

DIVULGAÇÃO TÉCNICA

ALTERNARIA SPP. EM OLERÁCEAS: SINTOMAS, ETIOLOGIA, MANEJO E FUNGICIDAS

J.G. Töfoli, R.J. Domingues, J.T. Ferrari

Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, Av. Cons. Rodrigues Alves, 1252, CEP 04014-002, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: tofoli@biologico.sp.gov.br

RESUMO

As alternarioses, causadas por fungos do gênero *Alternaria*, estão entre as doenças mais frequentes e destrutivas em oleráceas. Afetam drasticamente folhas, hastes, caules, frutos e tubérculos, comprometendo o rendimento e a qualidade. Nos últimos anos, essas doenças têm alcançado maior notoriedade com o surgimento de novas espécies, aumento da agressividade e maior dificuldade de controle. O artigo aborda os sintomas, a etiologia e as medidas de controle recomendadas para sistemas de produção integrada.

PALAVRAS-CHAVE: Alternarioses, Mancha de *Alternaria*, manejo, fungicidas, hortaliças.

ABSTRACT

ALTERNARIA SPP. IN OLERACEOUS: SYMPTONS, ETIOLOGY, MANAGEMENT AND FUNGICIDES. The *Alternaria* diseases (*Alternaria* spp.) are among the most current and destructive diseases in oleraceous. These drastically affect leaves, stems, fruits and tubers compromising the crop yield and quality of production. In recent years, these diseases have achieved greater prominence with the emergence of new species, increased aggressiveness and more difficult to control. The article discusses the symptoms, etiology and control measures recommended for integrated production systems.

KEY WORDS: *Alternaria* diseases, *Alternaria* leaf spot, management, fungicides, vegetables.

Cultivadas em todo mundo, as oleráceas são consideradas patrimônios da humanidade, graças ao elevado potencial alimentar, produtivo e sócio-econômico que possuem. Fontes de carboidratos, vitaminas, sais minerais e substâncias antioxidantes, essas podem ser consumidas *in natura*, cozidas ou industrializadas nas mais diferentes formas.

As doenças causadas por fungos do gênero *Alternaria* são frequentes e altamente destrutivas em várias solanáceas, apiáceas, aliáceas, crucíferas, cucurbitáceas, asteráceas e chichoriáceas (Quadro 1). Comuns em áreas tropicais e subtropicais, essas podem causar perdas que variam de 6 até 100%, caso não sejam adotadas medidas adequadas de controle. Nos últimos anos, as alternarioses têm alcançado maior notoriedade com o surgimento de novas espécies, aumento da agressividade em várias partes do mundo e maior dificuldade de controle.

SINTOMAS

As manchas em folhas podem ser isoladas ou em grupos, necróticas, circulares ou angulares, com característicos anéis concêntricos, bordos bem definidos e envoltas ou não por um halo amarelado. Essas iniciam-se na forma de pontos necróticos e ao

se desenvolverem coalescem e causam a destruição de todo limbo foliar. As lesões em caules, hastes e pecíolos são marrom-escuras, alongadas, deprimidas, podendo ou não apresentar halos concêntricos. Em plântulas ou plantas jovens de solanáceas (tomate, pimentão, berinjela), brássicas e apiáceas, podem formar lesões no colo de plântulas, que culminam com a murcha, estrangulamento, tombamento e morte das mesmas. Em frutos (tomate, pimenta ou pimentão) os sintomas são caracterizados pela presença de manchas escuras, deprimidas e com a presença típica de anéis concêntricos, que geralmente se localizam na região peduncular do fruto. Lesões em tubérculos (batata) raramente ocorrem, mas em geral são escuras, deprimidas, circulares ou irregulares, com bordos de cor púrpura ou bronzeada. A polpa sob a lesão é seca, coriácea, de cor amarela a castanha. Em raízes (cenoura) as lesões são extensas, negras, deprimidas e podem apresentar rachaduras. Em períodos quentes e úmidos as lesões em folhas, caules, pecíolos, frutos, raízes e tubérculos geralmente são recobertas por um mofo negro formado por conídios e conidióforos do fungo.

As alternarioses geralmente são caracterizadas pela redução prematura da área foliar, queda de vigor das plantas, quebra de pecíolos, pedúnculos, hastes

e caules, presença de frutos queimados pelo sol, bem como, redução do ciclo e do potencial produtivo.

O aumento de suscetibilidade à doença geralmente está associado a tecidos que tenham alcançado a maturidade ou plantas em fase reprodutiva. Durante

essa fase, ocorre uma demanda maior de açúcares e nutrientes para a formação de frutos, tubérculos, bulbos, raízes e brotações novas em detrimento da folhagem mais velha, favorecendo o processo infeccioso em órgãos exportadores.

Quadro 1 - Principais culturas, família, agente causal e sintomas relativos às Alternarioses em oleráceas.

Cultura	Família	Agente causal	Principais sintomas	Nome comum
Batata <i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	<i>A. solani</i>	Mancha foliar, lesões em pecíolos, hastes e tubérculos	Pinta preta, Mancha de Alternaria, Alternariose
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>		<i>A. grandis</i>		
Pimentão <i>Capsicum annuum</i>		<i>A. alternata</i>		
Pimentas <i>Capsicum</i> spp.		<i>A. solani</i>		
Berinjela <i>Solanum melongena</i>		<i>A. tomatophila</i>		
Jiló <i>Solanum gilo</i>		<i>A. alternata</i>		
Cenoura <i>Daucus carota</i>	Apiaceae	<i>A. dauci</i> <i>A. alternata</i> <i>A. radicina</i> <i>Alternaria</i> sp.	Mancha foliar, lesões em pecíolos, inflorescências e raízes. Tombamento	Queima das folhas, Mancha de Alternaria
Salsa <i>Petroselinum crispum</i>				
Salsão <i>Apium graveolens</i>				
Coentro <i>Coriandrum sativum</i>				
Cebola <i>Allium cepa</i>				
Cebolinha <i>Allium fistulosum</i>				
Alho <i>Allium sativum</i>				
Alho porró <i>Allium porrum</i>				
Pepino <i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae	<i>A. cucumerina</i> <i>A. alternata</i> <i>Alternaria</i> sp.	Mancha foliar, lesões em caule, pecíolos, flores e frutos	Mancha de Alternaria Alternariose
Melancia <i>Citrullus lanatus</i>				
Melão <i>Cucumis melo</i>				
Abóbora <i>Cucurbita maxima</i>				
<i>Cucurbita moschata</i>				
Abobrinha <i>Cucurbita pepo</i>				
Alface <i>Lactuca sativa</i>				
Radichio, Almeirão <i>Cichorium intybus</i>				
Chicória, Endívia <i>Cichorium endivia</i>				

Quadro 1 - Continuação.

Cultura	Família	Agente causal	Principais sintomas	Nome comum				
Repolho <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Brassicaceae	<i>A. brassicae</i> <i>A. brassicicola</i> <i>Alternaria</i> sp.	Manchas foliares, pecíolos, flores e inflorescências. Tombamento	Mancha de <i>Alternaria</i> Alternariose				
Couve -flor <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>								
Couve chinesa <i>Brassica rapa</i> <i>pekinensis</i>								
Brócolis <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>								
“Pak choi”, chingensai <i>Brassica chinensis</i> L								
Nabo <i>Brassica napus</i> L								
Rabanete <i>Raphanus sativus</i> L								
Quiabo <i>Abelmoschus esculentus</i>					Malvaceae	<i>A. alternata</i>	Manchas foliares	Mancha de <i>Alternaria</i>
Espinafre <i>Spinacia oleracea</i>					Amaranthaceae	<i>Alternaria spina</i>	Mancha foliar	Mancha de <i>Alternaria</i>

Plantas debilitadas por viroses, mal nutridas e sujeitas a constantes oscilações climáticas são mais pré-dispostas à doença.

ETIOLOGIA

O gênero *Alternaria* é composto por fungos anamórficos que possuem conídios com comprimento e largura variável, geralmente individuais e raramente catenulados, retos ou ligeiramente curvos, com corpo oblongo ou elipsoidal que se afina em direção ao ápice, formando um bico comprido, sinuoso e ocasionalmente ramificado. Apresentam coloração palha, parda ou ouro claro, com septos transversais e poucos ou nenhum longitudinal. Os conídios são inseridos em conidióforos septados, retos ou sinuosos, que ocorrem isolados ou em grupos. As populações de *Alternaria* spp. são caracterizadas por se apresentarem morfológicamente heterogêneas, diferindo quanto à coloração do micélio, produção de pigmentos em meio de cultura, presença ou ausência de esporulação em condições de laboratório, bem como, quanto à patogenicidade e agressividade.

Uma característica comum, observada em algumas espécies de *Alternaria*, está na baixa capacidade ou mesmo ausência de esporulação em meio de cultura. Um grande número de trabalhos indica diferentes métodos para induzir esporulação com variações quanto à luz utilizada, meios de cultura, fermentos do micélio, temperaturas e idades das colônias.

EPIDEMIOLOGIA

De maneira geral, as alternarioses são doenças típicas de primavera e verão, todavia podem causar danos importantes em outonos e invernos atípicos. Os sintomas tendem a aparecer inicialmente nas folhas mais velhas e, em seguida, evoluem para as partes mais jovens da planta. Em frutos e tubérculos esses se tornam evidentes próximo ou durante a maturação.

A doença pode apresentar alto poder destrutivo em condições de altas temperaturas e umidade. A ocorrência de epidemias severas da doença está sempre associada à temperaturas diárias de 25 a 32 °C. A literatura cita que as temperaturas mínimas, ótimas, e máximas necessárias para a germinação dos conídios são as de 5-7, 25- 27 e 30-32 °C, respectivamente. A umidade, fator importante na germinação de conídios, pode ser conferida pela chuva, água de irrigação ou orvalho. A presença de água livre na superfície foliar é essencial para a germinação, infecção e esporulação do fungo. De maneira geral, os maiores índices de mancha de *alternaria* ocorrem em condições de 40% de umidade relativa durante o dia e 95% durante a noite. A esporulação abundante do fungo ocorre na faixa de 14 a 26 °C, com umidade relativa de 100% durante 24h no mínimo. A alternância frequente de períodos úmidos e secos parece favorecer a doença.

O patógeno sobrevive entre um cultivo e outro em restos de cultura, e hospedeiros intermediários, podendo sobreviver ainda em equipamentos agrícolas, estacas e caixas usadas ou mesmo nas sementes (Fig. 1).

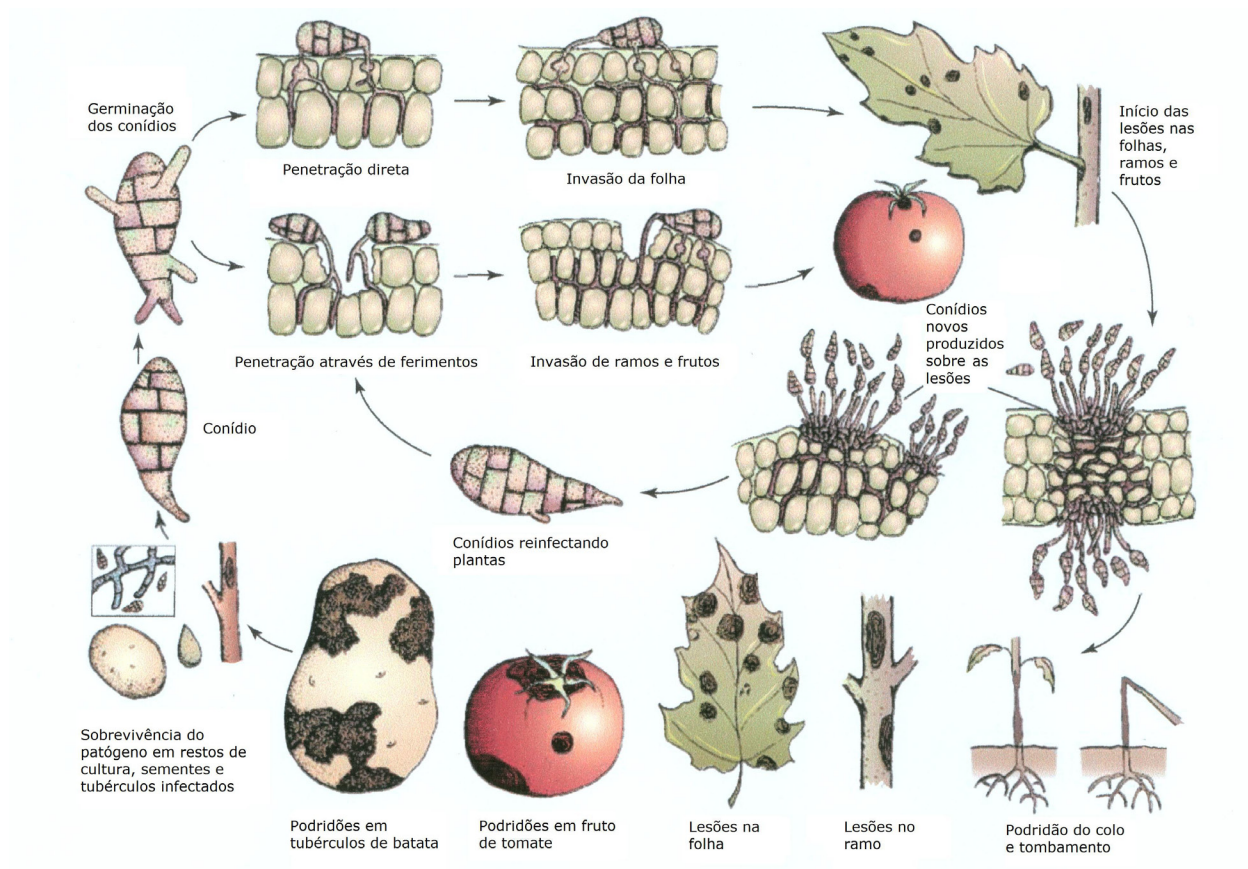


Fig. 1 - Ciclo de alternarioses em oleráceas. Adaptado de Agrios, 2005.

Além dessas formas de sobrevivência, existe a possibilidade do fungo permanecer viável no solo na forma de micélio, conídios ou clamidósporos. Os conídios de *Alternaria* spp. são altamente resistentes a baixos níveis de umidade, podendo permanecer viáveis por até um ano nessas condições.

Uma vez presentes na cultura, os conídios são dispersos pela ação da água, ventos e insetos. Além dessa forma de disseminação, trabalhadores, equipamentos e animais, em contato com as folhas molhadas podem disseminar o fungo. Havendo umidade e calor suficientes, os conídios germinam e infectam as plantas rapidamente podendo o fungo penetrar diretamente pela cutícula, por ferimentos ou através dos estômatos. A colonização é intercelular, invadindo tecidos do hospedeiro e provocando alterações em diversos processos fisiológicos, que se exteriorizam na forma de sintomas. Em condições de campo as lesões surgem 3 a 5 dias após a inoculação, todavia em condições controladas pontuações negras podem ser verificadas 24h após a inoculação. A ocorrência típica de halos concêntricos nas lesões causadas por *A. solani* está relacionada a variações diurnas e noturnas de temperatura, umidade e radiação, que favorecem ou dificultam o desenvolvimento do fungo que consequentemente desenvolve-se na forma de setores.

MANEJO

A adoção de medidas integradas de controle é fundamental para garantir o manejo das alternarioses e a sustentabilidade da produção.

Entre as práticas destacam-se:

Plantio de sementes e mudas sadias. Uso de mudas e sementes sadias e/ou tratadas com fungicidas é altamente recomendado como medida inicial para o controle da doença, tendo em vista o gênero *Alternaria* ser facilmente transmitido no início do ciclo. Essa medida visa principalmente a impedir a ocorrência de tombamento em plântulas, bem como evitar a entrada e a disseminação da doença na área.

Cultivares e híbridos tolerantes/resistentes. Apesar de ser limitada em muitos casos, a adoção de cultivares resistentes/tolerantes às alternarioses é a medida de controle mais prática, econômica e eficiente, sendo sempre recomendável tanto para sistemas de produção orgânicos como convencionais.

Batata. De modo geral, os cultivares de batata com maior expressão comercial no Brasil são suscetíveis ou moderadamente suscetíveis à pinta preta (Quadro 2). Programas nacionais de pesquisa para o desenvolvimento de novas cultivares têm sempre priorizado a seleção de cultivares com maiores níveis de resistência à doença.

Quadro 2 - Comportamento de cultivares de batata em relação à pinta preta.

Comportamento	Cultivares
Resistentes	Ibituaçu, Aracy, Aracy Ruiva, Apuã, Éden, Monte Alegre 172
Moderadamente resistentes	APTA 16.5, Catucha, Cupido, Itararé, Delta, Eliza, Novella, APTA 21.54, Baronesa, Baraka, Itararé, Ana, Clara, Cristal, SCS365 - Cota, Caesar e BRSIPR Bel.
Moderadamente suscetíveis	Ágata, Atlantic, Asterix, Melody, Vivaldi, Panda, Colorado, Camila e APTA 12.5.
Suscetíveis	Binjte, Achat, Monalisa

Tomate. Em geral, os cultivares e híbridos de tomate são considerados suscetíveis à pinta preta. Recentemente, alguns híbridos têm sido apresentados como tolerantes à doença (Quadro 3).

Quadro 3 - Cultivares e híbridos de tomate tolerantes a pinta preta.

Agente causal	Cultivares e híbridos
<i>A. solani</i>	Minotauro®, Laura F1, Mariana
<i>A. alternata</i>	AP 529, AP 533, Cienaga, SM16, Florida 91, Rodas, Argos, TY2006

Cenoura. Os cultivares e híbridos de cenoura cultivados no Brasil podem ser agrupados em dois grandes grupos: os materiais de outono/inverno e os de primavera/verão. Os cultivares de inverno são em sua maioria de origem europeia e são representadas principalmente pelo grupo Nantes (origem francesa) e Forto (origem holandesa). Apresentam raízes longas, cilíndricas, de excelente aspecto, coloração e sabor. Caracterizam-se por serem altamente suscetíveis à queima das folhas. De maneira geral, esses materiais necessitam da utilização preventiva de fungicidas sob condições favoráveis à doença. Os cultivares de primavera e verão em geral são resistentes ou tolerantes à doença e são em grande parte representados por cultivares desenvolvidas no país (Quadro 4).

Quadro 4 - Cultivares de cenoura resistentes/tolerantes à queima das folhas.

Comportamento	Cultivares
Resistentes	Grupo Brasília, Grupo Kuroda, Carandaí, Alvorada, Planalto, Prima, Tropical, Londrina, Esplanada, Verão HT
Tolerantes	Juliana, Larissa, Karine, Poliana, Vedete F1, Skin Kuroda, Coral II, Amanda F1, Bruna F1, Francine F1, Kendo, Maestro F1, Musico F1, Siroco F1, Soprano F1, Verano F1, Suprema, EX4098
Suscetíveis	Grupo Nantes, Forto, Bangor F1

Aliáceas. A utilização de cultivares resistentes ou tolerantes à mancha púrpura pode ser uma estratégia importante no cultivo de cebola e alho (Quadro 5).

Quadro 5 - Cultivares de cebola e alho resistentes/tolerantes à mancha púrpura.

Culturas	Cultivares
Cebola	BR-23, BR-25, BR-29, IPA-6, IPA-10, IPA-11, Rodeo F1, ‘Crioula Mercosul’, Juporanga L2, ‘Caeté’, ‘Rainha’, ‘Dourada’, Juporanga L7, ‘Crioula Alto Vale’, ‘Baia Piriforme’, ‘Roxa do Barreiro, Pera IPA-7, Crioula Alto Vale, Conquista, Roxa do Barreiro, Cebola Botucatu-150, IPA 10, IPA 11, BR23, BR-25 BR-29, Rio Grande Bojuda, Jublieu, Bella Crioula, Lambada, Mata Hari
Alho	Chonan, Roxo Perola de Caçador, Centenário, BRS Hozan

Destaca-se que a suscetibilidade dos materiais pode variar em função das condições climáticas, genótipos do patógeno existente na área, pressão de doença e práticas culturais (época de plantio, espaçamento, nutrição das plantas etc.). Recomenda-se aos produtores, com histórico importante da doença em suas áreas, que consultem com frequência os serviços de assistência técnica e empresas de sementes, para verificar quais as cultivares ou híbridos mais indicados para cada situação.

Adubação equilibrada

As alternarioses são mais severas em plantas mal nutridas e estressadas. Portanto, recomenda-se correção do solo e o emprego de adubação equilibrada com base em análise prévia, bem como o uso de matéria orgânica ou adubação verde para a obtenção de plantas vigorosas. O uso com critério de nitrogênio, fósforo, magnésio e adubos silicatados pode aumentar o vigor das plantas e reduzir a severidade da doença.

Práticas culturais

A adoção de medidas que contribuam para a redução da umidade, período de molhamento foliar e maior circulação de ar entre plantas tais como: evitar o plantio em áreas úmidas, maior espaçamento entre plantas e circulação de ar em ambientes de cultivo protegido são estratégias que podem contribuir de forma significativa para a redução das alternarioses em oleráceas.

Minimizar irrigações em períodos críticos, evitar regas próximas ao anoitecer e reduzir o período de molhamento foliar contribuem para reduzir a severidade da doença. A incorporação dos restos culturais logo após a colheita, para acelerar a decomposição do material doente favorecendo a redução do potencial de inóculo na área.

A eliminação de plantas voluntárias, hospedeiros alternativos, restos culturais, bem como evitar novos plantios próximos a áreas em final de ciclo são medidas que visam a diminuir as fontes de inóculo da doença e impedir a entrada da doença em novos cultivos. A rotação de culturas por 2 a 3 anos com gramíneas, leguminosas ou pastagem também é recomendada com o mesmo objetivo.

Em condições de cultivo protegido de solanáceas e cucurbitáceas, as alternarioses podem ser reduzidas pelo uso de plásticos anti-UV, devido a redução da esporulação.

Fungicidas

Os fungicidas desempenham um papel decisivo no controle das alternarioses em várias hortaliças, uma vez que a maioria dos cultivares comerciais são suscetíveis à doença.

Eficácia, modo de ação, risco de resistência, efeitos colaterais, aspectos econômicos e sociais e legislações são fatores que devem ser tecnicamente considerados em programas de manejo que visem à sustentabilidade da produção e à qualidade de vida de produtores e consumidores.

As estratégias de controle com fungicidas têm o objetivo de prevenir ou reduzir a ocorrência da doença no campo. Para isso, é necessário que se conheça detalhadamente o potencial de controle desses produtos, para que possam alcançar os melhores níveis de controle em programas de aplicação ou sistemas de previsão de doenças. Variáveis como: suscetibilidade das cultivares, condições meteorológicas, escolha do produto, estágio fenológico da cultura, momento da aplicação e tecnologia de aplicação influenciam diretamente na eficiência de controle de um fungicida, bem como podem definir o sucesso ou o fracasso do tratamento.

O controle químico das alternarioses concretizou-se com o surgimento da calda bordalesa, no final do século XIX. No último século, grandes avanços têm sido obtidos pela proteção química com o objetivo de assegurar a produtividade, a qualidade e reduzir o impacto ambiental. Inovação e diversidade na pesquisa e desenvolvimento de novos fungicidas têm proposto produtos seletivos, efetivos em doses baixas e com mecanismos distintos de ação. Características como: ação rápida; alto potencial protetor; resistência à ocorrência de precipitações; maior ação residual e baixo risco de selecionar raças resistentes são características cada vez mais exigidas em um fungicida para o controle da requeima.

Modo de ação

Em relação à planta, os fungicidas podem ser classificados em produtos de contato, mesostêmicos,

translaminares e sistêmicos. Os fungicidas de contato caracterizam-se por formar uma película protetora na superfície da planta, que impede a penetração do patógeno. Geralmente são produtos inespecíficos, pois agem simultaneamente em vários sítios do metabolismo do fungo. Os fungicidas mesostêmicos apresentam alta afinidade com a camada cerosa superficial das folhas, podendo se redistribuir na fase de vapor ou ser absorvidos pelo tecido, sem, no entanto, apresentar nenhum movimento. Os fungicidas sistêmicos são aqueles que podem se movimentar na planta através de vasos condutores, podendo atingir locais distantes do local depositado, enquanto que os translaminares distribuem-se de forma limitada nos tecidos tratados. Os produtos mesostêmicos, translaminares e sistêmicos, em geral, são específicos, isto é, agem em um determinado sítio metabólico.

Quanto ao processo infeccioso, os fungicidas podem apresentar ação protetora, curativa, anti-esporulante e residual. A ação protetora de um fungicida é expressa quando esse é aplicado antes do patógeno infectar os tecidos da planta. A ação curativa refere-se à sua capacidade em limitar o desenvolvimento do patógeno, quando aplicado no período latente, ou seja, no intervalo entre a penetração e o aparecimento dos primeiros sintomas. A atividade antiesporulante trata da capacidade do fungicida em limitar a reprodução ou inviabilizar as estruturas reprodutivas do patógeno. A ação residual, por sua vez, refere-se ao período de proteção proporcionado pelo produto após a sua aplicação e pode variar em função da estabilidade da molécula, tenacidade, crescimento da planta e ocorrência de intempéries.

Grupos fungicidas

Cúpricos

Representados pela calda bordalesa, oxicleto de cobre, hidróxido de cobre e óxido cuproso, foram os primeiros produtos a serem utilizados para o controle das alternarioses em hortaliças. São produtos de contato, com boa ação protetora e considerável aderência na superfície foliar. Os íons de cobre agem nos patógenos inativando em particular enzimas que possuem grupos sulfidríla, hidroxila ou carboxila, causando, assim, desordem generalizada no metabolismo celular. Em algumas situações, os produtos à base de cobre podem ser fitotóxicos às oleráceas, causando a queima ou atrasos no desenvolvimento. A calda bordalesa é aceita em alguns sistemas orgânicos.

Ditiocarbamatos

Desenvolvidos a partir da década de 1940, são fungicidas de contato que inibem diretamente o desenvolvimento micelial e a germinação de conídios.

Os ditiocarbamatos mancozebe, propinebe e metiram atuam em diversos mecanismos relacionados à produção de energia na célula fúngica e inativação de aminoácidos importantes em processos bioquímicos que envolvem enzimas do grupo "tioI". Esses fungicidas são mais vulneráveis a serem lavados da superfície foliar pela ocorrência de chuvas.

Cloronitrilas

Eficiente no controle das alternarioses, o clorotalonil destaca-se por sua maior aderência à superfície foliar e considerável capacidade de se redistribuir na planta. Atua em grupos sulfidrilos, impedindo a formação de enzimas (glutaciona) e proteínas que atuam na glicólise.

Dinitroanilina

O fluazinam apresenta excelente ação protetora, bom efeito residual e resistência à chuva. Atua inibindo a germinação de conídios, a formação de apressórios, a penetração, o crescimento de hifas e a esporulação. O produto inibe a respiração, desacoplando a fosforilação oxidativa.

Estrobilurinas e Oxazolidinediona

Esses fungicidas são inibidores potentes da respiração mitocondrial no nível do citocromo III, citocromo bc1 no sítio QoI (inibidor externo da quinona). São produtos que apresentam excelente ação protetora e considerável ação curativa e antiesporulante quando aplicados até 12h após o início da infecção. Possuem mobilidade diferenciada na planta, podendo ser mesostêmicos ou translaminares.

As estrobilurinas azoxistrobina, trifloxistrobina, picoxistrobina e piraclostrobina possuem reconhecida ação sobre *Alternaria* spp. Desenvolvidas a partir de compostos naturais, esses fungicidas agem inibindo, em especial, o desenvolvimento de tubos germinativos e apressórios.

Estudos têm provado que algumas estrobilurinas, além de atuarem diretamente sobre o patógeno, apresentam efeitos benéficos à planta, tais como: redução da produção de etileno, aumento da atividade da enzima nitrato-redutase, atraso na senescência, aumentos do teor de clorofila e proteínas, bem como reflexos positivos na produtividade e qualidade.

Famoxadona pode ser encontrada em mistura com mancozebe ou cimoxanil. Essa oxazolidinediona possui elevada ação biológica, resistência à chuva e considerável ação residual.

Carboximidas

Diferente das estrobilurinas, as carboximidas boscalida e fluxapiraxade inibem a respiração no Complexo II, através da inibição da enzima Succinato desidrogenase. Atuam sobre a germinação de conídios, alongação do tubo germinativo, formação

de apressório, crescimento micelial e na esporulação. Ambas apresentam movimento translaminar, isto é, penetram e se redistribuem rapidamente na área tratada. No Brasil, podem ser encontradas em mistura com piraclostrobina.

Triazóis

Os triazóis, típicos inibidores da biossíntese de ergosterol, são produtos altamente eficazes e utilizados no controle de *Alternaria* spp. em oleráceas. São fungicidas que possuem ação sistêmica, alta atividade protetora, curativa, antiesporulante e eficiência em doses relativamente baixas. Entre os princípios ativos potenciais desse grupo destacam-se: tebuconazol, difenoconazol, metconazol, flutriafol e miclobutanil. Alguns fungicidas triazóis podem ser fitotóxicos, quando aplicados antes do início da tuberização. O uso desses fungicidas em mistura com estrobilurinas tem contribuído para um controle mais eficaz de diversas alternarioses.

Anilino pirimidinas

Os fungicidas pirimetanil e ciprodinil, pertencentes ao grupo das anilino pirimidinas, representam opções de controle da pinta preta com modo distinto de ação e atuam inibindo a síntese de metionina. Ambos possuem considerável movimento translaminar, podendo atuar como protetores e curativos. São fungicidas importantes para o manejo da resistência através do uso rotacionado com outros grupos químicos.

Dicarboximidas

Os fungicidas iprodiona e procimidona, do grupo das dicarboximidas, apresentam reconhecida eficácia no controle de *Alternaria* spp. em algumas oleráceas. São fungicidas com ação de profundidade e podem apresentar alguma ação curativa e antiesporulante. Agem inibindo a germinação de conídios e o desenvolvimento micelial. Na célula fúngica, atuam bloqueando a atividade da enzima NADH citocromo redutase, que culmina com a peroxidação de fosfolípidos constituintes das membranas plasmáticas e mitocondriais. Apresentam alto risco de selecionar patógenos resistentes.

Fungicidas biológicos

Considerado uma inovação no controle de alternarioses, o microrganismo *Bacillus subtilis* formulado apresenta ação comprovada no controle de *A. dauci* e *A. porri*. O produto age de forma direta sobre o patógeno, rompendo as membranas celulares de hifas e conídios e também ativa o sistema de defesa da planta. Com ação protetora, o produto deve ser aplicado de forma preventiva, para que alcance bons níveis de controle. O produto é considerado

seguro para o ambiente, aplicadores e consumidores e apresenta baixo risco de desenvolver resistência.

Indutores de resistência

O acibenzolar-s-metílico (ASM), com registro para o controle da pinta preta na cultura da batata, induz a planta a sintetizar proteínas relacionadas à patogênese, como β 1,3 - glucanase e quitinase. Essas proteínas atuam de forma inespecífica, sendo capazes de degradar as paredes celulares de diferentes fitopatógenos. Estudos têm provado que o produto também pode induzir o sistema de defesa da planta de forma inespecífica (contra diferentes patógenos), através de reações de hipersensibilidade e através da síntese de outros compostos relacionados a mecanismos inespecíficos de defesa, tais como peroxidases, fenilalanina-amônia-liase e lignina. A adição de ASM em mistura com fungicidas ou a aplicação alternada em programas permitem a junção de diferentes estratégias de controle, uma focada no patógeno e outra na planta. O uso combinado de ASM com fungicidas pode incrementar o controle e a produção e reduzir o número de aplicações de fungicidas, bem como, pode estender ou prolongar a vida útil desses produtos.

No campo

Para o controle das alternarioses em hortaliças, recomenda-se em geral o uso inicial e sequenciado de fungicidas de contato a partir da emergência, com posterior uso de produtos mesostêmicos, translaminares e sistêmicos, alternados com produtos de contato, nos estádios mais avançados da cultura. Quando as cultivares são mais suscetíveis e as condições meteorológicas muito favoráveis, pode-se antecipar as aplicações com fungicidas móveis para a obtenção de maiores níveis de controle. Em situações críticas deve-se optar por reduzir os intervalos entre as aplicações.

Apesar dos fungicidas sistêmicos possuírem ação curativa em relação às alternarioses, esta é relativa em condições de alta pressão de doença. Durante o processo da colonização o patógeno destrói rapida-

mente os tecidos, impedindo o fluxo, a distribuição e a ação dos fungicidas nas áreas infectadas ou próximas a essas.

Quanto à resistência à chuva, estudos têm demonstrado que os fungicidas móveis na planta ou com tenacidade inerente têm apresentado maior capacidade de resistir a lavagem e proporcionar maiores níveis de controle em situações críticas.

A tecnologia de aplicação de fungicidas é fundamental para que haja sucesso no controle das alternarioses em oleráceas. A má qualidade na aplicação dos produtos pode comprometer e limitar seriamente a eficácia dos fungicidas. Fatores como: tipo de bicos, volume de aplicação, pressão, altura de barra e velocidade do trator devem ser sempre considerados com o objetivo de proporcionar a melhor cobertura possível de folhas e frutos. No caso das alternarioses a proteção das folhas mais baixas é essencial para o seu controle efetivo, uma vez que a doença geralmente inicia-se nessa parte da planta.

O uso de fungicidas deve ser realizado dentro de programas de controle integrado e deve seguir todas as recomendações do fabricante quanto à dose, momento oportuno para o tratamento, volume, intervalos, número de aplicações, uso de equipamento de proteção individual (EPI), intervalo de segurança, armazenamento de produtos e descarte de embalagens.

Patógenos resistentes a fungicidas

Os fungicidas que possuem mecanismos específicos de ação são mais vulneráveis à ocorrência de resistência (Quadro 6). Tal fato pode trazer graves consequências ao setor produtivo, ao fabricante e à sociedade como um todo. Para evitar o problema, recomenda-se que esses fungicidas sejam utilizados de forma alternada ou formulados com produtos inespecíficos; que se evite o uso repetitivo de produtos com o mesmo mecanismo de ação e que não se façam aplicações curativas em situações de alta pressão de doença.

Casos de ocorrência de resistência de *Alternaria* spp. a fungicidas podem ser observados no Quadro 6.

Fungicidas para Alternarioses no Brasil

Quadro 6 - Grupos fungicidas com relatos de *Alternaria* spp. resistentes.

Grupo fungicida	Cultura	Patógeno	Local
Estrobilurina	Batata	<i>Alternaria solani</i>	Estados Unidos
Estrobilurina	Batata	<i>Alternaria alternata</i>	Europa
Dicarboximida	Brássica	<i>Alternaria brassicicola</i>	Estados Unidos
Fenipirrol	Brássica	<i>Alternaria brassicicola</i>	Estados Unidos
Dicarboximida	Cenoura	<i>Alternaria daucii</i>	Brasil e Estados Unidos

FRAC 2013 (www.frac.info)

Apesar de existirem fungicidas com alto potencial para o controle de alternarioses em oleráceas seu uso é bastante limitado em um número considerável de culturas (brássicas, curcubitáceas, asteráceas e solanáceas de menor importância econômica), em virtude do número inexpressivo de produtos registrados. Por outro lado, as culturas

de batata, tomate, cebola e cenoura apresentam um número expressivo de ingredientes ativos registrados.

Para a implantação de estratégias sustentáveis de controle é necessário que o setor conte com um número maior de culturas contempladas e novos princípios ativos registrados.

REFERÊNCIAS

Os fungicidas registrados para oleráceas no Brasil podem ser consultados no AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos e Fitossanitários (http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons).



Fig. 1 - Sintoma de pinta preta em folíolo de batata (Foto J. Töfoli).



Fig. 2 - Ataque severo de pinta preta em batata (Foto J. Töfoli).



Fig. 3 - Desfolha causada por pinta preta em batata (Foto Paulo Isidro).



Fig. 4 - Sintoma inicial de pinta preta em tomate (Foto Gerson Suzuki).



Fig. 5 - Lesões com halos concêntricos típicos de pinta preta em folíolo de tomate (Foto J. Töfoli)



Fig. 6 - Ataque severo de pinta preta em folhas mais velhas de tomateiro (Foto R. Domingues)



Fig. 7 - Sintoma de pinta preta em caule de tomateiro (Foto R. Domingues)



Fig. 8 - Sintoma de tombamento causado por *Alternaria* spp. em muda de tomateiro (Foto R. Domingues)



Fig. 9 - Mancha púrpura em cebola (Foto J. Töfoli)



Fig. 10. Diferentes níveis de mancha púrpura em folhas de cebola (Foto J. Töfoli)



Fig. 11. Mancha púrpura em folha de alho (Foto R. Domingues)



Fig. 12 - Mancha púrpura em folha de alho-poró (Foto R. Domingues)



Fig. 13 - Mancha púrpura em folha de cebolinha (Foto J. Töfoli)



Fig. 14 - Queima das folhas em cenoura (Foto L. Demant)



Fig. 15 - Folha de cenoura com ataque de *A. dauci* (Foto R. Domingues)



Fig. 16 - Detalhe de queima das folhas em folíolo de cenoura (Foto R. Domingues)



Fig. 17 - Mancha de alternaria em folha de repolho (Foto R. Domingues)



Fig. 18 - Mancha foliar causada por *A. brassicae* em repolho (Foto R. Domingues)



Fig. 19 - Mancha foliar causada por *Alternaria brassicicola* em repolho (Foto J. Töfoli)



Fig 20 - Mancha causada por *Alternaria* spp. em folha de brócolis (Foto Töfoli)



Fig. 21 - Mancha foliar causada por *Alternaria* spp. em couve-flor (Foto R. Domingues)



Fig 22. Mancha de alternaria em alface (Foto J. Töfoli)

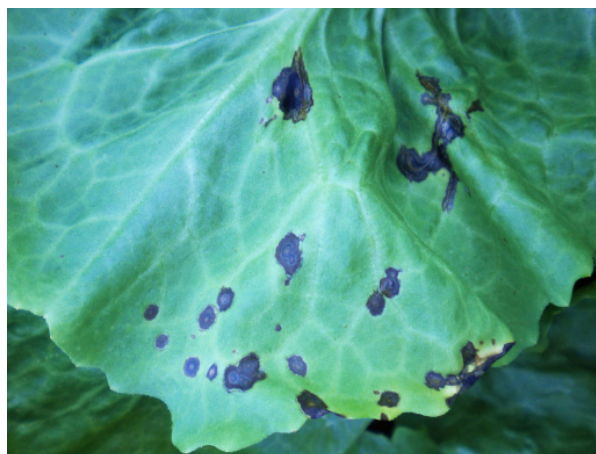


Fig 23 - Sintoma causado por *A. chichorii* em folha de escarola (Foto J. Töfoli)



Fig. 24 - Pinta preta em folha de pimentão (Foto R. Domingues)



Fig. 25 - Pinta preta em frutos de pimentão (Foto R. Domingues)



Fig. 26 - Conídios de *Alternaria solani* (Foto R. Domingues)



Fig. 27 - Conídios de *Alternaria alternata* (Foto R. Domingues)



Fig. 28 - Conídios de *Alternaria porri* (Foto R. Domingues)



Fig. 29 - Conídios de *Alternaria grandis* (Foto R. Domingues)



Fig. 30 - Conídios de *Alternaria brassicicola* (Foto R. Domingues)

AGRIOS, G.N. *Plant pathology*. 5.ed. New York: Elsevier / Academic Press, 2005. 919p.

EMBRAPA. Banco de Dados - Fungos Relatados em Plantas no Brasil. Disponível em: <<http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqweb/michtml/micbanco01a.asp>>. Acesso em: 11 mai. 2015.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. *List of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents*. Disponível em: <<http://www.frac.info/docs/default-source/publications/list-of-resistant-plant-pathogens/list-of-resistant-plant-pathogenic-organisms---february-2013.pdf>>. Acesso: 11 mai. 2015.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE. *FRAC code list: fungicides sorted by mode of action*. Disponível em: <http://www.frac.info/frac/publication/ahang/FRAC_Code_List_2015.pdf>. 2015>. Acesso: 11 mai. 2015.

KOIKE, S.T.; GLADDERS, P.; PAULUS, A.O. *Vegetable diseases: a colour handbook*. St. Paul: APS, 2007. 448p.

RODRIGUES, T.T.M.S.; BERBEE, M.L.; SIMMONS, E.G.; CARDOSO, C.R.; REIS A.; MAFFIA, L.A.; MIZUBUTI, E.S.G. First report of *Alternaria tomatophila* and *A. grandis* causing early blight on tomato and potato in Brazil. *New Disease Reports*, v.22, p.1-28, 2010.

TÓFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J. Alternarioses em hortaliças:

sintomas, etiologia e manejo integrado. *Biológico*, São Paulo, v.66, n.1/2, p.23-33, 2004.

TÓFOLI, J.G.; MELO, P.C.T.; DOMINGUES, R.J. Ação protetora, residual, curativa e anti-esporulante de fungicidas no controle da requeima e da pinta preta da batata em condições controladas. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.79, n.2, p.209-221, 2012. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v79_2/tofoli2.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2015.

TÓFOLI, J.G.; MELO, P.C.T.; DOMINGUES, R.J.; FERRARI, J.T. Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evolução e uso integrado. *Biológico*, São Paulo, v.75, n.1, p.41-52, 2013. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v75_1/tofoli2.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2015.

TÓFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; FERRARI, J.T. Requeima e mancha de alternaria nas culturas da batata e tomate. *Biológico*, São Paulo, v.66, n.1/2, p.41-50, 2014.

TÓFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; MELO, P.C.T.; FERRARI, J.T. Effect of simulated rain on the efficiency of fungicides in potato late blight and early blight control. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, n.6, 2977-2990, 2014.

Recebido em 25/5/2015
Aceito em 14/6/2015