

Capítulo 15

Boeremia foveata (Foister) (Pleosporales: Didymellaceae)

EUDES DE ARRUDA CARVALHO

Identificação da praga

Nome científico:

- *Boeremia foveata* (Foister) Aveskamp, Gruyter & Verkley.

Posição taxonômica

- Fungi, Ascomycota, Pezizomycotina, Dothideomycetes, Pleosporomycetidae, Pleosporales, Didymellaceae, *Boeremia*.

Sinonímias

- *Phoma foveata* Foister, Trans. & Proc..
- *Phoma solanicola* var. *foveata* (Foister) Malc., Trans.

- *Phoma solanicola* f. sp. *foveata* (Foister) Malc.
- *Phoma exigua* var. *foveata* (Foister) Boerema, Neth.
- *Phoma exigua* f. sp. *foveata* (Foister) Malcomson & Gray.

Hospedeiros

- Batata (*Solanum tuberosum*).
- Quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Distribuição geográfica da praga

O fungo está presente nos cinco continentes: África (África do Sul, Serra Leoa e Egito), América: Chile, Peru e Colômbia) Ásia: (Iêmen, China e Índia), Europa: mais de 20 países, entre eles, França, Holanda, Alemanha, Reino Unido, Grécia, Lituânia e Polônia) e Oceania: (Austrália, Nova Zelândia e Tasmânia) (Figura 1) (Eppo, 2017).

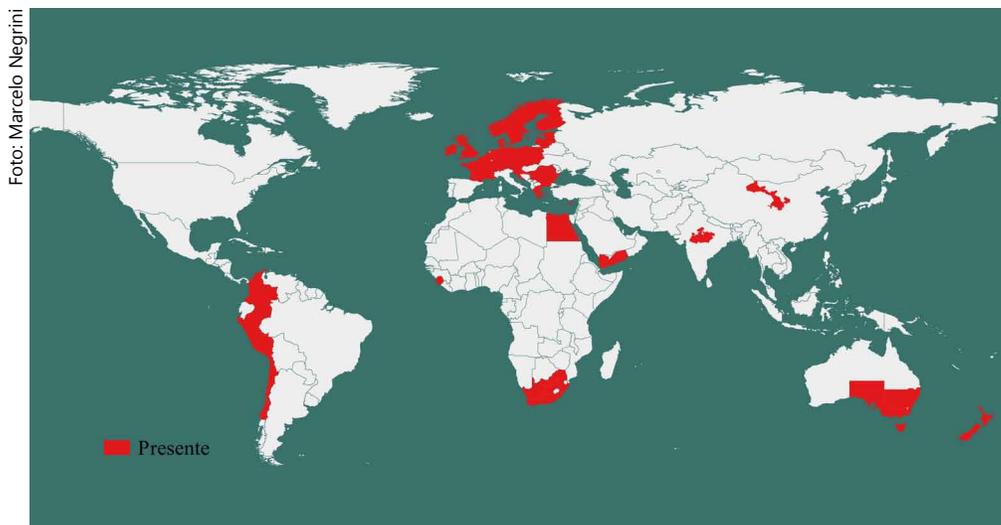


Figura 1. Distribuição geográfica de *Boeremia foveata*.

Biologia da praga

Ciclo biológico da praga

O fungo *Boeremia foveata* pode sobreviver no solo ou em tubérculos infectados e penetra no hospedeiro por ferimentos, brotações ou lenticelas dando início ao ciclo da doença. Os tubérculos infectados em campo, inicialmente assintomáticos, constituem a principal via de dispersão do patógeno. Os sintomas da doença e sinais do patógeno serão expressos durante o período de armazenamento e podem ser intensificados por danos aos tubérculos e temperaturas baixas, em torno de 5 °C. Os conídios produzidos e liberados a partir de picnídios podem constituir uma via secundária de dispersão do patógeno, caso os tubérculos contaminados entrem em contato com tubérculos sadios durante o armazenamento (Copeland, Compendium of potato Diseases, 2001) ou estejam expostos ao vento (Struik; Wiersema, 1999).

Estratégias reprodutivas da praga

O fungo infecta tubérculos em campo mantendo-se latente, mas o progresso da doença é observado durante o período de armazenamento da batata, sob condições favoráveis.

Tipo de dispersão

A principal via de dispersão do patógeno é o trânsito de batata-semente ou tubérculos para consumo infectados, porém, assintomáticos. Conídios do fungo podem ser dispersos pelo vento e poeira.

Mecanismos de sobrevivência em condições adversas

O fungo forma picnídios como estrutura de sobrevivência, permanecendo viável em restos de culturas no solo até a safra subsequente. Assim sendo, a rotação de cultura e ausência do hospedeiro de 12 a 18 meses podem reduzir significativamente o inóculo na área.

Condições edafoclimáticas ideais para o desenvolvimento.

A colheita dos tubérculos sob temperaturas menores que 12° C e solo úmido contribuem para aumento do inóculo inicial do patógeno e maiores níveis de danos da doença. Ademais, temperaturas mais baixas, entre 2 °C e 10 °C, são ideais para o progresso e a disseminação da gangrena na fase de armazenamento dos tubérculos, especialmente em câmaras frias.

Adaptabilidade: plasticidade

O fungo, embora predomine em temperaturas amenas (abaixo de 20 °C), se adapta a diferentes condições edafoclimáticas e encontra-se distribuído por 5 continentes. Contudo, os danos são causados à batata durante período de armazenamento.

Sintomas, sinais e danos

Tubérculos infectados não apresentam sintomas logo após a colheita. O fungo latente ou quiescente, no entanto, pode ser estimulado por danos pós-colheita e a doença poderá ocorrer nas fases de armazenamento e comercialização. Inicialmente, os sintomas observados são lesões deprimidas, de aspecto encharcado, coloração marrom-arroxeadas e amolecimento de tecidos sob a casca. Com o progresso da doença, formam-se picnídios do fungo sobre as lesões, que são sinais importantes para a diagnose da doença. Internamente, os tubérculos apresentam cavidades com micélio acinzentado e picnídios. Este conjunto de sintomas e sinais caracteriza a doença, chamada de gangrena, que é a tradução do nome em inglês *gangrene*. Sintomas na parte aérea das plantas podem ocorrer somente no final do ciclo da cultura, na forma de manchas escuras na base dos talos onde poderão ser formados picnídios do fungo.

A inoculação, sob condições controladas, demonstrou o potencial de até 60% de perdas de tubérculos. Prejuízos adicionais advêm de falhas no estande final da plantação pela redução da emissão de brotações em batatas-sementes infectadas e, por consequência, a gangrena pode acarretar reduções de até 20% na produtividade da cultura (Smith et al., 1988).

Métodos de controle

O principal método de controle da doença é o emprego de batatas-semente sadias, procedentes de áreas sem histórico da doença. Uma vez introduzido o fungo, deve-se reduzir danos aos tubérculos durante a colheita e pós-colheita; empregar cultivares de ciclo curto ou aplicar desseccantes para evitar colheitas tardias, sob baixas temperaturas. Tratamento de tubérculos com fungicidas, devidamente registrados, como os do grupo tiabendazol, assim como limpeza e desinfestação de equipamentos e implementos podem reduzir a disseminação da doença (Struik; Wiersema, 1999).

Métodos de produção de material propagativo

Os campos de produção de batata-semente devem ser instalados em áreas isentas do patógeno.

Processo pós-colheita/transformação primária

Evitar danos aos tubérculos, fazer tratamento químico da batata-semente e manter as estruturas de transporte e armazenamento desinfestadas.

Condicionamento e transporte

Os tubérculos usados para consumo ou para batatas-semente são assintomáticos em campo e podem apresentar infecções latentes. O período de armazenamento ou transporte sob baixas temperaturas propicia o aparecimento dos sintomas e a disseminação da doença.

Vias de ingresso

A principal forma de dispersão da praga se dá por trânsito de batatas-sementes ou tubérculos para consumo infectados. Tubérculos importados para consumo podem ser desviados para plantio ou gerarem resíduos

(cascas) que podem contaminar o solo. Além dos tubérculos em si, as caixas e sacos usados no transporte podem conter propágulos do fungo.

Inspeção e detecção

Amostras de batatas-semente ou outros tubérculos devem ser analisados em laboratório quanto à presença de sintomas iniciais da gangrena, observando-se em microscópio estereoscópico. Quando necessário, deve-se realizar o corte transversal dos tubérculos para avaliar a presença de lesões internas. Tubérculos assintomáticos sob suspeita devem ser submetidos à incubação a 5° C, de 4 a 6 semanas, visando possibilitar a expressão de sintomas em lotes com possíveis infecções latentes. Os sintomas de gangrena podem ser confundidos com aqueles causados por outros patógenos, principalmente *Fusarium* spp. O aspecto da lesão, no entanto, pode contribuir para a diagnose visual, sendo que no caso de gangrena não há proporcionalidade entre os tamanhos das lesões internas e externas, as lesões são secas com bordas bem definidas no limite entre tecido sadio e tecido necrosado. A coloração das lesões internas pode variar de cor; frequentemente são escuras devido a sinais do patógeno e formação de picnídios, mas podem mostrar coloração oxidada vermelho-amarronzada. Ao observar sinais do patógeno, lâminas para microscopia de luz devem ser confeccionadas para as análises morfológicas de micélio, estruturas de sobrevivência e conídios. Nesta fase, é possível distinguir os principais gêneros causadores de podridões em tubérculos com base em características morfológicas. Identificando-se o gênero *Boeremia* ou *Phoma*, deve-se proceder ao isolamento indireto a partir de tecidos da borda dos sintomas ou mesmo o isolamento direto com remoção de picnídios ou conídios e subsequente transferência para placas de Petri com meio de cultura Malte-Ágar (MA). No caso da ocorrência de outros fungos nas lesões, o isolamento deve ser realizado em meio Batata-Dextrose-Ágar (BDA). As placas devem ser incubadas a temperatura de 25 °C por 7 a 14 dias. A cultura pura dos fungos será empregada para análises morfométricas e cultural complementares, registros e extrações de ácidos nucléicos para análises moleculares visando à diferenciação e

identificação das espécies. Ressalta-se que a espécie ausente *Boeremia foveata* não pode ser distinguida de *B. exigua* (Sinonímia *Phoma exigua* var. *exigua*), praga esta que ocorre no Brasil, por picnídios ou conídios (Boerema, 1967). Ambas produzem picnídios marrons escuros a pretos, globóides com 90 – 200 μM e conídios cilíndricos com 4 – 5 μM \times 2 – 3 μM (Sutton, 1980). Além disso, o fungo *Phoma eupyrena* Sacc. *Michelia* também apresenta cultura 'in vitro' com características morfológicas semelhantes às espécies citadas anteriormente. Entretanto, *B. foveata* produz um pigmento amarelo-amarronzado a vermelho amarronzado de 7 a 10 dias incubação. Esse pigmento denominado antraquinona não é produzido por *B. exigua*.

Vários autores contribuíram para disponibilizar técnicas de detecção e identificação molecular de *B. foveata*; contudo, algumas práticas descritas inicialmente mostraram-se morosas e insuficientes para distinguir *B. foveata* de *B. exigua* (Mosch; Mool, 1975; Macdonald et al., 2000; Cullen et al., 2007; Aveskamp et al., 2009). Entretanto, A'hara (2015) descreveu a técnica de PCR em tempo real que possibilita a distinção dos três fungos causadores da gangrena da batata, *B. foveata*, *B. exigua* e *Phoma eupyrena*. Os procedimentos são baseados em PCR em tempo real com multiplex Plexor® Master Mix (Promega) empregando 3 pares de primers específicos. O primeiro par de primers, *PhomaF* e *PhomaR*, detecta as sequências de DNA de *Phoma exigua* var. *exigua* e *Phoma foveata*. O primer *Forward* foi modificado na extremidade 5' com fluorescência FAM, para um pico de emissão a 516 nm e pico de excitação a 492 nm e com um resíduo iso-dC. O segundo par de primers que detecta as sequências de DNA de *Phoma foveata* (*PfoveataF* and *PfoveataR*) e o terceiro par de primers que detecta as sequências de DNA de *Phoma eupyrena* (*PeupyrenaF* e *PeupyrenaR*) foram modificados na extremidade 5' do primer *Forward* com Texas Red (pico de emissão a 620 nm e excitação de pico a 584 nm) e Hex (pico de emissão a 556 nm e pico de excitação a 535 nm), respectivamente. Adicionalmente, ambos primers *Forward* foram modificados na extremidade 5' com um resíduo iso-dC. Os primers *Reverse* *PfoveataR* e *PeupyrenaR* não foram marcados ou modificados, conforme Tabela 1. Detalhes da técnica e procedimentos foram descritos e devem ser consultados em A'hara (2015).

Tabela 1. Primer de *Phoma exigua* var. *exigua* e *Phoma foveata* e *Phoma eupyrena*.

Nome do Primer	Fungo detectado	Sequência 5'-3'	Tamanho do fragmento
PFoveataF	<i>P. foveata</i>	GGTGAACCTCTGTGCTCGATATGC ^a	80 pb
PFoveataR		ATGACAGGAGTGAGACGATGATAGT	
PhomaF	<i>P. exigua</i> var. <i>exigua</i> e <i>P. foveata</i>	GCCCGTTGGTCTCCACTTGT ^b	96 pb
PhomaR		AGAAAGCCCGAAATCTAGAGCAAC	
PeupyrenaF	<i>P. eupyrena</i>	CAAGTGCCACGAATGTACTGAG ^c	121 pb
PeupyrenaR		TGATCTGACCTGTAAAACAGCATCG	

^aModificado na extremidade 5' com iso-dC e Texas Red;

^bModificado na extremidade 5' com iso-dC e FAM;

^cModificado na extremidade 5' com iso-dC e Hex.

Fonte: Adaptado de A'hara (2015).

Situação regulatória no mundo

O fungo *Boeremia foveata*, praga quarentenária ausente para o Brasil, está regulamentado em vários países conforme Tabela 2 (Eppo, 2017). O Chile atualizou a situação da praga no país, após a detecção e identificação no ano de 2013 (El servicio..., 2017).

Tabela 2. Países que regulamentam *Boeremia foveata* como praga quarentenária.

País ou região	Status da praga	Ano de oficialização
AMÉRICA		
Argentina	Ausente (A1)	1995
Brasil	Ausente (A1)	1992
Canadá	Ausente (A1)	1995
Chile	Presente (A2)	1992/2013*

Continua...

Tabela 1. Continuação.

País ou região	Status da praga	Ano de oficialização
AMÉRICA		
Paraguai	Ausente (A1)	1992
Uruguai	Ausente (A1)	1992
ÁSIA		
Barém	Ausente (A1)	2003
Israel	Ausente	2009
EUROPA		
Azerbaijão	Ausente (A1)	2007
Turquia	Ausente (A1)	2007
RPPO/EU		
APPPC	Presente (A2)	1992
COSAVE	Ausente (A1)	1992
EPPO	A1/A2 (formerly)	1975/1999*

*Ano de alteração do Status da Praga Quarentenária.

Antecedentes de intercepções

Boeremia foveata foi interceptada apenas uma vez na Estação Quarentenária de Germoplasma Vegetal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília – DF, em 2003 em amostra de batata procedente da França (Mendes et al., 2006).

Probabilidade de introdução e dispersão no Brasil

O risco de introdução é devido à presença do patógeno em países fronteiriços (Colômbia e Peru), além do Chile na América do Sul. Adicionalmente, há maior probabilidade de introdução a partir de países em que a praga está presente, independente da distância, sendo imprescindíveis ações de quarentena do material vegetal a ser introduzido para pesquisa e

respeitadas as regras para introdução de tubérculos para comercialização e plantio em áreas comerciais. A ausência de sintomas nos tubérculos, logo após a colheita, representa o maior risco de introdução. O trânsito irregular de material vegetal também constitui uma via de introdução, pela atividade de turistas, pessoas desinformadas ou mesmo por biopirataria de espécies vegetais. Ressalta-se o sério risco nos casos de desvio de finalidade de batata-consumo para batata-semente, em que os tubérculos para consumo não recebem o mesmo rigor de controle da qualidade fitossanitária, podendo constituir uma fonte de inóculo da praga.

Potenciais consequências econômicas para o Brasil

A gangrena da batata inviabiliza o consumo direto e o uso dos tubérculos na indústria, devido às cavidades formadas após o ressecamento da podridão interna. Há o risco adicional de acometimento de outras culturas nacionais e de restrição de mercados consumidores.

Referências

A'HARA, D. Detection and Identification of Phoma Pathogens of Potato. In: LACOMME C. (Ed.). **Plant Pathology. Methods in Molecular Biology**. New York, NY: Humana Press, 2015. v. 1302.

AVESKAMP, M. M.; WOUDEBERG J.H.C.; GRUYTER, J. D.E.; TURCO, E.; GROENEWALD, J.Z.; CROUS, P.W. Development of taxon-specific sequence characterized amplified region (SCAR) markers based on actin sequences and DNA amplification fingerprinting (DAF): a case study in the *Phoma exigua* species complex. **Molecular Plant Pathology**, v. 10, p. 403-414, 2009.

BOEREMA, G. H. The *Phoma* organisms causing gangrene of potatoes. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v.73, p. 190-192, 1967.

CULLEN, D. W.; TOTH, I. K.; BOONHAM, N.; WALSH, K.; BARKER, I.; LESS, A. K. Development and validation of conventional and quantitative polymerase chain reaction assays for the detection of storage rot potato pathogens, *Phytophthora erythroseptica*, *Pythium ultimum* and *Phoma exigua* var. *foveata*. **Journal Phytopathology**, v. 155, p. 309-315, 2007.

EPPO. *Boeremia foveata*. **Categorization - EPPO Global Database**. Disponível em: <<https://gd.eppo.int/taxon/PHOMEF/categorization>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

MACDONALD, J. E.; WHITE, G. P.; COTE, M. J. Differentiation of *Phoma exigua* var. *foveata* from *P. exigua* using a RAPD generated PCR-RFLP marker. **European Journal of Plant Pathology**, v. 106, p.67-75, 2000.

MENDES, M. A. S.; URBEN, A. F.; OLIVEIRA, A. S.; MARINHO, V. L. A. Intercepção de *Phoma exigua* var. *foveata*, praga exótica e quarentenária para o Brasil, em germoplasma de batata procedente da França. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 601-603, 2006.

MOSCH, W. H. M.; MOOL, J. C. A chemical method to identify tuber rot in potato caused by *Phoma exigua* var. *foveata*. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 81, 86-88, 1975.

EL SERVICIO Agrícola y Ganadero de Chile detecta presencia de plaga cuarentenaria de la papa. **Potatopro.com**, 2017. Disponível em: <<http://www.potatopro.com/Lists/News/dispForm.aspx?ID=7985>>. Acesso em: 25 set. 2018.

SMITH, I. M.; MCNAMARA, D. G.; SCOTT, P. R.; HOLDERNESS, M. ***Phoma exigua* var. *foveata***. In: Data Sheets on Quarantine Pest. Wallingford, UK: CAB International, 1988. . p. 865-871.

STRUIK, P. C.; WIERSEMA, S. G. **Seed potato technology**. Wageningen: Wageningen University Press, 1999.

SUTTON, B. C. **The Coelomycetes**: Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute, 1980.