentaram-se, na colheita, com vestígios de fumagina. Grande parte das plantas atacadas não apresentaram espigas e a maioria delas sequer chegou ao pendão. A produtividade na área foi 73% menor que as alcançadas em lavouras vizinhas não infestadas cultivadas em condições semelhantes. Outro caso de ataque severo de pulgão no Estado, foi verificado, no ano anterior, no município vizinho, Pinheiros, onde uma lavoura de 24ha teve cerca de 40% de suas plantas infestadas pela praga.

4 PRAGA DA ESPIGA

4.1 Lagarta-das-Espigas - *Heliothis zea* (Boddie, 1850) - Lepidoptera: Noctuidae

É uma praga importante na cultura do milho, pois, além de ocasionar dano direto nos grãos leitosos na ponta da espiga, o seu ataque favorece a entrada, na espiga, de microorganismos e umidade, que podem promover o apodrecimento dos grãos. Além disso, ao destruir os estigmas (cabelos das espigas), impede a fertilização do óvulo e, em consequência, surgirão falhas de grãos nas espigas.

O inseto adulto é uma mariposa de cerca de 40 mm de envergadura, com coloração amarelo-parda, com uma faixa transversal mais escura e manchas dispersas nas asas anteriores e coloração mais clara, com uma faixa nas bordas externas, nas asas posteriores. Cada fêmea coloca em torno de 1000 ovos, depositando somente um ou dois por planta, de preferência nos estigmas (cabelo) da flor feminina (boneca). Após 3 a 4 dias, dá-se a eclosão, e as lagartas passam a se alimentar imediatamente e, à medida que crescem, penetram no interior da espiga, destruindo, assim, os grãos em formação. As lagartas apresentam coloração variável, entre verde-claro, rosa-marrom ou quase preta, com listras longitudinais de duas ou três cores e, quando completamente desenvolvidas, atingem cerca de 35 mm de comprimento. O período larval é de 13 a 25 dias, findos os quais as lagartas deixam as espigas para empupar no solo e, após 10 a 15 dias, emergem os adultos.

Para que o controle dessa praga seja eficiente, o inseticida deve ser dirigido para as espigas, principalmente na parte onde se encontra o “cabelo”. Isso só é conseguido quando se usa pulverizador manual. Existe também a possibilidade da veiculação do inseticida via água de irrigação; porém, devido à dificuldade de se fazer um tratamento em uma lavoura já formada, aliada à possibilidade de haver resíduos nos grãos, não se tem feito o controle dessa praga. O controle biológico dessa praga através do predador *Doru luteipes* (tesourinha) e do parasitóide de ovos *Trichogramma* spp., tem sido considerado promissor.

Quando a cultura se destina à produção de grãos, os prejuízos ocasionados não são muito significativos. Para lavouras destinadas à exploração de milho

verde, uma boa prática, por ocasião da comercialização, é a eliminação da ponta da espiga, onde a praga geralmente está localizada.

5 Outras Pragas do Milho no Campo

Algumas espécies de insetos que têm o milho como hospedeiro podem atingir altas populações e ocasionar prejuízos a essa cultura, em condições ambientais favoráveis à sua ocorrência.

A literatura cita algumas espécies de tripes, as cigarrinhas-das-pastagens (*Deois flavopicta* (Stal., 1864), as cigarrinhas (*Peregrinus maidis* (Ashm., 1890) e *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) e outras, causando danos ao milho. Entretanto, algumas dessas espécies, apesar de presentes em lavouras de milho no Estado do Espírito Santo, não têm alcançado níveis de importância que justifiquem o seu controle, em lavouras de milho.

6 PRAGAS DO ARMAZENAMENTO

As pragas que atacam os grãos armazenados são as que mais prejuízos trazem ao milho, causando danos por toda parte onde se cultiva e armazena esse cereal. Das várias espécies que causam danos ao milho armazenado, as mais importantes são as traças-dos-cereais e os gorgulhos ou carunchos. Essas pragas apresentam infestações cruzadas, podendo infestar o milho no campo e no armazenamento. São responsáveis por severos prejuízos e, se não forem controladas, chegam a ocasionar a perda total do milho armazenado, quer pela perda de peso, quer pela perda do valor comercial, quer ainda pela perda do valor nutritivo do grão.

6.1 Traça-dos-Cereais - *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) - Lepidoptera: Gelechiidae

São mariposas de cerca de 15mm de envergadura e de 6 a 8mm de comprimento. Apresentam asas anteriores de coloração amarelo-palha e as posteriores mais claras. Ambas apresentam franjas, sendo as das asas posteriores maiores que as das anteriores.

As fêmeas colocam, em média, 21 ovos, aderidos à superfície dos grãos, preferencialmente nos fendidos. Após a eclosão dos ovos, as lagartas penetram nos grãos, alimentando-se do seu interior, completando seu desenvolvimento em cerca de 15 dias, quando atingem 6mm de comprimento. Possuem, inicialmente, coloração amarelada e, quando desenvolvidas, tornam-se esbranquiçadas, apresentando o tórax mais largo que o abdômen e mandíbulas de coloração castanho-escuro. Somente deixam o interior dos grãos quando atingem o estágio de adultos. O ciclo evolutivo é de 33 dias, em média. É uma praga de grande importância, que ataca os grãos armazenados na superfície, até uma profundidade de 10cm. Normalmente, é mais importante para o milho armazenado em espiga.

6.2 Gorgulhos - *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) - Coleoptera: Curculionidae

É a espécie que mais danos traz ao milho armazenado no Estado do Espírito Santo. Tem elevada capacidade reprodutiva, e a infestação inicia-se no campo, com os grãos ainda apresentando alto grau de umidade; antes da colheita, pode completar uma geração. É uma praga de profundidade, causa danos a um grande número de produtos armazenados e tanto as larvas quanto os adultos danificam os grãos.

O inseto adulto é um pequeno besouro de 3mm de comprimento, de coloração castanho-escuro, tendo a cabeça prolongada para a frente e possuindo um rostru recurvado, onde estão situadas as peças bucais. Apresenta o pronoto fortemente pontuado e os élitros densamente estriados. Suas larvas são de coloração amarelo-clara, com a cabeça mais escura, e as pupas são brancas. Cada fêmea coloca em média 282 ovos, e o período de incubação varia de 3 a 6 dias. As larvinhas, ao emergirem, penetram nos grãos, onde se alimentam, transformando-se, posteriormente, em pupa no seu interior. São cerca de 34 dias desde a postura do ovo até a emergência do adulto, que vive aproximadamente 142 dias. Estima-se que essa praga chega a completar de 8 a 10 gerações por ano.

6.3 Outras Pragas do Milho Armazenado

Aindam causam danos ao milho, no armazenamento, as traças *Plodia interpunctella* (Huebner, 1813), *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) e as espécies de besouros *Tenebroides mauritanicus* (Linné, 1758), *Laemophloeus minutus* (Olivier, 1791), *Oryzaephilus surinamensis* (Linné, 1758), *Tribolium castaneum* Herbst, 1797, *Tribolium confusum* Du Val, 1868 e *Cathartus quadricollis* Guérin, 1829. Essas espécies, normalmente, encontram-se nos depósitos junto com milho armazenado, mas os danos que causam não chegam a justificar o seu controle. São geralmente controladas quando se controla a traça-dos-cereais e, principalmente, o gorgulho do milho.

6.4 Controle das Pragas do Armazenamento

Geralmente, as pragas do armazenamento são controladas expurgando-se o milho armazenado em palha, a granel ou em sacaria com gases tóxicos, de alto poder inseticida, produzidos por produtos à base de brometo de metila e fosfeto de alumínio (fosfina). Essa prática deve ser feita em ambiente fechado (hermético) e torna-se mais simples quando as instalações facilitam a aplicação do inseticida diretamente no seu interior, como os silos e depósitos herméticos. Quando isso não ocorre, o uso de lona plástica apropriada é um método bom, e muito utilizado, para formar uma câmara de expurgo.

O expurgo só tem eficiência no ato da sua aplicação, não protegendo o milho de reinfestações, após a sua utilização. Assim, deve ser repetido periodicamente, tão logo for verificada a presença da praga. Para evitar ou retardar a reinfestação após o milho ter sido expurgado, aplicam-se, sobre a superfície externa do produto ensacado, inseticidas à base de pirimiphos-methyl e deltamethrin, que atuam como barreira à entrada dos insetos. Para o milho armazenado em espiga, depois de expurgado, a utilização do inseticida deltamethrin 2% polvilhado sobre a superfície a cada 30cm de camada de espigas, durante o carregamento do depósito, tem retardado significativamente a reinfestação da praga. Da mesma forma, para o milho armazenado a granel, a utilização de deltamethrin, dichlorvos, malathion e pirimiphos-methyl, têm dado bons resultados contra a reinfestação.

Outra prática importante e obrigatória é a desinfestação do ambiente das instalações com esses produtos, antes da entrada de novo material à ser armazenado, para eliminar possíveis fontes de infestação. A sua aplicação deve ser feita após a retirada dos resíduos da safra ou carga depositada anteriormente, dando atenção especial às reentrâncias do piso, cantos das paredes, rachaduras e outros locais que podem servir de esconderijos da praga. A termonebulização tem sido utilizada principalmente para desinfestação de instalações que apresentam estrutura dificilmente atingidas pelos demais métodos de aplicação (polvilhamento, pulverização, atomização e nebulização).

É importante atentar para o fato de que qualquer descuido, durante o armazenamento, devido ao alto potencial reprodutivo dessas pragas, pode, num curto espaço, pôr a perder todos os esforços e recursos utilizados na fase de produção do milho.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, R.P.L. Pragas do milho. In: **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba, SP: Fundação Cargill, 1980. p. 505-570.
- CRUZ, J.C.; MONTEIRO, J.de A.; SANTANA, D.P.; GARCIA, J.C.; BAHIA, F.G.F.T.de; SANS, L.M.A.; PEREIRA FILHO, I.A. Principais pragas e seu controle. In: EMBRAPA (Brasília, DF). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1993. p. 143-160.
- CRUZ, I.; WAQUIL, J.M.; SANTOS, J.P.; VIANA, P.A.; SALGADO, L.O. **Pragas da cultura do milho em condições de campo**. 2. ed. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1986. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 10).

- CRUZ, I.; WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; VALICENTE, F.H. Pragas: diagnóstico e controle. **Arquivo do Agrônomo**, POTAFOS, n. 2, p. 9-21, 1995.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO SUL. EMATER-RS (Porto Alegre, RS). Pragas. In: **Recomendações técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS, 1996. p. 94-101.
- 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.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola**, 2.ed. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 1988. 649p.
- MARTINS, D.dos S.; FERRÃO, R.G. Ataque severo de pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) na cultura de milho no Norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 18., 1990, Vitória, ES. **Resumos**. Vitória, ES:EMCAPA, 1990.p. 61.
- NAKANO, O; FORNAZIER, M.J. Primeiro guia brasileiro de pragas, doenças e plantas daninhas: pragas. **Agropecuária**, p.18-42, ago.1983.
- REIS, P.R.; SOUZA, J.C.de; SANTOS, J.P. dos. Pragas do milho e seu controle. **Informe Agropecuário**, v.6, n.72, p. 54-61, 1980.

TABELA 1 - Inseticidas registrados para o controle dos insetos-pragas da cultura do milho¹.

PRAGA	PRÍNCIPIO ATIVO	FORMULAÇÃO E CONCENTRAÇÃO (%)	DOSAGEM (Kg ou l/ha)	PERÍODO DE CARÊNCIA (dias)
Lagarta-rosca	carbaryl	PM 80	1,5	14
		PM 85	1,2	14
		G 5	20	14
		CE 40	2,8	14
		SC 30	3,3	14
		SC 36	2,8	14
		SC 48	2,1	14
		FW 48	2,2	14
		FW 50	2,2	14
		diazinon	G 14	10
	parathion methyl	CE 60	0,5	15
trichlorfon	CE 50	1	7	
demethon methyl	CE 18	0,5	21	
Lagarta-elasmio	carbaryl	P 50	2,3	14
	carbofuran	G 5	30	-
		SC 35	1,5	-
	methomyl	PM 50	0,3	3
	thiodicarb	SC 37,5	1,2	12
Lagarta-do-cartucho	<i>Bacillus thuringiensis</i>	PM 3,2	0,5	-
	carbaryl	P 7,5	18	14
	chlorpiriphos ethyl	CE 44,8	0,5	21
	deltamethrin	CE 2,5	0,15	1
	diazinon	P 2,5	20	14
		PM 40	1,2	14
		G 14	10	14
		CE 60	1	14
	fenitrothion	CE 50	1,3	14
	malathion	CE 50	1,5	7
		CE 90	0,9	7
	methomyl	P 1,5	19	14
		PM 50	0,3	3
		PS 90	0,4	3
	parathion ethyl	P 1,5	15	15
	parathion methyl	CE 60	0,5	15
	permethrin	CE 25	0,2	7
		CE 38,4	0,13	7
		CE 50	0,1	7
		UBV 5	1	7
	phenthoate	G 2	20	20
		CE 50	0,9	20
	phosphamidon	CE 50	0,6	12
		S 50	0,6	12
		S 75	0,45	12
		S 100	0,34	12
	tetrachlorvinphos	PM 50	1,2	10
	thiazophos	CE 40	1	21
	trichlorfon	PM 80	1,5	7
		PS 80	1	7
	CE 50	1	7	

... continua

PRAGA	PRÍNCIPIO ATIVO	FORMULAÇÃO E CONCENTRAÇÃO (%)	DOSAGEM (Kg ou l/ha)	PERÍODO DE CARÊNCIA (dias)	
Curuquerê-dos-capinzais	<i>Bacillus thuringiensis</i> carbaryl chlorpiriphos ethyl diazinon EPN malathion	PM 3,2	0,5	-	
		P 5	24	14	
		CE 44,8	0,5	21	
		PM 40	1,2	14	
		CE 60	1	14	
		CE 45	0,5	14	
		CE 60	1,3	7	
		CE 90	0,9	7	
		CE 100	0,8	7	
		UBV 91	0,8	7	
	methomyl	UBV 95	0,7	7	
		P 1	29	14	
		PM 50	0,3	3	
		parathion ethyl	P 1	20	15
		parathion methyl	P 1,5	20	15
		phosphamidon	CE 50	0,6	12
		S 50	0,6	12	
trichlorfon	S 75	0,45	12		
	S 100	0,34	12		
	P 2,5	16	7		
	CE 50	1	7		
	Pulgão	diazinon	P 5	10	14
malathion		CE 60	1	14	
		CE 60	1,3	7	
		CE 90	0,9	7	
		CE 100	0,8	7	
		UBV 91	0,8	7	
parathion ethyl		UBV 95	0,7	7	
		CE 5	3,7	15	
Broca da cana		diazinon	CE 60	0,5	15
		diazinon	PM 40	1,2	14
	CE 60		1	14	
Lagarta-da-espiga	carbaryl	PM 60	1,9	14	
		PM 40	1,2	14	
		CE 60	1	14	
	methomyl	P 2	14	14	
		PM 50	0,3	3	
	parathion ethyl	SC 21,5	1,7	14	
		CE 5	3,7	15	
		CE 60	0,5	15	
	trichorfon	PS 80	1	7	
CE 50		1	7		
Gorgulho ou Caruncho e traça-dos-cereais	deltamethrin	CE 2,5	14 a 20 ml*	15	
			53 a 80ml**	15	
	dichlorvos	P 2	0,5kg ***	7	
		CE 50	20 a 40 ml*	30	
		UBV 9	20 ml*	60	
		P 4	0,5 a 1kg*	60	
		pirimiphos-methyl	CE 50	8 a 16ml*	30
				50 ml**	30

* quantidade do produto por tonelada de grãos

** quantidade do produto por 100 m² de sacaria

*** quantidade do produto por tonelada de espigas

† Essa Tabela pode não estar completa e alguns produtos citados podem não estar mais no mercado.

TABELA 2 - Expurgo de grãos em sacos sob tendas plásticas.

INSETICIDAS	CONCENTRAÇÃO (%)	TEMPERATURA AMBIENTE	TEMPO DE EXPURGO	DOSAGEM
brometo de metila	98	até 25°C	1 dia (24 h)	35 g (20 cm ³)/m ³ de câmara
		acima de 25°C	1 dia (24 h)	30 g (18 cm ³)/m ³ de câmara
fosfeto de alumínio (pastilhas de 0,6 g)	56	de 8 a 12°C	5 dias (120 h)	1 pastilha/3 a 4 sacos 60 kg
		de 12 a 15°C	4 dias (96 h)	
		de 15 a 25°C	3 dias (72 h)	
		mais de 25°C	2 dias (48 h)	
fosfeto de alumínio (tabletes de 3,0 g)	71	de 8 a 12°C	5 dias (120 h)	1 tablete/15 a 20 sacos 60 kg
		de 12 a 15°C	4 dias (96 h)	
		de 15 a 25°C	3 dias (72 h)	
		mais de 25°C	2 dias (48 h)	

Obs. - No caso de se usar o fosfeto de alumínio, deve-se repetir o expurgo após

15 a 20 dias para perfeito controle da traça-dos-cereais, pois os ovos desse inseto são resistentes a fosfina

- Não expurgar com brometo de metila o mesmo lote de grãos mais do que três vezes, para evitar resíduos tóxicos de bromo.

- Não expurgar com brometo de metila grãos destinados a sementes, para não alterar o poder germinativo

- Para grãos com teor de umidade acima de 14% ou com mais de 3% de impurezas usar, no caso de fosfina, 3 g/15 sacos ou 0,6 g/3 sacos

- As tendas plásticas devem estar hermeticamente fechadas, nos pontos de contato do plástico com o chão, colocar "cobras-de-areia" para vedar a saída do gás

- Distribuir os tabletes ou comprimidos de fosfina o melhor possível entre os sacos, sobre as pilhas ou caixas, no piso, junto a sacaria nos quatro cantos da pilha, nunca deixa-los aglomerados em um só local.

- Após o tempo de expurgo, abrir a câmara e deixar as portas e janelas do armazem abertas, para melhor exaustão dos gases

TABELA 3 - Expurgo de grãos depositados a granel em silos.

INSETICIDAS	CONCENTRAÇÃO (%)	CARACTERÍSTICAS DOS SILOS	TEMPO DE EXPURGO	DOSAGEM
brometo de metila	98	com recirculação de ar	1-1,5 dias	30 g (18 cm ³)/m ³ de câmara
fosfeto de alumínio (pastilhas de 0,6 g)	56	qualquer tipo de silo	3-5 dias	5 a 6 pastilhas/t de grãos
fosfeto de alumínio (tabletes de 3,0 g)	71	qualquer tipo de silo	3-5 dias	1 a 1,5 tabletes/t de grãos

Obs. - Nos silos com recirculação de ar, o fumigante é aplicado na própria tubulação de recirculação, atingindo assim todo o produto ensilado. Depois do tempo de expurgo, o próprio sistema de circulação de ar faz a exaustão do gás

- A distribuição das pastilhas ou tabletes de fosfeto de alumínio é feita durante a operação de carregamento (a cada tonelada ensilada, coloca-se a dosagem recomendada), após o que se veda a entrada durante o tempo de expurgo

TABELA 4 - Expurgo de milho em espiga com palha depositada em paiol.

INSETICIDAS	CONCENTRAÇÃO (%)	TEMPO DE EXPURGO	DOSAGEM PARA CADA 2 M³ DE MILHO A SER TRATADO
fosfeto de alumínio (pastilhas de 0,6 g)	56	72 horas	5 pastilhas
fosfeto de alumínio (tablets de 3,0 g)	71	72 horas	1 tablete

Obs.: - Utilizar cobertura plástica para a operação de expurgo.

- Para proteção posterior e evitar reinfestação, recomenda-se polvilhar o milho armazenado com deltamethrin a 2% a cada camada de 25 a 30cm de altura.

DOENÇAS DO MILHO

José Aires Ventura

Pesquisador Ph.D., Fitopatologia - EMCAPA/SEDE

Ivan Carvalho Resende

Pesquisador, M.Sc., Fitopatologia - SEMENTES AGROCERES S.A.

1 INTRODUÇÃO

O milho era considerado como uma planta rústica, suportando bem as condições adversas de estresses e doenças, mas, recentemente, a importância de algumas doenças que ocorrem em determinadas regiões tem sido um fator limitante na produtividade da cultura (PEREIRA, 1995a). O aumento em importância, nos últimos anos, pode ser atribuído a várias causas que possam estar ocorrendo isoladamente ou em conjunto, destacando-se a introdução de novas doenças, as produções mais tecnificadas, a erosão de resistência nos trabalhos de melhoramento genético, as épocas de plantio com o aumento de inóculo no campo e o surgimento de novas raças dos patógenos (PEREIRA, 1996).

As doenças que ocorrem no milho dependem principalmente das variedades e/ou híbridos plantados, da região, das condições de cultivo e das épocas do ano, que favorecem ou não o seu aparecimento e severidade. As condições necessárias para o aparecimento das doenças são dependentes da interação entre três fatores: a **planta**, o **patógeno** e o **ambiente**.

O conhecimento do comportamento dos diferentes genótipos disponíveis comercialmente é muito importante para o direcionamento e recomendação dos materiais mais adaptados para as diferentes regiões. Os resultados das pesquisas têm mostrado um percentual elevado de híbridos e/ou cultivares com resistência às principais doenças (PEREIRA, 1995 a). Os programas de melhoramento genético das instituições públicas e privadas têm contribuído para obter plantas com produtividade e resistência aos patógenos. Essa resistência, associada às práticas culturais tem mantido as lavouras com um baixo índice de incidência e severidade de doenças. A cultura do milho no Espírito Santo não tem apresentado grandes problemas associados às doenças, salvo algumas exceções.

2 DOENÇAS DE SEMENTES E GRÃOS ARMAZENADOS

Os patógenos das sementes e grãos necessitam de umidade acima de 20% para o seu desenvolvimento e normalmente já vêm do campo, como, por exemplo, os fungos *Fusarium moniliforme*, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium graminearum*, *Cephalosporium acremonium*, *Diplodia maydis* e *Colletotrichum graminicola*. Os fungos de armazenamento geralmente desenvolvem-se com umidade superior a 18%, sendo os mais importantes os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* (PINTO, 1996; RIBEIRO, 1996).

Normalmente os conídios desses fungos são disseminados durante a

colheita, a secagem, o beneficiamento e o armazenamento em silos aerados. Sempre que a umidade e a temperatura forem favoráveis, ocorre a infecção e o apodrecimento dos grãos. Espécies do gênero *Aspergillus* podem-se desenvolver com umidade acima de 13,1%, e os do gênero *Penicillium*, acima de 16% (PINTO, 1996).

A infecção dos grãos causa a sua descoloração, a degradação de proteínas e carboidratos, além de produzir odores desagradáveis. Algumas espécies como *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. ochraceus* e *Fusarium* spp., durante o beneficiamento e armazenamento, são ativas na biossíntese de micotoxinas, principalmente as aflatoxinas (B1, B2, G1 e G2), ochratoxinas e moniliforminas (PINTO, 1996).

A dieta alimentar de pessoas e animais, composta de grãos de milho contendo micotoxinas, causa danos irreversíveis à saúde, destacando-se intoxicações agudas e crônicas.

Para o controle desses fungos, é importante evitar danos mecânicos durante o processo de colheita, secagem, beneficiamento e transporte dos grãos e fazer o armazenamento em baixa umidade (inferior ao requerido para o desenvolvimento dos fungos), mantendo a temperatura também baixa.

O controle inicial dos fungos de armazenamento consiste em secar o milho abaixo da umidade favorável ao seu desenvolvimento normalmente 13% (PINTO, 1996). Em alguns casos, são usados produtos químicos. O ácido propiônico tem sido usado como fungicida em grãos de milho, aumentando o tempo necessário para completar a secagem a baixas temperaturas. O uso desse tratamento no milho traz, no entanto, problemas associados à eficiência alimentar em bovinos, à não disponibilidade imediata do produto para o consumo humano e ao fato de ser corrosivo aos silos e equipamentos de transporte (PINTO, 1996). A amônia é outro composto que também tem sido testado na proteção de grãos de milho, com bons resultados no controle de fungos de armazenamento, podendo, no entanto, causar a descoloração dos grãos e produzir um odor residual característico (PINTO, 1996).

A aplicação de fungicidas imediatamente após a colheita pode ser eficiente na proteção dos grãos durante a secagem, impedindo que ocorra a infecção. Os fungicidas difeconazole, thiran, fludioximil, captan, iprodione, benomil e thiabendazole têm sido avaliados no tratamento de grãos de milho destinados ao consumo, e, desses fungicidas, para o Brasil, apenas o thiabendazole está registrado no Ministério da Agricultura e Abastecimento (PINTO, 1996; RIBEIRO, 1996).

No caso de sementes, a infecção por patógenos pode causar a morte do embrião antes mesmo de germinar ou durante o processo de germinação, afetar a radícula e/ou caulículo, matando a plântula (REIS ; CASA, 1996).

Algumas das podridões radiculares no início de desenvolvimento da plântula podem estar presentes no solo, sendo a sua incidência e severidade

associadas às condições do solo (umidade alta com má drenagem e alta temperatura) e à seqüência de espécies vegetais cultivadas na área (monocultura ou rotação). Não existe uma diferenciação entre a podridão de sementes ou morte de plântulas e as podridões radiculares. O fungo *Pythium* sp. é o mais freqüente, seguido de *Fusarium graminearum*, *Rhizoctonia* sp. e *Pyrenochaeta terrestris* (REIS & CASA, 1996). Os sintomas das infecções radiculares caracterizam-se pelo aparecimento de lesões pardo-amarelas nas raízes primárias e secundárias, que posteriormente se tornam escuras e necrosadas. Na parte aérea, freqüentemente ocorre murcha e subdesenvolvimento da planta (REIS & CASA, 1996).

O captan é o fungicida mais utilizado no tratamento de sementes de milho, apesar de não apresentar todas as características de um fungicida ideal. Existe a preocupação das firmas produtoras de sementes em desenvolver pesquisas com produtos alternativos e que apresentem viabilidade de uso (PEREIRA, 1995b). As misturas de thiabendozole + metalaxyl e metalaxyl + mancozeb, nas doses de 150 + 50 ppm e 100 + 800 ppm, respectivamente, apresentaram experimentalmente os melhores resultados no controle de diferentes patógenos em sementes (PEREIRA, 1995b).

3 MANCHAS FOLIARES

3.1 Helmintosporioses

São descritas, na cultura do milho, três doenças semelhantes: helmintosporiose comum, helmintosporiose maidis e a helmintosporiose carbonum, que afetam a área foliar e predispõem as plantas ao ataque das podridões do colmo (REIS & CASA, 1996), aumentando o índice de quebraimento e/ou acamamento das plantas.

3.1.1 Helmintosporiose comum

É a mais importante e de ocorrência generalizada, com os sintomas iniciais caracterizados por pequenas lesões de forma oval e aquosa, evoluindo para lesões de cor cinza, às vezes pardas e de comprimento variando de 2,5 até 15 cm, desenvolvidas, principalmente, nas folhas inferiores (FEPAGRO, 1996; REIS & CASA, 1996). As espigas não são afetadas; no entanto, em alguns casos de elevada severidade, podem aparecer lesões nas palhas externas.

O agente causal da doença é o fungo *Exserohium turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs. (sin. = *Helminthosporium turcicum*; *Bipolaris turcica*; *Drechslera turcica*), que tem como forma teleomórfica *Trichometasphaeria turcica* (Luttrell) Leonard & Suggs. (sin. = *Setosphaeria turcica*), a qual ocorre raramente na natureza. O fungo sobrevive em restos culturais infectados, não só de milho, mas também de outras gramíneas como sorgo e capim sudão, através de micélio dormente e dos conídios que podem se transformar em clamidosporos. Os

conídios de cor oliva-cinza, fusiformes, ligeiramente curvos, com 3 a 8 septos, medem 20 x 105 µm, com hilo proeminente e germinação por tubos polares; são produzidos abundantemente nas lesões foliares e podem ser facilmente transportados pelo vento (REIS & CASA, 1996).

A doença, que pode ser causada pelas raças 0, 1, 23 e 23 N, é favorecida por temperaturas entre 17°C e 27°C, com molhamento foliar (orvalho) por longo tempo. Quando a doença ocorre antes do estágio de embonecamento, as perdas podem chegar a até 50% no rendimento em grãos, enquanto que, ocorrendo em estádios posteriores, as perdas, são mínimas.

O milho pipoca normalmente apresenta maior suscetibilidade ao fungo *E. turcicum*, que pode causar sérias epidemias sob condições climáticas favoráveis (FANTIN, et al., 1991).

O controle da doença tem sido obtido através do melhoramento genético e da rotação de culturas.

Nesta doença, para as condições brasileiras, tem-se verificado uma maior severidade em função da altitude das áreas plantadas, ou seja, acima de 700m. Uma explicação para este fato parece ser devido a microclimas mais favoráveis para a doença nessas condições.

3.1.2 Helminthosporiose maidis

A doença ocorre no Brasil em diferentes regiões, tendo sido amplamente estudada após 1970, quando ocorreram grandes epidemias, devido ao uso de linhas macho estéril com citoplasma "T", usado no melhoramento por facilitar a produção de sementes e evitar o despendoamento (REIS & CASA, 1996).

Os sintomas da doença são lesões alongadas entre as nervuras, que variam com a linhagem de milho e com a raça do patógeno. São conhecidas duas raças: a "O" (de Old) e a "T" (de Texas). Os sintomas da raça "O" são caracterizados por lesões foliares rombóides, que, com a idade, crescem, lesionando toda a folha. Infecta com a mesma severidade tanto os genótipos com citoplasma "T" como o normal e raramente infecta as espigas (FEPAGRO, 1996). A raça "T" é bastante agressiva nos genótipos com citoplasma "T", podendo infectar brácteas e bainhas, o que não é observado na raça "O".

O agente etiológico dessa doença é o fungo *Bipolaris maydis* (Nisik.) Shoemaker (Sin.: *Helminthosporium maydis*; *Drechslera maydis*), sendo a forma teleomórfica *Cochliobolus heterostrophus* (Drechs.) Drechs. (Sin.: *Ophiobolus maydis*), de ocorrência rara na natureza (REIS & CASA, 1996). Os conidioforos são longos e curvados, medem de 120 - 170 µm e são produzidos através dos estômatos. Os conídios, também curvos e de cor verde oliva, têm de 3 a 13 septos com 10 - 17µm X 30 - 115 µm, diminuindo de diâmetro em direção ao ápice (REIS & CASA, 1996).

O fungo é disseminado pelo vento e respingos da chuva, podendo sobreviver na forma de micélio e dos próprios esporos nos restos culturais. A

raça “T” pode sobreviver em sementes infectadas, sendo um dos meios de transportes a longas distâncias e para regiões onde ainda não ocorre a doença.

O fungo pode infectar outros hospedeiros como o sorgo e teosinto, tendo como condições favoráveis temperaturas de 20 - 32 °C.

3.1.3 Helminthosporiose carbonum

A doença causa lesões foliares necróticas medindo 1,2 X 2,5 cm, com formato circular e oval de cor palha, aparecendo geralmente anéis concêntricos. O fungo pode também infectar as espigas, ocorrendo uma massa micelial negra e feltrosa sobre os grãos (FEPAGRO, 1996; REIS & CASA, 1996).

O patógeno, que tem três raças fisiológicas (1, 2 e 3), é o fungo *Bipolaris zeicola* (Stout) Schoemaker (sin = *Helminthosporium carbonum*), com a forma telomórfica em *Cochliobolus carbonum* Nelson. Os conídios são ligeiramente curvados, tendo as extremidades arredondadas e com 2 a 12 septos, medindo de 7 - 8 µm X 25 - 100 µm (REIS & CASA, 1996).

3.2 Mancha de Feosferia, Mancha Branca ou Mancha foliar

Essa doença passou a ser considerada importante, principalmente na região Centro-Oeste, após 1980, mas sempre vinha ocorrendo em plantas, após a maturação fisiológica. Evolui rapidamente e, em apenas alguns dias, as plantas doentes têm aparência de queima foliar muito intensa, o que mostra um potencial destrutivo na redução da área fotossintética (BALMER & PEREIRA, 1987; PEREIRA, 1995; REIS & CASA, 1996). Hoje, essa doença é considerada de grande importância econômica em todas as regiões produtoras de milho do país.

Os sintomas são lesões que, na fase inicial, são verde-claras ou cloróticas, arredondadas, com 0,5 a 1,5 cm de diâmetro, e, posteriormente, de cor palha-claro e com as bordas bem definidas de cor marrom-escura.

A alta umidade relativa do ar e temperatura entre 18 e 27 °C favorecem a evolução da doença, que aparece inicialmente nas folhas basais, progredindo rapidamente para as folhas mais novas à medida que a planta se desenvolve, podendo ficar com a área foliar completamente destruída pela coalescência das lesões. Os sintomas podem ser confundidos com a fitotoxicidade de herbicidas como o paraquate (FEPAGRO, 1996; REIS & CASA, 1996). Nos últimos anos, a doença tem ocorrido em plantas jovens, e as perdas passaram a ser importantes, podendo, em casos severos, causar a seca prematura das plantas (BALMER & PEREIRA, 1987).

A causa da mancha-branca tem sido atribuída ao fungo *Phaeosphaeria maydis* (P. Henn) Rane, Payak & Renfro (Sin: *Sphaerulina maydis* P. Henn), que produz peritécios esféricos subgloboso com ostíolos papilados, visíveis como pequenos pontos negros no centro das lesões (REIS & CASA, 1996). Na

fase anamórfica, ocorre o fungo *Phyllosticta* sp., mas os picnídios são raramente formados. No entanto, pela dificuldade de realizar os testes de patogenicidade, a etiologia da doença está sendo revista, havendo alguns pesquisadores que a associam à presença de uma bactéria (REIS & CASA, 1996).

É possível que o patógeno sobreviva em sementes e, na fase saprofítica, em restos culturais de plantas infectadas, desconhecendo-se ainda outros hospedeiros do patógeno no Brasil (REIS & CASA, 1996).

3.3 Ferrugens

No milho, são conhecidas três ferrugens: a comum (*Puccinia sorghi*), a polissora (*Puccinia polysora*) e a tropical (*Physopella zaeae*), cuja importância econômica está intimamente relacionada à natureza genética do hospedeiro e às condições climáticas.

3.3.1 Ferrugem Comum

É a mais freqüente e de distribuição generalizada, embora ocorra com maior incidência na região Sul do Brasil, principalmente nas cultivares de milho doce. No Sudeste e Centro-Oeste ocorre principalmente nos plantios do cedo, de julho a setembro, em condições de pivot-central, e com maior severidade em altitudes acima de 700m.

Os sintomas são lesões com pústulas pulverulentas de cor parda, freqüentes nas folhas, mas que também podem aparecer em outros órgãos da planta. Nas folhas, as pústulas são formadas nas duas faces das folhas com forma circular e alongada. Com a idade, as pústulas tornam-se escuras, devido à formação de teliosporos (REIS & CASA, 1996).

A doença é causada pelo fungo *Puccinia sorghi* Schw., com uredosporos esféricos a elipsóides, que são facilmente dispersos pelo vento e pela chuva, infectando novas folhas no mesmo ciclo de cultivo. Plantas do gênero *Oxalis* (azedinha) podem ser infectadas (embora raramente), pelos basidiosporos, que não são infectivos para o milho, constituindo-se em hospedeiro alternativo do patógeno (REIS & CASA, 1996). Os uredosporos podem sobreviver em plantas voluntárias ou no milho safrinha, servindo de inóculo primário para a próxima safra.

A temperatura favorável para o desenvolvimento da doença está na faixa de 17 a 25°C, não ocorrendo esporulação acima de 32°C. A umidade relativa do ar abaixo de 97% também é limitante para a germinação dos uredosporos. A doença tem, além do clima, a sua importância intimamente relacionada à natureza genética dos genótipos plantados e, como o fungo tem grande variabilidade (muitas raças), o uso da resistência horizontal é recomendado no melhoramento genético (BALMER & PEREIRA, 1987).

3.3.2 Ferrugem Polissora

É a ferrugem de maior importância para o milho, principalmente na região Central do Brasil, ocorrendo raramente no Sul e, principalmente, nos plantios tardios. É uma doença bastante destrutiva, podendo ocasionar grandes perdas quando as plantas não apresentam resistência, e, às vezes, perda total da lavoura, quando a doença começa antes do florescimento.

Os sintomas são pústulas pequenas, circulares, medindo de 0,2 a 2,0mm, de cor laranja a vermelha nas folhas e em outros órgãos verdes da planta, sendo mais frequentes na face superior das folhas (REIS & CASA, 1996). Dependendo da suscetibilidade do genótipo, pústulas desta ferrugem podem ser observadas também na bainha das folhas, nas brácteas da espiga, bem como em todo o pendão.

O agente causal é o fungo *Puccinia polysora* Underw. com uredosporos amarelos a dourados, elipsóides a obovóides, medindo de 20-29 μm x 29-40 μm , com as paredes esparsamente equinuladas. Os teliosporos, quando presentes (são raros na natureza), têm cor marrom-castanha, são lisos, angulares, de forma elipsóide ou oblonga, bicelulares, com ambas as extremidades arredondadas (REIS & CASA, 1996).

A doença é favorecida por temperatura alta (27°C) e alta umidade relativa do ar, razão pela qual é mais freqüente nas regiões com baixa altitude (<700m) e em plantios a partir de novembro. São conhecidas doze raças fisiológicas do patógeno, que, além do milho, pode infectar também *Erianthus alopecuroides*, *Tripsacum dactyloides*, *T. lanceolatum*, *T. laxum* e *T. pilosum* (FEPAGRO, 1996; REIS & CASA, 1996).

3.3.3 Ferrugem Tropical

Essa doença, também conhecida por ferrugem branca, foi constatada inicialmente nos Estados do Espírito Santo e de São Paulo (FIGUEIREDO et al., 1985; LIBERATO et al., 1996) e tem aumentado de importância nos últimos anos, principalmente nas Regiões Sudeste e Central do Brasil (REIS & CASA, 1996).

Os sintomas são pústulas que variam quanto à forma, de circulares a ovais, ocorrendo em pequenos grupos paralelamente às nervuras das folhas, medindo de 0,3 a 1,0 mm de comprimento, sendo cobertas pela epiderme e tendo uma fenda central. Normalmente são de cor amarela a castanha, passando, com a idade, para púrpura-escuro, ficando com o centro de cor clara. Os teliosporos são de cor pardo-escuro e negra, formados em grupos dispersos ao redor da urédia (FEPAGRO, 1996; FIGUEIREDO & HENNEN, 1995; REIS & CASA, 1996).

O agente causal é o fungo *Physopella zae* (Mains) Cummins & Ramachar

(Sin.: *Angiospora zae* Mains), que possui uredosporos sésseis elipsóides ou obovóides, medindo de 15-22µm x 22 x 33 µm, de paredes hialinas e ligeiramente equinuladas. Os teliosporos sésseis são cilíndricos oblongos e angulares, unicelulares, de cor escura, ocorrendo em cadeias de dois ou três (FIGUEIREDO & HENNEN, 1995; REIS & CASA, 1996).

O fungo tem uma grande capacidade de disseminação e alta agressividade, existindo ainda poucas cultivares com resistência ao patógeno. Esse fato preocupa, principalmente em plantios contínuos de grandes áreas com cultivares suscetíveis (PEREIRA, 1995). Hoje no Brasil, áreas destinadas para o plantio escalonado de milho verde, têm sofrido grandes perdas devido à doença, tanto em baixas como em altas altitudes.

4 CARVÕES

4.1 Carvão comum

É uma doença de ocorrência em todas as regiões onde o milho é cultivado. As perdas causadas por essa doença dependem do número, tamanho e localização das galhas, bem como da idade das plantas quando ocorre a infecção. Geralmente as maiores perdas resultam da infecção do meristema apical das plântulas, que morrem (REIS & CASA, 1996).

Os sintomas mais característicos são o desenvolvimento de galhas (tecidos hipertrofiados e hiperplásticos), principalmente nas espigas, e, ocasionalmente, em outros órgãos da planta. As galhas, inicialmente esbranquiçadas, formam-se a partir da infecção dos tecidos meristemáticos, que posteriormente, com a evolução da doença, se rompem e liberam uma grande massa pulverulenta de esporos pretos (teliosporos), que são a principal fonte do inóculo.

O agente causal é o fungo *Ustilago maydis* (DC) Cda. (Sin.: *Ustilago zae*). Os teliosporos, também chamados de clamidosporos, infectam as plantas através de estômatos, diretamente pelas células meristemáticas ou através de ferimentos na planta, causados por insetos ou danos mecânicos resultantes das práticas culturais ou por granizo (REIS & CASA, 1996).

A doença é favorecida pelo clima seco e temperatura entre 26 a 34°C, tendo ainda importância na incidência, quando as plantas são cultivadas em solos com níveis elevados de N, K e matéria orgânica. A fertilização fosfatada (PO₃ e PO₄) reduz a incidência da doença (REIS & CASA, 1996).

4.2 Carvão do Pendão

A doença, também conhecida por carvão do topo, ocorre principalmente na Região Sul do Brasil, onde as condições climáticas são favoráveis.

Os sintomas são mais evidentes durante o estágio de pendramento e

formação das espigas, que podem ser totalmente ou parcialmente transformadas em galhas que, com o tempo, se rompem e liberam os teliosporos. Geralmente as plantas infectadas são menores, ocorrendo também a esterilidade e a filodia do pendão (REIS & CASA, 1996).

O agente causal é o fungo *Sphacelotheca reiliana* (Kühn) Clint. (Sin.: *Sorosporium reilianum*; *Ustilago reiliana*; *Sporisorium holer-sorghii*), com teliosporos de cor vermelho-parda a negra. A infecção das plantas ocorre na fase de plântula, desenvolvendo-se o micélio sistemicamente e invadindo os tecidos florais quando ainda não estão diferenciados. A doença é favorecida pela baixa umidade do solo (15 a 25% peso/peso) e com temperatura entre 21 a 28°C. A aplicação de uréia, sulfato de amônio, superfosfato triplo e nitrato de cálcio diminuem a incidência da doença (REIS & CASA, 1996).

Como os teliosporos do fungo sobrevivem no solo por muitos anos, a rotação de culturas tem pouco efeito no controle da doença, que tem ainda como hospedeiros o sorgo e o capim sudão (REIS & CASA, 1996).

4.3 Falso Carvão do Pendão

É uma doença de ocorrência rara, e praticamente sem importância econômica, favorecida pela alta umidade relativa do ar. O fungo *Ustilaginoidea virens* (Cke) Tak. infecta o pendão onde as estruturas do patógeno substituem as flores. Ao contrário do carvão comum e do carvão do pendão, que produzem teliosporos nas galhas, o falso carvão produz escleródios e conídios (FEPAGRO, 1996; SHURTLEFF, 1980).

5 MÍLDIO

A doença, também conhecida por Mildio do Sorgo, pode infectar a planta em três fases: a) fase sistêmica, em plântulas; b) fase não sistêmica, durante o crescimento das plantas e c) fase sistêmica em plantas adultas. A infecção inicial das plântulas normalmente ocorre pelos oosporos que sobrevivem no solo por vários anos e que causam a redução do crescimento, clorose e até a morte das plântulas. Ocasionalmente ocorrem estrias brancas nas folhas e formação anormal de grãos nas espigas. A esporulação do fungo aparece como uma camada pulverulenta branca (conídios e conidióforos), na face inferior das folhas. Pode ocorrer a filodia do pendão, e as sementes produzidas por plantas sistemicamente infectadas poderiam também transportar o fungo, mas desconhece-se, no entanto, a importância da transmissão via semente.

A doença é causada pelo fungo *Peronosclerospora sorghi* (Weston & Uppal) C.G.Shaw (Sin.: *Sclerospora sorghi*; *S. graminicola* var. *andropogonis* - *sorghii*). Os esporos produzidos nas folhas são transportados pelo vento e constituem-se no inóculo que pode também provocar infecção sistêmica nas

fases juvenis das plantas (até quatro semanas de idade). A esporulação ocorre com temperatura de 17-29°C, tendo como ótimo 24-26°C, e, para germinação dos esporos, 21-25°C, com molhamento foliar; estes, no entanto, têm um período de viabilidade relativamente curto de 3-4 horas (REIS & CASA, 1996).

São descritas três raças fisiológicas do patógeno (1, 2 e 3), duas das quais são relatadas no Brasil (1 e uma nova raça denominada de 4), tendo vários hospedeiros conhecidos nos gêneros *Zea*, *Heteropogon*, *Panicum* e ainda o sorgo, sorgo-de-vassoura, e capim massambará (REIS & CASA, 1996).

6 PODRIDÕES DO COLMO E RAÍZES

São doenças muito importantes para a cultura do milho e ocorrem praticamente em todas as lavouras. Os sintomas são a quebra da base do colmo e o acamamento das plantas, resultando em um fraco enchimento das espigas. Em alguns casos, ocorre a murcha e a morte prematura das plantas doentes.

Entre os patógenos envolvidos com a podridão do colmo, estão fungos e bactérias, que são responsáveis pela degradação da medula; essa podridão é, geralmente, considerada doença de final de ciclo, uma vez que a senescência da planta aumenta a suscetibilidade aos patógenos. As plantas também podem ficar mais predispostas à infecção quando existe o desbalanceamento de alguns fertilizantes como, por exemplo, o excesso de Nitrogênio em relação ao Potássio (ZAMBOLIM & VENTURA, 1993).

A alta incidência de manchas foliares e danos causados pelo granizo e por insetos, geralmente reduzem a fotossíntese e predispõem as plantas às podridões do colmo. Por outro lado, estas são reduzidas em sistema de cultivo mínimo e com a maior conservação da água do solo, devido a um menor estresse hídrico da planta (REIS & CASA, 1996).

Vários patógenos estão envolvidos com as podridões do colmo e raízes, destacando-se os seguintes: Podridão de Giberela (*Gibberella zeae* (Schw.) Petch, anamorfo: *Fusarium graminearum* (Schw)), Podridão de Diplodia (*Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. [Sin.: *Stenocarpella maydis*]), Podridão de Fusarium (*Fusarium moniliforme* Scheld e *Fusarium subglutinans* (Wr & Reink.) Nelson, Toussorn & Marasas) e Podridão de Colletotrichum (*Colletotrichum graminicola* (CES.) G.W. Wils).

As principais diferenças sintomatológicas entre estas podridões são que, na podridão de Giberela e de Fusarium, ocorrem podridões rosadas no interior do colmo, havendo, na primeira, a formação de crostas pretas (peritécios) na superfície dos tecidos infectados, dispostas em grupos, principalmente próximo aos nós, enquanto na podridão de Fusarium há a formação de conídios com ausência dos peritécios; já, na podridão de Diplodia, ocorre uma podridão parda com a presença de picnidios (pontuações) subepidêrmicos, pardo-negros,

embebidos nos tecidos da base do colmo (REIS & CASA, 1996). Estas podridões tornam-se mais severas à medida que as plantas avançam seu estado fisiológico de amadurecimento, ao passo que, na podridão de *Colletotrichum*, o fungo pode ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento da planta, podendo ser observada morte prematura de plantas, até mesmo antes da polinização. Sintomas desta podridão podem ser vistos na casca do colmo, como lesões estreitas e longitudinais, de coloração parda a avermelhada no início e, depois, castanho-escura a preta, podendo afetar, além da casca, alguns internódios internamente, bem como toda a medula do colmo, onde acérvulos com esporos do fungo podem ser encontrados.

7 PODRIDÕES DAS ESPIGAS

Estas podridões também ocorrem em todas as regiões produtoras de milho, podendo, em casos isolados, ter importância econômica. Podem causar perdas elevadas, principalmente em períodos de chuva excessiva durante a floração e a colheita. Plantas com espigas bem empalhadas e que se dobram para baixo, na maturação, geralmente apresentam menor incidência da doença. As principais podridões das espigas são:

a) **Podridão Branca da Espiga** (*Diplodia maydis*): caracterizada pela infecção que se inicia na base da espiga e pela descoloração das brácteas que ficam firmemente aderidas entre si. Nos casos de infecção após a polinização, toda a espiga apodrece, ficando com uma coloração pardo-cinza a esbranquiçada devido à presença do micélio do fungo, podendo-se ver picnídios pretos sobre a palha, brácteas florais, sabugo e grãos.

b) **Podridão da Base da Espiga** (*Fusarium moniliforme* e *F. subglutinans*): está, na maioria dos casos, associada a injúrias mecânicas ou de insetos, e o patógeno infecta os grãos isoladamente ou em grupos. Os grãos apresentam uma alteração da cor, que pode variar do rosado ao castanho, tornando-se opacos. Ocorre o crescimento de micélio de cor branca ou rosada.

c) **Podridão Rosada da Ponta da Espiga** (*Giberella zeae*): manifesta-se por uma podridão que começa pela ponta da espiga e progride em direção à base. Os grãos doentes ficam com uma cor rosada devido às estruturas do fungo. Pode ocorrer a formação de peritécios de cor escura. Genótipos com palha solta e aberta favorecem a infecção, principalmente quando ocorrem condições de alta umidade durante a fase de floração.

8 BACTERIOSES

Duas bactérias têm sido relatadas como responsáveis por causar doenças no milho: *Erwinia stewartii* (Smith) Dye, causadora da Murcha Bacteriana e a *Pseudomonas alboprecipitans* Rosen., responsável pela Mancha Bacteriana da

Folha. Na primeira, ocorre uma murcha rápida da planta, observando-se, nas folhas, lesões verde-claras alongadas e dispostas no sentido longitudinal, que se necrosam com o tempo, adquirindo uma coloração marrom. Na Mancha Bacteriana da Folha, ocorrem lesões que variam de pequenos pontos a estrias longas, inicialmente verde-claras, de aspecto encharcado, tornando-se posteriormente marrons cor de palha, podendo coalescer, dando um aspecto de queimado às folhas (FEPAGRO, 1996).

9 ENFEZAMENTO (PÁLIDO E VERMELHO)

A doença, conhecida também por “corn stunt”, é associada a um espiroplasma do gênero *Spiroplasma* e apresenta sintomas iniciais de clorose das margens das folhas, com posterior avermelhamento das mais velhas. Manchas cloróticas também se formam na base das folhas mais jovens, coalescendo e dando origem a estrias que se estendem até à ponta. As plantas infectadas são anãs e produzem espigas pequenas (REIS & CASA, 1996). Além do espiroplasma, conhecido como enfezamento pálido, a doença pode ser causada por fitoplasmas, microorganismos do gênero *Phytoplasma*, e é conhecida como enfezamento vermelho, cujos sintomas são bastante semelhantes aos apresentados pelo enfezamento pálido, diferindo deste, no início, por apresentar uma clorose menos acentuada. Outra característica é o encurtamento dos internódios superiores da planta, que é mais marcante no enfezamento pálido. Nas plantas infectadas na fase jovem, geralmente não há formação de grãos, ao passo que plantas infectadas tardiamente, após o florescimento, apresentam deficiência no enchimento dos grãos.

Os patógenos são transmitidos por várias espécies de cigarrinhas destacando-se, como mais eficientes na transmissão, as espécies *Dalbulus maidis* e *D. elimatus*.

A doença é potencialmente importante, principalmente para os plantios de safrinha, onde se deve ter o cuidado de usar genótipos resistentes. Vale destacar que hoje mais de 50% dos híbridos disponíveis no mercado têm resistência à doença.

9 VÍRUS

Três viroses têm sido relatadas como importantes para a cultura do milho:

a) **Mosaico Comum** - causado por uma estirpe do mosaico da cana-de-açúcar (VMCA), é transmitido mecanicamente pelo pulgão do milho *Rhopalosiphum maidis*. Os sintomas variam de manchas cloróticas, nas folhas novas, a mosaico severo, nas mais velhas.

b) **Risca do Milho** - O vírus apresenta partículas esféricas com cerca de

25 nm de diâmetro e tem como principal vetor a cigarrinha *Dalbulus maidis* (FEPAGRO, 1996). Os sintomas são pontos e linhas cloróticas ao longo das nervuras. A ocorrência de plantas com sintomas causados pelo vírus da risca é maior em plantios tardios, que facilitam a presença dos vetores.

c) **Faixa Clorótica das Nervuras** - Causada por um rhabdovírus (MMV) com partículas de 250-300 nm de comprimento e 60-70 nm de largura. As plantas infectadas apresentam faixas cloróticas ao longo das nervuras das folhas.

A incidência das viroses na cultura do milho poderá ser aumentada principalmente onde se planta o milho safrinha, que possibilita manter a cultura praticamente durante todo o ano, favorecendo a sobrevivência dos insetos vetores e do inóculo na área. É importante a recomendação de genótipos resistentes, já disponíveis no mercado.

10 MEDIDAS DE CONTROLE

Ainda existem limitações no conhecimento fitossanitário da cultura do milho no Brasil. No entanto estudos importantes têm sido direcionados para o melhoramento genético, dispondo-se hoje de conhecimento do comportamento de híbridos e variedades associados às diferentes regiões do país e épocas de plantio, o que é de fundamental importância no controle das principais doenças da cultura.

Em uma avaliação recente (PEREIRA, 1995), foi demonstrado o comportamento de híbridos comerciais em relação às principais doenças, e o percentual de genótipos com resistência foi bastante elevado. O cultivo em extensas áreas, com materiais suscetíveis, proporciona o aumento da concentração de inóculo, podendo comprometer os genótipos com comportamento intermediário.

Por essas razões, o uso de genótipos resistentes é o método mais fácil e econômico para o controle das doenças do milho. Os híbridos e variedades recomendados para o Espírito Santo têm apresentado um bom comportamento perante a maioria das doenças.

No milho pipoca, que normalmente apresenta maior suscetibilidade às doenças do que o milho comum, os genótipos IAC Guarani, IAC 64 e IAC 8 mostraram-se promissores, tendo resistência a *E. turcicum* e *P. maydis*, tendo ainda o IAC 8 e IAC Guarani maior resistência às podridões das espigas, apesar de apresentarem uma capacidade de expansão que variou de 23,0 - 18,4 (FANTIN et al., 1991).

A rotação de culturas, que consiste no cultivo alternado de diferentes espécies vegetais no mesmo local, é particularmente importante para doenças causadas por fungos do solo ou quando os patógenos sobrevivem em restos da cultura, tendo como principal objetivo diminuir o inóculo na área.

O uso de sementes sadias, fiscalizadas ou certificadas, é fundamental,

evitando-se com isso, além das perdas de “stand” no início da cultura, a introdução de novos patógenos na região. O tratamento de sementes com fungicidas visa à proteção contra fungos causadores das podridões e morte das plântulas. É uma prática recomendada, em que as condições edafo-climáticas retardam a germinação e a emergência das plântulas (FEPAGRO, 1996). A maioria das firmas produtoras de sementes já realiza o tratamento com uma mistura de inseticida e fungicida.

Sugere-se que os agricultores utilizem as épocas de plantio recomendadas pela pesquisa, evitando o plantio em períodos em que tradicionalmente ocorram condições climáticas de estresse para a planta de milho e favoráveis ao desenvolvimento das doenças.

O desequilíbrio de nutrientes pode predispor e favorecer o desenvolvimento de algumas doenças; por isso a adubação deverá ser realizada de forma equilibrada e de acordo com a recomendação da análise de solo (ZAMBOLIM & VENTURA, 1993).

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALMER, E.; PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, Ernesto, ed. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Gargill, 1987.v.2, p. 595-634
- FANTIN, G.M.; SAWAZAKI, E.; BARROS, B.C. Avaliação de genótipos de milho pipoca quanto a resistência a doenças e qualidades da pipoca. **Summa Phytopathologica**. v.17, n.2, p. 90-99, 1991.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO SUL. EMATER-RS (Porto Alegre, RS). **Recomendações técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS, 1996. 121p. (FEPAGRO. Boletim Técnico, 3).
- FIGUEIREDO, M.B.; ADELL, C.C.A.; COUTINHO, L.N.; HENNEN, J.F. Ferrugem do milho (*Physopella zaeae*) a primeira constatação no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, p.225, 1985.
- FIGUEIREDO, M.B.; HENNEN, J.F. Detection of telia of *Physopella zaeae* in Piracicaba, State of São Paulo. **Summa Phytopathologica** v. 21., n. 1, p. 38-40, 1995.
- LIBERATO, J.R.; COSTA, H.; VENTURA, J.A. **Índice de doenças do Espírito Santo**. Vitória,ES: EMCAPA, 1996. 110p.

- PEREIRA, O.A.P. Análise da situação atual de doenças de milho no Brasil e disponibilidade de germoplasma resistente. **Summa Phytopathologica**, v.21, n.1, p.67-70, 1995 a.
- PEREIRA, O.A.P. Tratamento de sementes de milho no Brasil. In: MENTEN, J.O.M. **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo, SP: Ciba Agro, 1995 b, p. 271-279.
- PINTO, N.F.J. de A. Controle de patógenos em grãos de milho armazenados. **Summa Phytopathologica**, v.4, n 1, p. 77-78, 1996.
- RIBEIRO, A.S. Tratamento de sementes com fungicidas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.4, p. 381-408, 1996.
- REIS, E.M. ; CASA, R.T. **Manual de identificação e controle de doenças de milho**. Passo Fundo, RS: Aldeia Norte, 1996. 80p.
- SHURTLEFF, M.C. **Compendium of corn diseases**. 2. ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1980. 117p.
- ZAMBOLIM,L. ; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** v.1, p. 275-318, 1993.