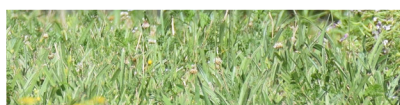


Resistência de isolados de fungos e cromistas
a diferentes princípios ativos:
classificação e medidas de manejo



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Uva e Vinho
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 129

Resistência de isolados de fungos e cromistas a diferentes princípios ativos: classificação e medidas de manejo

Lucas da Ressurreição Garrido

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS

Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Uva e Vinho

Presidente
João Caetano Fioravanço

Secretário-Executivo
Edgardo Aquiles Prado Perez

Membros
Fernando José Hawerth, Jorge Tonietto, Klecius Ellera Gomes, Renata Gava, Rochelle Martins Alvorcem, Silvana Buriol, Thor Vinícius Martins Fajardo

Supervisão editorial
Klecius Ellera Gomes

Revisão de texto
Edgardo Aquiles Prado Perez
Renata Gava

Normalização bibliográfica
Rochelle Martins Alvorcem CRB10/1810

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Cristiane Turchet

Imagem da capa
Lucas da Ressurreição Garrido

1ª edição
Publicação digitalizada (2022)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Uva e Vinho

Resistência de isolados de fungos e cromistas a diferentes princípios ativos: classificação e medidas de manejo. / por Lucas da Ressurreição Garrido.
- Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, fev. 2022.
17 p. -- (Embrapa Uva e Vinho. Documentos online, 129).

ISSN 1808-4648

1. Doença de planta. 2. Videira. 3. Fungicidas. 4. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas (FRAC). 5. Patógenos. I. Garrido, Lucas da Ressurreição. II. Embrapa Uva e Vinho. IV. Série.

CDD 632.4 (21. ed.)

© Embrapa, 2022

Autor

Lucas da Ressurreição Garrido

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

Apresentação

O manejo das doenças da videira é realizado basicamente por meio da aplicação de fungicidas associados a outros métodos de controle. A utilização excessiva de determinados grupos químicos pode ocasionar o aparecimento de isolados de patógenos resistentes, que comprometem a eficácia do controle. De modo a evitar esse problema, torna-se importante o conhecimento do risco inerente de cada grupo químico, bem como as espécies com maior potencial de risco.

A utilização correta de produtos para um controle sustentável de doenças pressupõe a identificação do agente causal, a escolha do produto, o preparo da calda, a utilização da dose e volume recomendados, a aplicação no momento adequado e com boa tecnologia de aplicação. Além desses fatores, a preocupação em não favorecer o surgimento da resistência, por parte do microrganismos-alvo que se quer controlar, é extremamente importante e deve ser levada sempre em consideração.

Visando elucidar esse assunto, esta publicação traz as informações e recomendações baseadas na literatura e relatórios internacionais do Comitê de Ação à Resistência a Fungicidas (FRAC), referentes aos princípios ativos de produtos registrados no Brasil para a cultura da videira, visando torná-las acessíveis aos profissionais responsáveis pelo manejo das doenças nos vinhedos.

Adeliano Cargnin

Chefe-Geral da Embrapa Uva e Vinho

Sumário

Introdução.....	7
Resistência	8
Classificação dos fungicidas, produtos biológicos e outros químicos utilizados no controle das doenças da videira	9
Considerações finais	15
Referências	15

Introdução

A aplicação de fungicidas nem sempre resulta em um controle eficiente das doenças no campo, pois inúmeros fatores devem ser levados em consideração antes da recomendação e utilização de produtos no controle de doenças. As causas do insucesso no controle estão relacionadas à visão equivocada do produto fitossanitário que será utilizado. Acredita-se, muitas vezes, que a solução do problema resume-se apenas à compra e aplicação de um produto, desconsiderando-se as condições do ambiente, o conhecimento da tecnologia de aplicação e outros fatores que contribuem para o fortalecimento das armas do patógeno. Logo, um fungicida não pode ser visto como a única “bala de prata” que irá eliminar o invasor do vinhedo.

O desenvolvimento da resistência por microrganismos é bastante comum na natureza, basta lembrar do porquê da restrição da compra de antibióticos em uma farmácia sem receita médica. O frequente uso de um mesmo antibiótico seleciona linhagens resistentes de bactérias patogênicas às pessoas, logo seu uso deve ser controlado. Produtos químicos com modos de ação específicos tendem a ocasionar pressão de seleção sobre populações de um dado microrganismo, selecionando isolados resistentes ao produto. Para alguns produtos a perda da eficácia é permanente, enquanto, para outros, pode ser contornada reduzindo-se as aplicações isoladas por alternância e/ou mistura com outros produtos de mecanismos de ação diferentes.

Torna-se imprescindível o técnico e o produtor conhecerem os fungicidas que podem originar o aparecimento de resistência nos patógenos que ocasionam doenças nos vinhedos. Em seguida, devem dominar as técnicas antirresistência, a fim de melhorar a eficácia do controle e reduzir o desenvolvimento da resistência nos isolados de fungos ou cromistas.

O fator resistência surge comumente na população de fungos quando se empregam os fungicidas sistêmicos sem critérios e de forma repetida no controle de doenças, pelo fato de causar aumento na pressão de seleção sobre a população de fungos insensíveis. Raramente surge resistência quando se empregam os fungicidas de contato ou protetores. Além disso, os fungicidas sistêmicos podem ser fitotóxicos quando utilizados nas doses acima das recomendadas. Devido a esses fatos é que o número de aplicações de fungicidas sistêmicos deve ser limitado durante a estação de crescimento, devendo-se sempre empregá-los obedecendo a um plano de aplicação, numa estratégia antirresistência.

Já foram constatados casos de resistência de fungos e cromistas que afetam a videira aos fungicidas utilizados nos vinhedos (Santos et al., 2020). Assim, a utilização correta do fungicida é imprescindível para o controle adequado das doenças de plantas. O conhecimento dos grupos químicos que apresentam risco de resistência por parte de patógenos, contribui para uma escolha de produtos mais acertada, a fim de reduzir a pressão de seleção sobre a população do microrganismo alvo. Embora tenha-se elencado apenas os fungicidas registrados no Brasil para a cultura da videira, os métodos antirresistência poderão ser utilizados para outras culturas com o mesmo objetivo.

Muitas espécies de fungos e cromistas apresentam a habilidade de desenvolverem resistência a um fungicida específico devido à maior capacidade de reprodução, isto é, capacidade de produzirem grandes quantidade de esporos em diferentes condições de ambientes, maior capacidade de dispersão e sobrevivência e menor período de geração. Além disso, as sucessivas gerações devem apresentar a vantagem de reproduzir, sobreviver e adaptar-se aos mais diversos tipos de ambientes. Fungos que apresentam reprodução sexual e assexual são mais aptos para o desenvolvimento da resistência do que aqueles que se reproduzem apenas assexuadamente.

A resistência de fungos e cromistas é uma característica ou uma alteração herdável e estável, em resposta à aplicação repetida de um fungicida, geralmente sistêmico, resultando numa redução da sensibilidade ao produto. O termo é empregado para designar linhagens de fungos anteriormente sensíveis que, por meio de mecanismos de variabilidade, como a mutação, reduziram significativamente a sensibilidade ao fungicida. Na resistência, o produto deixa de ser efetivo no controle de uma doença em uma determinada dose que previamente proporcionava bom controle. De um modo geral, a resistência é medida em termos de proporção de linhagens resistentes na população do microrganismo (Zambolim, 2008). Fungicidas sistêmicos apresentam menor eficácia no controle de doenças quando uma população de um patógeno desenvolveu algum mecanismo de resistência a esse produto (Sisler, 1988; Zambolim, 2008).

Dependendo de como o fungicida é utilizado, há o risco de um agente causal tornar-se resistente ao produto. O uso indiscriminado de fungicidas sistêmicos em altas doses ou subdosagens aplicadas repetidas vezes aumenta a pressão de seleção, favorecendo o surgimento ou a seleção de indivíduos resistentes que já estavam presentes na população do microrganismo, porém em baixa frequência (Zambolim, 2008).

Resistência

A resistência a fungicidas é algumas vezes chamada de resistência adquirida. Ela geralmente aparece como uma resposta ao uso repetido de um princípio ativo ou de outro que é relacionado quimicamente e/ou bioquimicamente, através de um mecanismo comum de ação antifúngica. Outros preferem chamar esse fenômeno de insensibilidade ou tolerância (Brent; Hollomon, 2007a). Frequentemente, o início de resistência de patógenos a fungicidas tem sido associada à perda total ou parcial do controle da doença. Contudo, é importante, antes de tirar conclusões precipitadas, checar por meio de análises conduzidas em laboratório, se este é o caso. Há inúmeras outras causas possíveis, que não se atribuem à resistência, e resultam em baixa efetividade no controle, entre elas: aplicação desuniforme, utilização de produtos vencidos, identificação incorreta do agente causal, alta pressão de doença, misturas equivocadas de produtos, uso de dosagens inadequadas e tecnologia de aplicação deficitária.

A **resistência cruzada**, também denominada resistência cruzada positivamente correlacionada, refere-se à resistência de um fungo a dois ou mais fungicidas com o mesmo mecanismo de ação ou similaridade química, conferida pelo mesmo fator genético. Esta resistência ocorre quando dois ou mais fungicidas com mesma estrutura química relacionada, tendo o mesmo mecanismo de ação, são aplicados continuamente no campo. Já a resistência cruzada negativamente correlacionada, refere-se à resistência a um fungicida com aumento da sensibilidade a outro fungicida (Brent; Hollomon, 2007a; Zambolim, 2008).

A **resistência múltipla** refere-se à resistência a dois ou mais fungicidas, conferida por diferentes fatores genéticos, implicando que os fungicidas tenham mecanismo de ação diferentes. A resistência qualitativa, também conhecida por monogênica ou oligogênica, é governada por um ou poucos genes dominantes, que pode ser quebrada quando fungicidas com modo de ação específico são empregados continuamente no campo. A resistência quantitativa ou multigênica é governada por um conjunto de genes com efeitos menores e relaciona-se mais com fungicidas com risco moderado.

O risco do desenvolvimento da resistência por parte de patógenos pode ser estimada considerando a classe química a que um fungicida pertence. Cada classe química é caracterizada por um modelo comportamental de resistência típico. Assim, certas classes, como os cúpricos, fitalamidas e

ditiocarbamatos, apesar de muitos anos de uso, raramente foi encontrado algum caso de resistência. Em contraste, em relação aos benzimidazóis, fenilamidas, dicarboxamidas e estrobirulinas encontraram-se problemas graves de resistência na maioria dos patógenos-alvo, após 2 a 10 anos da liberação no mercado.

Um único sítio-alvo pode sofrer mutação, o que pode alterar uma única base do DNA no gene-alvo e, conseqüentemente, mudar um aminoácido da proteína-alvo, desenvolvendo assim a resistência. Em geral, fungicidas sistêmicos têm sido mais associados com problemas de resistência do que fungicidas protetores ou de contato. Contudo, há algumas exceções, por exemplo, iprodiona tem pequena ou nenhuma ação sistêmica, mas tem sido encontrados vários casos de resistência. Já os fungicidas inibidores extracelulares de quinona (QoI) variam grandemente quanto à sistemicidade (azoxistrobina é altamente sistêmico e trifloxistrobina quase não é sistêmico). A presença de um mecanismo de ação bioquímico específico e um único sítio de ação são, provavelmente, os fatores principais que determinam o maior risco de resistência ligada aos fungicidas sistêmicos.

Cada fungicida tem um fator de risco inerente a uma determinada população de fungo. Da mesma forma, a população de cada espécie de patógeno tem maior ou menor propensão ao surgimento de isolados resistentes a um determinado produto. O risco do patógeno combinado com o risco do fungicida resulta no risco inerente geral da resistência para um número de combinações de fungicidas e patógenos (Tabela 1). Quanto maior o valor resultante desta combinação maior a probabilidade do aparecimento da resistência. A influência geral dos fatores de risco inerente pode ser estimada, em termos semi-quantitativos, com um razoável grau de confiança (Brent; Hollomon, 2007b). Patógenos de videira, como *Plasmopara viticola* e *Botrytis cinerea* apresentam maior risco do aparecimento de isolados resistentes para fungicidas fenilamidas e dicarboxamidas, respectivamente, do que para os ditiocarbamatos. Por outro lado, o risco observado quando se utiliza um fungicida do grupo benzimidazol é maior para *B. cinerea* do que para *Phomopsis viticola* (Tabela 1).

Classificação dos fungicidas, produtos biológicos e outros químicos utilizados no controle das doenças da videira

Os fungicidas, produtos biológicos e outros químicos registrados para a cultura da videira no Brasil foram elencados na Tabela 2, construída mediante as informações compiladas do site do FRAC (FRAC, 2016, 2020a, 2020b, 2020c e 2020d).

A partir dos comentários de cada grupo químico que apresenta risco alto ou médio e também nas informações contidas em vários documentos publicados no site do FRAC, foram extraídas as medidas recomendadas para o manejo da resistência adotada na maioria dos países (Tabela 3). Vale lembrar que uma pressão de doença alta se caracteriza por uma incidência recorrente alta, condicionada por um ambiente favorável ao patógeno. O produtor deve sempre seguir as recomendações do rótulo e não usar subdosagens, tanto em mistura como sozinho, no momento e volume adequados.

Tabela 1. Estimativa do risco inerente geral da resistência para patógenos da videira e os fungicidas utilizados para o controle.

Grupo de fungicida	Espécies de patógenos			
		<i>Botryosphaeria obtusa</i> <i>Eutypa lata</i> <i>Guignardia bidwellii</i> <i>Phaeoacremonium aleophilum</i> <i>Phaemoniella chlamydospora</i> <i>Phomopsis viticola</i> <i>Pseudopezicula tracheiphila</i> <i>Pseudocercospora vitis</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> <i>C. acutatum</i> <i>Glomerella cingulata</i> <i>Elsinoe ampelina</i>	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Plasmopara viticola</i> <i>Uncinula necator</i>
	Risco	Baixo (1) ^(a)	Moderado (2)	Alto (3)
Benzimidazóis Qols Fenilamidas Dicarboximidas	Alto (3)^(a)	3 ^(b)	6	9
Carboxanilidas DMIs Fenilpirroles Fosforothiolatos Anilinopirimidinas MBI-Ds	Moderado (2)	2	4	6
Cúpricos Enxofre Clorothalonil Ditiocarbamatos Fitalamidas MBI-Rs Probenazole	Baixo (0,5)	0,5	1	ativo1,5

^(a) - valor do risco inerente a fungicida ou patógeno

^(b) - risco combinado considerando fungicida e patógeno (p.ex. 3 x 1 = 3)

Tabela 2. Relação de produtos registrados utilizados para o controle das doenças da videira no Brasil, extraídos da lista de códigos do FRAC (*Fungicide Resistance Action Committee*) que avalia os produtos quanto ao risco do aparecimento de resistência a fungicidas (FRAC, 2021).

Modo de ação	Sítio-alvo e código	Grupo	Grupo químico	Princípio ativo	Comentário
A: metabolismo de ácido nucleico	A1 RNA polimerase	Fenilamidas	Acilalaninas	benalaxil metalaxil	Risco alto Resistência e resistência cruzada
	B1 Montagem da B-tubulina durante a mitose	Metil benzimidazole carbamatos	tiofanatos	tiofanato metílico	Risco alto Resistência comum em muitas espécies Vários sítios de mutação Resistência cruzada
B: Citoesqueleto e proteína motor	B3 Montagem da B-tubulina durante a mitose Manejo da resistência requerido	Benzamidas	Toluamidas	zoxamida	Risco baixo a médio
	B5 deslocalização das proteínas espectralina	Benzamidas	Piridinilmetil-benzamidas	fluopicolide	Risco médio Isolados resistentes detectados no míldio da videira Manejo da resistência requerido
C: Respiração	C2 Complexo II: succinato-desidrogenase	SDHI (inibidores do succinato-desidrogenase)	Pidine-carboxamida	boscalida	Risco médio Isolados resistentes em várias espécies de fungos Manejo da resistência requerido
	C3 Complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio Qo (gene <i>cyt b</i>)	QoI (Quinone outside inhibitors) - inibidores da quinona externa	metoxil-acrilatos	azoxistrobina piraxistrobina	Risco alto Resistência conhecida em várias espécies de fungos Resistência cruzada entre membros do mesmo grupo Manejo da resistência requerido
			oximino-acetatos imidazolinones	cresoxim-metil trifloxistrobina fenamidone	
			imidazolinones	fenamidone	
	C4 Complexo III: citocromo bc1 (ubiquinona redutase) no sítio Qi	Qil (Quinona inside inhibitors) - inibidores da quinona interna	ciano-imidazole	ciazofamida	Risco médio a alto Manejo da resistência requerido

Modo de ação	Sítio-alvo e código	Grupo	Grupo químico	Princípio ativo	Comentário
D: síntese de aminoácidos e proteínas	D1 Biossíntese de metionina (gene cgs)	AP - Anilino-Pirimidinas	Anilino-pirimidinas	ciprodinil pirimetanil	Risco médio Resistência conhecida em <i>Botrytis cinerea</i> Manejo da resistência requerido
E: Transdução de sinal	E2 AP/Histidina-kinase na transdução de sinal osmótico (os-2, HOG1)	PP - Phenyl Pyrroles - fenilpirroles	fenilpirroles	fludioxonil	Risco baixo a médio Resistência encontrada esporadicamente Manejo da resistência requerido
	E3 AP/Histidina-Kinase na transdução de sinal (os-1, Daf1)	Dicarboxamida	Dicarboxamida	iprodione procimidone	Risco médio a alto Resistência comum em <i>Botrytis cinerea</i> e outros patógenos Manejo da resistência
F: Síntese e transporte de lipídios / integridade ou função da membrana	F6 Desregulador microbial da membrana da célula do patógeno			linhagens de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	
	F7 Desregulador da membrana celular	extrato de planta	hidrocarbonetos terpenos, álcool terpeno e fenóis terpenos	extrato de <i>Melaleuca alternifolia</i> , óleos de plantas (misturas): eugenol, geraniol e timol	Resistência não conhecida
G: biossíntese de esterol em membranas	G1 C14 - demetilase na biossíntese do esterol (erg11/cyp51)	DMI (DeMethylation Inhibitors) - inibidores de demetilação (SBI: Classe I)	Piperazines	triforine	Risco médio Isolados resistentes detectados no mídio da videira Manejo da resistência requerido
			Triazóis	ciproconazole difenoconazole imibeconazole metconazole microbutanil tebuconazole tetraconazole	
H: Biossíntese da parede celular	H5 Celulose sintase	CAA (Carboxylic Acid Amides) - Amidas de ácidos carboxílicos	amidas de ácido cinâmico	dimetomorfe	Risco baixo a médio Resistência conhecida em <i>Plasmopara viticola</i> . Resistência cruzada entre os membros do grupo Manejo da resistência requerido
			valinamida carbamato	bentiavalicarbe	
			ácido mandélico amida	mandipropamida	

Modo de ação	Sítio-alvo e código	Grupo	Grupo químico	Princípio ativo	Comentário
P: Indução de defesas da planta	P5 elicitador antraquinona	extrato de planta	mistura complexa, extrato etanol (antraquinonas, resveratrol)	extrato de <i>Reynoutria sachalinensis</i>	Resistência não conhecida
	P7 fosfonatos		etil fosfonatos	fosetil- Al sais e ácido fosforoso	Risco baixo poucos casos de resistência
U: desconhecido	desconhecido	cianoacetamida-oxime	cianoacetamida-oxime	cimoxanil	Risco baixo a médio Casos de resistência descritos Manejo da resistência requerido
M: Multi-sítios	M1 Atividade de contato multi-sítio	inorgânicos (eletrófilos)	inorgânico	cobre	Risco baixo Sem casos de resistência
	M2 Atividade de contato multi-sítio			enxofre	
	M3 Atividade de contato multi-sítio	ditiocarbamato (eletrófilos)	ditiocarbamato	mancozeb metiram propineb	
	M4 Atividade de contato multi-sítio	fitalimidas (eletrófilos)	fitalimidas	captan folpet	
	M5 Atividade de contato multi-sítio	Cloronitrilas (fitalonitrilas) mecanismo inespecífico	cloronitrilas (fitalonitrilas)	clorotalonil	
	M9 Atividade de contato multi-sítio	Quinonas (Antraquinonas) (eletrófilos)	quinonas (Antraquinonas)	ditianona	
BM: Biológicos com múltiplos modos de ação	Múltiplos efeitos: competição, micoparasitismo, antibiose, desregulação da membrana por lipopeptídeos, enzimas líticas e indução de defesas de plantas	Microbiano (microrganismos vivos ou extrato de metabólitos)	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>T. atroviride</i> <i>asperellum</i>	Resistência não conhecida

Tabela 3. Medidas recomendadas pelo FRAC para alguns grupos de fungicidas utilizados na cultura da videira, que apresentam risco alto ou médio para o desenvolvimento da resistência por patógenos.

Grupo de fungicidas	Medidas recomendadas
Fenilamidas	Usar somente como protetor e não efetuar aplicações como erradicativo ou curativo
	Utilizar apenas nas aplicações foliares
	Não usar em aplicações para tratamento do solo
	Limitar as aplicações a 2 a 4 aplicações consecutivas por cultura por ano e não exceder o intervalo de 14 dias
	Usar no início da safra e, em seguida, utilizar produtos pertencentes a outros grupos
	Diversificar o programa de tratamento
Dicarboxamidas	Não aplicar mais do que duas a três vezes por cultura por ano
	Evitar utilizar quando se observar alta incidência recorrente de podridão-cinzenta
	Não efetuar aplicações sequenciais em um curto espaço de tempo
	Onde a resistência está estabelecida, usar misturas para estabilizar o controle do <i>Botrytis</i>
	Efetuar a combinação ou a alternância com fungicidas fluazinam, fludioxonil e anilino pirimidinas
Inibidores da biossíntese do ergosterol - IBE	Não usar aplicações repetidas de IBEs sozinhos na mesma cultura e na mesma safra contra patógenos de risco alto em áreas com pressão de doença alta
	Para situações patógeno/cultura que requerem diversas aplicações (por exemplo vinhedo x oídio), usar misturas ou alternar com produtos que não apresentem risco para resistência cruzada
	DMI's e Aminas devem ser utilizadas preventivamente e o uso curativo deve ser evitado
	Uso complementar com outros classes/grupos de fungicidas com diferentes modos de ação para o controle efetivo da doença e o manejo da resistência
	Usar outros métodos de controle
Qols (inibidores da quinina externa, estrobilurinas)	Aplicar fungicidas Qol em doses e intervalos recomendados pelo fabricante
	Utilizar, no máximo, quatro aplicações deste grupo para as doenças da videira. Para oídio, utilizar, no máximo, duas aplicações por safra e preferencialmente em mistura com outros fungicidas. Para míldio, no máximo, três aplicações em misturas
	Alternar as aplicações Qol se sozinho ou em mistura com aplicações com fungicidas efetivos de outros grupos. Aplicar preventivamente
CAAs (ácido carboxílico amidas)	Aplicar fungicidas CAAs, preferencialmente, de modo preventivo e alternado com produtos com outros modos de ação
	Utilizar, no máximo, em metade das aplicações para o controle do míldio, não excedendo a um total de quatro pulverizações durante a safra. Em locais com resistência, não utilizar mais do que três aplicações
	Sempre aplicar em mistura com fungicidas de contato ou com outros modos de ação que não favoreçam a resistência cruzada
Anilino pirimidinas	Nos locais onde diferentes produtos contendo este grupo de fungicidas são utilizados a cada safra, o número acumulativo de aplicações com ciprodinil ou pirimetanil não deve exceder o valor de três aplicações
	Vinhedos em que são realizadas três aplicações para o controle de <i>Botrytis cinerea</i> , apenas uma aplicação deve ser realizada com anilino pirimidinas
	Locais onde são realizadas quatro a seis aplicações para o controle da podridão-cinzenta, utilizar no máximo duas aplicações com anilino pirimidinas

Qil (inibidores da quitina interna)	Sempre aplicar fungicidas Qil em mistura com fungicidas de contato em locais com alto risco de resistência
	Utilizar os fungicidas Qil preventivamente
	Utilizar, no máximo, em metade das aplicações para o controle do míldio, não excedendo a um total de quatro pulverizações durante a safra. Em locais com resistência, não utilizar mais do que três aplicações
	Alternar as aplicações com fungicidas com outros modos de ação
Benzimidazois	Usar apenas em mistura ou alternância com fungicidas de outros grupos
	Sempre que possível, utilizar produtos com outros modos de ação, tendo em vista que a resistência encontra-se espalhada e permanente
SHDI	Aplicar, no máximo, três aplicações por ano e não mais do que a metade do número de aplicações para um patógeno-alvo
	Usar preventivamente
	Alternar com produtos de outros grupos químicos
Benzamidas	Utilizar produto em mistura de fábrica
	Alternar com outros grupos químicos
Fenilpirroles	Utilizar produto em mistura de fábrica
	Alternar com outros grupos químicos

Considerações finais

O controle químico é uma importante ferramenta para o controle de doenças de plantas. Contudo, se utilizado de forma errada, pode contribuir para o agravamento do problema e, conseqüentemente, dificultar o controle futuro. Vale destacar que a velocidade de surgimento de novas moléculas pela indústria e o seu posterior registro no mercado são processos demorados que costumam levar vários anos. Logo, o técnico e o produtor devem otimizar, ao máximo, os produtos disponíveis, a fim de garantir sua efetividade ao longo das safras. O conhecimento dos grupos químicos de risco e a utilização das práticas de manejo da resistência adequadas contribuem para este fim.

Referências

- BRENT, K. J.; HOLLOMON, D. W. **Fungicide resistance in crop pathogens**: how can it be managed? 2nd ed. Brussels, Belgium: FRAC, 2007a. Disponível em: <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/monographs/monograph-1.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.
- BRENT, K. J.; HOLLOMON, D. W. **Fungicide resistance**: the assessment of risk. 2nd ed. Brussels, Belgium: FRA. 2007b. Disponível em: <https://www.frac.info/docs/default-source/publications/monographs/monograph-2.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.
- FRAC. **FRAC Code List® 2021**: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels), . Basel, Switzerland: FRAC, 2021. Disponível em: https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2021--final.pdf?sfvrsn=f7ec499a_2. Acesso em: 10 set. 2021.
- FRAC. **Anilinopyrimidines (AP's) Working Group**. Protocol of the discussions and use recommendations of the AP's Working Group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Frankfurt, Germany: FRAC, Dec. 2016. Disponível em: https://www.frac.info/docs/default-source/working-groups/ap-fungicides/ap-wg/minutes-of-the-2016-ap-meeting-recommendations-for-2017.pdf?sfvrsn=d8ad4a9a_2. Acesso em: 19 ago. 2020.
- FRAC **Carboxylic acid amines (CAA) working group**. Protocol of the discussions and use recommendations of the ap's working group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Frankfurt, Germany: FRAC, Jan 2020a.

Disponível em: https://www.frac.info/docs/default-source/working-groups/caa-fungicides/caa-wg/minutes-of-the-2020-cao-meeting-recommendations-for-2020.pdf?sfvrsn=6e67499a_2. Acesso em: 19 ago. 2020.

FRAC. **Sterol biosynthesis inhibitor (SBI) working group**. Protocol of the discussions and recommendations of the SBI working group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Frankfurt, Germany: FRAC, Jan, 2020b. Disponível em: https://www.frac.info/docs/default-source/working-groups/sbi-fungicides/group/minutes-of-the-2020-sbi-telco-meeting-recommendations-for-2020-june2020-update.pdf?sfvrsn=1648499a_2. Acesso em: 19 ago. 2020.

FRAC. **Quinone 'outside' inhibitor (QoI) working group**. Protocol of the discussions and use recommendations of the QoI working group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Frankfurt, Germany: FRAC, Jan. 2020c. Disponível em: [https://www.frac.info/docs/default-source/working-groups/qoi-fungicides/qoi-meeting-minutes/minutes-of-the-2020-qoi-wg-meeting-and-recommendations-for-2020-\(jan-2020\).pdf?sfvrsn=bb68499a_2](https://www.frac.info/docs/default-source/working-groups/qoi-fungicides/qoi-meeting-minutes/minutes-of-the-2020-qoi-wg-meeting-and-recommendations-for-2020-(jan-2020).pdf?sfvrsn=bb68499a_2). Acesso em: 19 ago. 2020.

FRAC. **Succinate Dehydrogenase Inhibitor (SDHI) working group**. Protocol of the discussions and use recommendations of the SDHI working group of the Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Frankfurt, Germany: FRAC, Jan. 2020d. Disponível em : https://www.frac.info/docs/default-source/working-groups/sdhi-fungicides/sdhi-meeting-minutes/minutes-of-the-2020-sdhi-meeting-21-22th-of-january-2020-with-recommendations-for-2020.pdf?sfvrsn=5918499a_2. Acesso em : 20 ago. 2020.

SANTOS, R. F.; FRAIJE, B. A.; GARRIDO, L. da R.; MONTEIRO-VITORELLO, C. B.; AMORIM, L. Multiple resistance of *Plasmopara viticola* to QoI and CAA fungicides in Brazil. **Plant Pathology**, v. 69, n. 9, p. 1708-1720, Aug. 2020. DOI 10.1111/ppa.13254

SISLER, H. D. Fungicidal action and fungal resistance mechanisms. In: DELP, C. P. (Ed.). **Fungicide resistance in North America**. St. Paul: APS Press, 1988. p. 6-8.

ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas. In.: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A. da; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS JÚNIOR, W. C. da. (Eds.). **Produtos fitossanitário (fungicidas, inseticidas, acariciado e herbicidas)**. Viçosa, MG: UFV/DFP, 2008. .Cap. 6, p. 213-261.

Embrapa

Uva e Vinho