

Análise da ocorrência de
Plasmopara halstedii no Brasil:
subsídio para sua desregulamentação
quarentenária



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abatecimento**

DOCUMENTOS 410

Análise da ocorrência de *Plasmopara halstedii* no Brasil: subsídio para sua desregulamentação quarentenária

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite
Ademir Assis Henning
Tiago Rodrigo Lohmann*
Autores

Embrapa Soja
Londrina, PR
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, s/n
Caixa Postal 231, CEP 86001-970,
Distrito da Warta
Londrina/PR
Telefone: (43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja

Presidente
Ricardo Vilela Abdelnoor

Secretário-Executivo
Regina Maria Villas Bôas Campos Leite

Membros
Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Osmar Conte.

Supervisão editorial
Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Normalização bibliográfica
Ademir Benedito Alves de Lima

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Foto da capa
Regina Maria Villas Bôas Campos Leite

1ª edição
PDF digitalizado (2019).

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 Soja

Leite, Regina Maria Villas Bôas de Campos

Análise da ocorrência de *Plasmopora halstedii* no Brasil : subsídio para sua desregulamentação quarentenária [recurso eletrônico] : Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, Ademir Assis Henning, Tiago Rodrigo Lohmann. – Londrina: Embrapa Soja, 2019.

23 p. il. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN : 2176-2937 ; n. 410).

1.Míldio. 2.Doença de planta. 3.*Plasmopora halstedii*. 4.Girassol. I.Henning, Ademir Assis. II.Lohmann, Tiago Rodrigo. III.Título. IV.Série.

CDD: 579.546 (21.ed.)

Autores

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia,
pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR

Ademir Assis Henning

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia,
pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

Tiago Rodrigo Lohmann

Engenheiro-agrônomo, auditor fiscal federal agropecuário do
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,
Brasília, DF

Apresentação

O míldio causado por *Plasmopara halstedii* é uma das principais doenças do girassol no mundo e é endêmico nas principais regiões de cultivo da oleaginosa, como a América do Norte (onde se situa o centro de origem do girassol), a Argentina, a França e países do Leste Europeu, que há muito não são consideradas áreas livres da doença.

Em função de recentes ocorrências do patógeno em outras espécies de plantas no Brasil, verifica-se a necessidade de discutir a manutenção do status da praga como quarentenária do tipo A em girassol no país.

A presente publicação aborda os aspectos etiológicos e epidemiológicos de *P. halstedii*, de modo a subsidiar a revisão do status quarentenário da praga em girassol. O resultado desse trabalho apoiará a tomada de decisão quanto à desregulamentação do patógeno como praga quarentenária para o Brasil, reafirmando o compromisso da Embrapa Soja no desenvolvimento de pesquisas que suportem a produção sustentável de girassol no país.

José Renato Bouças Farias

Chefe-geral da Embrapa Soja

Conteúdo

Introdução.....	9
Sintomatologia.....	10
Características morfológicas e epidemiológicas	12
Raças fisiológicas.....	13
Ocorrência do míldio em girassol no Brasil.....	15
Ocorrência do míldio em girassol em outros países	17
Hospedeiros potenciais para <i>Plasmopara halstedii</i>	17
Tratamento químico de sementes e da parte aérea.....	19
Práticas culturais	19
Resistência genética	20
Considerações finais	21
Referências	21

Introdução

O míldio é uma das principais doenças do girassol no mundo, por ser potencialmente muito destrutivo. Apesar de ser originário da América do Norte, com a movimentação de sementes do girassol ao redor do mundo, o patógeno é atualmente endêmico em todas as regiões do mundo onde o girassol é cultivado (Gulya et al., 1997; Leite, 2016). O agente causal do míldio é o oomiceto *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni, que é um parasita obrigatório e sistêmico.

Os danos causados pelo míldio podem decorrer da morte precoce das plantas ou da perda total da produção e, ainda, da contaminação das sementes (Pereyra; Escande, 1994).

Muitos países têm regulamentações específicas para evitar a introdução ou a dispersão do patógeno, inclusive o Brasil, onde até recentemente era considerado e regulamentado como praga quarentenária ausente (exceto a “raça 2”). Leppik (1966) ressaltou a importância de se prevenir a disseminação do oomiceto para áreas indenes, com medidas quarentenárias que disciplinariam o mercado internacional de sementes. O míldio se espalhou dos Estados Unidos para várias localidades do mundo, por meio de sementes infectadas (Commonwealth..., 1981).

Devido à ocorrência endêmica em vários países produtores, a partir de 1984 foram adotadas medidas de exclusão para prevenir a entrada do míldio no Brasil, por meio de Portaria n. 306/84, emitida pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 1984). Assim, foi proibida a importação de sementes de girassol comum e demais espécies do gênero *Helianthus*, assim como tubérculos de *H. tuberosus*, quando procedentes da Argentina, Canadá, Chile, Espanha, Estados Unidos, França, Hungria, Irã, Israel, antiga Iugoslávia, Japão, Jordânia, Paquistão, República Dominicana, Romênia, Rússia, antiga Tchecoslováquia e Uruguai, além dos demais países onde *P. halstedii* fosse constatado. A importação a partir de outros países ficou restrita a sementes produzidas em áreas livres de míldio.

A partir de 1996, com a harmonização dos requisitos quarentenários para o Mercosul, ficou permitida a importação de sementes de girassol procedentes

da Argentina, Paraguai e Uruguai, inicialmente sendo exigida pela Resolução GMC nº 95/96, declaração adicional (DA) de que o cultivo foi submetido à inspeção oficial durante ciclo vegetativo e não foi detectado *P. halstedii* (Mercosul, 1996). Posteriormente, por meio de Resolução GMC nº 08/10 e Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 03/2011, deixou-se de exigir DA para esse patógeno (Mercosul, 2010; Brasil, 2011).

Em função de recentes constatações da ocorrência da doença no Brasil a partir dos anos 2000, em girassol e outras plantas (Mattos et al., 2006; Leite et al., 2007; Freire; Mosca, 2009; Tavares et al., 2010; Duarte et al., 2013; Guatimosin et al., 2015), cabe discutir a necessidade da manutenção do status da praga como quarentenária em girassol.

Assim, o presente documento foi elaborado para subsidiar a tomada de decisão quanto à desregulamentação de *P. halstedii* como praga quarentenária para o Brasil, fornecendo um estudo mais detalhado sobre sua ocorrência e demais implicações.

Sintomatologia

A doença pode apresentar diferentes tipos de sintomas, dependendo da quantidade de inóculo, da idade da planta, da reação do genótipo e das condições de umidade e temperatura (Zimmer; Hoes, 1978; Davet et al., 1991; Pereyra; Escande, 1994; Gulya et al., 1997; Tourvieille-de-Labrouhe et al., 2000; Leite, 2016).

O tombamento resulta da infecção do sistema radicular das plantas nos estádios iniciais de desenvolvimento, em condições de temperatura amena e alta umidade. Esse sintoma manifesta-se por causa da presença de inóculo primário no solo, podendo afetar as plântulas antes ou logo após a emergência, com redução do estande.

Plantas com infecção sistêmica apresentam crescimento lento ou nanismo, com folhas cloróticas e anormalmente grossas, hastes quebradiças com ca-

píbulos eretos e geralmente estéreis. O sintoma inicial é o amarelecimento do primeiro par de folhas verdadeiras, quase sempre na base das folhas ou ao longo da nervura central. Com o desenvolvimento da planta, o sintoma alastra-se, aumentando as áreas cloróticas. Essa clorose também aparece nas folhas que crescem sucessivamente. Por ocasião do florescimento, plantas infectadas sistemicamente apresentam altura de 0,1 m a 1,0 m, enquanto que plantas sadias possuem 1,5 m a 1,8 m (Figura 1). Em condições de alta umidade e temperatura amena, há formação de estruturas branco-acinzentadas, compostas de esporangióforos e esporângios, na face inferior das folhas cloróticas (Figura 2).

A infecção localizada pode ser observada nas folhas jovens, inicialmente como manchas angulares, pequenas, verde-amareladas, distribuídas ao acaso no limbo foliar. Essas manchas podem aumentar de tamanho, coalescer e tomar grande parte da folha. Estruturas do patógeno podem ser vistas na face inferior da folha correspondente às lesões, persistindo, por algum tempo, em condições de alta umidade relativa e desaparecendo rapidamente em condições de seca.

Quando afeta o sistema radicular, causa a galha basal. Caracteriza-se pela redução do número de raízes secundárias, que se apresentam descoloridas, rugosas e hipertrofiadas, aumentando a sensibilidade da planta à seca.

Fotos: Ana Claudia Barneche de Oliveira



Figura 1. Sintomas de míldio causado por *Plasmopara halstedii* em plantas de girasol, como clorose nas folhas (A) e nanismo (B).

Fotos: Regina M. Villas Bôas de C. Leite



Figura 2. Sintomas de míldio causado por *Plasmopara halstedii* na folha de girassol, com clorose na face superior (A) e esporangióforos branco-acinzentados na face inferior (B).

Características morfológicas e epidemiológicas

Na análise das estruturas do oomiceto em microscópio, observa-se a presença de micélio cenocítico intercelular com haustórios globulares e esporangióforos que emergem e tornam-se aéreos através dos estômatos. Os esporangióforos são finos e ramificados monopodialmente, formando esporângios nas extremidades das ramificações. Os esporângios rompem-se, ocorrendo a liberação de zoósporos biflagelados ou a formação de tubos germinativos. As estruturas do oomiceto são encontradas em todos os tecidos da plântula e da planta adulta, mas nunca em contato com as células não diferenciadas dos tecidos meristemáticos, nem nos vasos condutores (Zimmer; Hoes, 1978).

O ciclo de vida de *P. halstedii* inicia-se com oósporos de parede fina, que são estruturas de resistência produzidas sexualmente, essenciais para sua perpetuação. Os oósporos ocorrem em resíduos contaminados da cultura de girassol anterior, bem como dentro do pericarpo e da testa de sementes (aquênios) colhidas de plantas infectadas sistemicamente. Após o inverno, os oósporos germinam, principalmente nas condições úmidas da primavera.

Alguns oósporos, entretanto, permanecem dormentes por até 14 anos (Zimmer; Hoes, 1978). A porcentagem de plantas doentes cai consideravelmente a partir do sexto ano (Davet et al., 1991). Os oósporos germinam produzindo zoosporângios de parede fina que, por sua vez, produzem os zoósporos

biflagelados. No contato com o tecido do hospedeiro, principalmente raízes primárias e hipocótilos das plântulas recém-emergidas, o zoósporo encista e penetra na célula por meio de haustório. A infecção de partes subterrâneas pode causar a morte de plântulas, quando a doença evolui rapidamente, ou produzir a galha basal, quando a infecção permanece localizada. Entretanto, a infecção normalmente torna-se sistêmica, com os sintomas manifestando-se nas partes aéreas da planta. O patógeno esporula na superfície dos tecidos invadidos, produzindo zoosporângios, que são responsáveis pelas infecções secundárias subterrâneas e dos tecidos foliares. Com o avanço do ciclo da cultura, os órgãos sexuais masculino (anterídio) e feminino (oogônio) do oomiceto são formados nos espaços intercelulares das raízes, haste e sementes. A fertilização ocorre, dando origem a um oósporo. Finalmente, o oósporo retorna ao solo, completando assim o ciclo de vida (Zimmer; Hoes, 1978).

O patógeno, uma vez introduzido em uma área nova, dificilmente poderá ser erradicado, uma vez que o mesmo produz oósporos que permanecem viáveis no solo, por muitos anos (Zimmer; Hoes, 1978).

A incidência da doença, o tipo e a severidade de sintomas do míldio são determinados pela natureza e pela quantidade do inóculo, pela idade da planta por ocasião da infecção e pelas condições do ambiente. Quanto mais velha a planta quando infectada, mais retardada será a expressão dos sintomas, que podem se manifestar até após o florescimento. A doença é favorecida por condições de alta precipitação (umidade relativa superior a 95%) e temperatura entre 15°C e 18°C (Davet et al., 1991).

Raças fisiológicas

A nomenclatura utilizada para descrever as raças de míldio era muito ambígua, já que as raças eram chamadas pelo nome da região de origem (raça Red River, raça europeia), por números (raças 1 a 9 da nomenclatura americana) ou letras (raças A a D da nomenclatura francesa). Para uniformizar a nomenclatura, foi estabelecido um sistema de nove diferenciadoras (linhagens de girassol de domínio público denominadas de D1 a D9) reagrupadas em trincas (Tabela 1). Para codificar a raça, uma nota é atribuída para cada trinca, baseada na reação de suscetibilidade ou resistência dos genótipos. A

nota corresponde à soma dos coeficientes atribuídos aos genótipos da trinca, que mostraram reação de suscetibilidade: 1 para o primeiro, 2 para o segundo e 4 para o terceiro. No caso de resistência do genótipo, é atribuída nota zero. A nomenclatura completa da raça corresponde à justaposição das notas obtidas com as três trincas (Gulya et al., 1998).

Tabela 1. Diferenciadoras de raças de *P. halstedii*, de acordo com Gulya et al. (1998)

Designação	Diferenciadora	Reação observada	Nota para reação suscetível
D-1	HA 304	S	1
D-2	RHA 265	S ou R	2
D-3	RHA 274	S ou R	4
D-4	PMI3	S ou R	1
D-5	PM-17	S ou R	2
D-6	803-1	S ou R	4
D-7	HAR-4	S ou R	1
D-8	QHP1	S ou R	2
D-9	HA 335	R	4

Obs: S - suscetível; B - resistente. A nomenclatura da raça corresponde à justaposição das notas obtidas com as três trincas, somando a nota atribuída para a reação suscetível para cada trinca.

A identificação da raça é baseada no método descrito por Gulya (1996) e Gulya et al. (1998). Sementes de girassol das plantas indicadoras de raça do oomiceto e de uma variedade suscetível são embebidas em solução de Q-boa® a 20% (hipoclorito de sódio a 1,05%) por 10 minutos. Em seguida, as sementes são lavadas em água abundante, até remoção do produto. Cinquenta sementes de cada material são colocadas para germinar em caixa gerbox, sobre papel umedecido, à temperatura ambiente (25°C). Sementes com algum tipo de contaminação por fungos ou bactérias são descartadas.

A suspensão de esporângios do oomiceto é preparada a partir de folhas com esporulação abundante coletadas no campo. Os esporângios são lavados com água destilada. A concentração é ajustada para 20.000 esporângios/mL em hemacitômetro e é adicionado 1 mL da solução de cálcio (29,4 g de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em 100 mL de água destilada), para cada 200 mL da solução de esporângios. Plântulas das indicadoras, com cerca de 1,5 cm a 2 cm de

radícula, são imersas na suspensão de esporângios de míldio e incubadas por 4 horas, a 15° C no escuro. Em seguida, são semeadas em caixas contendo areia autoclavada. As plântulas são irrigadas diariamente e mantidas em câmaras climatizadas, a 21°C e fotoperíodo de 16h luz / 8h escuro, até as primeiras folhas verdadeiras terem 1 cm (aproximadamente 11 dias). Após esse período, as plantas são pulverizadas intensamente com água destilada e cobertas totalmente com plástico, de modo a fazer uma câmara úmida e mantidas a 18°C no escuro. No dia seguinte, a presença de esporulação abundante nos cotilédones é avaliada. As plântulas que apresentarem esporulação nos cotilédones são consideradas suscetíveis e as sem esporulação são resistentes.

Ocorrência do míldio em girassol no Brasil

No Brasil, o míldio foi pela primeira vez encontrado em 1982, nos municípios de Santo Augusto e Veranópolis, no Rio Grande do Sul e posteriormente em 1983, em Londrina, no Paraná (Ferreira et al., 1983). A doença foi verificada em parcelas experimentais e todas as plantas dos experimentos foram imediatamente erradicadas e queimadas. Estudos sobre a identificação da raça presente foram realizados por Henning e França Neto (1985), determinando-se a presença da raça 2 americana (raça 300 na atual nomenclatura). Não há relatos posteriores sobre essa raça, que foi erradicada na ocasião.

Posteriormente, em 1993, na localidade de Curitiba, PR, suspeitou-se da ocorrência da doença em parcelas experimentais, todavia não foi identificada a raça (E. Daros, citado por Leite; Oliveira, 1998).

Novamente, o míldio foi detectado no Campo Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR, em julho de 1998, agosto de 2001 e setembro de 2002 (Leite et al., 2007). Cabe salientar que a doença foi constatada em semeadura de inverno, em área com irrigação, onde ocorreram condições climáticas favoráveis para a doença (temperaturas amenas e alta umidade).

As plantas com sintomas foram coletadas no campo e mantidas em geladeira, para identificação da espécie e da raça do agente causal. A identificação foi feita com base na sintomatologia, características morfológicas do patógeno e

inoculação em plantas suscetíveis e hospedeiras diferenciadoras, de acordo com Gulya et al. (1998). Observou-se esporulação nas diferenciadoras D-1, D-2, D-4, D-5 e na testemunha Embrapa 122 – V2000 (Tabela 2). Os resultados dos experimentos realizados com material coletado em 1998, 2001 e 2002 indicaram tratar-se da raça 330 (antiga raça 7 americana).

Tabela 2. Diferenciadoras de raças de *P. halstedii* e reação observada após inoculação com o isolado proveniente de plantas de girassol, coletadas em 1998, 2001 e 2002, em Londrina, PR.

Designação	Diferenciadora *	Reação observada	
D-1	HA-304	Suscetível	} 3
D-2	RHA-265	Suscetível	
D-3	RHA-274	Resistente	
D-4	PMI3	Suscetível	} 3
D-5	PMI-17	Suscetível	
D-6	803-1	Resistente	
D-7	HAR-4	Resistente	} 0
D-8	QHP1	Resistente	
D-9	HA-335	Resistente	
Testemunha	Embrapa 122 - V2000	Suscetível	

* De acordo com Gulya et al. (1998)

Fonte: Leite et al. (2007)

Por se tratar de praga quarentenária A1 (exceto a raça 2), em novembro de 2002, a Embrapa Soja notificou o MAPA sobre a ocorrência da raça 330. Em decorrência das medidas de erradicação tomadas, o MAPA na ocasião considerou que o patógeno deveria ser mantido na categoria de praga quarentenária A1. Em todas as situações de ocorrência, medidas de erradicação das plantas afetadas foram tomadas no campo experimental da Embrapa Soja.

Os campos de girassol foram vistoriados periodicamente e as plantas com qualquer sintomatologia foram arrancadas e queimadas. Os materiais e a areia utilizados nos ensaios em câmaras climatizadas também foram descartados apropriadamente, de modo a evitar a disseminação do oomiceto. Como medida adicional de tratamento quarentenário, a Embrapa solicitou e obteve junto ao MAPA, em março de 2003, a permissão para uso em caráter emergencial do princípio ativo metalaxyl, para tratamento de sementes de girassol.

Ocorrência do míldio em girassol em outros países

No mundo, já foram relatadas até 2015 pelo menos 42 raças fisiológicas de *P. halstedii* afetando o girassol, sendo 24 na Europa e 36 nas Américas (Viranyi et al., 2015).

De acordo com Castano et al. (1998), o oomiceto está presente nos solos da região de cultivo de girassol na Argentina, país vizinho que é um grande produtor mundial. Pela legislação vigente, as companhias de sementes argentinas devem produzir genótipos resistentes aos isolados locais do patógeno ou tratar os lotes de sementes com metalaxyl. Apesar de atualmente ser encontrada em baixa incidência, provavelmente em razão das medidas de controle tomadas, a observação de plantas doentes, mesmo que esporádica, demonstra que o oomiceto é endêmico no país. Em estudo realizado em 1993/94, observou-se que a raça predominante foi a raça 7 (raça 330 na nomenclatura atual), ou seja, a mesma raça encontrada na área experimental da Embrapa Soja. Mais recentemente, no levantamento realizado por Viranyi et al. (2015), observou-se que a diversidade de raças de *P. halstedii* tem permanecido estável na Argentina nas últimas duas décadas, com a presença das raças 300, 330, 710, 730 e 770, sem nenhuma ser predominante.

Por outro lado, a revisão de Viranyi et al. (2015) mostra mudanças temporais e espaciais na diversidade do oomiceto dos anos de 2007 a 2013, em comparação com as décadas anteriores, em vários países da Europa, nos Estados Unidos e no Canadá, comprovando a habilidade do patógeno em evoluir geneticamente, com o aparecimento de novas raças fitopatogênicas num período de tempo relativamente curto, possivelmente por uma evolução local atribuída à pressão de seleção no patógeno exercida pelos novos genes de resistência utilizados nos programas de melhoramento locais.

Hospedeiros potenciais para *Plasmopara halstedii*

De maneira geral, espécies de *Plasmopara* são hospedeiro-específicas, com exceção de *P. halstedii* (Duarte et al., 2014). *Plasmopara halstedii* é um

patógeno especializado que ataca diversas plantas da família Asteraceae, incluindo espécies anuais de *Helianthus* e formas cultivadas e selvagens de *H. annuus*, com grande impacto na produção de girassol (Gascuel et al., 2015).

Além de *H. annuus*, outras espécies de *Helianthus*, como *H. argophyllus*, *H. debilis*, *H. divaricatus*, *H. grosseserratus* e *H. petiolaris*, além de outras espécies da família Asteraceae (*Artemisia vulgaris*, *Bidens* sp., *Centaurea cyanus*, *Xanthium strumarium*) são suscetíveis ao patógeno do míldio (Davet et al., 1991; Gascuel et al., 2015) e podem funcionar como potenciais reservatórios de inóculo.

No Brasil, além da detecção da ocorrência em girassol, *P. halstedii* tem sido frequentemente identificado em outras espécies de plantas da família Asteraceae, o que corrobora a necessidade de revisar o status de praga quarentenária para o girassol.

No Distrito Federal, o oomiceto foi identificado em plântulas da espécie ornamental agerato (*Ageratum houstonianum*), com sintomas característicos de míldio, coletadas de novembro de 2004 a maio de 2005 (Mattos et al., 2006). Em levantamentos realizados por Freire e Mosca (2009) em amostras de plantas ornamentais coletadas de 2002 a 2008 no estado do Ceará, *P. halstedii* foi identificado pela primeira vez infectando vedélia (*Wedelia paludosa*).

Em 2009, plantas de gérbera (*Gerbera jamesonii*) mostrando sintomas severos de míldio foram observadas na área experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG e o patógeno foi identificado como *P. halstedii*, por meio de análises morfológicas e genômicas (Duarte et al., 2013).

Em 2010, foi feito o primeiro registro de ocorrência de *P. halstedii* em picão-preto (*Bidens pilosa* L.) no Brasil (Tavares et al., 2010). No Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal Goiano amostras de folhas apresentando sintomas de míldio foram coletadas no campo e em área de cultivo na cidade de Urutaí, GO. A identificação de *P. halstedii* foi feita com base nas estruturas morfológicas e morfométricas. No mesmo ano, o patógeno também foi identificado em *Bidens subalternans* em Minas Gerais e Goiás por Guatimosim et al. (2015), por meio de análises morfológicas e de DNA.

Assim, apesar de não se ter registros de estudos de raças, verifica-se que o patógeno já foi identificado em outras espécies de plantas, além do girassol, em diversas regiões brasileiras.

Tratamento químico de sementes e da parte aérea

O tratamento de sementes com metalaxyl assegura uma boa proteção contra contaminações primárias de *P. halstedii*. Esse tratamento é obrigatório em alguns países, como a França e a Argentina, em variedades de polinização aberta ou cultivares híbridas suscetíveis (Davet et al., 1991; Pereyra; Escan-de, 1994). O metalaxyl é registrado para uso em girassol na Argentina, na Bulgária, na Grécia, na Hungria, na Itália, na Holanda, na Romênia, na Iugoslávia e nos EUA. A dose registrada do produto varia de 61g i.a.(nos EUA) a 210 g i.a. (na Europa) por 100 kg de sementes (Gulya et al., 1997). No Brasil, há registro de fludioxonil (fenilpirrol) + metalaxil-M (acilalaninato) para tratamento de sementes de girassol, na dose de 200g p.c/100 kg de sementes (MAPA, 2018).

Em áreas onde a doença é endêmica, aplicações de metalaxyl na parte aérea têm sido utilizadas como medida de controle curativo, para reduzir as perdas causadas pelo míldio. Porém, em todos esses casos, existe a possibilidade da ocorrência de novas raças fisiológicas do patógeno, que podem “quebrar” a resistência genética dos materiais ou tornarem-se resistentes ao fungicida, como já relatado em diversos países (Tourvieille-de-Labrouhe et al., 2000).

Cabe salientar que essas estratégias só podem ser realizadas com produtos registrados junto ao MAPA, tanto para o tratamento de sementes quanto para aplicações na parte aérea.

Práticas culturais

Como medida de controle de doenças em geral, em áreas cultivadas com girassol, deve-se seguir um esquema de rotação de culturas, onde o girassol retorna na área apenas após quatro anos, de modo a estabelecer um período

livre do hospedeiro. Essa medida cultural de prevenção do míldio é complementada com a destruição de plantas voluntárias que surgem após a colheita do girassol (Leite, 2016).

Resistência genética

O uso de cultivares resistentes é o método mais seguro de prevenção da doença (Pereyra; Escande, 1994). A resistência genética não impede a penetração do oomiceto nos tecidos, mas forma uma barreira à progressão da doença. Estudos histocitológicos revelam a presença de micélio tanto em cultivares suscetíveis quanto em resistentes. As cultivares resistentes produzem reações de defesa contra o patógeno, que se caracterizam pelo depósito de caloses, lignina e suber, que tendem a isolar o oomiceto dos tecidos da planta (Davet et al., 1991). A resistência ao míldio é oligogênica e dominante, controlada por genes codificados por PL. Muitos genes de resistência são conhecidos. Pelo menos nove genes de resistência ao míldio (PL1 a PL9) são os mais utilizados nos programas de melhoramento. Na França, todas as cultivares recomendadas possuem pelo menos um gene de resistência às raças europeias (Davet et al., 1991). Também, a maioria dos genótipos atualmente comercializados na Argentina tem incorporada a resistência ao míldio (Pereyra; Escande, 1994).

Está sendo realizado pela Embrapa Soja um intenso programa de melhoramento genético para o desenvolvimento de variedades e híbridos resistentes a *P. halstedii*. Esse trabalho inclui a introdução de linhagens resistentes, incorporação de genes de resistência por meio de cruzamentos controlados e testes de avaliação da resistência de genótipos em câmaras climatizadas, com condições controladas. Vários genótipos resultantes desse programa de melhoramento apresentam resistência à raça 330 de míldio, com destaque para os híbridos já registrados BRS 321, BRS 323 e BRS 417 (Carvalho et

al., 2010, 2013).

Considerações finais

Com base nos dados apresentados sobre a presença de *P. halstedii* no Brasil, é possível verificar que, até a presente data, apesar de não existirem evidências de ocorrência generalizada no país, o patógeno já foi identificado em outras espécies de plantas, além do girassol, não se justificando sua manutenção como praga quarentenária para o Brasil.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria n. 306, de 11 de outubro de 1984. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, p. 8, 16 out. 1984. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/3520851/pg-8-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-16-10-1984>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 3, de 17 de fevereiro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, p. 11, 18 fev. 2011. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/24877720/pg-11-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-18-02-2011>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; OLIVEIRA, M. F. de; CARVALHO, H. W. L. de; GODINHO, V. de P. C.; AMABILE, R. F.; OLIVEIRA, I. R. de; RAMOS, N. P.; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; CASTRO, C. de; RIBEIRO, J. L.; PIRES, J. L. F.; BRIGHENTI, A. M.; ALVES, R. M. **Cultivar de girassol BRS 323**: híbrido com produtividade e precocidade. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 1 folder.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, M. F. de; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; OLIVEIRA, A. C. B. de; AMABILE, R. F.; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, I. R. de; GODINHO, V. de P. C.; RAMOS, N. P.; BRIGHENTI, A. M. **Girassol**: BRS 321 BRS 324. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 1 folder.

CASTANO, F.; PEREIRA, V.; ESCANDE, A. R. Downy mildew of sunflower in Argentina. In: SYMPOSIUM III SUNFLOWER DOWNY MILDEW, Fargo, USA, 1998. **Proceedings...** Paris: International Sunflower Association, 1998. p.139.

COMMONWEALTH DEPARTMENT OF HEALTH. Sunflower downy mildew (*Plasmopara halstedii*). Canberra: Australian Government Publishing Service. **Plant Quarantine Leaflet**, n. 13, 1981. 4 p.

DAVET, P.; PÉRÈS, A.; REGNAULT, Y.; TOURVIEILLE, D.; PENAUD, A. **Les maladies du tournesol**. CETIOM, Paris, 1991. 72 p.

DUARTE, L. L.; CHOY, Y. I.; BARRETO, R. W. First report of downy mildew caused by *Plasmopara halstedii* on *Gerbera jamesonii* in Brazil. **Plant Disease**, v. 97, n. 10, p. 1382, 2013. DOI: 10.1094/PDIS-03-13-0319-PDN.

DUARTE, L. L.; CHOY, Y. I.; SOARES, D. J.; BARRETO, R. W. *Plasmopara invertifolia* sp. nov. causing downy mildew on *Helichrysum bracteatum* (Asteraceae). **Mycological Progress**, v. 13, p. 285-289, 2014. DOI: 10.1007/s11557-013-0913-7.

FERREIRA, L. P.; HENNING, A. A.; YORINORI, J. T.; FRANÇA NETO, J. B.; SCHUCK, E.; LEMOS, E. C.; AZEREDO, J. A. P. Ocorrência do míldio (*Plasmopara halstedii*) em girassol, no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3., Campinas, 1983. **Resumos...** Campinas: ABRATES, 1983. p. 93.

FREIRE, F. das C. O.; MOSCA, J. L. Patógenos associados a doenças de plantas ornamentais no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 15, n. 1, p. 83-89, 2009.

GASCUEL, Q.; MARTINEZ, Y.; BONIFACE, M. C.; VEAR, F.; PICHON, M.; GODIARD, L. The sunflower downy mildew pathogen *Plasmopara halstedii*. **Molecular Plant Pathology**, v. 16, n. 2, p. 109-122, 2015. DOI: 10.1111/mp.12164.

GUATIMOSIM, E.; PINTO, H. J.; PEREIRA, O. L.; FUGA, A. A. G.; VIEIRA, B. S.; BARRETO, R. W. Pathogenic mycobiota of the weeds *Bidens pilosa* and *Bidens subalternans*. **Tropical Plant Pathology**, v. 40, p. 298-317, 2015.

GULYA, T. J. Everything you should know about downy mildew testing but were afraid to ask. In: SUNFLOWER RESEARCH WORKSHOP, 18., Fargo, USA, 1996. **Proceedings...** Fargo: National Sunflower Association, 1996. p. 39-48.

GULYA, T. J., RASHID, K. Y., MASIREVIC, S. M. Sunflower diseases. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). **Sunflower technology and production**. Madison: American Society of Agronomy, 1997. p. 263-379.

GULYA, T. J.; TOURVIEILLE-DE-LABROUHE, D.; MASIREVIC, S.; PENAUD, A.; RASHID, K.; VIRANYI, F. Proposal for standardized nomenclature and identification of races of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew). In: SYMPOSIUM III SUNFLOWER DOWNY MILDEW, Fargo, USA, 1998. **Proceedings...** Paris: International Sunflower Association, 1998. p. 130-136.

HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. de B. Physiological race and sources of resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & de Toni) in Brazil. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 11., Mar del Plata, Argentina, 1985. **Proceedings...** Toowoomba: International Sunflower Association, 1985. v. 2, p. 407-409.

LEITE, R. M. V. B. de C. Doenças do girassol. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2., p. 445-461.

LEITE, R. M. V. B. de C. **Doenças do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 68 p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 19).

LEITE, R. M. V. B. de C.; HENNING, A. A.; RODRIGUES, S. R.; OLIVEIRA, M. F. de. Detecção e variabilidade de *Plasmopara halstedii* no Brasil e avaliação da resistência de genótipos de girassol ao míldio. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 335-340, 2007.

LEITE, R. M. V. B. de C.; OLIVEIRA, M. F. de. History of downy mildew of sunflower in Brazil. In: SYMPOSIUM III SUNFLOWER DOWNY MILDEW, Fargo, USA, 1998. **Proceedings...** Paris: International Sunflower Association, 1998. p. 36-37.

LEPPIK, E. E. Origin and specialization of *Plasmopara halstedii* complex on the compositae. **FAO Plant Protection Bulletin**, v. 14, p.72-76, 1966.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS. **Agrofit**. 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 28 nov. 2018.

MATTOS, J. K. A.; PIO, B. L. A.; GOUVEIA, J.; INÁCIO, C. A.; DIANESE, J. C. Primeiro relato de *Plasmopara halstedii* em *Ageratum houstonianum* (Asteraceae) no Distrito Federal, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 413, 2006.

MERCOSUL. **Resolução MERCOSUL/GMC/RES n. 08/10**. Sub-Standard 3.7.9. Requisitos fitossanitários para *Helianthus annuus* (girassol) segundo país de destino e origem, para os estados partes. 2010. Disponível em: <https://normas.mercosur.int/simfiles/normativas/RES_008-2010_PT_Sub%20standard%203.7.9%20girassol.doc>. Acesso em: 18 fev. 2019.

MERCOSUL. **Resolução MERCOSUL/GMC/RES n. 95/96**. Sub-Standard 3.7.9. Requisitos fitossanitários gerais e específicos para *Helianthus annuum* (girasol, girassol). 1996. Disponível em: <https://normas.mercosur.int/simfiles/normativas/RES_095-1996_PT_STANDAR-3.7.8-GIRASSOL.doc>. Acesso em: 18 fev. 2019.

PEREYRA, V.; ESCANDE, A. R. **Enfermedades del girasol en la Argentina: manual de reconocimiento**. Balcarce, INTA, 1994. 113 p.

TAVARES, C. J.; OLIVEIRA, A. S.; PAZ-LIMA, G.; PAZ-LIMA, M. L. *Plasmopara halstedii* infectando folhas de picão-preto (*Bidens pilosa*). In: **Estudos em doenças de plantas - IFGoiano câmpus Urutaí**, 2010. Disponível em: <<https://fitopatologia1.blogspot.com/2010/07/>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

TOURVIEILLE-DE-LABROUHE, D.; PILORGÉ, E.; NICOLAS, P.; VEAR, F. **Le mildiou du tournesol**. Paris: CETIOM-INRA, 2000. 176 p.

VIRANYI, F.; GULYA, T. G.; TOURVIELLE, D. L. Recent changes in the pathogenic variability of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew) populations from different countries. **Helia**, v. 38, n. 63, p. 149-162, 2015.

ZIMMER, D. E.; HOES, J. A. Diseases. In: CARTER, J.F. (Ed.). **Sunflower science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 1978. p. 225-262.

Embrapa

Soja

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL