

Monitoramento do Uso de Fungicidas na Cultura do Milho no Brasil

Luciano Viana Cota
Rodrigo Vêras da Costa
Dagma Dionisia da Silva
Elena Charlote Landau
Daniel Pereira Guimarães
Jane Rodrigues Machado
Lais B. P. Mendonça
Alexandre Ferreira da Silva
Flávio Dessaune Tardin
Walter Fernandes Meirelles

Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é afetada por várias doenças, muitas das quais causadas por patógenos que apresentam alta variabilidade genética nas nossas condições. As doenças mais comuns e que têm causado perdas com maior frequência são mancha-branca (sin. mancha-de-phaeosphaeria) (*Pantoea ananatis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem-tropical (*Puccinia sorghi*), ferrugem-branca (*Physopella zea*), mais recentemente os enfezamentos vermelho (*Phytoplasma*) e pálido (*Spiroplasma kunkelli*), as podridões de colmo (*Colletotrichum graminicola*, *Fusarium* sp., *Lasiodiplodia brasiliense*,

Phaeocystostroma ambiguum, (*Stenocarpella* sp.) e os grãos ardidos (*Fusarium* sp., *Stenocarpella* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp.) (Casela et al., 2006; Cota et al., 2013; Aguiar et al., 2016, 2018; Costa et al., 2017; Cota et al., 2017). Além dessas, nos últimos anos algumas doenças consideradas de menor importância têm ocorrido com elevada severidade em algumas regiões produtoras, como a antracnose-foliar (*Colletotrichum graminicola*) e a mancha-foliar-de-diplodia (*Stenocarpella macrospora*).

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

Monitoramento do Uso de Fungicidas na Cultura do Milho no Brasil¹

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 (Casela; Ferreira, 2003). Predominavam na região os híbridos com alta suscetibilidade a esta doença, havia uma crescente adoção da prática do plantio direto e pouca ou nenhuma 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. 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 18 anos, existem mais de 110 fungicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para o controle de doenças na cultura do milho (Brasil, 2018). Neste trabalho objetivou-se fazer levantamento do uso de fungicidas na cultura do milho nas principais regiões produtoras do Brasil.

¹ Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo; Bióloga, D.Sc. em Ecologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Florestal, D.Sc. em Ciência Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Genética e Bioquímica, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitopatologia; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitotecnia (Produção Vegetal), Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Produção Vegetal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., D.Sc. em Genética e Melhoramento, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo..

Material e Métodos

Os dados de campo foram coletados em duas safras de verão (primeira safra), 2015/2016 e 2016/2017, e duas safrinhas (segunda safra) nos anos de 2015 e 2016. A escolha dos locais de amostragem foi realizada de acordo com os mapas de distribuição da produção de milho no Brasil na primeira e segunda safra. Os mapas utilizados foram elaborados por Landau et al. (2015) e embasaram-se no banco de dados disponibilizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). As coletas referentes à primeira safra ocorreram nos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Maranhão, Piauí, Pernambuco e Sergipe. Na segunda safra foram realizadas coletas de amostras nos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, São Paulo, Goiás e Minas Gerais.

Ao todo foram visitadas 956 lavouras de milho, em 173 municípios brasileiros (Figura 1). Em cada uma das lavouras amostradas foi registrado o número de aplicações de fungicidas realizadas e quais os produtos aplicados. Os produtos foram apresentados em princípios ativos. Em cada ponto de coleta foram registradas as coordenadas geográficas de localização (latitude e longitude) através do Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS) e de receptores de navegação GPS (Sistema de Posicionamento Global) com o auxílio de um GPS Portátil (eTrex 10 Garmin).

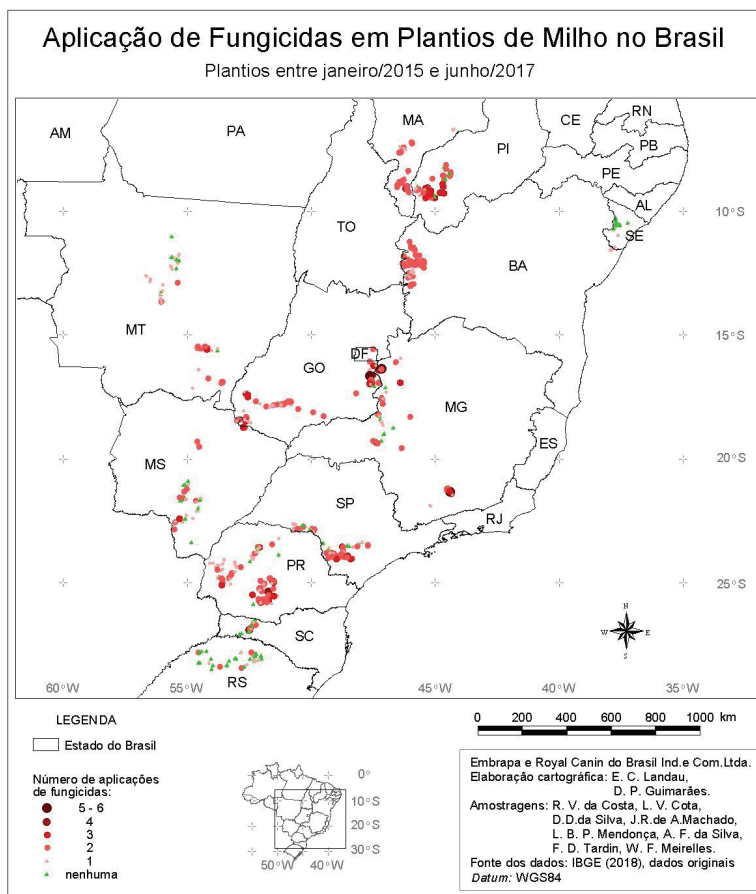


Figura 1. Mapa com as regiões produtoras de milho na primeira e segunda safra onde foram realizados os levantamentos do uso de fungicidas no período janeiro de 2015 a julho de 2017.

Resultados

Nas regiões produtoras de milho amostradas, o número de aplicações de fungicidas variou de 0 (sem aplicação) até 6 aplicações (Figura 2). Considerando todos os anos de levantamento a maioria dos agricultores (73,6%) fizeram uma ou duas aplicações de fungicidas para o controle de doenças. Apenas 19,5% das lavouras amostradas não foram pulverizadas com fungicidas.

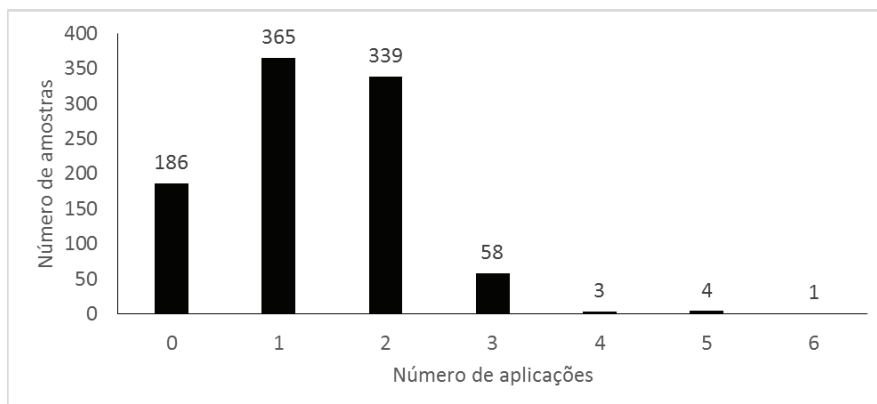


Figura 2. Número de aplicações de fungicidas realizadas pelos agricultores nas lavouras amostras no período de 2015 a 2017, nas principais regiões produtoras de milho do Brasil.

Quando os dados são analisados por época de plantio, observa-se que os agricultores têm uma tendência a fazer um maior número de aplicações nos plantios de safra (Figura 3). Nos plantios de safrinha a maioria dos agricultores fizeram uma aplicação de fungicida: 2015 (58,1%) e em 2016 (48,6%) (Figura 3). Nos plantios de safra a maioria dos agricultores fizeram duas aplicações de fungicidas: 2015/2016 (30%) e em 2016/2017 (48,8%) (Figura 3). Apenas 6% dos agricultores fizeram três aplicações de fungicidas. Quatro ou mais pulverizações foram realizadas apenas em 0,8% das lavouras amostradas (Figura 2).

Quanto aos princípios ativos aplicados, observou-se que a maioria dos agricultores (69,8%) utiliza pelo menos duas moléculas diferentes em cada aplicação (Figura 4). Esta estratégia de uso é importante para reduzir a probabilidade de surgimento e seleção de populações de patógenos resistentes a fungicidas (Brent; Hollomon, 2007).

Os fungicidas utilizados pertencem a cinco grupos químicos (Tabela 1). Dos cinco grupos, apenas um é protetor (contato) ditiocarbamato. Os fungicidas sistêmicos pertencem ao grupo dos triazóis (inibidores da biossíntese de ergosterol), estrobilurinas (inibidores da respiração complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio QoI (*cyt b gene*)), benzimidazóis (inibidores da síntese de DNA e interferem no processo de montagem de β -tubulina na

mitose) e pirazol carboxamida (inibidores da respiração complexo II: Inibidores de Succinato-Desidrogenase) (Fungicide Resistance Action Committee, 2018). Os principais fungicidas utilizados pelos agricultores pertencem aos grupos químico dos triazóis (51,7%) e estrobilurina (37%) (Tabela 1). Dentro do grupo dos triazóis as moléculas mais utilizadas foram epoxiconazol (22,1%), ciproconazol (11,7%) e propiconazol (10,2%). No grupo das estrobilurinas, as moléculas mais utilizadas foram o azoxistrobina (12,9%) e piraclostrobina (14,5%).

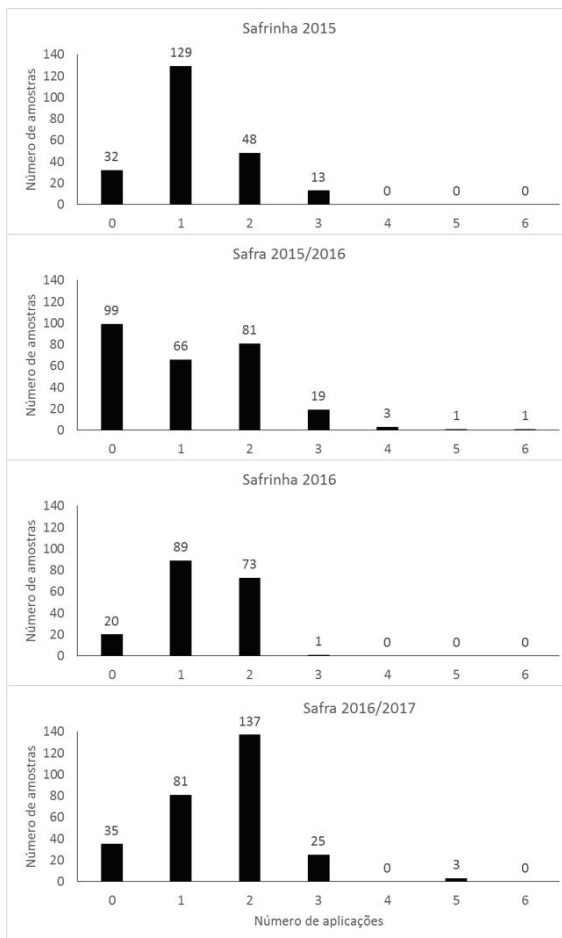


Figura 3. Número de aplicações de fungicidas realizadas pelos agricultores nas lavouras amostras na safrinha de 2015, safra 2015/2016, safrinha 2016 e safra 2016/2017, nas principais regiões produtoras de milho do Brasil.

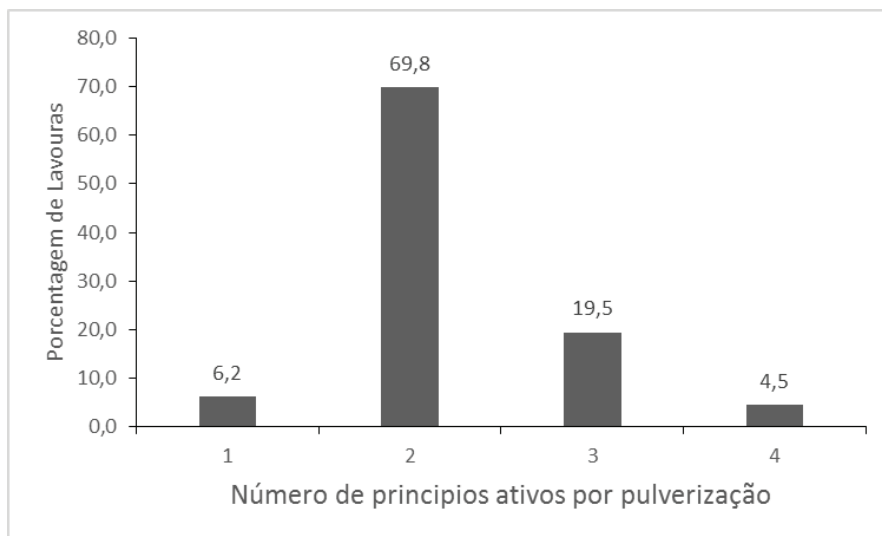


Figura 4. Número de princípios ativos de fungicidas utilizados pelos agricultores nas lavouras amostradas no período de 2015 a 2017, nas principais regiões produtoras de milho do Brasil.

Tabela 1. Grupo químico e princípios ativos dos fungicidas utilizados pelos agricultores nas lavouras amostradas no período de 2015 a 2017, nas principais regiões produtoras de milho do Brasil.

Grupo Químico	Princípio Ativo	Uso (%)	Total (%)
Estrobilurina	Azoxistrobina	12,9	37,0
	Cresoxim-metílico	1,7	
	Picoxistrobina	0,6	
	Piraclostrobina	14,5	
	Trifloxistrobina	7,3	
Triazol	Ciproconazol	11,7	51,7
	Difenoconazol	0,6	
	Epoconazol	22,1	
	Propiconazol	10,2	
	Tebuconazol	6,7	
	Tetraconazole	0,3	
	Flutriafol	0,1	
Benzimidazol	Tiofanato-metílico	1,3	6,9
	Carbendazim	5,6	
Ditiocarbamato	Mancozeb	3,4	3,4
Pirazol carboxamida	Benzovindiflupir	0,6	0,9
	Fluxapiroxade	0,3	

Resultados obtidos neste trabalho demonstram que fungicidas são uma das principais medidas de controle de doenças adotadas pelos produtores de milho no Brasil. Os resultados de pesquisas têm demonstrado que o uso de fungicidas é 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 (Paul et al., 2011; Costa et al., 2012a, 2012b; Mallowa et al., 2015; Tedford et al., 2017; Eskers et al., 2018). Os principais fatores que precisam ser observados e analisados são: o conhecimento das principais doenças que ocorrem tanto ao nível de região quanto de 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 pressão de doenças, que são resultantes da combinação dos seguintes fatores: uso de genótipos suscetíveis, condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das doenças, plantio direto sem rotação de culturas e plantio continuado de milho na área (Costa; Cota, 2009).

Tem sido demonstrado que alguns fungicidas, notadamente aqueles pertencentes ao grupo das estrobilurinas, apresentam efeitos que vão além do controle de doenças, denominados de efeitos fisiológicos (Blandino et al., 2012; Mallowa et al., 2015). Dentre esses efeitos estão maior resistência a vários tipos de estresse, como seca e nutricional, aumento da capacidade fotossintética, redução da respiração foliar e maior eficiência do uso de água. Os estudos sobre os efeitos fisiológicos de fungicidas foram bem desenvolvidos na cultura da soja. Na cultura do milho, entretanto, esses efeitos não têm sido tão evidentes, sendo detectada, em algumas situações, menor produtividade em áreas pulverizadas com fungicidas quando se compara com áreas não pulverizadas (Paul et al., 2011; Costa et al., 2012a, 2012b; Eskers et al., 2018). Desse modo, mais estudos são necessários para definir a existência e a magnitude dos efeitos fisiológicos de fungicidas em plantas de milho. Por outro lado, considerando também a possibilidade de surgimento de populações de patógenos resistentes às moléculas fungicidas, em função do seu uso intensivo, e os efeitos negativos desses produtos ao meio ambiente, é coerente enxergarmos os fungicidas como ferramenta importante, especificamente, para o manejo de doenças, e buscarmos elevar os níveis de produtividade da cultura através de melhorias e adequações em seu sistema de produção.

Para aumentar a eficiência de controle e reduzir a chance de surgimento de populações de patógenos resistentes a fungicidas é importante que os agricultores adotem outras medidas de controle. 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 é, muitas vezes, suficiente para o controle da doença.

Conclusão

O controle químico com uso de fungicidas está sendo uma prática de manejo de doenças amplamente utilizada pelos produtores de milho no Brasil. Os principais fungicidas utilizados pertencem ao grupo dos triazóis e estrobilurinas.

Referências

AGUIAR, F. M.; LANZA, F. E.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; LANA, U. G. P.; GUIMARÃES, E. A.; GOMES, G. R.; COTA, L. V. First report of *Phaeocystostroma ambiguum* causing maize stalk rot in Brazil. **Plant Disease**, v. 100, n. 12, p. 2528, 2016.

AGUIAR, F. M.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; LANA, U. G. de P.; GOMES, E. A.; COTA, L. V. First report of *Lasiodiplodia brasiliense* causing maize stalk rot. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 13, p. 1-2, 2018.

BLANDINO, M.; GALEAZZI, M.; SAVOIA, W.; REYNERI, A. Timing of azoxystrobin + propiconazole application on maize to control northern corn leaf blight and maximize grain yield. **Field Crops Research**, v. 139, p. 20-29, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 out. 2018.

BRENT, K. J.; HOLLomon, D. W. **Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed?** 2. ed. [S.l.]: Fungicide Resistance Action Committee, 2007. 60 p. (FRAC Monograph, nº 1).

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S. **A cercosporiose na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 5 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 24).

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 83).

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.; 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; LANZA, F. E.; FIGUEIREDO, J. E. F. Eficiência de fungicidas para o controle da mancha branca do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 291-301, 2012a.

COSTA, R. V. da; COTA, L. V.; SILVA, D. D. da; MEIRELLES, W. F.; LANZA, F. E. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 4, p. 246-254, 2012b.

COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da; COTA, L. V.; AGUIAR, F. M. Manejo de doenças na cultura do milho. In: KAPPES, C. (Ed.). **Boletim de pesquisa 2017/2018**: soja, algodão, milho. Rondonópolis: Fundação MT, 2017. p. 274-309.

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; SABATO, E. de O.; SILVA, D. D. da. **Histórico e perspectivas das doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 193).

COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; SILVA, D. D. da Manejo de doenças. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. 2. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2017. cap. 13, p. 299-327.

ESKER, P. D.; SHAH, D. A.; BRADLEY, C. A.; CONLEY, S. P.; PAUL, P. A. ROBERTSON, A. E. Perceptions of midwestern crop advisors and growers on foliar fungicide adoption and use in maize. **Phytopathology**, v. 108, p.1078-1088, 2018.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. **FRAC Code List 2018**: fungicides sorted by mode of action. Disponível em: <<http://www.phi-base.org/images/fracCodeList.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.

LANDAU, E. C.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P.; MOURA, L.; SANTOS, A. H. dos; NERY, R. N. **Variação geográfica da produção de grãos e principais culturas agrícolas no Brasil em 2013**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 143 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 182).

MALLOWA, S. O.; ESKER, P. D.; PAUL, P. A.; BRADLEY, C. A.; CHAPARA, V. R.; CONLEY, S. P.; ROBERTSON, A. E. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions. **Phytopathology**, v. 105, p. 1080-1089, 2015.

PAUL, P. A.; MADDEN, L.; 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**, v. 101, p. 1122-1132, 2011.

TEDFORD, E. C.; KRISS, A. B.; GEATER, C.; SAINI, M.; BATTLES, B.; SMELSER, R. B.; FITHIAN, W. A. Plot size can influence yield benefits from fungicides on corn. **Crop Protection**, v. 91, p. 66-73, 2017.

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Formato digital (2018)



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo

Elena Charlotte Landau

Membros

Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria
Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira
Simeone, Roberto dos Santos Trindade e
Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Tânia Mara Assunção Barbosa

CGPE 15088