

193

Circular
Técnica

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2013

Autores

Luciano Viana Cota

Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete
Lagoas, MG, luciano.cota@
embrapa.br

Rodrigo Véras da Costa

Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas,
MG, rodrigo.veras@
embrapa.br

Elizabeth de Oliveira Sabato

Bióloga, Ph.D. em
Fitopatologia, Pesquisadora
da Embrapa Milho e
Sorgo, Sete Lagoas, MG,
elizabeth.o.sabato@
embrapa.br

Dagma Dionisia da Silva

Engenheira Agrônoma,
D.Sc em Fitopatologia,
Pesquisadora da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas,
MG, dagma.silva@embrapa.
br

Histórico e Perspectivas das Doenças na Cultura do Milho

Histórico

No Brasil, há aproximadamente 10 a 15 anos, o milho era considerado uma cultura rústica no que se refere à ocorrência de doenças. Dentre os tratamentos culturais dispensados à cultura do milho nesta época, o manejo de doenças praticamente não era uma preocupação por parte dos técnicos e produtores. Essa realidade sofreu uma grande mudança nos últimos anos, principalmente a partir do final da década de 1990. As doenças constituem na atualidade um dos principais fatores limitantes da produtividade, e têm causado grandes preocupações nos agentes envolvidos no agronegócio da cultura do milho no Brasil, em razão das perdas que têm ocasionado à produção e dos riscos à saúde humana e animal, com a presença de micotoxinas produzidas por fungos nos grãos.

Relatos de perdas na produtividade por causa do ataque de patógenos têm sido frequentes nas principais regiões produtoras do país. Nesse contexto, vale destacar a severa epidemia de cercosporiose, uma doença até então de importância secundária na região sudoeste do Estado de Goiás na safra de verão e safrinha de 2000. Predominavam na região os híbridos com alta suscetibilidade a esta doença, havia uma crescente adoção da prática do plantio direto e pouca ou nenhuma da rotação de culturas por parte dos produtores de milho da região. Tais fatores associados à ocorrência de condições ambientais favoráveis determinaram o aparecimento de severas epidemias na região, com registro de perdas de até 80% em lavouras com cultivares suscetíveis.

É importante entendermos que a evolução das doenças do milho está estreitamente relacionada à evolução do sistema de produção desta cultura no Brasil. Modificações ocorridas no sistema de produção, que resultaram no aumento da produtividade do milho, foram também responsáveis pelo aumento da incidência e da severidade das doenças. Desse modo, a expansão da fronteira agrícola, a ampliação das épocas de plantio (safra e safrinha), a adoção do sistema de plantio direto sem a rotação de culturas, o aumento do uso de sistemas de irrigação e o uso de materiais suscetíveis têm promovido modificações importantes na dinâmica populacional dos patógenos, resultando no surgimento, a cada safra, de novos problemas para o milho relacionados à ocorrência de doenças.

Nesse novo cenário, em que as doenças se tornaram um grave problema para a cultura do milho no Brasil, os primeiros fungicidas foram registrados para o controle de doenças foliares apenas no ano de 2000. Hoje, após 13 anos, existem mais de 30 fungicidas registrados junto

ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o controle de doenças foliares nessa cultura.

Principais Doenças da Cultura do Milho no Brasil

Dentre as doenças presentes na cultura milho no Brasil, merecem destaque mancha-branca (mancha-de-phaeosphaeria), cercosporiose, helmintosporiose, ferrugem-polissora, ferrugem-tropical, ferrugem-branca, enfezamento-vermelho e enfezamento-pálido, podridões de colmo e grãos ardidos. Além dessas, nos últimos anos algumas doenças consideradas de menor importância têm ocorrido com elevada severidade em algumas regiões produtoras, como a antracnose-foliar e a mancha-foliar-de-diplodia. A importância dessas doenças é variável de ano para ano e de região para região, em função das condições climáticas, do nível de suscetibilidade das cultivares plantadas e do sistema de plantio utilizado. No entanto, algumas dessas doenças são de ocorrência mais generalizada nas principais regiões de plantio, como é o caso da mancha-branca. As condições ambientais de cada safra podem influenciar na ocorrência das doenças, a exemplo do que ocorreu com a ferrugem-polissora na região sul do Brasil na safra 2009/2010. Nas últimas safras, a ocorrência de podridões de espigas e grãos ardidos tem sido cada vez mais frequente. A incidência de grãos ardidos, além de reduzir o peso de grãos produzidos, está ainda associada à ocorrência de micotoxinas que podem ter efeitos diretos aos consumidores do milho contaminado. A ocorrência de micotoxinas pode ainda ser utilizada como uma barreira não tarifária para os exportadores de milho.

No Brasil, o milho é a cultura mais comumente utilizada, em rotação ou sucessão (safrinha) com a soja. O sistema de produção com sucessão soja/milho tem favorecido a população de nematoides capazes de atacar as duas culturas. O nematoide das lesões

radiculares, *Pratylenchus brachyurus*, está amplamente disseminado no Brasil. Na soja, as perdas têm aumentado muito nas últimas safras, especialmente no Brasil central. Embora a maioria dos híbridos e das cultivares de milho disponível no Brasil seja mais tolerante aos nematoides de galhas e a *P. brachyurus* do que a soja, existe variabilidade entre eles com relação à capacidade de multiplicá-los. A identificação de genótipos de milho resistentes ou maus hospedeiros é fundamental para a composição de esquemas de rotação/sucessão de culturas, que resultem em diminuição das populações de nematoides no solo e garantam a viabilidade econômica da soja ou de outra cultura suscetível semeada na sequência.

Doenças do Milho Causadas por Agentes Transmitidos por Insetos

O enfezamento-pálido e o enfezamento-vermelho do milho são doenças causadas por microrganismos chamados mollicutes, que são transmitidos das plantas doentes para as sadias, por um inseto vetor, uma espécie de cigarrinha. Essas doenças são mais comuns e severas nas regiões mais quentes do território nacional e podem causar danos expressivos na produção quando ocorrem em alta intensidade. Frequentemente, ocorrem de forma dispersa nas lavouras e, dependendo da cultivar de milho e da época do plantio, podem atacar até 100% das plantas, causando sérios prejuízos. Áreas de mais de 100 ha podem ser totalmente dizimadas, como já foi observado no Triângulo Mineiro, em Goiás, em São Paulo e no Mato Grosso do Sul. Eventualmente, atingem grandes extensões geográficas onde o milho é cultivado, como ocorreu na safra 1994/95, no sudoeste de Goiás, e na safra 2005/06, no norte do Rio Grande do Sul e no oeste de Santa Catarina. Essas doenças são mais comuns no milho safrinha e nos plantios tardios realizados nos meses de novembro e dezembro, nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. A cigarrinha transmissora dos mollicutes se alimenta e se reproduz apenas no milho

e, por preferir plântulas, migra das lavouras adultas com plantas doentes para as lavouras jovens, distribuindo esses microrganismos a longas distâncias de forma muito eficiente. A plântula de milho que se torna infectada no início do desenvolvimento cresce aparentemente normal, porém, enfraquecida pela doença, manifesta sintomas na fase de produção. As plantas doentes produzem espigas pequenas, geralmente com grãos esparsos, e que secam precocemente. Sobreposições de ciclo da planta de milho, proporcionadas pela semeadura em mais de uma época no ano, favorecem a incidência dos enfezamentos. O controle do inseto vetor com inseticidas não garante o controle eficiente dos enfezamentos porque a infecção das plântulas pode ocorrer antes da morte do inseto, e porque pode haver entrada contínua de cigarrinhas na área, trazendo mais mollicutes. Para escapar ou minimizar os níveis de incidência dessas doenças, recomenda-se: a) evitar a semeadura tardia (para as Regiões Sudeste e Centro-Oeste); b) semear mais de uma cultivar e substituir essas cultivares por outras, na semeadura seguinte; c) usar cultivares com resistência genética.

Outra doença disseminada por inseto vetor, importante para o milho, em razão dos danos que pode causar, é a virose denominada mosaico-comum. Os vírus que causam essa doença são transmitidos por pulgões e infectam muitas espécies de gramíneas. Os pulgões se alimentam e realizam picadas de prova antes de depositar seus ovos, em espécies gramíneas e, dessa forma, disseminam os vírus. Os sintomas da virose se manifestam em poucos dias, e o pulgão, que tem asas, pode disseminar rapidamente os vírus na lavoura, sendo o dano proporcional à quantidade de plantas doentes. Esses vírus se multiplicam em todas as partes da planta, e as gramíneas que rebrotam a partir de rizoma infectado servem de reservatório para a infecção do milho. Medidas preventivas para evitar essa doença incluem: a) a dessecação

das gramíneas selvagens com sintomas da virose, se presentes na área de semeadura do milho; b) a semeadura de mais de uma cultivar de milho, e substituição dessas cultivares por outras, na semeadura seguinte; c) o uso de cultivares com resistência genética. O controle do pulgão com inseticida não proporciona controle eficiente dessa virose.

Duas outras espécies de vírus transmitidos por espécies de cigarrinhas presentes no Brasil não têm ocorrido em intensidade suficiente para causar danos expressivos, e outros vírus, atualmente ausentes do território nacional, causam prejuízos severos no milho em outros países. Entre essas doenças, apenas o inseto vetor do *Maize streak virus*, presente na África, a *Cicadulina mbila*, é praga quarentenária A1, regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Contudo, outros vírus, a exemplo do *Mal de Río Cuarto virus*, presente na Argentina, também representam risco de introdução no Brasil, o que indica necessidade de pesquisa para antecipar soluções, caso isso aconteça.

Para se definirem formas de evitar perdas por doenças disseminadas por insetos é essencial elucidar os efeitos e a dinâmica dos fatores epidemiológicos que favorecem sua disseminação e seus danos, principalmente do clima, e aspectos da resistência genética do milho. Monitoramentos podem evidenciar a importância relativa de cada uma, e necessidades de controle. A identificação de fontes de resistência é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de cultivares com resistência genética. A proteção da resistência genética e o equilíbrio da população de insetos vetores podem ser obtidos através de práticas de manejo do cultivo de milho.

Manejo Integrado de Doenças na Cultura do Milho

As principais medidas recomendadas para o manejo de doenças na cultura do milho

são: 1) utilização de cultivares resistentes; 2) realização do plantio em época adequada, de modo a se evitar que os períodos críticos para a cultura não coincidam com condições ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento da doença; 3) utilização de sementes de boa qualidade e tratadas com fungicidas; 4) utilização da rotação com culturas não suscetíveis; 5) rotação de cultivares; 6) manejo adequado da lavoura – adubação equilibrada (N e K), população de plantas adequada, controle de pragas e de plantas invasoras e colheita na época correta. Essas medidas, além de trazerem um benefício imediato ao produtor por reduzir o potencial de inóculo dos patógenos presentes na lavoura, contribuem para uma maior durabilidade e estabilidade da resistência genética presentes nas cultivares comerciais por reduzirem a população de agentes patogênicos. A mais atrativa estratégia de manejo de doenças é a utilização de cultivares geneticamente resistentes, uma vez que o seu uso não exige nenhum custo adicional ao produtor, não causa nenhum tipo de impacto negativo ao meio ambiente, é perfeitamente compatível com outras alternativas de controle e muitas vezes é suficiente para o controle da doença.

Nos últimos anos, a utilização do controle químico está cada vez mais comum na cultura do milho. Os resultados de pesquisas realizadas pela Embrapa Milho e Sorgo e por outras instituições de pesquisa demonstram que o uso de fungicidas tem se mostrado uma estratégia viável e eficiente para o manejo de doenças na cultura do milho. Entretanto, alguns fatores devem ser observados para que a relação custo/benefício seja positiva, ou seja, que o benefício do controle das doenças com o uso de fungicidas seja superior ao custo da sua utilização. Dentre esses fatores mais importantes, destacam-se: o conhecimento das principais doenças que ocorrem tanto em regiões quanto em propriedade, o nível de resistência das cultivares às principais doenças, as condições de clima durante o

período do ciclo da cultura, o sistema de produção (plantio direto, rotação de culturas, etc.) e a disponibilidade de equipamentos para pulverização. O uso de fungicidas na cultura do milho é recomendado nas situações de elevada severidade de doenças, que são resultantes da combinação de todos, ou alguns, dos seguintes fatores: uso de genótipos suscetíveis, condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das doenças, plantio direto sem rotação de culturas e plantio contínuo de milho na área.

Uma estratégia eficiente para o manejo de doença na cultura do milho é evitar que doenças ausentes entrem no país. Na lista de pragas quarentenárias ausentes do Mapa constam alguns patógenos importantes para a cultura do milho, como: *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis*, *Pantoea stewartii*, *Heterodera zea*. Uma estratégia eficiente para proteger a cultura do milho de possíveis introduções de novas doenças é o melhoramento preventivo. Com esta estratégia, as linhagens de milho poderiam ser testadas para resistência a doenças que não ocorrem no Brasil; para tal as linhagens seriam testadas em países onde estas doenças ocorrem.

Perspectivas

A perspectiva em relação à ocorrência de doenças na cultura do milho é a de que esse problema será ainda mais intenso nos próximos anos. Além do atual sistema de produção que contribui para a intensificação do problema, outros dois aspectos merecem destaque. O primeiro refere-se a uma tendência das grandes empresas de sementes de mudarem o foco nos programas de melhoramento, em que a questão da sanidade dos materiais não será mais uma das prioridades das empresas, como aconteceu até o presente. Segundo as próprias empresas, será dada prioridade total à obtenção de materiais com elevada capacidade produtiva, e o controle das doenças deverá ser realizado pelo próprio produtor através da

aplicação de fungicidas. O segundo aspecto a ser considerado, que deverá ser potencializado pelo primeiro, refere-se ao uso cada vez mais intensivo de fungicidas na cultura do milho. Em algumas regiões, a realização de até três aplicações de fungicidas tem sido uma realidade. Uma análise conjunta de todos esses fatores nos leva a um cenário preocupante, pois, a aplicação de fungicidas não será suficiente para controlar todas as doenças que atacam a cultura, como aquelas causadas por fungos que atacam as espigas e o colmo, os enfezamentos, as viroses e as doenças causadas por bactérias. Mesmo para aquelas doenças que os fungicidas são recomendados, a aplicação em cultivares muito suscetíveis em ambientes favoráveis ao desenvolvimento das doenças resultará em baixa eficiência de controle. Além disso, problemas como contaminações ambientais, resíduos de fungicidas em alimentos e intoxicação de trabalhadores rurais serão, também, intensificados. A presença de resíduos de fungicidas em grãos acima dos limites permitidos pelos países importadores do milho brasileiro poderá ser usada como barreira não tarifária.

Contribui para o cenário exposto acima, de forma bastante significativa, a grande presença da assistência técnica privada no campo. Essa “assistência técnica”, fornecida por profissionais ligados, diretamente, às empresas de defensivos químicos, resulta em recomendação e aplicação excessiva de produtos nas lavouras. A grande ramificação que essas empresas possuem nas principais regiões produtoras e a insuficiência de agentes públicos de assistência técnica exacerba a magnitude do problema em questão.

Nesse contexto, cabe às autoridades competentes e às instituições de pesquisa e extensão o dever de atuar de forma a tornar clara ao produtor a necessidade de se buscar elevadas produtividades com sustentabilidade, e isso apenas será possível através da

utilização de todas as medidas possíveis de controle de forma integrada.

Micotoxinas em Milho

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de grãos, carne suína e de frango, e novos recordes nas exportações desses setores têm sido registrados a cada ano. Como consequência do maior consumo e exportação de carnes, há uma maior demanda para produção de grãos utilizados na alimentação animal. Dentre as culturas que abastecem essa cadeia produtiva, o milho aparece como o principal produto, com cerca de 70 a 80% do total produzido destinado à alimentação animal. Apesar destes indicadores positivos, um fator que tem sido considerado de elevado risco pelos agentes envolvidos no agronegócio de grãos e de carnes no Brasil é a alta contaminação desses produtos com fungos toxigênicos e micotoxinas.

No caso do milho, essa preocupação é ainda maior por dois motivos principais: primeiro, porque o milho constitui-se no principal componente da alimentação animal no Brasil, seja como constituinte de rações ou como fornecimento direto aos animais. Segundo, porque o milho é um produto altamente suscetível à infecção por um grande número de fungos que, além de causarem prejuízos quantitativos e qualitativos nos grãos, são altamente eficientes como produtores de micotoxinas.

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos toxigênicos e que estão presentes em vários tipos de alimentos, como milho, amendoim, trigo, etc. As micotoxinas têm provocado grandes perdas econômicas em toda a cadeia produtiva agrícola, representando um risco potencial ao desenvolvimento do agronegócio brasileiro e, principalmente, à saúde humana e animal. Os danos à saúde humana referem-se ao consumo de produtos direta ou indiretamente contaminados, como

vegetais, carne, ovos e leite, acarretando problemas crônicos de desenvolvimento lento, que duram períodos extensos e apresentam efeitos de longo prazo de difícil previsão, como imunossupressão e câncer. A contaminação por micotoxinas é geralmente um processo aditivo, que pode se iniciar no campo e aumentar durante a colheita e a secagem e continuar no armazenamento.

No cenário atual, essa tem sido uma das principais preocupações por parte dos agentes envolvidos na cadeia produtiva de milho no Brasil. A incidência desses contaminantes nos grãos é bastante elevada nas condições brasileiras, e isso associado à grande estabilidade desses compostos, que não são degradados por métodos tradicionais, e também à grande dificuldade de controle, que se constitui num desafio a ser enfrentado por todos os envolvidos nas cadeias produtivas de milho, carnes e leite no Brasil. Um complicador é que os países importadores de grãos e carnes estão estabelecendo legislações bastante restritivas à presença de micotoxinas nesses produtos, e a presença desses contaminantes pode representar barreiras não tarifárias às exportações brasileiras.

A situação atual e as tendências futuras para o problema das contaminações dos grãos com micotoxinas na cultura do milho, considerando apenas a utilização de fungicidas para o seu controle, trazem um cenário extremamente negativo para esse problema no Brasil. Para a redução de contaminação por micotoxinas em milho será necessária a utilização de medidas integradas de controle, entre as quais a resistência genética terá papel fundamental para reduzir os problemas com grãos ardidos e fungos toxigênicos.

Literatura Recomendada

Bergstrom, G. C.; Nicholson, R. L. The biology of corn anthracnose: knowledge to exploit for

improved management. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, p. 596-608, 1999.

COSTA, R. V. da; COTA, L. V. **Controle químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 125).

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; CRUZ, J. C.; SILVA, D. D. da; QUEIROZ, V. A. V.; GUIMARAES, L. J. M.; MENDES, S. M. **Recomendações para a redução da incidência de grãos ardidos em milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 22 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da; LANZA, F. E. **Recomendações para o controle químico da mancha branca do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 167).

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da; PARREIRA, D. F.; ROCHA, L. M. P. da; GUIMARAES, L. J. M.; GUIMARAES, P. E.; PARENTONI, S. N.; MACHADO, J. R. de A. **Epidemias severas da Ferrugem Polissora do milho na Região Sul do Brasil na safra 2009/2010**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 138).

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. Doenças. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

COSTA, R. V. da; FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R.; SILVA, D. D. da. **Podridões fúngicas de colmo na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 7 p.

(Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 100).

COSTA, R. V. da; QUEIROZ, V. A. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da; LANZA, F. E.; MENDES, S. M.; GUIMARAES, L. J. M. **Atraso na colheita e incidência de grãos ardidos e fumonisinias totais em grãos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 31 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57).

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da. Manejo de doenças na lavoura. **Agro DBO Tecnologia, Produção & Mercado**, São Paulo, v. 9, n. 39, p. 40-43, 2012.

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. Uma safrinha imune a doenças. **A Granja**, Porto Alegre, v. 67, n. 747, p. 44-47, 2011.

OLIVEIRA, E. de; FERNANDES, F. T.; PINTO, N. F. J. de A. **Doenças do milho: identificação e controle**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 84 p.

JULIATTI, F. C.; ZUZA, J. L. M. F.; SOUZA, P. P.; POLIZEL, A. C. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 34-41, 2007.

MUNKVOLD, G. P.; MARTINSON, C. A.; SHRIVER, J. M.; DIXON, P. M. Probabilities for profitable fungicide use against gray leaf spot in hybrid maize. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 91, p. 477-484, 2001.

PAUL, P. A.; MADDEN, L. V.; BRADLEY, C. A.; ROBERTSON, A.; MUNKVOLD, G.; SHANER, G.; WISE, K.; MALVICK, D.; ALLEN, T. W.; GRYBAUSKAS, A.; VINCELLI, P.; ESKER, P. Meta-Analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. corn belt. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 101, p. 1122-1132, 2011.

Circular Técnica, 193

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027 1100
Fax: (31) 3027 1188
E-mail: cnpms.sac@embrapa.br
1ª edição
 1ª impressão (2013): on line

Ministério da
 Agricultura, Pecuária
 e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Presidente: Sidney Netto Parentoni.
Secretário-Executivo: *Elena Charlotte Landau.*
Membros: *Dagma Dionísia da Silva, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro, Monica Matoso Campanha, Maria Marta Pastina, Rosângela Lacerda de Castro e Antonio Claudio da Silva Barros.*

Expediente

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros.*
Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro.*
Tratamento das ilustrações: *Tânia Mara A. Barbosa.*
Editoração eletrônica: *Tânia Mara A. Barbosa.*