



Em equilíbrio

Tanto o excesso quanto a escassez de nutrientes podem favorecer o progresso de doenças por tornarem as plantas predispostas a infecções por patógenos. No caso da antracnose, causada por *Colletotrichum graminicola*, testes evidenciam que a adubação equilibrada com nitrogênio e potássio auxilia no manejo, já que interfere no aumento do intervalo de tempo entre o início da infecção pelo fungo, o aparecimento dos primeiros sintomas e a disseminação do patógeno

A incidência e a severidade de doenças na cultura do milho têm aumentado muito nos últimos anos, especialmente a partir da década de 90, devido a mudanças climáticas globais, a alterações no sistema de cultivo (plantio direto e cultivo irrigado), à extensão da época de plantio (safra e safrinha), à expansão da área cultivada para a região Centro-Oeste e, não raro, à ausência na rotação de culturas (substituída pela sucessão de culturas).

Essas mudanças têm contribuído, acentuadamente, para a multiplicação e a preservação de inóculos de diversos patógenos (fungos, nematoides, bactérias, vírus e mollicutes), bem como submetido a cultura do milho a condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de um número expressivo de doenças, muitas delas antes consideradas de importância secundária para a cultura.

A mancha branca (*Pantoea ananas*), o enfazamento pálido (espiroplasma), o enfazamento vermelho (fitoplasma), a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), a antracnose foliar/colmo (*Colletotrichum graminicola*) e, recentemente, a cercosporiose (*Cercospora zea-maydis* e *Cercospora sorghi* f.sp. *maydis*) estão entre as principais doenças associadas à cultura do milho no Brasil. Especial destaque merece a antracnose, um dos mais graves problemas da cultura do milho em todo o mundo.

ANTRACNOSE

Atualmente, a antracnose ocorre em todas as principais regiões produtoras do país, seja em cultivos de safrinha ou em plantios

efetuados em períodos normais. A doença ganha importância, sobretudo nas áreas que adotam o sistema de plantio direto, em razão de ser o seu agente causal, *Colletotrichum graminicola*, um fungo necrotrófico (portanto, capaz de sobreviver em restos culturais). Essa doença pode se manifestar em qualquer parte da planta, como raiz, semente e, principalmente, colmo e folha. É capaz de reduzir o rendimento de grãos em até 40%, dependendo do híbrido utilizado, da fase de desenvolvimento da cultura e das condições ambientais onde está inserido o cultivo.

A infecção de folhas de plântulas ocorre a partir de conídios produzidos em acérvulos sobre os restos de cultura, sendo a sua dispersão limitada a curtas distâncias. A disseminação de *C. graminicola* a longas distâncias se dá, principalmente, através de sementes contaminadas. A infecção do colmo, geralmente, se inicia pela deposição de conídios na base do colmo, provenientes de lesões esporulantes das folhas ou de restos culturais.

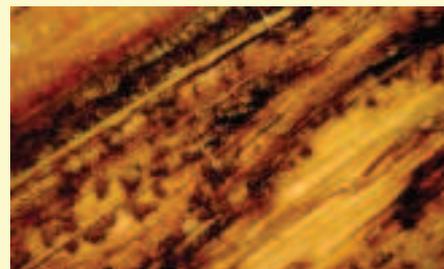
A podridão do colmo por antracnose torna-se mais visível após o florescimento das plantas de milho, tende, inclusive, a provocar a morte prematura da planta e, conseqüentemente, o seu tombamento. A antracnose foliar pode estar presente no limbo foliar e na nervura central da folha, sendo favorecida por períodos de altas temperaturas e umidade relativa. Nos últimos anos, houve aumento significativo na incidência e na severidade dessa doença nas lavouras das principais regiões produtoras de milho, notadamente nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Pau-

lo, Paraná e Santa Catarina.

MANEJO

Para o desenvolvimento do patógeno e o progresso da doença, são necessários: 1) a presença de patógeno capaz de infectar a planta; 2) cultivar suscetível ao patógeno; e 3) condições ambientais que favoreçam a multiplicação e a disseminação do patógeno. Os fatores ambientais, genéticos e biológicos influenciam a sanidade das plantas de milho, seja de forma direta ou através da interação entre eles. Nesse contexto, o Manejo Integrado de Doenças (MID) tem obtido espaço ao preconizar o uso de estratégias de controle mais eficientes e seguras do ponto de vista ambiental. No entanto, para que essas medidas possam ser adotadas de forma eficiente é preciso conhecer bem o patógeno e as suas relações com o hospedeiro e com o ambiente.

A fertilidade dos solos e a nutrição mineral de plantas são fatores ambientais que podem ser facilmente manipulados e contribuir com o MID. O estado nutricional de uma planta está diretamente relacionado com a



Acérvulos - Esporulação de *Colletotrichum graminicola*

resposta ao ataque de patógenos e a patogenicidade pode ser reduzida se a planta hospedeira não possuir os nutrientes necessários para o crescimento e o desenvolvimento. No entanto, tanto o excesso quanto a escassez de nutrientes podem favorecer o progresso das doenças por tornarem as plantas mais predispostas à infecção. O balanço dos nutrientes no solo consegue alterar a expressão dos sintomas típicos e também interferir de modo significativo na suscetibilidade das plantas às doenças, o que tende a refletir diretamente sobre o patógeno (sobrevivência, reprodução e desenvolvimento).

A eficiência do controle das doenças do milho, causadas por diferentes patógenos, depende da adoção de um sistema de Manejo Integrado de Doenças, que envolva diferentes métodos de controle (legislativo, cultural, genético, físico, biológico e químico) que, em conjunto, resultam na redução ou eliminação dos danos à cultura. Nos últimos anos, uma série de estudos tem sido realizada pela equipe de fitopatologia da Embrapa Milho e Sorgo com o objetivo de avaliar a eficácia do controle químico sobre as doenças associadas à cultura do milho. Entretanto, até o momento nenhum produto químico foi registrado para o controle da antracnose.

A exemplo do que se verificou com as avaliações acerca da influência do nitrogênio (N) e do potássio (K) sobre a severidade da antracnose foliar, os resultados obtidos pela Embrapa Milho e Sorgo novamente comprovaram a importância da adubação equilibrada como alternativa capaz de contribuir com



Uma nutrição equilibrada em K aumenta a resistência à penetração e à colonização de muitos patógenos e no caso da antracnose é capaz de retardar a multiplicação de *C. graminicola*

o MID, ao avaliar o período de incubação (PI) e o período latente (PL) de *C. graminicola*. Entende-se por Período de Incubação (PI) o intervalo de tempo decorrido desde o início da infecção pelo patógeno até o aparecimento dos primeiros sintomas da doença e, por Período Latente (PL), o intervalo de tempo entre o surgimento dos primeiros sintomas da doença e a esporulação/disseminação do patógeno. Estudos dessa natureza, acerca da biologia do patógeno, são de fundamental importância para o estabelecimento de estratégias mais eficientes para o controle da doença.

No entanto, é importante ressaltar que, apesar dos resultados positivos, o uso de adubação equilibrada em N e K como medida de manejo da antracnose foliar do milho mostrou-se dependente do genótipo empregado. O PI e o PL do patógeno não apresentaram qualquer resposta às diferentes combinações entre as doses de nitrogênio e potássio quando a cultivar avaliada foi suscetível à antracnose foliar. Para essa cultivar, o PI variou de cinco dias a seis dias e o PL de nove dias a 9,25 dias.

As doses de N e K também não influenciaram o período de incubação de *C. graminicola* na cultivar moderadamente resistente à doença, demonstrando que o PI não foi bom indicador para diferenciar os tratamentos com N e K, pois todos apresentaram sintomas iniciais da doença entre cinco dias e sete dias, sem diferir estatisticamente. Porém, as doses de K influenciaram significativamente o PL do patógeno quando a cultivar avaliada apresentava certo nível de resistência genética à doença. O incremento das doses de K fez aumentar o PL de nove dias para 11,25 dias (21,7%), ou seja, doses crescentes de potássio foram capazes de influenciar o desenvolvimento do patógeno, retardando sua multiplicação.

A nutrição das plantas determina, em grande parte, sua resistência ou suscetibilidade

de às doenças, suas estruturas morfológicas, a capacidade dos tecidos em reduzir a atividade patogênica, bem como a virulência e a habilidade do patógeno em sobreviver. Os mecanismos de interação patógeno-hospedeiro-nutrientes não são completamente conhecidos, mas admite-se reduzir a severidade por aumentar a "tolerância", facilitar a evasão e produzir resistência fisiológica às doenças, além de diminuir a virulência do patógeno.

O aumento no PL do patógeno, decorrente do aumento das doses de K aplicadas e, por conseguinte, dos teores do elemento nas folhas, está relacionado com o papel do potássio nas mais diversas reações do metabolismo das plantas. Uma nutrição equilibrada em K é capaz de reduzir a incidência de doenças, principalmente por aumentar a resistência à penetração e à colonização de muitos patógenos. Em níveis adequados de K, podem ocorrer: aumento na rigidez dos tecidos, decorrente do aumento da espessura da cutícula e da parede celular, dificultando a penetração e o progresso da infecção e contribuindo para a redução do potencial de inóculo; menor acúmulo de compostos de baixo peso molecular (açúcares e aminoácidos), aumentando o teor de proteínas estruturais, enzimáticas e proteicas, além de estar relacionado com o acú-



A podridão do colmo por antracnose torna-se mais visível após o florescimento das plantas



Diego avaliou a nutrição equilibrada entre K e N nos mecanismos de resistência contra a antracnose

mulo de substâncias que apresentam ação fungistática, como fenóis e fitoalexinas, ao redor dos sítios de infecção do patógeno, entre outros.

Em síntese, a severidade de uma doença é diretamente proporcional ao número de propágulos infectantes (esporos) que entram em contato com o hospedeiro suscetível. Ao retardar a multiplicação de *C.*

graminicola em função do aumento no tempo decorrido entre o início da infecção e a esporulação (PL), espera-se que o incremento nas doses de potássio seja capaz de induzir menor número de ciclos do patógeno na lavoura e, conseqüentemente, menor severidade da antracnose foliar. Porém, é de suma importância o equilíbrio entre as doses de K e as doses ideais de N,

que podem influenciar outros mecanismos de resistência. 

Diego de Oliveira Carvalho, Carlos Roberto Casela e Rodrigo Vêras da Costa,
Embrapa Milho e Sorgo
César Oliveira Carvalho
UFV

Gráfico 1 - Período Latente (dias) de *Colletotrichum graminicola* em cultivar de milho moderadamente resistente (azul) e suscetível (vermelho)

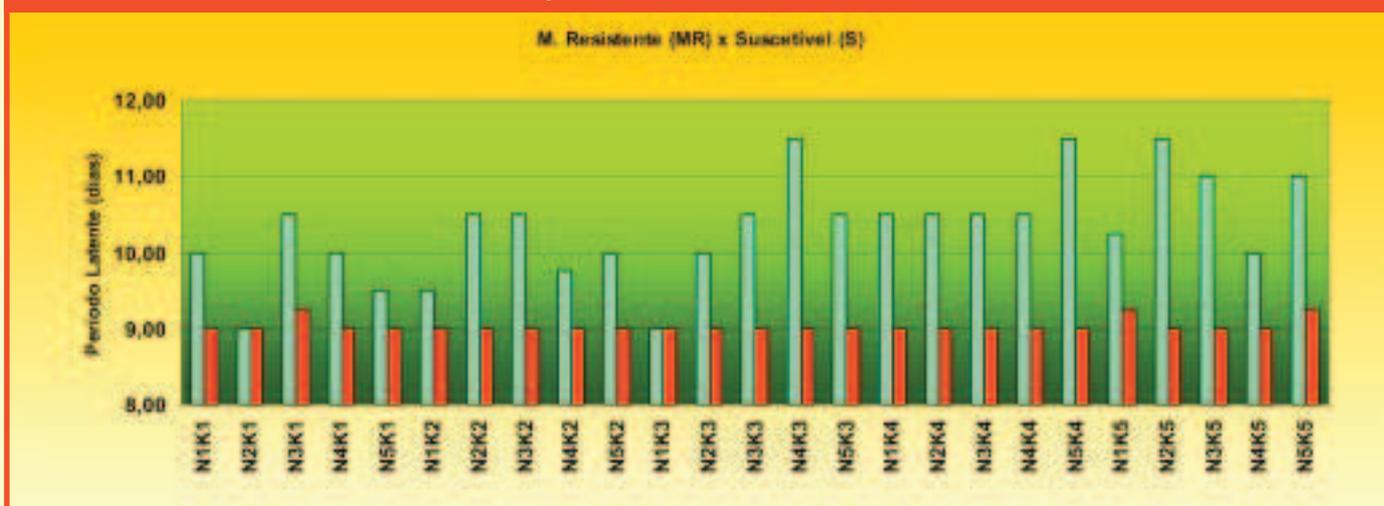


Gráfico 2 - Período Latente (dias) de *Colletotrichum graminicola* em cultivar de milho moderadamente resistente (azul) e suscetível (vermelho), em função de doses crescentes de K

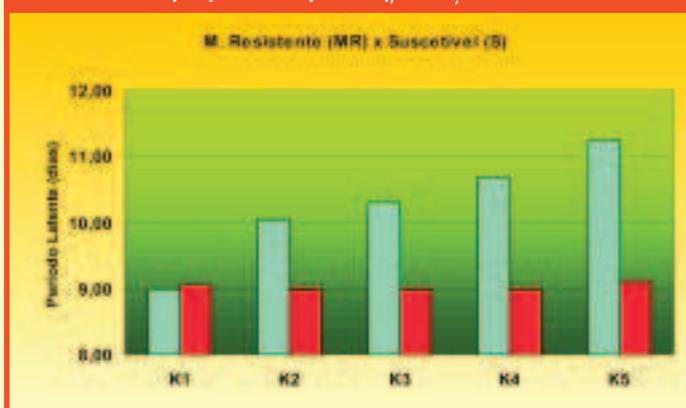


Gráfico 3 - Período de Incubação (dias) de *Colletotrichum graminicola* em cultivar de milho moderadamente resistente (azul) e suscetível (vermelho), em função de doses crescentes de K

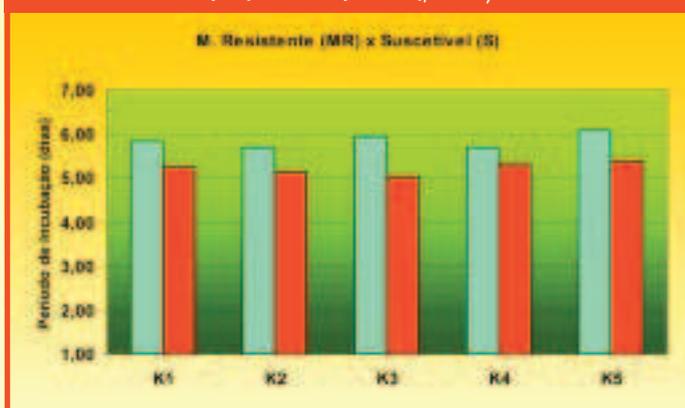


Gráfico 4 - Período de Incubação (dias) de *Colletotrichum graminicola* em cultivar de milho moderadamente resistente (azul) e suscetível (vermelho)

