

Aprimoramento

Mudanças em plantas, ambiente e patógenos afetam controle de doenças

Carlos A. Forcelini *

As doenças do milho podem ser agrupadas em quatro tipos: a) as podridões de sementes e plântulas, b) as podridões do colmo (Figura 1), c) as doenças foliares (Figura 2) e d) as podridões da espiga (Figura 3). Elas afetam a implantação da cultura, o movimento de água e nutrientes, a fotossíntese, a produtividade e a qualidade dos grãos, inclusive com formação de micotoxinas. As doenças resultam da interação de três fatores: a planta hospedeira, o patógeno e o ambiente. Estes mudaram significativamente na cultura do milho nas últimas décadas. Em relação ao hospedeiro, houve o desenvolvimento de genótipos com altíssimos potenciais de rendimento de grãos, porém, às vezes, mais suscetíveis às doenças. Também o ambiente na lavoura mudou com o aumento da população de plantas, a diminuição do espaçamento entre linhas de 90 cm para 45 cm e com a migração do cultivo de primavera-verão (primeira safra) para o de verão-outono (segunda safra). Quanto ao patógeno, sua variabilidade genética encarrega-se do desenvolvimento de estirpes mais agressivas e/ou mais resistentes aos fungicidas.

O cultivo de milho em segunda safra, ou safrinha, iniciou-se nos anos 1980 e teve um crescimento exponencial desde então. Em 2014, sua área atingiu 7,359 milhões de hectares, tornando-se maior que a de primavera-verão (7,328 milhões



PHOTIMAGES / SHANTÉ GARDNER

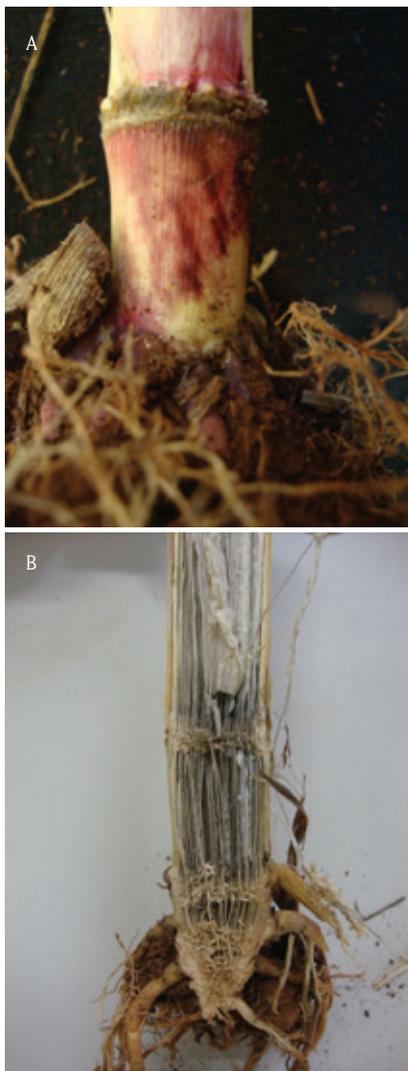
Sustentabilidade do milho no atual sistema de cultivo depende de genótipos resistentes, conhecimento da epidemiologia e aprimoramento de fungicidas

de hectares), que vem decrescendo. Essa dualidade de cultivos implica em cenários diferentes para as doenças. O cultivo de primeira safra ocorre a partir de agosto e setembro, em solo ainda frio, que atrasa o desenvolvimento inicial da cultura e favorece os patógenos presentes no solo (por exemplo, *Pythium* spp.) e na semente (por exemplo, *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.). Os problemas com a implantação da cultura são mais acentuados e o tratamento

de sementes tem importância maior, devendo incluir ativos como o metalaxil (=mefenoxam) e benzimidazóis.

Na primeira safra, dois fatores resultam em menor ocorrência de doenças na parte aérea da planta. Primeiro, maior área é cultivada em rotação com soja ou outras espécies, favorecendo a redução do inóculo de fungos necrotróficos no solo (por exemplo, *Fusarium*, *Diplodia*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Bipolaris*, *Exserohilum*). Segundo, a combinação

FIGURA 1 | PODRIDÕES DO COLMO DO MILHO
A: INÍCIO DE PODRIDÃO POR *FUSARIUM SP.*
B: PODRIDÃO POR *MACROPHOMINA PHAESOLINA*



LILIANE DE DIANA TEIXEIRA.

de temperaturas ascendentes e umidade relativa do ar decrescente reduz o molhamento necessário à infecção das folhas e espigas. Em resumo, o cultivo de primavera-verão representa mais problemas para a implantação da cultura, porém, tem menor ocorrência de doenças na parte aérea. A necessidade e a resposta à aplicação de fungicidas é, geralmente, menor.

A segunda safra de milho ocorre no verão-outono, geralmente após um primeiro cultivo de soja. A implantação se dá em solo com temperatura mais alta, com germinação e emergência mais rápidas,

diminuindo os problemas de implantação. O desenvolvimento da cultura se dá sob temperaturas decrescentes, aumento da umidade do ar e diminuição da insolação. Esses fatores combinados promovem maior molhamento dos órgãos aéreos da planta, com aumento das doenças foliares e podridões da espiga. A maior parte da área de milho em segunda safra é, também, cultivada em monocultura, resultando em maior ocorrência de doenças por fungos necrotróficos, como podridões de colmo, manchas foliares e podridões da espiga.

As características dos agentes causais das doenças devem ser consideradas no manejo. As ferrugens têm como patógenos fungos biotróficos (*Puccinia sorghi* e *P. polysora*), que aumentam a epidemia pela formação de novas lesões, as quais requerem a produção e disseminação de grande quantidade de esporos, sendo isto um dos principais componentes da epidemia. Entre os fungicidas, as estrobilurinas agem predominantemente sobre a germinação dos esporos e a entrada do patógeno na planta, tendo maior eficácia sobre as ferrugens. O lançamento de novos compostos do grupo químico carboxamida (subgrupo pirazol) vem reforçar a ação dos fungicidas sobre os esporos e a infecção.

Os patógenos necrotróficos (*Bipolaris*, *Cercospora*, *Diplodia*, *Exserohilum*, *Phaeosphaeria* etc.) também aumentam a epidemia por originar novas infecções a partir dos esporos. Contudo, seu componente mais importante é a expansão da lesão, mediada pela colonização pelo fungo e a produção de toxinas no interior dos tecidos. Helmintosporiose e cercosporiose (Figura 2) do milho exemplificam bem esta ação. Em híbridos mais suscetíveis, a expansão da lesão logo após a inoculação é exponencial. Nestes casos, o manejo das manchas foliares depende mais da ação sistêmica de fungicidas triazóis, os quais inibem a síntese de esteróis necessários à formação das membranas e crescimento do fungo no interior da planta.

Diferentemente da soja, na qual há predominância da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), cujo controle requer maior quantidade de estrobilurina nas formulações dos fungicidas, no milho e no trigo existe um balanço entre ferrugens e manchas foliares; ou até a predominância destas, especialmente em monocultura e segunda safra. A simples adoção dos fungicidas desenvolvidos para a soja não é, tecnicamente, a melhor opção para o controle. O manejo de doenças em milho necessita de formulações mais equilibradas em estrobilurina e triazol. Misturas de tanques também podem ser efetuadas com benzimidazóis ou ditiocarbamatos, para melhorar o controle da mancha de *Diplodia* e mancha branca, respectivamente.

O manejo de doenças em milho deve considerar a sequência de infecção. Patógenos necrotróficos que sobreviverem nas sementes e restos culturais geralmente são os primeiros a se estabelecer nas plantas. Eles atacam as sementes e plântulas; depois, evoluem para o colmo, folhas e espigas. No cultivo de segunda safra, predominantemente em monocultura de milho, as manchas foliares têm precedência sobre as ferrugens, o que requer aplicações mais cedo e, também, fungicidas com maior quantidade de triazóis eficazes.

O manejo integrado de doenças em milho envolve: a) diminuição do inóculo inicial pelo uso de sementes tratadas com fungicida, a rotação de culturas e a eliminação de plantas voluntárias de milho (problema crescente a partir da adoção de híbridos transgênicos com resistência ao herbicida glifosato); b) redução do tempo de exposição do hospedeiro através de híbridos precoces, semeadura em época adequada à rápida germinação e aplicações preventivas de fungicidas (que atrasam o início da epidemia); c) redução da taxa de progresso da epidemia via híbridos menos suscetíveis, arranjo de plantas adequado, manejo da irrigação e aplicação de fungicidas.

A resposta em rendimento de grãos é variável, especialmente em função da pressão de doença e do híbrido utilizado. Em média, situa-se entre 5% e 11% com uma aplicação, chegando a 20% com duas aplicações.

A aplicação de fungicidas é, normalmente, atrelada ao estágio de crescimento da planta, principalmente sua altura, em função do tamanho dos equipamentos de pulverização. Para pulverizadores tratorizados ou de arrasto, a aplicação é possível até os estádios V8 a V10. Equipamentos autopropelidos e a aviação agrí-

cola permitem um segundo tratamento na fase de pré-pendoamento. Contudo, o correto é atentar para a dinâmica das doenças. Híbridos suscetíveis, semeaduras tardias, ambiente favorável às doenças e áreas de monocultura requerem antecipação das aplicações, cujo momento pode ser identificado através do monitoramento da lavoura e do ambiente.

O intervalo entre as aplicações deve considerar que, uma vez cessado o efeito do tratamento anterior, a epidemia tende a um ritmo de crescimento intenso. Assim ocorre pela disponibilidade de sítios

FIGURA 3 | PODRIDÃO DA ESPIGA DO MILHO CAUSADA POR *GIBBERELLA ZEAE*



LILIANE DE DIANA TEIXEIRA

FIGURA 2 | DOENÇAS FOLIARES DO MILHO. A: CERCOSPORIOSE. B: HELMINTOSPORIOSE. C: FERRUGEM TROPICAL. D: MANCHA BRANCA E HELMINTOSPORIOSE



LILIANE DE DIANA TEIXEIRA

sádios para infecção nas plantas anteriormente protegidas e pela quantidade crescente de esporos disseminados ao longo do ciclo da cultura. Em geral, os tratamentos são efetivos por um período de 17 a 20 dias. A importância das doenças em milho é crescente, assim como a necessidade do seu controle. O desenvolvimento de genótipos resistentes, o conhecimento da epidemiologia das doenças e o aprimoramento dos fungicidas e da tecnologia de aplicação são fatores extremamente importantes à manutenção da sustentabilidade do milho no atual sistema de cultivo. 

***Carlos A. Forcelini** é engenheiro agrônomo, Ph.D. em fitopatologia e professor na Universidade de Passo Fundo (forcelini@upf.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. *Doenças de plantas tropicais e controle econômico*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289 p.
- BERGER, R. D. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 15, p. 165-181, 1977.
- FORCELINI, C. A. Manejo epidemiológico de doenças fúngicas em milho. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DO MILHO, 13, 2013, Piracicaba: USP/ESALQ.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. D. *Manual de diagnose e controle de doenças no milho*. Lages: Graphel, 2004. 144 p.