

Seja o doutor do seu milho

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO

Antônio Marcos Coelho⁽¹⁾

Gonçalo Evangelista de França⁽¹⁾

INTRODUÇÃO

A pesar do alto potencial produtivo da cultura do milho, evidenciado por produtividades de 10 e de 70 t/ha de grãos e forragem, respectivamente, alcançadas no Brasil em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas, o que se observa na prática é que sua produção é muito baixa e irregular: 2,0 a 3,0 t de grãos/ha e 10,0 a 45,0 t de massa verde/ha.

Considera-se que a fertilidade do solo seja um dos principais fatores responsáveis por essa baixa produtividade das áreas destinadas tanto para a produção de grãos como de forragem. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes nos solos, mas também ao uso inadequado de calagem e adubações, principalmente com nitrogênio e potássio, e também à alta capacidade extrativa do milho colhido para produção de forragem. A cultura do milho apresenta grandes diferenças no uso de fertilizantes entre as várias regiões do país.

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante o seu ciclo. Esta extração total dependerá, portanto, do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. Assim, tanto na produção de grãos como na de silagem será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que esta extrai, que devem ser fornecidos pelo solo e através de adubações. Dados médios de experimentos conduzidos por COELHO et al. (dados não publicados), com doses moderadas a altas de fertilizantes, dão uma idéia da extração de nutrientes pelo milho, cultivado para produção de grãos e silagem (Tabela 1). Observa-se que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente com o aumento na produção, e que a maior exigência do milho refere-se a nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo.

Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de milho são muito pequenas. Por exemplo, para uma produção de 9 t de grãos/ha, são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 110 g de cobre, 400 g de zinco, 170 g de boro e 9 g de molibdênio. Entretanto, a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos quanto a deficiência de um macronutriente como, por exemplo, o nitrogênio.

Dentre os nutrientes, a importância do nitrogênio e do potássio sobressai quando o sistema de produção agrícola passa

de extrativa, com baixas produções por unidade de área, para uma agricultura intensiva e tecnificada, com o uso de irrigação. Em condições de baixa produtividade, em que as exigências nutricionais são menores (Tabela 1), mesmo uma modesta contribuição do nitrogênio e do potássio suprida pelo solo pode ser suficiente para eliminar o efeito da adubação com estes nutrientes.

Tabela 1. Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem em diferentes níveis de produtividade.

Tipo de exploração	Produtividade	Nutrientes extraídos				
		N	P	K	Ca	Mg
	t/ha	----- kg/ha -----				
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem (matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

Fonte: COELHO et al. (dados não publicados).

No que se refere à exportação dos nutrientes nos grãos, o fósforo é quase todo translocado para as sementes (80 a 90%), seguindo-se o nitrogênio (75%), o enxofre (60%), o magnésio (50%), o potássio (20-30%) e o cálcio (10-15%). Isso implica que a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente potássio e cálcio, contidos na palhada.

Quando o milho é colhido para silagem, além dos grãos, a parte vegetativa também é removida, havendo conseqüentemente alta extração e exportação de nutrientes (Tabela 1). Assim, problemas de fertilidade do solo se manifestarão mais cedo na produção de silagem do que na produção de grãos, principalmente se a primeira for obtida de uma mesma área por vários anos consecutivos e se não for adotado um sistema de manejo de solo e adubações adequadas. Um programa de calagem e adubação, visando a manutenção de altas produtividades, requer um monitoramento periódico do índice de fertilidade do solo, através da análise química, para se evitar o empobrecimento e/ou o desbalanço de nutrientes no solo.

¹ Pesquisador da EMBRAPA-CNPMS. Caixa Postal 151, 35701-970 Sete Lagoas-MG. Telefone: (31) 773-5644.

ACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES E MANEJO DA ADUBAÇÃO

Definida a necessidade de aplicação de fertilizantes para a cultura do milho, o passo seguinte, e de grande importância no manejo da adubação, visando a máxima eficiência, é o conhecimento da absorção e acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, identificando as épocas em que os elementos são exigidos em maiores quantidades. Esta informação, associada ao potencial de perdas por lixiviação de nutrientes nos diferentes tipos de solos, são fatores importantes a considerar na aplicação parcelada de fertilizantes para a cultura, principalmente sob condições irrigadas.

Embora a marcha de absorção de nutrientes seja afetada por clima, cultivares e sistemas de cultivo, de modo geral, pode-se dizer que os nutrientes são absorvidos durante todo o ciclo, sendo as diferenças verificadas nas velocidades de absorção destes em função do ciclo e na sua translocação das folhas e dos colmos para os órgãos reprodutivos.

Como exemplo, podemos citar estudos sobre acumulação de nutrientes realizados por Andrade et al., 1975, citados por BÜLL (1993) para a cultura do milho, cujos dados aparecem na Figura 1. A Figura 1 mostra que o milho apresenta períodos diferentes de intensa absorção, com o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo e o segundo durante a fase reprodutiva ou formação da espiga. A absorção de potássio apresenta um padrão diferente em relação ao nitrogênio e ao fósforo, com a máxima absorção ocorrendo no período de desenvolvimento vegetativo, com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento, com taxa de absorção superior ao de nitrogênio e fósforo (Figura 1), sugerindo maior necessidade de potássio na fase inicial como um elemento de "arranque". Resultado de experimento (Tabela 2) conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro de Sete Lagoas-MG, com baixo teor de potássio (0,08 meq/100 cm³) na camada superficial (0 a 20 cm), mostrou que o parcelamento da adubação potássica reduziu a acumulação de matéria seca das folhas e colmos durante a fase vegetativa do milho e aumentou consideravelmente o quebraimento do colmo (Tabela 2).

Para o nitrogênio e o fósforo, o milho apresenta dois períodos de máxima absorção durante as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo ou formação da espiga, e menores taxas de absorção no período compreendido entre a emissão do pendão e o início da formação da espiga (OLNESS & BENOIT, 1992).

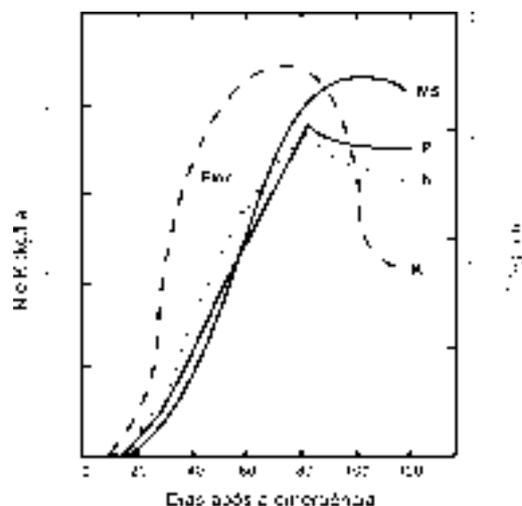


Figura 1. Acumulação de nutrientes pela cultura do milho (adaptada de BÜLL, 1993).

Resultados obtidos por NOVAIS et al. (1974) sobre o parcelamento do nitrogênio na cultura do milho mostram que o não suprimento deste nutriente durante a fase inicial de desenvolvimento vegetativo, com aplicação de toda a dose no florescimento (65 dap), assim como o excessivo número de aplicações parceladas, apresentaram menor eficiência do que a aplicação por ocasião do plantio e na fase de desenvolvimento vegetativo (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito do parcelamento de nitrogênio, nas doses de 60 e 120 kg/ha, na produção de milho, em latossolo argiloso de Patos de Minas-MG.

Época de aplicação – dap ¹	Produção de espigas				
	60	120			
Plantio	25	45	65	kg/ha	
----- % N aplicado -----					
0	0	100	0	5.339	7.589
0	0	0	100	3.933	5.991
33	0	67	0	5.941	7.797
0	50	50	0	6.150	7.000
33	33	34	0	6.261	6.414
25	25	25	25	5.325	6.772
Testemunha				3.318	

¹ Dias após o plantio.

Fonte: adaptada de NOVAIS et al. (1974).

Tabela 2. Efeito do parcelamento do potássio na acumulação de matéria seca das folhas e colmos durante a fase vegetativa e quebraimento de colmos do milho, cultivado em Latossolo Vermelho-Escuro de Sete Lagoas-MG.

Época de aplicação - dap ⁽¹⁾	Estádios de desenvolvimento ⁽²⁾		Parte da planta	Quebraimento dos colmos			
	Plantio	30			55	8F	12F
----- kg de K ₂ O/ha -----							
90	0	0	Folhas	16	35	33	
45	45		Folhas	15	25	30	
30	30	30	Folhas	17	28	27	
90	0	0	Colmos	9	38	65	10
45	45	0	Colmos	8	24	65	13
30	30	30	Colmos	9	28	50	31

⁽¹⁾ Dias após o plantio.

⁽²⁾ Estádios de desenvolvimento: 8 folhas, 12 folhas e florescimento masculino (pendão).

Fonte: adaptada de COELHO et al. (dados não publicados).

Os resultados aqui discutidos evidenciam a importância de que, no manejo de fertilizantes, o conhecimento das demandas de nutrientes durante o ciclo da cultura contribuem para uma maior eficiência da adubação. Entretanto, para muitos agricultores, a facilidade de aplicação de fertilizantes via água de irrigação é que tem direcionado o parcelamento, principalmente das adubações potássica e nitrogenada, às vezes em número excessivo, sem levar em consideração a exigência da cultura em relação à curva de absorção e o potencial de perdas dos nutrientes em função de sua mobilidade nos diferentes tipos de solo.

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

• Sintomas de deficiências (diagnose visual)

Os sintomas de deficiência podem constituir, ao nível de campo, em elemento auxiliar na identificação da carência nutricional. É necessário, no entanto, para identificação da deficiência com base na sintomatologia, que o técnico já tenha razoável experiência de campo, uma vez que deficiências, sintomas de doenças e distúrbios fisiológicos podem ser confundidos.

A sintomatologia descrita e apresentada em forma de chave a seguir foi adaptada de MALAVOLTA & DANTAS (1987).

SINTOMAS INICIAIS NA PARTE INFERIOR DA PLANTA

• Com clorose

Amarelecimento da ponta para a base em forma de "V"; secamento começando na ponta das folhas mais velhas e progredindo ao longo da nervura principal; necrose em seguida e dilaceramento; colmos finos (Fotos 1 e 2) **Nitrogênio**

Clorose nas pontas e margens das folhas mais velhas seguida por secamento, necrose ("queima") e dilaceração do tecido; colmos com internódios mais curtos; folhas mais novas podem mostrar clorose internerval típica da falta de ferro (Fotos 5, 6 e 7) **Potássio**

As folhas mais velhas amarelecem nas margens e depois entre as nervuras dando o aspecto de estrias; pode vir depois necrose das regiões cloróticas; o sintoma progride para as folhas mais novas (Foto 8) **Magnésio**

Faixas brancas ou amareladas entre a nervura principal e as bordas, podendo seguir-se necrose e ocorrer tons roxos; as folhas novas se desenrolando na região de crescimento são esbranquiçadas ou de cor amarelo-pálida; internódios curtos (Fotos 18 e 19) **Zinco**

• Sem clorose

Cor verde-escura das folhas mais velhas seguindo-se tons roxos nas pontas e margens; o colmo também pode ficar roxo (Fotos 3 e 4) **Fósforo**

Pequenas manchas brancas nas nervuras maiores, encurvamento do limbo ao longo da nervura principal **Molibdênio**

SINTOMAS INICIAIS NA PARTE SUPERIOR DA PLANTA

• Sem clorose

Folhas novas e recém-formadas com coloração amarelo-pálida ou verde suave. Ao contrário da deficiência de nitrogênio, os sintomas ocorrem nas folhas novas, indicando que os tecidos mais velhos não podem contribuir para o suprimento de enxofre para os tecidos novos, os quais são dependentes do nutriente absorvido pelas raízes (Foto 10) **Enxofre**

• Com clorose

As pontas das folhas mais novas em desenvolvimento gelatinizam e, quando secas, grudam umas às outras; à medida que a planta cresce, as pontas podem estar presas. Nas folhas superiores aparecem, sucessivamente, amarelecimento, secamento, necrose e dilaceração das margens e clorose internerval (faixas largas); morte da região de crescimento (Foto 9) **Cálcio**

Faixas alongadas aquosas ou transparentes que depois ficam brancas ou secas nas folhas novas; o ponto de crescimento morre; baixa polinização; quando as espigas se desenvolvem podem mostrar faixas marrons de cortiça na base dos grãos (Foto 11) .. **Boro**

Amarelecimento das folhas novas logo que começam a se desenrolar, depois as pontas se encurvam e mostram necrose, as folhas são amarelas e mostram faixas semelhantes às provocadas pela carência de ferro; as margens são necrosadas; o colmo é macio e se dobra (Fotos 12 e 13) **Cobre**

Clorose internerval em toda a extensão da lâmina foliar, permanecendo verdes apenas as nervuras (reticulado fino de nervuras) (Fotos 14 e 15) **Ferro**

Clorose internerval das folhas mais novas (reticulado grosso de nervuras) e depois de todas elas quando a deficiência for moderada; em casos mais severos aparecem no tecido faixas longas e brancas e o tecido do meio da área clorótica pode morrer e desprender-se; colmos finos (Fotos 16 e 17) **Manganês.**

• Análise de plantas (diagnose foliar)

Além dos sintomas característicos de uma ou outra desordem que só se manifestam em casos graves, a identificação do nível nutricional da planta somente é possível pela análise química da mesma. O órgão de controle escolhido mais frequentemente é a folha, pois a mesma é a sede do metabolismo e reflete bem, na sua composição, as mudanças na nutrição.

A utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes e os níveis dos elementos, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações se relacionam com produções mais altas ou mais baixas, respectivamente.

Para o milho, a folha inteira oposta e abaixo da primeira espiga (superior), excluída a nervura central, coletada por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina (embonecamento) é comumente utilizada para avaliar o estado nutricional dessa cultura. A análise nesse estágio fisiológico é feita pelos seguintes motivos: a) o estágio de desenvolvimento e a posição da folha são facilmente reconhecidos; b) a remoção de uma simples folha não afeta a produção; c) o efeito de diluição dos nutrientes nessa fase é mínimo, porque o potencial de crescimento e armazenamento dos órgãos vegetativos atingiram o ponto máximo e, d) o requerimento de nutrientes é alto nessa fase. Normalmente recomenda-se a coleta de 30 folhas por hectare quando 50 a 75% das plantas apresentam-se com inflorescência feminina (embonecamento).

Para análise, as amostras de folhas devem ser lavadas por meio de imersão rápida em água desmineralizada para retirar a poeira devido à contaminação por alguns micronutrientes, principalmente ferro, manganês e zinco, e posteriormente secas ao sol ou em estufa a 60°C.

Os teores foliares de macro e micronutrientes considerados adequados para culturas produtivas de milho, compilados de diversos autores por BÜLL (1993), são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Teores foliares de nutrientes considerados adequados para a cultura do milho.

Macronutrientes	Teor (%)	Micronutrientes	Teor (ppm)
Nitrogênio	2,75-3,25	Boro	15-20
Fósforo	0,19-0,35	Cobre	6-20
Potássio	1,75-2,97	Ferro	50-250
Cálcio	0,23-0,40	Manganês	42-150
Magnésio	0,15-0,40	Molibdênio	0,15-0,20
Enxofre	0,15-0,21	Zinco	15-50

• Critérios para recomendação de doses de calcário

Para reduzir a acidez dos solos a níveis compatíveis com uma produção econômica necessita-se de métodos adequados que quantifiquem as doses de calcário a aplicar. Vários são os métodos utilizados e indicam quantidades diferentes de calcário para um mesmo solo e cultura. Dentre eles podem ser mencionados: a) Neutralização do alumínio trocável e/ou elevação dos teores de cálcio + magnésio; b) Elevação da saturação por bases; c) Solução tampão SMP.

Não existe um método específico de recomendação de doses de calcário para a cultura do milho. Entretanto, os métodos a e b são os mais comumente utilizados no Brasil, e a escolha de um ou outro método dependerá principalmente do nível tecnológico utilizado pelo agricultor e de sua disponibilidade de recursos financeiros para investimento em calcário, visto que, geralmente, dependendo do tipo de solo, as doses de calcário calculadas por esses métodos são diferentes.

a) Método do alumínio e cálcio + magnésio trocáveis

A necessidade de calagem (NC), para se corrigir a camada de 0-20 cm, é calculada com base na seguinte fórmula:

$$NC = Y \times Al + [X - (Ca + Mg)] = t \text{ calcário/ha (PRNT} = 100\%)$$

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

Y = valor 1, para solos arenosos (< 15% de argila); valor 2, para solos de textura média (15 a 35% de argila) e valor 3, para solos argilosos (> 35% de argila).

O valor de X para a cultura do milho é 2,0.

b) Método da saturação por bases

Neste método, a necessidade de calagem (NC) é calculada com a finalidade de elevar a porcentagem de saturação por bases (V%) da capacidade de troca de cátions, a pH 7,0, a um valor desejado, de acordo com a cultura. Usa-se a seguinte fórmula:

$$NC = \frac{T(V_2 - V_1)}{PRNT}$$

sendo:

NC = necessidade de calcário (t/ha), para uma camada de incorporação de 0-20 cm;

T = capacidade de troca de cátions (meq/100 cm³), medida a pH 7,0;

V₂ = porcentagem de saturação por bases desejada. Para a cultura do milho busca-se elevá-la a 50-60%.

V₁ = porcentagem de saturação por bases do solo amostrado.

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário em %.

• Escolha do calcário

A indústria de calcário coloca no mercado produtos com ampla variação na granulometria, nos teores de cálcio e magnésio e no PRNT. Cabe ao técnico, com base na análise de solo, na exigência da cultura ao magnésio e no preço do calcário, analisar as várias alternativas oferecidas e decidir qual a solução mais técnica e econômica. A decisão final deverá ser tomada em termos de preço por tonelada efetiva, utilizando-se a seguinte relação:

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

No Brasil, existe o conceito generalizado para o uso de calcários dolomítico e magnesiano, visando manter no solo uma relação Ca:Mg de 3:1 a 5:1. Entretanto, para a cultura do milho, experimentos realizados por COELHO (1994) demonstraram que esta relação pode ser mais ampla (Ca:Mg = 10:1), sem prejuízo da produção, desde que o teor de magnésio no solo esteja acima de 0,5 meq/100 cm³ de solo. Esse mesmo autor não obteve resposta do milho ao magnésio em experimentos realizados em Latossolo Vermelho-Escuro com teor inicial de 0,5 meq de Mg/100 cm³ de solo e que havia recebido doses de calcário calcítico (MgO = 0,27%) de até 6,0 t/ha.

• Aplicação de calcário

De um modo geral, as recomendações de calagem indicam que a incorporação seja feita na profundidade de 20 cm apenas. É mais aconselhável, entretanto, incorporar o calcário em uma profundidade maior, corrigindo-se a acidez na camada de 30 cm pelo menos, permitindo às raízes explorarem maior volume de terra, aproveitando melhor a água e os nutrientes.

Para que a calagem dê os resultados esperados, é necessário que o corretivo seja bem misturado com a terra, ficando em contato com todas as partículas do solo. Para se conseguir isso, o calcário (doses superiores a 2,0 t/ha) deve ser aplicado, de preferência, metade da dose antes da aração e metade depois da mesma. Desse modo se consegue uma distribuição uniforme e mais profunda do corretivo.

Quando a dose de calcário a ser usada é relativamente grande, em geral maior que 5 t/ha, surge às vezes o receio de que a mesma, se aplicada em uma única vez, possa prejudicar a cultura. De fato, isso poderá acontecer se o calcário for mal aplicado, sem a antecedência devida e sem incorporar. O critério que determina o parcelamento das doses pesadas em 2 anos ou mais é apenas o valor do produto, do transporte e da distribuição, que poderá determinar esse procedimento para não onerar demasiadamente o custo de produção.

• Critério para recomendação de gesso

A tomada de decisão sobre o uso do gesso agrícola deve sempre ser feita com base no conhecimento das características químicas e na textura do solo, não apenas da camada arável, mas também das camadas subsuperficiais (20 a 40 cm e 40 a 60 cm). Há probabilidade de resposta ao gesso quando as camadas subsuperficiais do solo apresentarem as seguintes características:

saturação por Al da CTC efetiva maior que 20%, ou o teor de Ca menor que 0,5 meq/100 cm³ de solo.

Constatada as características das camadas subsuperficiais do solo que justifiquem o uso do gesso agrícola, sugere-se as seguintes doses:

- solos de textura arenosa (< 15%) = 0,7 t/ha;
- solos de textura média (15 a 35% de argila) = 1,2 t/ha;
- solos argilosos (36 a 60% de argila) = 2,2 t/ha;
- solos muito argilosos (> 60% de argila) = 3,2 t/ha.

A aplicação de gesso agrícola deve ser feita a lanço na mesma época em que se proceder a adubação fosfatada corretiva. Se a área não for receber esta adubação, aplicar o gesso agrícola juntamente com o calcário, seguindo-se a incorporação com aração e gradagem.

É imprescindível o acompanhamento das alterações químicas através de análises nas camadas de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm, principalmente para se avaliarem os possíveis desbalanços nutricionais para magnésio e potássio em relação ao teor de cálcio.

NITROGÊNIO

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se deseja produtividades elevadas.

Resultados de experimentos conduzidos no Brasil, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram resposta generalizada do milho à adubação nitrogenada (GROVE et al., 1980; CANTARELLA & RAIJ, 1986; FRANÇA et al., 1986; COELHO et al., 1992). Esses autores mostram que, em geral, de 70 a 90% dos ensaios de adubação com milho realizados a campo no Brasil respondem à aplicação de nitrogênio.

• Avaliação da necessidade de adubação nitrogenada

As principais formas de nitrogênio disponíveis para as plantas são amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻), as quais representam menos de 2% do nitrogênio total do solo. Considerando-se que quase todo o nitrogênio do solo se faz presente na forma orgânica, é importante considerar também o nitrogênio que seria mineralizado durante o ciclo da cultura. A análise apenas do nitrogênio inorgânico ou apenas o teor de matéria orgânica tem sido de pouca validade na avaliação da necessidade de se aplicar adubo nitrogenado. Uma das dificuldades na recomendação da adubação nitrogenada em cobertura é a falta de um método de análise que se adapte à de rotina de laboratório, que possibilite determinar um índice de fertilidade para esse nutriente.

As recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e produtividade esperada. A recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho de sequeiro, de modo geral, varia de 40 a 70 kg de N/ha. Em agricultura irrigada, onde prevalece o uso de alta tecnologia, para a obtenção de elevadas produtividades esta recomendação seria insuficiente. Nessas condições, doses de nitrogênio variando de 100 a 200 kg/ha podem ser necessárias para obtenção de elevadas produtividades, conforme discutido anteriormente (Tabela 1).

A produtividade esperada pode ser estimada com certa margem de segurança quando se conhece a tecnologia usada pelo agricultor. Nesta avaliação deve-se levar em conta o manejo de solo e água, cultivares adaptadas e práticas culturais utilizadas.

Dados de pesquisas realizadas no Brasil por GROVE et al. (1980) e COELHO et al. (1992), indicam que a concentração de N na parte aérea (grão + palhada) do milho, para produções máximas, é de 1,18% e 1,06%, respectivamente. Para cálculo da quantidade de N a ser aplicada, recomenda-se o valor de 1% de N na planta como adequado. Assim, para a produtividade de 16 t de massa seca/ha (9 t de grãos/ha) a planta retira do solo em torno de 160 kg de N/ha. Outro parâmetro necessário é a quantidade de N que o solo é capaz de fornecer para a cultura. Em termos médios, os solos tropicais fornecem cerca de 60 a 80 kg de N/ha (GROVE, 1979 e COELHO et al., 1991b), quantidade suficiente para produzir de 6 a 8 t de massa seca/ha (3 a 4 t de grãos/ha). Deve-se ressaltar que solos cultivados com leguminosas e solos de áreas recém-desbravadas são mais ricos em N, exigindo menor adubação nitrogenada.

Um terceiro parâmetro a estimar é a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados pelas plantas, isto é, a quantidade de N na planta proveniente dos fertilizantes. Dados de pesquisa realizada com ¹⁵N (COELHO et al., 1991b), indicam que, em média, 50 a 60% do N aplicado como uréia foram aproveitados pelas plantas.

Com o conhecimento desses parâmetros, associado às informações sobre o histórico da área, cultivares, práticas culturais usadas, etc., é possível estimar a adubação nitrogenada em cobertura a ser aplicada. Assim, por exemplo, para uma produtividade esperada de 16 t de massa seca (9 t de grãos/ha), em solo com capacidade de suprir 60 kg de N/ha e uma eficiência de aproveitamento do fertilizante de 60%, seria necessária uma adubação da ordem de 160 kg de N/ha, que corresponde a 800 kg de sulfato de amônio ou 350 kg de uréia/ha.

• Parcelamento e época de aplicação

No Brasil, existe o conceito generalizado entre técnicos e produtores de que aumentando-se o número de parcelamento da adubação nitrogenada aumenta-se a eficiência do uso do nitrogênio e reduzem-se as perdas, principalmente por lixiviação. Como consequência, e devido às facilidades que os sistemas de irrigação oferecem para aplicação de fertilizantes via água, é comum o parcelamento do fertilizante nitrogenado em quatro ou até seis ou oito vezes durante o ciclo da cultura.

Entretanto, a baixa intensidade de nitrificação e de perdas por lixiviação nos perfis dos solos poderiam explicar porque a aplicação parcelada de nitrogênio em duas, três ou mais vezes para a cultura do milho, com doses variando de 60 a 120 kg/ha, em solos de textura média e argilosa, não refletiram em maiores produtividades em relação a uma única aplicação na fase inicial de maior exigência da cultura, ou seja, 35 a 40 dias após o plantio, conforme mostram os resultados obtidos por NOVAIS et al. (1974), NEPTUNE (1977) e GROVE et al. (1980). Mais recentemente, ALVES et al. (1992) compararam os métodos de aplicação de N-uréia no solo e via água de irrigação para o milho cultivado em dois latossolos diferindo em textura, e verificaram que a aplicação de 120 kg de N/ha pelo método convencional, ou seja, uréia incorporada ao solo em sulcos ao lado da planta, no estágio de desenvolvimento correspondente a 8-10 folhas, resultou em produção de grãos semelhante ao tratamento com uréia aplicada via água de irrigação, parcelada em 3, 4 ou 6 vezes (Tabela 5).

É importante salientar que as informações apresentadas anteriormente foram obtidas em solos de textura argilosa a média, com teores de argila variando de 30 a 60%, não sendo, portanto,

válidas para solos arenosos (80 a 90% de areia), cujo manejo do nitrogênio irá necessariamente requerer cuidados especiais. Entretanto, para as condições brasileiras há necessidade de se definir não só o número de parcelamentos como também o melhor método ou combinação destes para aplicação de fertilizantes nitrogenados em solos arenosos.

Para as condições do Brasil, de acordo com as informações disponíveis, COELHO et al. (1991a) mencionam que, em geral, deve-se usar maior número de parcelamento sob as condições: a) altas doses de nitrogênio (120 a 200 kg/ha), b) solos de textura arenosa e c) áreas sujeitas a chuvas de alta intensidade. Uma única aplicação deve ser feita sob as seguintes condições: a) doses baixas ou médias de nitrogênio (60-100 kg/ha), b) solos de textura média e/ou argilosa e c) plantio intensivo, sem o uso de irrigação, em que a distribuição do fertilizante é feita mecanicamente. Como exemplo, o esquema de parcelamento do nitrogênio para a cultura do milho, em função da textura do solo, é apresentada na Tabela 6.

• Modo de aplicação e perdas por volatilização de amônia

O modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados tem recebido considerável atenção, com particular importância para a uréia e outros produtos contendo este fertilizante, como, por exemplo, o uran, que é uma solução de uréia e nitrato de amônio em meio aquoso.

Devido à rápida hidrólise da uréia para carbonato de amônio e subsequente potencial de perdas de nitrogênio por volatilização de amônia (NH₃), tem-se recomendado, no manejo desse fertilizante, a incorporação ao solo a uma profundidade de aproxima-

damente 5 a 10 cm. Quando não for possível fazer a incorporação, as perdas por volatilização de NH₃ podem ser minimizadas, misturando-se o fertilizante com a camada superficial do solo através da operação de cultivo. Por outro lado, as perdas de nitrogênio por volatilização de NH₃ podem ser reduzidas pela ocorrência de chuvas após a aplicação da uréia na superfície do solo.

Sendo assim, quando estes fertilizantes forem aplicados via água de irrigação elimina-se praticamente o problema. Nesse caso, o uso de irrigação possibilita a movimentação dos nutrientes na solução do solo até uma certa profundidade e a redução das perdas.

FÓSFORO

A exemplo do nitrogênio, as respostas à aplicação de fósforo em milho têm sido altas e freqüentes devido ao baixo teor de fósforo "disponível" na maioria dos solos brasileiros, apesar do fósforo total estar presente em quantidades razoáveis (50 a 350 ppm).

Embora as exigências do milho em fósforo sejam em quantidades bem menores do que as em nitrogênio e as em potássio (Tabela 1), as doses normalmente recomendadas são altas, em função da baixa eficiência (20 a 30%) de aproveitamento desse nutriente pela cultura. Isto decorre da alta capacidade de fixação do fósforo adicionado ao solo através de mecanismos de adsorção e precipitação, reduzindo sua disponibilidade às plantas. Outro fator que deve ser levado em conta é a demanda de fósforo pela cultura. Plantas de intenso desenvolvimento, de ciclo curto como o milho, requerem maior nível de fósforo em solução e reposição mais rápida do P-adsorvido que as plantas de culturas perenes.

Tabela 5. Produção de grãos de milho em função do método de aplicação e parcelamento do nitrogênio na dose de 120 kg/ha.

Método de aplicação	Épocas de aplicação – Dae ⁽¹⁾						Produção de grãos	
	30	37	44	51	58	65	Sete Lagoas ⁽²⁾	Janaúba ⁽³⁾
	----- % de N aplicado -----						----- kg/ha -----	
Via água	50	-	50	-	-	-	6.590	7.680
Via água	25	25	25	25	-	-	7.140	8.390
Via água	25	25	15	15	10	10	6.900	8.120
Solo/água	50	-	50	-	-	-	6.940	8.550
Solo	-	100	-	-	-	-	6.800	8.990
Testemunha							4.290	6.390

⁽¹⁾ Dae = dias após a emergência.

⁽²⁾ LEd - textura argilosa.

⁽³⁾ LEd - textura média.

Fonte: adaptada de ALVES et al. (1992).

Tabela 6. Sugestões para aplicações parceladas de nitrogênio na cultura do milho.

Classe textural do solo	Doses de nitrogênio (kg/ha)	Número de folhas totalmente emergidas			
		4-6	7-8	8-10	10-12
Argilosa (36 a 60% argila)	60 a 150 ⁽¹⁾		100%		
	> 150	50%		50%	
Média (15 a 35% de argila)	60 a 100 ⁽¹⁾		100%		
	> 100	50%		50%	
Arenosa (< 15% de argila)	60 a 100	50%		50%	
	> 100	40%		40%	20%

⁽¹⁾ Se as plantas apresentarem sintomas de deficiência, pode-se fazer uma aplicação suplementar de nitrogênio em período anterior ao indicado.

A análise do solo se mostra útil para discriminar respostas do milho à adubação fosfatada. As quantidades de fósforo recomendadas na adubação do milho, em função do teor do nutriente no solo, são apresentadas na Tabela 7. Essas doses devem ser aplicadas no sulco de plantio e ser ajustadas para cada situação, levando-se em conta, além dos resultados da análise de solo, o potencial de produção da cultura na região e o nível de tecnologia utilizada pelos agricultores.

Tabela 7. Interpretação das classes de teores de fósforo no solo e doses de P_2O_5 recomendadas para o milho.

Classe textural do solo ¹	Extrator de fósforo	Classes de teor de fósforo no solo		
		Baixo	Médio	Alto
----- ppm -----				
Argilosa (36 a 60%)	Mehlich 1	< 5	6 a 10	> 10
Média (15 a 35%)	Mehlich 1	< 10	11 a 20	> 20
Arenosa (< 15%)	Mehlich 1	< 20	21 a 30	> 30
	Resina	< 15	16 a 40	> 40
Doses de P_2O_5 recomendadas (kg/ha)		80 a 110	50 a 70	30 a 60

¹ Porcentagem de argila.

Como a lixiviação de fósforo pelas águas de percolação praticamente inexistente em solos minerais, ele tende a se acumular no solo de modo que, com o passar dos anos, há um aumento no teor desse nutriente no solo. Assim, quando o solo apresentar teores de fósforo no nível crítico, ou seja, valor acima do qual não se espera resposta do milho a esse nutriente, a manutenção desse valor é feita pela reposição anual da quantidade removida no produto colhido. Para o milho, considera-se que para cada tonelada de grãos produzida são exportados 10 kg de P_2O_5 /ha. Esse mesmo valor pode ser considerado quando se cultiva o milho para produção de forragem, visto que, como mostrado na Tabela 1, a exportação de fósforo, quando se cultiva o milho para esta finalidade, é semelhante àquela para a produção de grãos, onde encontra-se mais de 80% do fósforo absorvido pela cultura. Na cultura do milho irrigado obtém-se maiores produtividades com a mesma dose de fósforo, pois o P-fertilizante aplicado, assim como o do solo, são mais eficientemente utilizados pela cultura.

POTÁSSIO

Depois do nitrogênio, o potássio é o elemento absorvido em maiores quantidades pelo milho, sendo que 20% são exportados nos grãos. No entanto, até pouco tempo, as respostas ao potássio obtidas em ensaios de campo com o milho eram, em geral, menos freqüentes e mais modestas que aquelas observadas para fósforo e nitrogênio, devido principalmente aos baixos níveis de produtividades obtidas.

Entretanto, nos últimos anos tem-se verificado uma reversão desse quadro devido aos seguintes aspectos: a) uso freqüente de formulações de fertilizantes com baixos teores de potássio; b) sistemas de produção utilizados pelos agricultores como a rotação soja-milho, uma leguminosa altamente exigente e exportadora de potássio; c) uso de híbridos de milho de alto potencial produtivo; d) conscientização dos agricultores da necessidade de recuperação da fertilidade do solo através de uso de calcário e fertilizantes, principalmente nitrogênio; e) aumento do uso do milho como planta forrageira, altamente exigente e exportadora de potássio, e f) ampliação da área irrigada com o uso intensivo do solo e maiores potenciais de produtividade das culturas.

Como exemplo, pode-se citar o trabalho desenvolvido por COELHO et al. (dados não publicados) sobre adubação potássica em cultivos sucessivos de milho para produção de grãos e forragem, sob condições irrigadas, em um Latossolo Vermelho-Escuro com teor inicial de potássio de 0,15 meq/100 cm³. Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os resultados de produção de matéria seca e grãos de milho de cinco cultivos sucessivos, onde verifica-se redução acentuada na produção para todas as doses de potássio aplicadas, sendo esta maior quando se cultivou o milho visando a produção de forragem, demonstrando a importância desse nutriente na manutenção da produtividade da cultura em sistemas de uso intensivo do solo.

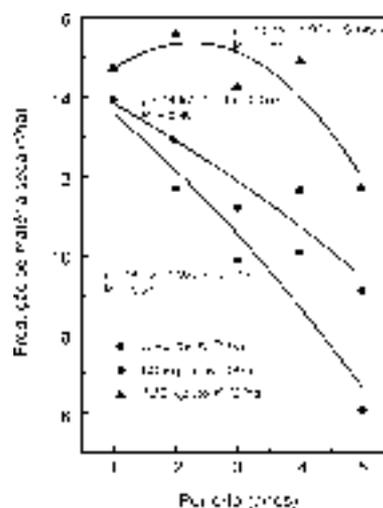


Figura 2. Produção de matéria seca de milho para silagem em função da aplicação anual de doses de potássio. Sete Lagoas-MG (COELHO et al., 1995).

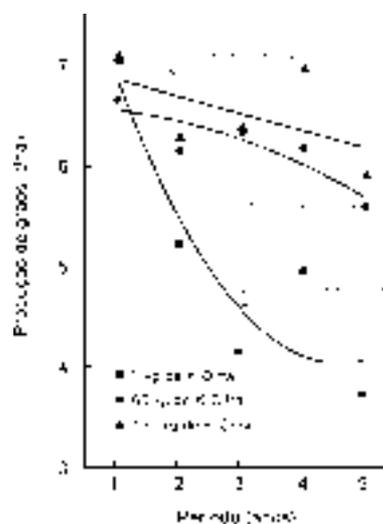


Figura 3. Produção de grãos de milho em função da aplicação anual de doses de potássio. Sete Lagoas-MG (COELHO et al., 1995).

A exemplo do fósforo, a análise do solo tem se mostrado útil para discriminar respostas do milho à adubação potássica. Aumentos de produção em função da aplicação de potássio tem sido observadas para solos com teores muito baixos e com doses de até 120 kg de K_2O /ha. Nos solos do Brasil Central, a quantidade de potássio disponível é normalmente baixo e a adubação com esse elemento

produz resultados significativos. Aumentos de produção de 100% com adição de 120 a 150 kg de K₂O/ha são comuns nesses solos. As quantidades de potássio recomendadas na adubação do milho para produção de grãos e forragem, em função do teor do nutriente no solo, são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Recomendação de adubação potássica para a cultura do milho, com base na análise do solo.

Classes de teor no solo	K no solo meq/100 cm ³	Doses de K ₂ O recomendadas	
		Milho-grão	Milho forragem
----- kg/ha -----			
Muito baixa	< 0,07	90-120	150-180
Baixa	0,08-0,15	60-90	120-150
Média	0,16-0,30	30-60	60-120
Alta ⁽¹⁾	> 0,30	30	60

⁽¹⁾ Quando o milho for destinado à produção de grãos, a adubação potássica pode ser dispensada, a critério técnico.

• Parcelamento da adubação e época de aplicação

Conforme discutido anteriormente no tópico referente à acumulação de nutrientes e manejo da adubação, a absorção mais intensa de potássio pelo milho ocorre nos estádios iniciais de crescimento (Figura 1). Quando a planta acumula 50% de matéria seca (60 a 70 dias), esta absorve cerca de 90% da sua necessidade total de potássio. Assim, normalmente recomenda-se aplicar o fertilizante no sulco por ocasião da semeadura do milho. Isso é mais importante para solos deficientes, em que a aplicação localizada permite manter maior concentração do nutriente próximo das raízes, favorecendo maior desenvolvimento inicial das plantas.

Em experimento conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, sob condições irrigadas, COELHO et al. (dados não publicados) não observaram efeito significativo do parcelamento da adubação potássica no rendimento do milho (Tabela 9).

Nesse experimento (Tabela 9), a aplicação de uma alta dose de potássio no sulco de plantio não afetou a germinação das sementes e, conseqüentemente, o estande final, devido à ocorrência de chuva imediatamente após a semeadura, diluindo a concentração do fertilizante nas proximidades das raízes. Entretanto, em anos com ocorrência de déficit hídrico após a semeadura, a aplicação de uma alta dose de potássio no sulco pode prejudicar a germinação das sementes. Para evitar o problema, recomenda-se aplicar parte dela em cobertura para doses superiores a 80 kg/ha. Entretanto, ao

contrário do nitrogênio, em que é possível maior flexibilidade na época de aplicação, sem prejuízos na produção, o potássio deve ser aplicado no máximo até 30 dias após o plantio.

Assim, a aplicação parcelada do potássio pode ser feita nas seguintes situações: a) solos altamente deficientes nesse nutriente, em que são necessárias altas doses de fertilizante e b) quando o milho for cultivado para produção de forragem, em que normalmente são necessárias doses mais altas de potássio devido à maior exportação desse nutriente.

CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE

A nutrição com cálcio e magnésio não se constitui geralmente em grande preocupação nos programas de adubação, tendo em vista que a prática de calagem ainda é a maneira mais usual de fornecimento destes nutrientes às plantas.

A extração de enxofre pela planta de milho é pequena e varia de 15 a 30 kg/ha, para produções de grãos em torno de 5.000 a 7.000 kg/ha. Em anos passados, o cultivo do milho em solos ricos em matéria orgânica, o uso de fórmulas de fertilizantes menos concentradas contendo enxofre e os baixos níveis de produtividade contribuíram para minimizar problemas de deficiência desse nutriente. Atualmente, com o uso mais intensivo dos solos e de fórmulas de adubos menos concentradas, sem enxofre, as respostas a esse elemento tendem a aumentar.

O teor de enxofre no solo na forma de sulfato tem sido usado para prever respostas ao elemento. Assim, em solos com teores de enxofre inferiores a 10 ppm (extração com fosfato de cálcio) o milho apresenta grande probabilidade de resposta a esse nutriente. Neste caso, recomenda-se a aplicação de 30 kg de S/ha.

As necessidades de enxofre para o milho são geralmente supridas via fornecimento de fertilizantes carregados de macronutrientes primários e também portadores de enxofre. O sulfato de amônio (24% de enxofre), o superfosfato simples (12% de enxofre) e o gesso agrícola (15 a 18% de enxofre) são as fontes mais comuns desse nutriente.

MICRONUTRIENTES

No Brasil, o zinco é o micronutriente mais limitante à produção do milho, sendo a sua deficiência muito comum na região Central do país, onde predominam os solos sob vegetação de cerrado, os quais geralmente apresentam baixo teor de zinco no material de origem. Nesta condição, a quase totalidade das pesquisas realizadas mostram resposta do milho à adubação com zinco, o mesmo não ocorrendo com os outros nutrientes.

Tabela 9. Efeito do parcelamento do potássio e nitrogênio na produção de grãos e algumas características agrônômicas do milho sob condições irrigadas⁽¹⁾. Sete Lagoas-MG.

Plantio	Época de aplicação		Produção de grãos	Peso de 100 grãos	Número de plantas	Quebramento de colmos
	8 folhas ⁽¹⁾	16 folhas ⁽¹⁾				
----- K ₂ O e N (kg/ha) -----			(kg/ha)	(g)	(m ²)	(%)
120 K	120 N	-	6.148	23	6,04	14
60 K	60 K + 120 N	-	6.147	24	5,87	16
40 K	40 K + 120 N	40 K	5.934	22	6,08	16
40 K	40 K + 60 N	40 K + 60 N	6.074	24	5,96	16
Testemunha			3.095	15	6,13	51

⁽¹⁾ Aplicação de K e N em cobertura quando as plantas apresentavam 8 folhas (30 dias após o plantio) e 16 folhas (55 dias após o plantio).

Teor de K no solo (0 a 20 cm) = 0,08 meq/100 cm³.

Fonte: Adaptada de COELHO et al. (dados não publicados).

Os métodos de extração e interpretação da análise do solo para micronutrientes ainda não estão bem estabelecidos, mas alguns trabalhos de calibração têm sido feitos para o zinco com resultados satisfatórios. Respostas do milho à adubação com zinco são freqüentemente obtidas quando o teor deste micronutriente no solo é inferior a 1,0 ppm (extrator Mehlich 1). As recomendações de adubação com zinco para o milho no Brasil variam de 2,0 a 4,0 kg/ha.

Com relação aos métodos de aplicação, os micronutrientes podem ser aplicados no solo, na parte aérea das plantas, principalmente através da adubação foliar, nas sementes e através da fertirrigação. O método de aplicação, a solubilidade, a forma física (pó ou grânulo) das fontes de micronutrientes e certas condições de solo podem interagir de modo a resultar em maior ou menor efeito da adubação na correção de deficiências. GALRÃO (1994), comparando métodos de aplicação de zinco na cultura do milho verificou maior eficiência da aplicação do sulfato de zinco a lanço incorporado ao solo e da pulverização foliar. Entretanto, a aplicação nas sementes, em doses menores, também mostrou-se eficiente na produção de grãos (Tabela 10).

Tabela 10. Fontes, doses e métodos de aplicação de zinco na cultura do milho em Latossolo Vermelho Escuro. Planaltina-DF.

Fontes de zinco	Doses de zinco	Método de aplicação	Zinco no solo	Produção de grãos
	kg/ha		ppm	kg/ha
Sulfato de zinco	0,4	a lanço	0,9	5.478
Sulfato de zinco	0,4	no sulco	0,4	4.913
Sulfato de zinco	1,2	a lanço	1,2	7.365
Sulfato de zinco	1,2	no sulco	1,0	5.898
Sulfato de zinco	3,6	a lanço	1,6	7.408
Óxido de zinco ¹	0,8	nas sementes	0,4	6.156
Sulfato de zinco ²	1%	via foliar - 2	0,4	7.187
Sulfato de zinco ³	1%	via foliar - 3	0,4	7.187
Testemunha	-	-	0,3	3.880

¹Óxido de zinco (80% de Zn): 1 kg de ZnO/20 kg de sementes.

² Solução a 1% de sulfato de zinco (23% de Zn): 3ª e 5ª semanas após a emergência.

³ Solução a 1% de sulfato de zinco (23% de Zn): 3ª, 5ª e 7ª semanas após a emergência.

Fonte: adaptada de GALRÃO (1994).

É importante ressaltar que a não resposta aos outros micronutrientes pode estar relacionada com níveis adequados de disponibilidade no solo ou o fornecimento indireto destes através de outras fontes como, por exemplo, a aplicação de calcário. Contudo, não se exclui a possibilidade de vir a ocorrer resposta do milho aos demais micronutrientes, principalmente em solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica e cultivos irrigados com altos níveis de produtividade.

Um exemplo típico dessa situação pode estar ocorrendo com o manganês, cuja importância tem mais se destacado pela sua toxicidade do que pela sua deficiência. Entretanto, com a tendência atual em aumentar o uso da aplicação de calcário e sua incorporação incorreta, muito superficial (0 a 10 cm), a situação está se invertendo e, em algumas lavouras, sobretudo de soja, tem surgido problemas de deficiência de manganês. Embora considerado menos sensível à deficiência deste elemento do que a soja, o milho, cultivado na mesma área, no sistema de rotação e sem o manganês nos programas de adubação, poderá apresentar problemas de deficiência, como mostram os resultados apresentados na Tabela 11. Neste experimento, o milho foi plantado em solo anteriormente cultivado com soja e que apresentou sintomas de deficiência de manganês.

Tabela 11. Efeito de doses e número de aplicações foliares de manganês em diferentes estádios de desenvolvimento do milho, na produção de grãos.

Doses de manganês ⁽¹⁾	Época de aplicação		Produção de grãos	Peso da espiga
	4 folhas	8 folhas		
(kg/ha)	(nº de aplicações)		(kg/ha)	(g)
0,0	-	-	2.210	89
0,6	1		5.100	143
1,1	1		5.330	144
0,6		1	6.030	168
1,1		1	6.690	182
0,6	1	1	8.230	218
1,1	1	1	8.400	211

⁽¹⁾ Sulfato de manganês diluído em 150 l de água por hectare.

Teor de Mn no solo (Mehlich 3) = 2,8 ppm; pH (H₂O) = 6,3.

Fonte: adaptada de MASCAGNI JR. & COX (1984).

PRAGAS: DIAGNÓSTICO E CONTROLE

Ivan Cruz⁽¹⁾
José Magid Waquil⁽¹⁾

Paulo Afonso Viana⁽¹⁾
Fernando H. Valicente⁽¹⁾

1. INTRODUÇÃO

À medida que o nível tecnológico e a extensão territorial de uma cultura aumentam, ou seja, quando sua exploração é intensiva e em sistema de monocultura, normalmente tem-se um aumento dos problemas entomológicos. O uso de produtos químicos de maneira abusiva e inadequada, em vez de controlar eficientemente uma determinada praga, pode ocasionar resíduos nos produtos e a eliminação dos inimigos naturais. Portanto, embora sejam importantes para uso na cultura de milho, esses produtos devem possuir propriedades que evitem os problemas mencionados, ou os causem em menor escala possível.

Vários trabalhos de revisão sobre diferentes aspectos biológicos das pragas de milho já foram realizados no Brasil, sendo destacados quatro grupos bem definidos: pragas iniciais, pragas da parte aérea, pragas do colmo e pragas das espigas.

2. PRAGAS INICIAIS

2.1. Pragmas subterrâneas

Existem diversos insetos apontados na literatura como pragas subterrâneas que se alimentam de diferentes hospedeiros, incluindo o milho, como os cupins (diversas espécies distribuídas nos gêneros *Heterotermes*, *Cornitermes* e *Procornitermes*) (Foto 20), percevejo-castanho (*Scaptocoris castaneum*) (Foto 21), larva-alfinete (*Diabrotica speciosa* e provavelmente outras vaquinhas) (Foto 22), larva-angorá (*Astylus* spp.), bicho-bolo ou coró (*Phyllophaga* sp., *Cyclocephala* sp.) (Foto 24), larva-aramé (*Melanotus* sp. e outros gêneros) (Foto 25), entre outros. De modo geral, a identificação dessas pragas se faz inicialmente através dos sintomas de danos ou de falhas existentes na plantação. Essas falhas podem ser decorrentes da falta de plantio da semente ou ocasionadas pelas pragas citadas anteriormente. Algumas delas, quando não matam a planta pela destruição da semente, ocasionam o seu enfraquecimento, causando sua morte posteriormente, por não ter condições de competir com as demais plantas da cultura ou com as plantas daninhas. Cavando-se o solo próximo às falhas, no início da germinação, deve-se encontrar a semente e/ou a praga.

No Brasil, pouco se conhece sobre o dano provocado pelas pragas subterrâneas e a importância de seus inimigos naturais. Recomenda-se o controle cultural sempre que possível, utilizando-se rotação de cultura, controle de plantas daninhas e aração após a colheita. O controle químico mais eficiente é o preventivo.

2.2. Lagarta-elasma – *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae)

A lagarta-elasma vem tornando-se, juntamente com a lagarta-cartucho, uma das principais pragas da cultura do milho em condições de campo. Tem sido observado que essa praga ocorre com maior frequência em culturas instaladas em solos arenosos e em períodos secos, após as primeiras chuvas. Também tem sido

problemática para culturas em solos sob vegetação de cerrado, sobretudo no primeiro ano de cultivo.

A forma adulta da lagarta-elasma é uma pequena mariposa, que mede cerca de 20 mm de envergadura e apresenta coloração cinza-amarelada (Foto 26). A postura é feita nas folhas, bainhas, hastas das plantas hospedeiras ou no próprio solo, onde ocorre a eclosão das lagartas, num período variável de acordo com as condições climáticas. A lagarta, inicialmente, alimenta-se das folhas, descendo em seguida para o solo, penetrando a planta na altura do colo (Foto 27), fazendo uma galeria ascendente que termina destruindo o ponto de crescimento da planta.

As lagartas completamente desenvolvidas medem cerca de 15 mm de comprimento e têm coloração verde-azulada, com estrias transversais marrons, purpúreas ou pardo-escuras (Foto 28). Fim do período larval, em média 21 dias, as lagartas transformam-se em crisálidas, no solo, próximo da haste da planta e, após aproximadamente oito dias, emergem os adultos. Os maiores prejuízos para a cultura do milho são causados nos primeiros 30 dias após a germinação. Portanto, para se identificar a presença da lagarta-elasma no campo, deve-se proceder a um levantamento considerando aquele período de tempo. Na planta atacada ocorre, primeiramente, a morte das folhas centrais, cujo sintoma é denominado "coração morto" (Foto 29). Sendo puxadas com a mão, as folhas secas do centro se destacam com facilidade. Posteriormente, ocorre o perfilhamento ou a morte da planta. Junto ao orifício de entrada na base da planta (Foto 30), a lagarta constrói um túnel com teia, terra e detritos vegetais dentro do qual se abriga. Uma característica dessa praga é que as lagartas são bastantes ativas e saltam quando tocadas.

Como os inseticidas aplicados logo após o aparecimento da praga não têm propiciado bom controle, tem-se recomendado o controle preventivo com inseticidas sistêmicos, misturados à semente. O controle preventivo, em muitos casos, é viável, dado o baixo valor do nível de controle, que é em torno de 3% ou menos de plantas atacadas, para produtividades acima de 4 t/ha. Culturas instaladas em solos arenosos, ou após o plantio de outro hospedeiro, como o arroz ou trigo, ou mesmo em cultivos sucessivos de milho e em períodos secos após as primeiras chuvas, terão maiores riscos de ataque da praga.

A utilização de medidas químicas de controle por ocasião do plantio, principalmente no caso de inseticidas sistêmicos, apresenta algumas vantagens em relação ao sistema convencional. Como o inseticida fica agregado à semente, no solo, o risco de contaminação ambiental é menor, inclusive diminui muito o perigo de ser consumido inadvertidamente por animais silvestres, domésticos ou mesmo pelo ser humano. Além do mais, a sua ação por contato sobre os inimigos naturais é mínima. E, como são formulações para pronto uso, dispensa água, que, em muitos casos, e principalmente em grandes áreas, limita o controle químico.

2.3. Tripes (Thysanoptera)

São insetos de tamanho reduzido, medindo cerca de 2 mm, e de coloração clara. Ainda são pouco conhecidos dos agricultores, pois têm aumentado de importância em áreas localizadas. Os adultos são facilmente reconhecidos, por apresentarem as asas

¹ Pesquisador da EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas-MG. Telefone: (31) 773-5644.

françadas. A fêmea adulta insere seus ovos oblongos individualmente nas folhas. Em milho, os insetos fazem estrias esbranquiçadas, finas e longitudinais nas folhas, onde penetram nas células, alimentando-se do seu conteúdo. Em altas populações da praga, as estrias podem ser tão numerosas e próximas que provocam uma aparência esbranquiçada, que evolui para um dessecamento da folha.

Em milho recém-germinado, devido à ausência de raízes secundárias e com pouca umidade disponível, pode haver um aumento dos danos ocasionados pelos insetos. Ventos quentes e secos também ajudam a agravar os danos. Normalmente, em condições adequadas de cultivo, especialmente em relação à umidade, a planta pode rapidamente recuperar-se dos danos. Plantas mais desenvolvidas geralmente não são prejudicadas pelo ataque do inseto. Pouca informação tem sido obtida sobre os métodos mais eficazes de controle.

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

Várias espécies de lagarta-rosca atacam a cultura de milho; porém, a espécie *Agrotis ipsilon* tem sido a mais comum. As plantas atacadas por essa lagarta são totalmente improdutivas. Tem sido observado que a cada ano agrícola aumenta a infestação dessa praga em áreas cultivadas com milho. Como são várias espécies envolvidas, o controle químico é difícil. Pode-se considerar esse grupo de pragas como séria ameaça ao bom "stand" da cultura do milho.

O adulto é uma mariposa geralmente de coloração marrom-escura, com áreas claras no primeiro par de asas, e coloração clara com os bordos escuros, no segundo par (Foto 31). O adulto mede cerca de 35 mm de envergadura. As posturas são feitas na parte aérea da planta e cada fêmea põe, em média, 750 ovos durante a sua vida. Após o primeiro ínstar, as lagartas dirigem-se para o solo, onde permanecem protegidas durante o dia, só saindo ao anoitecer para se alimentar. A lagarta desse inseto alimenta-se da haste da planta, provocando o seccionamento da mesma (Foto 32), que pode ser total, quando as plantas estão com a altura de até 20 cm, pois ainda são muito tenras e finas, e parcial, após esse período.

As lagartas completamente desenvolvidas medem cerca de 40 mm, são robustas, cilíndricas, lisas e apresentam coloração variável, predominando a cor cinza-escuro. A fase larval dura cerca de 25 a 30 dias, transformando-se em pupa no próprio solo, de onde, após duas ou três semanas, emergem os adultos.

O milho geralmente só é atacado pela lagarta-rosca até atingir cerca de 50 cm de altura. Deve-se procurar plantas que apresentam o colmo seccionado na região do coleto. Os sintomas de ataque da lagarta-rosca são: inicialmente, seccionamento parcial do colmo e, quando a lesão é grande, surge o chamado "coração morto", com a conseqüente morte da planta; quando a lesão é pequena, surgem manchas semelhantes às causadas por deficiências minerais. A lagarta-rosca pode também provocar perfilhamento, o que é indesejável, pois surgirá uma touceira totalmente improdutiva. Uma larva é capaz de destruir de quatro a seis plantas. As lagartas abrigam-se 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, tomando o aspecto de uma rosca.

Muitas vezes o ataque da lagarta-rosca é confundido com o da lagarta-elasma; porém, pode ser facilmente distinguido, uma vez que a lagarta-elasma faz orifícios e penetra no colmo, enquanto a lagarta-rosca alimenta-se externamente, sem penetrar na planta.

Dados da literatura internacional mostram que o dano da lagarta-rosca depende do estágio de crescimento da planta e também do ínstar da lagarta. Isto porque, se o seccionamento provocado for acima do ponto de crescimento, a planta pode se recuperar. A mesma recomendação para o controle da lagarta-elasma pode ser aplicada para a lagarta-rosca.

3. PRAGAS DA PARTE AÉREA

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

A lagarta-do-cartucho é considerada uma das principais pragas do milho, podendo ocorrer durante todo o estágio de crescimento da cultura, causando reduções na produtividade superiores a 30%.

O inseto adulto é uma mariposa com cerca de 35 mm de envergadura, de coloração pardo-escura nas asas anteriores e branco-acinzentada nas posteriores (Foto 33). As posturas são feitas em massa, com uma média de 150 ovos (Foto 34). O período de incubação dos ovos é de aproximadamente três dias.

As lagartas recém-eclodidas (Foto 35) alimentam-se da própria casca do ovo. Após essa primeira alimentação, permanecem em repouso por um período variável de duas a dez horas. Quando encontram hospedeiro adequado, começam a alimentar-se dos tecidos verdes, geralmente começando pelas áreas mais suculentas, deixando apenas a epiderme membranosa, provocando o sintoma conhecido como "folhas raspadas". À medida que as lagartas crescem, começam a fazer orifícios nas folhas, podendo causar severos danos às plantas (Fotos 36 a 38). É comum também o ataque na base da espiga ou mesmo diretamente, nos grãos leitosos (Fotos 39 e 40).

A lagarta completamente desenvolvida (Foto 41) mede cerca de 40 mm, com coloração variável de pardo-escura, verde a até quase preta e com um Y invertido na parte frontal da cabeça. O período larval depende das condições de temperatura, sendo que, nas condições brasileiras, dura em torno de 15 dias. Findo esse período, a lagarta geralmente vai para o solo, onde se empupa. O período pupal varia de 10 a 12 dias nas épocas mais quentes do ano.

Lagartas de primeiro ínstar geralmente consomem o tecido verde de um lado da folha, deixando intacta a epiderme membranosa do outro lado. Isto é uma boa indicação da presença de lagartas mais jovens na cultura do milho, uma vez que são poucos os insetos que apresentam hábitos semelhantes e na área atacada pela lagarta-do-cartucho. A presença da lagarta no interior do cartucho pode ser indicada pela quantidade de excrementos ainda frescos existentes na planta, ou constatada abrindo-se as folhas e observando-se lagartas com cabeça escura e com o característico Y invertido na parte frontal da cabeça.

A planta do milho é mais sensível ao seu ataque quando a infestação inicia-se entre 40 e 45 dias de idade. Nessa ocasião é que geralmente deve ser feito o controle curativo. Para tetos de produtividade em torno de 3.000 kg/ha, a praga deve ser controlada quando aproximadamente 20% das plantas apresentarem o sintoma de "folhas raspadas". Em áreas onde é comum a ocorrência de inimigos naturais, é aconselhável a utilização de produtos químicos somente quando a larva estiver com cerca de 10 a 12 mm. Quanto maior for a produtividade esperada, considerando que o custo do tratamento não irá variar muito com o nível de tecnologia usado, mais rapidamente devem ser iniciadas as medidas de controle.

O controle cultural através de aração após a colheita mata as pupas do inseto diretamente, por esmagamento, ou indiretamente,

pela exposição aos raios solares. Manter a cultura limpa, eliminando-se prováveis hospedeiros da praga, também ajuda a diminuir a infestação.

Diversos parasitóides e predadores são citados como reguladores importantes da população natural de *S. frugiperda*. Por exemplo, o predador *Doru luteipes* tem contribuído substancialmente para o controle biológico da praga.

A utilização de um agente patogênico, como o *Baculovirus*, é uma medida eficiente, econômica e segura para o controle de lagartas pequenas. Os resultados obtidos em condições de lavoura são comparáveis aos químicos. Como vantagens adicionais, não interfere nos outros inimigos naturais e não polui o ambiente.

Diversos produtos químicos são registrados para o controle da lagarta-do-cartucho. Entretanto, o agricultor deve sempre ter em mente o conceito de controle integrado. Por isso, a escolha do produto químico deve ser baseada, além da sua eficiência, na sua seletividade. Sabe-se que alguns produtos do grupo dos piretróides e do grupo dos inseticidas fisiológicos têm pouca atuação sobre o predador *Doru luteipes*. Esses produtos e outros que sejam seletivos a diferentes inimigos naturais devem ser os preferidos.

3.2. Curuquerê-dos-capinzais – *Mocis latipes* (Lepidoptera: Noctuidae)

O curuquerê-dos-capinzais, também conhecido como lagarta-militar, apresenta, em sua fase adulta, coloração pardacinzenta nas asas. Mede cerca de 40 mm de envergadura. As fêmeas colocam os ovos nas folhas de milho e o período de incubação é em torno de quatro dias. As lagartas alimentam-se inicialmente da epiderme da folha, danificando a cultura do milho da periferia para o centro. Findo o período larval, em torno de 20 dias, tece o casulo na própria folha que atacou, transformando-se a seguir em pupa e permanecendo nesse período cerca de dez dias. Os maiores prejuízos causados por esse inseto ocorrem em pastagens. Entretanto, o que se observa a cada ano é o crescimento do ataque ao milho, vindo de lagartas migratórias em grande quantidade, arrasando a cultura.

Esse inseto pode ser facilmente identificado na cultura do milho pela presença de lagartas (Foto 42) de coloração verde-escura, com estrias longitudinais castanho-escuras, limitadas por estrias amarelas, do tipo "mede-palmo". O inseto geralmente se alimenta da folha, destruindo-a completamente, com exceção da nervura central (Foto 43). É interessante observar que esse inseto não se alimenta dentro do cartucho da planta, como o faz a *S. frugiperda*.

O controle para essa praga deve ser o químico, realizado imediatamente após constatada a presença das lagartas na lavoura. Como o inseto normalmente ataca primeiro gramíneas nativas ao redor da lavoura de milho, deve-se, como medida cultural, manter a cultura limpa, isto é, eliminar os hospedeiros intermediários. Caso isso não tenha sido feito, pode-se, inclusive, aplicar o produto químico nesses hospedeiros intermediários. Sendo a lagarta muito sensível a produtos químicos, o produtor deve procurar adquirir o produto em função das características já mencionadas para a lagarta-do-cartucho.

3.3. Cigarrinha-das-pastagens – *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae)

A cigarrinha-das-pastagens, *D. flavopicta* (Foto 44), constitui, hoje, um dos mais importantes problemas fitossanitários para a agropecuária brasileira. Isto porque esse inseto é uma impor-

tante praga das pastagens, principalmente da braquiária e, a partir de 1979, começou a atacar também lavouras de milho e arroz.

Normalmente ocorrem três picos populacionais de cigarrinha, que se sobrepõem de outubro a abril. O primeiro e o maior ocorre, geralmente, em novembro; o segundo, em fins de janeiro e início de fevereiro; e o terceiro, em março/abril. São os ovos ovipositados em março/abril que atravessam o inverno e dão origem ao pico de novembro, que é o mais severo. O dano nas pastagens é causado pela forma jovem (ninfas) e pelo adulto; porém, em milho, somente os adultos atacam. Tanto nas pastagens quanto no milho, a cigarrinha prejudica as plantas por sugá-las e injetar uma toxina que bloqueia e impede a circulação da seiva. Plantas de até dez dias de idade são altamente sensíveis e uma infestação de três a quatro cigarrinhas/planta provoca severos danos; os sintomas de ataque são exibidos dois dias após a infestação e as plantas começam a morrer três a quatro dias após a infestação (Figura 45); porém, plantas acima de 17 dias de idade toleraram bem até os níveis mais altos da infestação. De maneira geral, a capacidade de recuperação das plantas sobreviventes é grande, isto é, todas as folhas que surgem após suspensão a infestação são normais.

O agricultor deve estar atento para as possíveis migrações dos insetos das pastagens para o milho ainda jovem. O tratamento de sementes pode dar um bom controle se as infestações são precoces. Quando o ataque é intenso e em plantas maiores, se for necessária alguma medida química de controle, deve-se dar preferência aos produtos seletivos e de baixa toxicidade.

3.4. Cigarrinhas – *Peregrinus maidis* (Homoptera: Delphacidae) e *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae)

São pequenos insetos (Foto 46) com cerca de 8 mm, encontrados geralmente dentro do cartucho da planta de milho e que sugam a seiva, podendo atingir altas populações na cultura. Muito mais do que danos diretos à planta, sua importância maior está relacionada à transmissão de doenças, como aquelas provocadas por espiroplasma, micoplasma e vírus. Uma maneira prática de separação das espécies é observar as patas dos insetos. Em *Dalbulus* são observadas fileiras de pequenos espinhos ao longo do tarso, enquanto em *Peregrinus* são ausentes.

A utilização de cultivares com algum grau de resistência às doenças tem sido uma das recomendações para evitar prejuízos ao produtor. No Brasil, praticamente inexistem inseticidas registrados para o controle efetivo desses insetos.

3.5. Pulgão-do-milho – *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae)

O pulgão é um inseto sugador de seiva, que se alimenta pela introdução de seu aparelho bucal nas folhas novas das plantas. Sua reprodução se processa por partenogênese. Tanto as formas ápteras quanto as aladas são constituídas de fêmeas larvíparas. *R. maidis* apresenta coloração geral verde-azulada, medindo as formas ápteras cerca de 1,5 mm de comprimento. As formas aladas são menores e apresentam as asas hialinas. Vivem em colônias e sobre suas dejeções líquidas desenvolve-se um fungo negro (fumagina) que, revestindo o limbo foliar, prejudica a atividade fotossintética. São vetores de viroses, principalmente do mosaico.

Esse inseto pode facilmente ser reconhecido pelo grande número de indivíduos de coloração esverdeada, pequenos, vivendo em colônias nas folhas de milho, geralmente no interior do cartucho (Foto 47).

Os danos ocasionados por esse inseto à cultura do milho somente têm sido significativos a ponto de justificar o seu controle em altas populações. O controle biológico natural tem sido eficiente. Em picos populacionais, quando se justificar o controle, deve-se dar preferência a produtos químicos de baixa toxicidade e seletivos pois, assim, pode-se baixar a população da praga e permitir um novo equilíbrio biológico, mantendo a praga em níveis não econômicos.

4. PRAGAS DO COLMO

4.1. Broca da cana-de-açúcar – *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae)

O inseto adulto de *D. saccharalis* é uma pequena mariposa de coloração amarelo-palha, com aproximadamente 20 mm de envergadura (Foto 48). A fêmea coloca os ovos com aspecto de escamas nas folhas do milho e, num intervalo de quatro a nove dias, dá-se a eclosão das lagartas, que inicialmente alimentam-se da folha. Posteriormente, dirigem-se para a bainha e penetram no colmo, fazendo galerias ascendentes. O período larval médio é de 69 dias. As lagartas apresentam a cabeça marrom e o corpo esbranquiçado, com inúmeros pontos escuros. Quando atingem o completo desenvolvimento, as lagartas constroem uma câmara, alargando a própria galeria até o colmo, onde cortam uma seção circular, que fica presa com fios de seda e serragem, e transformam-se em pupas, permanecendo nesse estágio por um período variável de 9 a 14 dias, até emergir o adulto.

Os prejuízos diretos causados pela lagarta, através da penetração e alimentação no interior do colmo, aparentemente não são importantes, pois a planta atacada produz normalmente, mesmo sob condições de forte infestação natural. Através das galerias, a broca torna a planta bastante suscetível à queda por ação do vento, podendo surgir prejuízos indiretos, que provavelmente são os mais importantes, pois, quando a planta cai, a espiga poderá ficar em contato com o solo, favorecendo a germinação dos grãos e o ataque de microrganismos. Apesar de originalmente ser praga do milho, ela é mais importante em cana-de-açúcar. A broca pode ser reconhecida facilmente pela abertura longitudinal do colmo do milho, onde se observa a presença da própria larva ou da galeria deixada pela mesma (Foto 49).

Em função do local de ataque dessa praga, o controle químico é ineficiente. Considerando a eficiência obtida na cana-de-açúcar com o controle biológico, é possível estender a metodologia também para a cultura do milho.

5. PRAGAS DA ESPIGA

5.1. Lagarta-da-espiga – *Helicoverpa zea*

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

A lagarta-da-espiga é considerada uma das mais importantes pragas de milho nos Estados Unidos, causando mais danos que qualquer outro inseto. Naquele país, os prejuízos causados pelas lagartas-da-espiga chegam a até 14% em milho doce e, em certas condições, exigem aplicações de inseticidas a cada 24 ou 48 horas. No Brasil, têm-se verificado danos crescentes em milho, especialmente em função de desequilíbrio biológico, através de aplicações de produtos químicos de amplo espectro de ação. A mariposa coloca seus ovos nos estilo-estigmas (cabelos) quando

estes estão ainda verdes (Foto 50). Após a eclosão, as larvas vão se dirigindo para a ponta da espiga, alimentando-se dos grãos em formação.

Além do prejuízo direto causado pela lagarta-da-espiga, seu ataque favorece a infestação de outras pragas importantes, tais como o caruncho, *Sitophilus zeamais*, e a traça, *Sitotroga cerealella*.

O inseto adulto é uma mariposa com cerca de 40 mm de envergadura, as asas anteriores são de coloração amarelo-parda, com uma faixa transversal mais escura, apresentando também manchas escuras dispersas sobre as asas. As asas posteriores são mais claras, com uma faixa nas bordas externas.

A fêmea fecundada põe os ovos em qualquer parte da planta, mas de preferência nos estigmas (cabelos) da flor feminina (boneca). Cada fêmea oviposita em média 1.000 ovos durante sua vida. Os ovos são geralmente depositados individualmente e somente um ou dois por planta. Após três a quatro dias dá-se a eclosão das lagartas, que começam a alimentar-se imediatamente. À medida que elas se desenvolvem, penetram no interior da espiga e iniciam a destruição dos grãos em formação. A lagarta completamente desenvolvida mede cerca de 35 mm e possui coloração variável entre verde-claro, rosa, marrom ou quase preta, com partes mais claras. O período larval é de 13 a 25 dias, findos os quais as lagartas saem da espiga e vão para o solo, para se tornarem pupa. O período pupal requer de 10 a 15 dias.

O ovo da lagarta-da-espiga mede cerca de 1 mm de diâmetro, possui forma hemisférica, apresenta saliências laterais e pode ser visualizado através de um exame minucioso do "tufo de cabelos", com uma lupa ou mesmo a olho nu. Após a eclosão, as lagartas penetram nas espigas, deixando um orifício bem visível de saída. Na fase de milho verde, geralmente se encontra uma lagarta no interior da espiga infestada, normalmente na ponta da mesma (Foto 51).

A lagarta do cartucho, *S. frugiperda*, embora mais comum no cartucho da planta, tem aumentado a sua ocorrência nas espigas, especialmente em função dos insucessos no seu controle ainda no cartucho da planta. Em determinadas condições, sua presença é maior do que a lagarta da espiga.

Para se ter eficiência, a lagarta da espiga deve ser controlada logo após o início das posturas, pois uma vez que a lagarta encontra-se dentro da espiga a eficiência do controle é muito baixa. Na verdade, a eficiência do controle das pragas das espigas de milho é mais em função do método do que do produto em si. Para que haja eficiência, o inseticida deve ser colocado sobre a espiga e, principalmente, na ponta. Isto é conseguido quando se utiliza pulverizador costal. A eficiência é muito menor quando se utiliza a aplicação tratorizada. Nesse caso, deverão ser feitas adaptações na barra, de modo a poder direcionar o bico de pulverização. Existe também possibilidade de fazer a aplicação dos produtos químicos via água de irrigação (convencional ou pivô-central). Entretanto, considerando-se a dificuldade de se fazer um tratamento químico em uma lavoura de milho já formada e a carência dos defensivos e mesmo a possibilidade de ter resíduos nos grãos, não se tem feito o controle dessa praga com inseticidas químicos. Para lavouras destinadas à exploração de milho verde, adota-se o controle mecânico, ou seja, eliminação da ponta da espiga com um facão, por exemplo, onde geralmente a praga está localizada por ocasião da comercialização.

A utilização de cultivares que apresentem um bom empenhamento, tanto em relação à compressão como ao comprimento além da ponta da espiga, pode propiciar diminuição na incidência

das pragas. O controle biológico através do predador *Doru luteipes* (tesourinha) e do parasitóide *Trichogramma* spp. tem sido considerado promissor para o controle das pragas da espiga do milho.

6. PERSPECTIVAS PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DAS PRAGAS DE MILHO

Quando se efetuam levantamentos da fauna nos ambientes agrícolas, normalmente verifica-se um grande número de espécies de insetos herbívoros, porém, em pequenas quantidades, causando pouco ou nenhum dano ao hospedeiro. Muitos desses insetos são mantidos sob controle pela ação direta de inimigos naturais. O uso indiscriminado de inseticidas orgânicos sintéticos normalmente ocasiona um desequilíbrio biológico, pela eliminação desses inimigos naturais, propiciando a elevação da densidade de diferentes pragas. Na realidade, o uso de produtos químicos de amplo espectro de ação provoca três fenômenos ecológicos distintos: ressurgência da praga alvo, surtos de pragas secundárias e desenvolvimento de resistência aos inseticidas. Todos esses fenômenos estão diretamente relacionados com a perturbação do controle natural em função da "dependência" do inseticida, da qual é difícil se livrar. É um problema global em extensão e tem contribuído para aumentar os problemas econômicos e ecológicos, virtualmente em todos os locais onde os inseticidas químicos têm sido usados. Conseqüentemente, foi necessária a mudança para uma nova filosofia de controle de pragas, denominada, na atualidade, de controle integrado. O controle biológico, medido pela supressão permanente de uma espécie de praga, posiciona-se como uma das mais eficientes táticas de controle integrado.

O controle biológico pode ser visualizado de duas maneiras principais: uma delas é através da importação e liberação de inimigos naturais. A outra é através da manipulação daqueles já existentes. Inovações nas técnicas de produção, utilização de nutrientes artificiais ou outros tipos de melhoramento no habitat, liberações em época correta, técnicas de preservação e uso de espécies ou raças mais efetivas deverão, todas, contribuir de maneira expressiva para a melhoria da eficiência do controle biológico.

Dentre as pragas de milho, *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis* e *Helicoverpa zea* são aquelas em que as pesquisas em controle biológico têm avançado mais rapidamente. Principalmente para as duas últimas, em função do local de ataque, dentro do colmo e na espiga, respectivamente, tornando o controle químico de baixa eficiência, o controle biológico, especialmente através de parasitóides e predadores, tem grande potencial para uso em milho. O predador de ovos e lagartas pequenas, *Doru luteipes* (Dermaptera) e os parasitóides da ordem **Hymenoptera**, **Chelonus**, **Trichogramma**, **Telenomus** e **Campoletis**, têm-se mostrado, em laboratório e no campo, como agentes promissores para programas de controle integrado de pragas na cultura de milho, no Brasil.

7. USO SELETIVO DE INSETICIDAS

O uso abusivo de produto não seletivo e de amplo espectro de ação às vezes mata a praga e quase sempre elimina os inimigos naturais da praga-alvo, além de diminuir os inimigos de outras pragas. Afeta também insetos benéficos, como abelhas e outros polinizadores. Além desses e de outros fatores ambientais, é cada vez maior a demanda por produtos de baixa toxicidade para o ser humano, que sejam eficientes sobre a praga e que não afetem drasticamente os inimigos naturais. Portanto, é necessário utilizar produtos químicos com base em características de eficiência agrônômica e baixa toxicidade, ou seja, que apresentem as maiores vantagens ecológicas.

A EMBRAPA tem trabalhado muito nesse aspecto, comparando vários produtos químicos no controle de *S. frugiperda*, usando como indicativo ecológico o predador *D. luteipes*. Por exemplo, os inseticidas piretróides e fisiológicos têm sido os menos tóxicos para o inimigo natural. Carbaryl, methomil e triclofon também têm apresentado certa seletividade e, portanto, podem ser utilizados em programas de manejo, visando à preservação e atuação do predador *D. luteipes*.

Outros trabalhos vêm sendo conduzido em relação aos demais inimigos naturais, procurando cada vez mais ampliar a lista de produtos seletivos para o manejo integrado das pragas de milho no Brasil.

DOENÇAS DO MILHO

Fernando Tavares Fernandes⁽¹⁾
Elizabeth de Oliveira⁽¹⁾
Nicésio F.J. de Almeida Pinto⁽¹⁾

1. Mancha foliar – *Helminthosporium turcicum* Pass. (sin. *Trichometasphaeria turcica* Luttrell)

Nas folhas são formadas lesões elípticas de coloração palha, com bordos bem definidos, tornando-se escuras devido à frutificação do fungo. As lesões podem coalescer, dando à folha um aspecto de queima (Foto 52).

Lesões com bordas amareladas indicam a presença do gene Ht1 de resistência. Nestas lesões praticamente não ocorre esporulação do fungo.

Temperaturas entre 18°-27°C e abundante formação de orvalho favorecem a ocorrência dessa doença.

Controle: utilização de cultivares resistentes.

2. Mancha foliar – *Phaeosphaeria maydis* (sin. *Sphaerulina maydis* = *Leptosphaeria zeae maydis*), f. imperf. *Phyllosticta* sp.

Os sintomas são caracterizados pelo aparecimento inicial nas folhas de lesões aquosas tipo anasarca que posteriormente passam para necróticas, podendo ou não ser circundadas por um halo amarelado (Foto 53).

Essa doença é favorecida por altas precipitações pluviométricas e temperaturas noturnas baixas e plantios tardios. Em condições favoráveis à doença, pode ocorrer redução no ciclo da planta e na produção.

Não são conhecidos hospedeiros alternativos do patógeno.

Controle: utilização de cultivares resistentes e alteração na época de plantio.

3. Míldio do sorgo – *Peronosclerospora sorghi* (Weston e Uppal) C.G., Shaw [sin. *Sclerospora sorghi* (Kulk) Weston e Uppal]

Pode se apresentar sob duas formas de infecção: a sistêmica e a localizada.

Na forma sistêmica, a fonte primária de inóculo são os oosporos existentes no solo. As plantas infectadas, principalmente nos primeiros 40 dias após a germinação, apresentam folhas mais estreitas e eretas e, ocasionalmente, faixas branco-amareladas. Em plantas adultas não há formação de espigas e o pendão fica deformado ("crazy top") (Foto 54).

Sob condições de alta umidade há produção de conídios nas faixas cloróticas, em ambas as faces das folhas. Com o desenvolver da doença há formação de oosporos nestas áreas cloróticas. Ao contrário do sorgo, não ocorre o rasgamento das folhas.

A infecção localizada tem como fonte de inóculo os conídios.

O patógeno tem como plantas hospedeiras o milho e o sorgo e sobrevive no solo por vários anos na forma de oosporos.

Controle: recomenda-se a utilização de cultivares resistentes, rotação de cultura e tratamento de sementes.

4. Enfezamento pálido – *Espiroplasma* sp. (maize stunt – raça Rio Grande ou corn stunt spiroplasma)

Plantas com enfezamento pálido mostram inicialmente manchas cloróticas na base de folhas jovens. As manchas coalescem, formando estrias alongadas e posteriormente longas faixas, abrangendo várias nervuras, de cor esbranquiçada, ou amarelo-limão (Foto 55). Sob condições de baixas temperaturas, os sintomas são clorose difusa e avermelhamento na base das folhas superiores. As plantas tornam-se enfezadas e produzem espigas pequenas, freqüentemente em proliferação.

O agente causal da doença é um procarionte sem parede celular rígida, móvel, espiralado, com dimensões de 0,2 x 15 µm, pertencente ao gênero *Espiroplasma*, que cresce em cultura axênica. Este patógeno restringe-se aos tecidos do floema, ocorrendo nas raízes, caule, folhas e espigas de plantas infectadas.

Várias espécies de cigarrinhas são vetores do patógeno, destacando-se pela maior eficiência na transmissão as espécies *Dalbulus maidis* e *D. eliminatus*. A transmissão é do tipo persistente, sendo que o patógeno, após ser adquirido em uma planta infectada, é multiplicado na cigarrinha durante um período de cerca de duas semanas, que posteriormente o transmite por várias semanas.

Em condições naturais, além do milho, apenas *Zea perennis* e *Z. mays* mexicana são hospedeiras conhecidas do patógeno, desconhecendo-se como a doença se perpetua em regiões onde o milho não é cultivado continuamente.

A utilização de cultivares resistentes é a medida de controle mais eficiente. Outras medidas recomendadas são: evitar plantios tardios, controlar insetos vetores, eliminar plantas de milho voluntárias, que podem servir como fonte de inóculo, e rotação de culturas.

5. Enfezamento vermelho (maize stunt – raça Mesa Central ou maize bushy mycoplasma)

O primeiro sintoma da planta afetada por esta doença é a clorose das margens e extremidades das folhas, que precede o avermelhamento em intensidade variável, de acordo com a tendência da cultivar em produzir antocianina (Foto 56). As folhas tornam-se quebradiças, curvadas e curtas. Ocasionalmente, numerosos brotos podem formar-se na base da planta e axilas foliares, ficando a planta com aspecto de arbusto. Formam-se várias espigas pequenas e as plantas podem apresentar-se enfezadas ou não.

Esta doença foi relatada pela primeira vez na década de 50, no México, acreditando-se por muitos anos ser causada por uma raça do patógeno agente causal da doença, corn stunt spiroplasma

¹ Pesquisador da EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas-MG. Telefone: (31) 773-5644.

(enfezamento pálido). Na década de 70 verificou-se que a ocorrência da doença estava sempre associada à presença de microrganismos tipo micoplasmas (fitoplasmas) no floema das plantas afetadas. A impossibilidade de se cultivar estes microrganismos "in vitro" tem limitado, até o momento, a demonstração do postulado de Koch.

As cigarrinhas *Dalbulus maidis* e *D. eliminatus*, dentre outras espécies, são vetores do enfezamento vermelho do milho, sendo a transmissão do tipo persistente. Apenas o milho e o *Zea mays mexicana* têm sido demonstrados como hospedeiros do patógeno.

Controle: recomenda-se utilizar cultivares resistentes, evitar plantios tardios, eliminar plantas de milho voluntárias que podem servir de fonte de inóculo, controlar insetos vetores e fazer rotação de culturas.

6. Mosaico comum (mosaico da cana-de-açúcar)

Os sintomas desta virose normalmente apresentam-se em padrão de mosaico, caracterizando-se pela presença de áreas irregulares de cor verde normal, sem relação com as nervuras, sobre um fundo clorótico. Podem ser observadas na lâmina e bainha de todas as folhas e na palha das espigas que se desenvolvem após a infecção, sendo que algumas vezes as plantas podem se apresentar levemente enfezadas (Foto 57). Os sintomas são mais nítidos em folhas jovens, em plantas até a época de florescimento. Algumas vezes os sintomas desaparecem e as folhas jovens tornam-se mais amarelas.

Os vírus são partículas alongadas, do grupo potyvirus, sendo conhecidas numerosas estirpes e variantes.

A doença é transmissível mecanicamente, e na natureza é disseminada de maneira não persistente, por mais de 20 espécies de afídeos, principalmente pelo pulgão *Phopalosiphum maidis*.

São conhecidas cerca de 250 espécies de gramíneas hospedeiras dos vírus do mosaico, que podem servir como reservatório de inóculo em áreas de cultivo de milho.

Os efeitos da doença sobre as plantas de milho são tanto maiores quanto mais cedo se estabelece a infecção, sendo que estimativas experimentais mostram reduções na produção da ordem de 50%, em genótipos suscetíveis.

Controle: utilização de cultivares resistentes, eliminação de fontes de inóculo nas áreas de plantio e controle de insetos vetores.

7. Raiado fino (risca)

Os sintomas constituem-se de pequenos pontos cloróticos ao longo das nervuras secundárias e terciárias, formando linhas pontilhadas longitudinais na superfície das folhas (Foto 58). São mais nítidos em folhas jovens, tendendo a desaparecer com o envelhecimento da planta.

É causada por vírus de partículas isométricas, com 30 µm de diâmetro, do grupo marafivirus, que restringem-se ao floema das plantas infectadas.

Esta virose é transmitida de forma persistente pela cigarrinha do milho, *Dalbulus maidis*. A cigarrinha, ao se alimentar em uma planta infectada, adquire os vírus e após um período latente de 7 a 22 dias, passa a transmiti-los para outras plantas, durante mais de quatro semanas.

Várias gramíneas anuais e perenes são hospedeiras dos vírus da risca, constituindo-se em fonte de inóculo para a infecção do milho.

A ocorrência desta virose é freqüente em plantios de milho tardios e em genótipos muito suscetíveis pode ocasionar perdas na produção da ordem de 30%.

Controle: através do uso de cultivares resistentes, eliminação de hospedeiros alternativos e de insetos vetores e evitando-se plantios tardios.

8. Podridão do colmo – *Diplodia maydis* (Berk) Sacc. [sin. *Diplodia zae* (Schw) Lev.]

A infecção das plantas pode ocorrer nos primeiros estádios de desenvolvimento mas os sintomas só se tornam visíveis após a polinização. Em plantas infectadas, o tecido dos entrenós adquire internamente coloração marrom. Com sua desintegração, permanecem somente os vasos lenhosos sobre os quais é possível observar numerosos pontos negros (picnídios) (Fotos 59 e 60). Pode ocorrer ou não o tombamento das plantas.

O patógeno sobrevive no solo, nos restos de cultura ou em sementes. Fatores como adubação inadequada e alta população de plantas podem favorecer o aparecimento da doença.

Controle: recomenda-se a utilização de cultivares resistentes.

9. Podridão seca do colmo – *Macrophomina phaseolina* (Tassi) G. Gold [sin. *Macrophomina phaseoli* (Maubl) Ashby]

Embora a infecção possa ocorrer nos primeiros estádios de desenvolvimento das plantas, os sintomas só se tornam visíveis após a polinização e em condições de alta temperatura e baixa umidade.

Com a desintegração da medula, permanecem os vasos lenhosos sobre os quais se pode notar a presença de pequenos pontos negros (esclerócios) que conferem ao colmo, internamente, uma cor acinzentada (Foto 61). Estes sintomas podem ser observados também nas raízes. Pode ocorrer ou não o tombamento das plantas.

O patógeno sobrevive no solo nos restos de cultura e na forma de esclerócios.

Controle: utilização de cultivares resistentes.

10. Podridão do colmo e das raízes – *Fusarium moniliforme* Sheld e *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*

Os agentes dessa doença são os mesmos agentes da podridão seca da espiga.

À semelhança do que ocorre com as demais podridões do colmo, os sintomas só se tornam visíveis após a polinização. Em plantas infectadas, os tecidos internos dos entrenós e das raízes adquirem coloração avermelhada, podendo ou não ocorrer o tombamento das plantas (Foto 62).

Controle: utilização de cultivares resistentes.

11. Podridão do colmo – *Pythium aphanidermatum* (Eds) Fitz

Alta umidade do solo e baixa temperatura favorecem o apodrecimento das sementes e das raízes enquanto alta umidade do solo e alta temperatura favorecem o apodrecimento do colmo. Os sintomas podem ser visíveis em plantas no estágio anterior ao florescimento.

A podridão, do tipo aquosa, ocorre no primeiro entrenó acima do solo, lembrando uma bacteriose e diferindo dessa por ficar restrita ao entrenó, ao contrário das bacterioses que atingem vários entrenós (Foto 63). Geralmente ocorre o tombamento da planta.

Controle: drenagem do solo e controle adequado da água de irrigação. O tratamento das sementes é recomendado para plantios em solos frios e úmidos.

12. Podridão seca da espiga – *Diplodia maydis* (Berk) Sacc [sin. *Diplodia zae* (Schuw) Lev.]

É causada pelo mesmo agente causador da podridão do colmo.

A infecção pode se iniciar em qualquer uma das extremidades das espigas. Espigas mal empalhadas são mais suscetíveis. Espigas infectadas apresentam grãos de cor marrom, de baixo peso e micélio branco entre as fileiras de grãos. No interior da espiga a presença de numerosos pontinhos negro (picnídios) identifica o patógeno (Foto 64).

Alta precipitação pluviométrica na época da maturação dos grãos favorece o aparecimento dessa doença.

Controle: utilização de cultivares resistentes.

13. Podridão rosada da espiga – *Fusarium moniliforme* Sheld e *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* Ed.

São agentes etiológicos também da podridão do colmo.

Os sintomas geralmente aparecem em grãos isolados ou em um grupo de grãos, podendo, em casos esporádicos, ocorrer em toda a espiga. Com o desenvolvimento da doença, uma massa cotonosa avermelhada pode recobrir os grãos infectados (Foto 65).

A infecção dos grãos é favorecida por danos mecânicos ou causados por insetos e rachaduras no pericarpo.

Controle: recomenda-se a utilização de cultivares resistentes.

14. Ferrugem comum

É uma doença que ocorre em todas as áreas de plantio no Brasil, sendo, entretanto, de menor importância em relação às demais ferrugens que afetam essa cultura. Tal fato é determinado principalmente por ser a maioria dos materiais comerciais disponíveis resistentes a essa doença. Os sintomas tornam-se visíveis quando as plantas aproximam-se do florescimento e caracterizam-se pela presença de pústulas de formato circular a alongado, inicialmente de coloração marrom, tanto na face superior quanto na face inferior da folha e no colmo (Foto 66). As pústulas, mais tarde, rompem-se e, à medida que a planta amadurece, adquirem uma coloração escura. Temperaturas baixas, entre 16° e 23°C e alta umidade relativa favorecem o desenvolvimento e a disseminação da doença.

Controle: utilização de cultivares resistentes.

15. Ferrugem Polysora

Essa doença tem sido observada em toda a região Centro-Sul do Brasil causando severas perdas em cultivares suscetíveis quando sob condições ambientais favoráveis. As pústulas da ferrugem polysora caracterizam-se por serem de coloração mais clara e mais arredondada que as pústulas de ferrugem comum, sendo encontradas também em ambas as superfícies da folha. As

pústulas adquirem uma coloração mais escura à medida que as plantas aproximam-se da maturação (Foto 67). A ferrugem polysora é favorecida por temperaturas elevadas (27°C) e alta umidade relativa, ocorrendo com maior severidade em altitudes inferiores a 900 m.

Controle: utilização de cultivares resistentes.

16. Ferrugem branca – *Physopella zae* (Mains)

Essa doença também é conhecida como ferrugem tropical, por ocorrer em regiões quentes e úmidas dos trópicos. No Brasil, ela ocorre em todas as áreas de plantio de milho. Os sintomas característicos são: no centro da pústula, a lesão é branca ou amarelo pálido, aparecendo algumas vezes uma coloração preta ao redor da mesma (Foto 68). Não são conhecidos hospedeiros intermediários do patógeno. A doença é favorecida por ambientes de temperatura e umidade relativa elevadas.

Controle: utilização de cultivares resistentes.

CRÉDITO DAS FOTOS: Arquivos da EMBRAPA-CNPMS e da ARBORE.

LITERATURA CITADA

- ALVES, V.M.C.; FRANÇA, G.E. de; RESENDE, M.; COELHO, A.M.; SANTOS, N.C. dos; PRADO LEITE, C.E. do. **Aplicação de fertilizantes nitrogenados via água de irrigação. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991.** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, v.6, 1992. p.32-4.
- BAHIA FILHO, A.F. de C.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; MAGNAVACA, R.; MENDES, J.F.; BAHIA, F.G.F.T. de C.; PEREIRA, P. Avaliação de linhagens e populações de milho em condições de elevada acidez. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., Piracicaba, 1976. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1978. p.51-8.
- BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H. (ed.) **Cultura do milho; fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.63-145.
- CANTARELLA, H. & RAIJ, B. van. Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo. In: SANTANA, M.B.M. (coord.). **Adubação nitrogenada no Brasil.** Ilhéus, CEPLAC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p.47-9.
- CARVALHO, L.J.C.B.; GOMIDE, R.L.; RODRIGUES, G.C.; SOUZA, D.M.G.; FREITAS JUNIOR, E. Resposta do milho à aplicação de gesso e déficit hídrico em solo de cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1985. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.61-83.
- COELHO, A.M. Correção da acidez do solo e equilíbrio cálcio-magnésio em cultivos sucessivos de milho e feijão sob irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., Goiânia, 1994. **Resumos...** Goiânia, 1994. p.123.
- COELHO, A.M. & SILVA, B.G. da. Efeito residual da adubação fosfatada e calagem na cultura da soja sobre a cultura do milho. In: **Projeto Milho e Sorgo. Relatório 77/79.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1981. p.40-6.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C. Nutrição e adubação do milho forrageiro. In: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Milho para silagem: tecnologias,**

- sistemas e custo de produção.** Sete Lagoas, 1991a. p.29-31. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 14)
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. Balanço de nitrogênio (¹⁵N) em um latossolo vermelho-escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.2, p.187-93, 1991b.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.2, p.61-7, 1992.
- FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L. Adubação nitrogenada no Estado de Minas Gerais. In: SANTANA, M.B.M.; coord. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus, CEPLAC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p.107-24.
- GALRÃO, E.Z. Métodos de correção da deficiência de zinco para o cultivo de milho num latossolo vermelho-escuro argiloso sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.2, p.229-33, 1994.
- GONZALEZ ERICO E.; KAMPRATH, E.L.J.; NADERMAN, G.C.; SOARES W.V.; LOBATO, E. Efeito da profundidade de incorporação de calcário na cultura de milho em solo ácido de cerrado do Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976a. p.299-302.
- GONZALES ERICO E.; WOLF, J.M.; NADERMAN, G.C.; SOARES, W.V.; GALRÃO, E.Z. Relações entre toxidez de alumínio, desenvolvimento de raízes, absorção de água e produção de milho num oxisol (Latosol Vermelho Escuro) do Distrito Federal. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.28, n.2, p.181-2, 1976b.
- GROVE, L.T. **Nitrogen fertility in oxisols and ultisols of the humid tropics**. New York: Cornell University, 1979. 27p. (Cornell International Agricultural Bulletin, 36)
- GROVE, L.T.; RITCHEY, K.D.; NADERMAN JR., G.C. Nitrogen fertilization of maize on oxisol of the cerrado of Brasil. **Agronomy Journal**, Madison, v.27, n.2, p.261-5, 1980.
- LOPES, M.A.; MAGNAVACA, R.; GAMA, E.E.G.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M.X. dos; BAHIA FILHO, A.F. de C. Mejoramiento de maize para adaptacion a los suelos del "cerrado" brasileño. In: SEMINÁRIO MEJORAMENTO PARA TOLERÂNCIA A FATORES AMBIENTAIS ADVERSOS EN EL CUTIVO DEL MAIZ, 3., Quito, 1987. IICA, 1988. p.53-105.
- MALAVOLTA, E. & DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P.; ed. **Melhoramento e produção do milho**. 2ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.2. p.541-93.
- MASCAGNI, J.R. & COX, F.R. Diagnosis and correction of manganese deficiency in corn. **Communications in Science Plant Analysis**, New York, v.15, n.11, p.1323-33, 1984.
- NASPOLINI FILHO, V.; BAHIA FILHO, A.F. de C.; VIANA, R.T.; GAMA, E.E.G.; VASCONCELOS, C.A.; MAGNAVACA, R. Comportamento de linhagens de híbrido simples de milho (*Zea mays*) em solos sob vegetação de cerrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.33, n.5, p.722-6, 1981.
- NEPTUNE, A.M.L. Efeito de diferentes épocas e modos de aplicação do nitrogênio na produção do milho, na quantidade de proteína, na eficiência do fertilizante e na diagnose foliar utilizando sulfato de amônio - ¹⁵N. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.34, n.1, p.515-39, 1977.
- NOVAIS, M.V.; NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M. Efeito da adubação nitrogenada e seu parcelamento sobre a cultura do milho em Patos de Minas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.115, p.193-202, 1974.
- OLMOS, I.L.J. & CAMARGO, M.N. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.28, p.2, p.171-80, 1976.
- OLNESS, A. & BENOIT, G.R. A closer look at corn nutrient demand. **Better Crops with Plant Food**, Atlanta, v.76, n.2, p.18-20, 1992.



Foto 1. Deficiência de nitrogênio.



Foto 2. Deficiência de nitrogênio.



Foto 3. Deficiência de fósforo.



Foto 4. Deficiência de fósforo.



Foto 5. Deficiência de potássio.



Foto 6. Deficiência de potássio.



Foto 7. Tombamento do milho devido à deficiência de potássio.



Foto 8. Deficiência de magnésio.



Foto 9. Deficiência de cálcio.



Foto 10. Deficiência de enxofre.



Foto 11. Deficiência de boro.



Foto 12. Deficiência de cobre.



Foto 13. Deficiência de cobre.



Foto 14. Deficiência de ferro.



Foto 15. Deficiência de ferro.



Foto 16. Deficiência de manganês.



Foto 17. Deficiência de manganês.



Foto 18. Deficiência de zinco.



Foto 19. Deficiência de zinco.



Foto 20. Cupins.

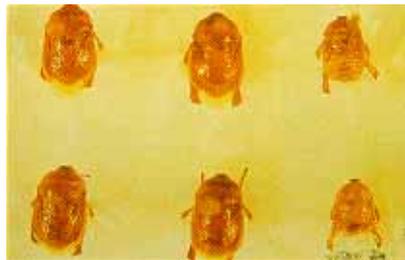


Foto 21. Insetos adultos e formas jovens do percevejo-castanho.



Foto 22. Inseto adulto de larva-alfinete (*Diabrotica*).



Foto 23. Sintomas de danos provocados pela larva-alfinete.



Foto 24. Larvas do bicho-bolo.



Foto 25. Larva-arame e danos provocados à semente de milho.



Foto 26. Inseto adulto de *Elasmopalpus lignosellus*.



Foto 27. Orifício de penetração da lagarta-elasma.



Foto 28. Lagarta-elasma completamente desenvolvida.



Foto 29. "Coração-morto", sintoma de dano provocado pela lagarta-elasma.



Foto 30. Detalhe do orifício de penetração da lagarta-elasma.



Foto 31. Inseto adulto de *Agrotis ipsilon*.



Foto 32. Lagarta-rosca e dano provocado.



Foto 33. Insetos adultos de *Spodoptera frugiperda*; acima, a fêmea.



Foto 34. Massas de ovos de *Spodoptera frugiperda*.



Foto 35. Larvas recém-nascidas de *Spodoptera frugiperda*.



Foto 36. Danos provocados pela lagarta-do-cartucho.



Foto 37. "Coração morto" provocado pela lagarta-do-cartucho.



Foto 38. Dano severo causado pela lagarta-do-cartucho.



Foto 39. Orifício de penetração da lagarta-do-cartucho na base da espiga.



Foto 40. Danos da lagarta-do-cartucho nos grãos da espiga.

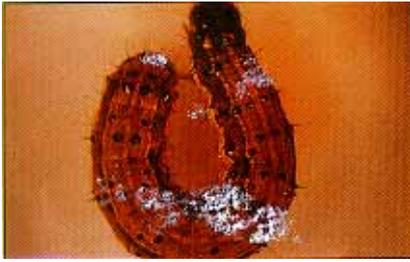


Foto 41. Lagarta-do-cartucho completamente desenvolvida.



Foto 42. Curuquerê-dos-capinzais.



Foto 43. Sintomas de danos provocados por curuquerê-dos-capinzais.



Foto 44. Inseto adulto de *Deois flavopicta*.



Foto 45. Sintomas de danos provocados por uma ou duas cigarrinhas por planta de milho.



Foto 46. Inseto adulto da cigarrinha do milho.



Foto 47. Colônia de pulgão-do-milho no interior do cartucho da planta.



Foto 48. Inseto adulto de *Diatraea saccharalis*.

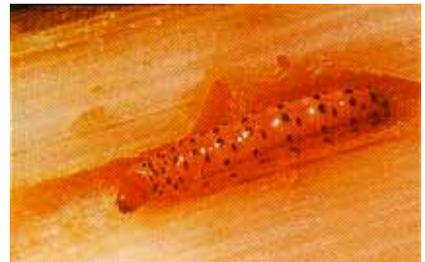


Foto 49. Broca-da-cana-de-açúcar no colmo de milho.



Foto 50. Cabelo de milho: local de postura de *Helicoverpa zea*.



Foto 51. Lagarta-da-espiga e seu dano nos grãos.



Foto 52. Mancha foliar por *Helminthosporium turcicum*.



Foto 53. Mancha foliar por *Phaeosphaeria maydis*.



Foto 54. Míldio do sorgo em milho.



Foto 55. Enfezamento pálido.



Foto 56. Enfezamento vermelho.



Foto 57. Mosaico comum.



Foto 58. Raiado fino.



Foto 59. Podridão do colmo por *Diplodia*.



Foto 60. Podridão do colmo por *Diplodia*.



Foto 61. Podridão seca do colmo por *Macrophomina phaseolina*.



Foto 62. Podridão do colmo e das raízes por *Fusarium moniliforme*.



Foto 63. Podridão do colmo por *Pythium aphanidermatum*.



Foto 64. Podridão seca da espiga por *Diplodia maydis*.

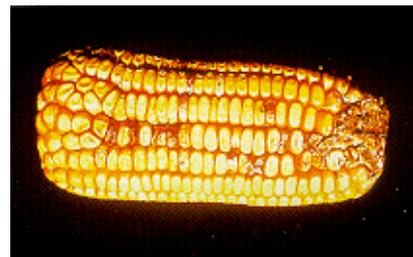


Foto 65. Podridão rosada da espiga por *Fusarium moniliforme*.



Foto 66. Ferrugem comum.



Foto 67. Ferrugem polysora.



Foto 68. Ferrugem branca.