



RELAÇÃO DE RISCO DE PATÓGENOS

(setembro 2019)

Objetivo

Fornecer informações sobre o risco de patógenos desenvolverem resistência a fungicidas sob condições agronômicas específicas.

Introdução

Uma vez que não há critérios científicos disponíveis para determinar precisamente o risco de um patógeno desenvolver resistência, nossa classificação é baseada em experiência e declarações de resistências relatadas nos últimos 50 anos. Geralmente, o risco aumenta quando um patógeno passa por diversos ciclos curtos de doença por safra, a dispersão através dos esporos ao longo do tempo e espaço é alta, a recombinação sexual é obrigatória no ciclo da doença e a habilidade competitiva do indivíduo resistente é, pelo menos, tão alta quanto a do tipo silvestre (na ausência de pressão de seleção). Ademais, o risco é considerado tão alto quando a resistência já evoluiu após poucos anos de uso do produto.

Exemplos para ilustrar o risco do patógeno

É relativamente fácil detectar isolados individuais de um patógeno com sensibilidade reduzida a um determinado fungicida, porém somente sua frequência ao longo do tempo e espaço decidirão se o desempenho do produto será afetado de forma significativa. Portanto, consideramos o risco patogênico como médio a alto somente se a resistência foi relatada em situações comerciais para mais de uma classe fungicida.

Oídio de trigo é considerado patógeno de alto risco porque a resistência evoluiu para seis classes químicas diferentes em 2 a 5 anos, enquanto a ferrugem castanha do trigo é patógeno de baixo risco porque nenhuma resistência evoluiu a classes mais importantes de fungicidas (DMIs, Qols, SDHIs, aminas) usadas contra este patógeno, mesmo após 30 anos (DMIs).

Acama no trigo é considerada risco médio, resistência evoluiu a MBCs e procloraz (DMIs) somente após 10 a 15 anos.

Caso interessante é *Phytophthora infestans* que desenvolveu resistência muito rapidamente aos fungicidas fenilamidas, porém não a todos os fungicidas CAA, fungicidas QoI, fungicidas Qil, cimoxanil, carbamatos e organoestênicos.

Portanto, reclassificamos *P. infestans* como patógeno de risco médio para todos os modos de ação (consulte a Tabela 2).

Classes de risco do patógeno

Os seguintes fitopatógenos (Tabela 1) dos principais mercados mundiais desenvolveram resistência a fungicidas em um intervalo de tempo suficientemente curto para tornarem-se ameaça séria ao sucesso comercial de mais de uma classe fungicida.

Tabela 1: Fitopatógenos aceitos como alto risco de desenvolvimento de resistência a fungicidas (adaptado de EPPO 2002, FRAC Monógrafo N° 3, Russell, 2003). As marcações em amarelo indicam patógenos que foram adicionados a esta atualização da Relação de Risco de Patógenos em 2019.

Patógeno	Cultura	Doença
<i>Alternaria alternata</i>	Várias	Mancha foliar
<i>Botrytis allii</i>	Cebolas	Podridão do bulbo
<i>Botrytis cinerea</i>	Várias, especialmente videira	Mofo cinza
<i>Botrytis elliptica</i>	Lírio	Mancha foliar
<i>Botrytis squamosa</i>	Cebolas	Mancha foliar
<i>Blumeria graminis</i>	Trigo/cevada	Oídio
<i>Corynespora cassicola</i>	Soja, várias	Mancha alvo
<i>Dydimella bryoniae</i>	Cucúbita, várias	Podridão da fruta
<i>Plasmopara viticola</i>	Videira	Míldio
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Cucúbita, várias	Míldio
<i>Pseudocercospora (Mycosphaerella) fijiensis</i>	Banana	Sigatoka negra
<i>Pyricularia oryzae</i>	Arroz, gramado	Brusone do arroz, mancha foliar
<i>Ramularia collo-cygni</i>	Cevada	Mancha foliar de ramularia
<i>Sphaerotheca fuliginea, Podosphaera xanthii</i>	Cucúbita, várias	Oídio
<i>Venturia inaequalis</i>	Maçã	Sarna, mancha negra

Os seguintes patógenos (Tabela 2) são classificados como representantes de risco muito mais baixo porque a resistência não é um problema importante ou demorou para se desenvolver. Em alguns casos, isso se deve ao padrão de uso do produto. Casos de isolados específicos sendo classificados como resistentes podem ser conhecidos em algumas instâncias, porém na prática comercial a resistência não criou grandes problemas de controle da doença. As Orientações EPPO não relacionam estes patógenos e decisões sobre parâmetros de produção devem ser tomadas em revisões individuais de casos.

Tabela 2: Fitopatógenos aceitos como risco médio de desenvolvimento de resistência a fungicidas. As marcações em amarelo indicam patógenos que foram adicionados a esta atualização da Relação de Risco de Patógeno em 2019. As marcações em laranja indicam mudança na classificação.

Patógeno	Cultura	Doença
<i>Albugo candida</i>	Espécies de Brassica	Ferrugem branca
<i>Alternaria brassicicola</i> , <i>A. brassicae</i>	Canola e repolho	Mancha foliar negra, mancha foliar escura
<i>Alternaria solani</i>	Batata, tomate	Pinta preta
<i>Ascochyta pisi</i>	Ervilhas	Mancha de Ascochyta
<i>Bipolaris maydis</i>	Milho	Mancha foliar
<i>Blumeriella jaapii</i>	Cereja ácida	Mancha foliar
<i>Bremia lactucae</i>	Alface	Míldio
<i>Cercospora beticola</i>	Beterraba	Mancha foliar
<i>Cercospora kikuchii</i>	Amendoins, feijões, várias	Mancha foliar
<i>Cercospora sojina</i>	Soja	Mancha olho de rã
<i>Colletotrichum acutatum</i>	Várias	Antracnose
<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	Várias	Antracnose
<i>Drepanopeziza ribis</i>	Groselha	Mancha foliar
<i>Elsinoe</i> spp.	Citros	Sarna cítrica
<i>Erysiphe cruciferarum</i>	Várias	Oídio
<i>Erysiphe heraclei</i>	Cenoura	Oídio
<i>Erysiphe necator</i> *	Videira	Oídio
<i>Gibberella fujikuroi</i> *	Arroz	Bakanae
<i>Glomerella cingulata</i> (anamorph: <i>Gloeosporium fructigenum</i>)	Pomóideas	Podridão amarga
<i>Neofabraea malicorticis</i> (anamorph: <i>Gloeosporium malicorticis</i>)	Pomóideas	Antracnose, podridão mole
<i>Neofabraea perennans</i> (anamorph: <i>Gloeosporium perennans</i>)	Pomóideas	Podridão olho de boi
<i>Neofabraea vagabunda</i> (anamorph: <i>Gloeosporium album</i>)	Pomóideas	Podridão olho de boi, podridão amarga
<i>Leveillula taurica</i>	Pimenta	Oídio
<i>Monographella nivale</i>	Cereais, Gramado	Mofo branco
<i>Monilinia</i> spp.	Várias	Podridão de flores e frutos
<i>Mycosphaerella brassicicola</i>	Crucífera	Mancha circular
<i>Mycosphaerella graminicola</i> (<i>Zymoseptoria tritici</i>)	Trigo	Mancha foliar
<i>Mycosphaerella musicola</i>	Banana	Sigatoka amarela
<i>Mycosphaerella nawae</i>	Caqui	Mancha foliar circular
<i>Mycosphaerella pinodes</i>	Ervilha	Mancha roxa
<i>Mycovellosiella natrassii</i>	Berinjela	Mofo foliar
<i>Oculimacula</i> spp.	Trigo / cevada	Mancha ocular
<i>Oidium neolycopersici</i>	Tomates	Oídio
<i>Penicillium digitatum</i>	Várias	Mofo verde
<i>Penicillium expansum</i>	Várias	Mofo azul
* As Orientações EPPO relacionam estes patógenos como patógenos de alto risco cujos parâmetros de sensibilidade são normalmente solicitados		

Continuação da Tabela 2:

Patógeno	Cultura	Doença
<i>Peronospora manshurica</i>	Soja	Míldio
<i>Peronospora</i> spp.	Várias	Míldio
<i>Pestalotiopsis longiseta</i>	Chá, várias	Mancha cinza
<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	Soja	Ferrugem asiática
<i>Phyllosticta citricarpa</i>	Citros	Mancha preta
<i>Phytophthora capsici</i>	Cucúbita, pimenta, pimenta malagueta etc.	Podridão das plântulas, mancha das folhas, podridão dos frutos
<i>Phytophthora infestans</i>	Batata / tomate	Requeima
<i>Phytophthora porri</i>	Alho-poró	Queima das folhas
<i>Pseudoperonospora humuli</i>	Lúpulo	Míldio
<i>Pyrenopeziza brassicae</i>	Canola	Mancha foliar
<i>Pyrenophora teres</i>	Cevada	Mancha reticular
<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Trigo	Mancha amarela
<i>Ramularia areola</i>	Algodão	Ramularia
<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	Gramado, várias	Mancha do dólar
<i>Septoria glycines</i>	Soja	Mancha parda
<i>Septoria lycopersici</i>	Tomates	Septoriose
<i>Setosphaeria turcica</i>	Milho	Mancha foliar
<i>Sphaerotheca macularis</i>	Morango, várias	Oídio
<i>Sphaerotheca mors-uvae</i>	Framboesa, groselha negra	Oídio
<i>Spilocea oleagina</i>	Olivas	Mancha foliar
<i>Stemphylium vesicarium</i>	Aspargos	Mancha roxa
<i>Venturia carpophila</i>	Drupas, amêndoas	Sarna
<i>Venturia cerasi</i>	Cereja	Sarna
<i>Venturia nashicola</i>	Pera chinesa	Sarna
<i>Venturia pirina</i>	Pera	Sarna
<i>Wilsonomyces carpophilus</i> (<i>Ascospora beijerinckii</i>)	Cerejas, amêndoas, damascos etc.	Chumbinho

* As Orientações EPPO relacionam estes patógenos como patógenos de alto risco cujos parâmetros de sensibilidade são normalmente solicitados

Para determinados patógenos, a resistência ocorreu somente a uma classe química, porém não a outras, portanto, o patógeno é considerado patógeno de baixo risco. Patógenos típicos e doenças são mostradas na Tabela 3. Em alguns casos, os gastos financeiros para estabelecimento de parâmetros não serão justificados por pequenos mercados envolvidos independente de seus riscos de desenvolvimento de resistência. Patógenos neste grupo são de importância local, porém em termos comerciais de mercado são frequentemente considerados patógenos menos importantes. Decisões sobre os parâmetros de produção devem ser tomadas caso a caso.

Tabela 3: Fitopatógenos com baixo risco de desenvolvimento de resistência a fungicidas ou de menor importância comercial. As marcações em amarelo indicam patógenos que foram adicionados a esta atualização da Relação de Risco de Patógeno em 2019.

Patógeno	Cultura	Doença
<i>Alternaria helianthi</i>	Girassol	Mancha foliar
<i>Botryosphaeria obtusa</i>	Uvas	ESCA
<i>Cochliobolus carbonum</i> , <i>Bipolaris zeicola</i>	Milho	Mancha foliar
<i>Cochliobolus miyabeanus</i>	Arroz	Mancha marrom
<i>Cronartium ribicola</i>	Groselha	Ferrugem da groselha
<i>Diaporthe helianthi</i>	Girassol	Cancro do caule
<i>Diplocarpon mespili</i>	Marmelo e espinheiro	Mancha foliar e mancha no fruto
<i>Eutypa lata</i>	Uvas	ESCA
<i>Fusarium spp.</i>	Várias	Fusarioses
<i>Gloeodes pomigena</i>	Maçãs	Fuligem
<i>Gnomonia erythrostoma</i>	Cerejas	Queima foliar da cereja
<i>Gnomonia leptostyla</i>	Nozes	Mancha foliar da noqueira
<i>Guignardia bidwellii</i>	Uvas	Podridão negra
<i>Gymnosporangium sabinae</i>	Peras	Ferrugem da pera
<i>Helminthosporium solani</i>	Batata	Sarna prateada
<i>Hemileia vastatrix</i>	Café	Ferrugem
<i>Hypomyces rosellus (Dactylium dendroides)</i>	Cogumelos	Mofo teia de aranha
<i>Kabatiella zae</i>	Milho	Mancha ocular
<i>Parastagonospora nodorum (Stagonospora)</i>	Trigo	Mancha foliar
<i>Leptosphaeria biglobosa</i>	Canola	Canela preta
<i>Leptosphaeria maculans</i>	Canola	Canela preta
<i>Leptothyrium pomi</i>	Pomóideas	Sujeira de mosca
<i>Nectria galligena</i>	Pomóideas	Cancro e podridão seca
<i>Phaeoacremonium aleophilum</i>	Uvas	ESCA
<i>Phaeomoniella chlamydospora</i>	Uvas	ESCA
<i>Phoma macdonaldii</i>	Girassol	Doença do caule
<i>Phomopsis viticola</i>	Uvas	Cana e mancha foliar
<i>Phytophthora cactorum</i>	Várias	Podridão das plântulas, podridão da coroa
<i>Phytophthora fragariae</i>	Morango	Podridão da raiz
<i>Phytophthora rubi</i>	Morango	Podridão da raiz
<i>Podosphaera leucotricha</i>	Pomóideas	Oídio
<i>Pseudopezicula tracheiphila (Pseudopeziza)</i>	Uvas	Fogo selvagem
<i>Puccinia sorghi</i>	Milho	Ferrugem comum
<i>Puccinia spp.</i>	Trigo / cevada, várias	Ferrugem
<i>Pythium spp.</i>	Várias	Podridão das plântulas
<i>Rhizoctonia spp.</i>	Várias	Podridão do pé e da raiz
<i>Rhynchosporium commune (secalis)</i>	Cevada	Escaldão
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Várias	Mofo branco
<i>Sclerotium spp.</i>	Várias	Podridões
<i>Septoria piricola</i>	Peras	Mancha foliar
<i>Sphaerulina oryzina</i>	Arroz	Mancha foliar estreita e marrom
<i>Taphrina deformans</i>	Pêssegos, amêndoas	Crespeira
<i>Tilletia spp.</i>	Cereais	Cárie
<i>Tranzschelia spp.</i>	Drupas e nozes	Ferrugem
<i>Uromyces spp.</i>	Várias	Ferrugem
<i>Ustilago spp.</i>	Cereais	Carvão

Quando o risco do patógeno é representado contra o risco inerente de resistência da classe fungicida, o risco combinado de resistência para cada combinação patógeno/fungicida pode ser estimado (Figura 1).

Figura 1: Diagrama de risco combinado de resistência com base no risco fungicida inerente e risco do patógeno inerente (* mencionados somente as classes e grupos mais importantes) (de acordo com o Monógrafo FRAC N° 2, por K.J. Brent e D.W. Hollomon, 2007, ** Fungicidas SDHI foram alterados de médio para médio a alto risco).

↓ Classes Fungicidas *	↓ Risco Fungicida	Risco combinado		
benzimidazóis dicarboximidas fenilamidas Fungicidas QoI Fungicidas SDHI**	Alto = 3	3	6	9
Fungicidas SBI anilinopirimidinas fenilpirróis fosforotiolatos	Médio = 2	2	4	6
Fungicidas multilocais (ex. ditiocarbamatos Cobre, Enxofre) inibidores MBI-R SAR inducers	Baixo = 1	1	2	3
		Baixo = 1	Médio = 2	Alto = 3
Risco do patógeno →		Patógenos de semente (ex. <i>Pyrenophora</i> spp. <i>Ustilago</i> spp.) Patógenos de solo (ex. <i>Phytophthora</i> spp.) Fungos de ferrugem <i>Rhizoctonia</i> spp.	<i>Rhynchosporium commune</i> <i>Zymoseptoria tritici</i> <i>Oculimacula</i> spp.	<i>Blumeria graminis</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Penicillium</i> spp. <i>Pyricularia oryzae</i> <i>Venturia inaequalis</i> <i>Pseudocercospora fijiensis</i>
Grupos patogênicos * →				

O risco do patógeno deve ser estimado igualmente com relação à intensidade local do desenvolvimento da doença que é baseado em condições climáticas, fertilização, práticas culturais e grau de resistência de cultivares. Portanto, propomos modificar o diagrama de risco da seguinte forma (Figura 2). Detalhes podem ser encontrados no artigo escrito por KH Kuck, "Fungicide Resistance Management in a New Regulatory Environment", nos Procedimentos do Simpósio Reinhardtbrunn 2004 (Modern fungicides and antifungal agents, Dehne, Gisi, Kuck, Russell, eds., BCPC 2005).

Figura 2: Diagrama de risco combinado de resistência com base no risco fungicida inerente, no risco do patógeno inerente e no risco agrônômico (* mencionados somente as classes e grupos mais importantes, ** risco médio a alto) (modificado de acordo com Kuck, 2005).

↓ Classes Fungicidas*	↓ Risco Fungicida	Risco combinado			↓ Risco Agrônômico
benzimidazóis dicarboximidas fenilamidas Fungicidas QoI	Alto = 6	6 3 1.5	12 6 3	18 9 4.5	Alto = 1 Médio = 0.5 Baixo = 0.25
Fungicidas SDHI ** Fungicidas SBI anilinopirimidinas fenilpirróis	Médio = 4	4 2 1	8 4 2	12 6 3	Alto = 1 Médio = 0.5 Baixo = 0.25
Fungicidas multilocais (ex. ditiocarbamatos) inibidores MBI-R Indutores SAR	Baixo = 1	1 0.5 0.25	2 1 0.5	3 1.5 0.75	Alto = 1 Médio = 0.5 Baixo = 0.25
Risco do patógeno →		Baixo = 1	Médio = 2	Alto = 3	
Grupos patogênicos * →		Patógenos de semente (ex. <i>Pyrenophora</i> sp. <i>Ustilago</i> sp.) Patógenos de solo (e.g. <i>Phytophthora</i> sp.) Fungos de ferrugem <i>Rhizoctonia</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. <i>S. sclerotiorum</i>	<i>E. necator</i> <i>G. fujikuori</i> <i>Oculimacula</i> sp. <i>R. commune</i> <i>P. teres</i> <i>Z. tritici</i> <i>S. homoeocarpa</i> <i>Monilinia</i> sp. <i>Cercospora</i> sp. <i>P. infestans</i>	<i>B. graminis</i> <i>B. cinerea</i> <i>P. viticola</i> <i>P. oryzae</i> <i>V. inaequalis</i> <i>P. fijiensis</i>	

Tradução do material "PATHOGEN RISK LIST" ([link](#)). Fonte: FRAC, website www.frac.info.