



***Pectobacterium carotovorum***: taxonomia, identificação, sintomatologia, epidemiologia e controle

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

# ***Documentos 261***

***Pectobacterium carotovorum***: taxonomia,  
identificação, sintomatologia, epidemiologia e  
controle

***R. C. Carvalho Filho***

***S.C.M.Mello***

**Editores Técnicos**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia  
Serviço de Atendimento ao Cidadão  
Parque Estação Biológica, Av. W/5 Norte (Final) –  
Brasília, DF CEP 70770-900 – Caixa Postal 02372 PABX: (61) 3448-4600 Fax: (61) 3340-3624  
<http://www.cenargen.embrapa.br>  
e.mail:sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Sergio Mauro Folle*  
Secretário-Executivo: *Maria da Graça Simões Pires Negrão*  
Membros: *Arthur da Silva Marante*  
*Maria de Fátima Batista*  
*Maurício Machain Franco*  
*Regina Maria Dechechi Carneiro*  
*Sueli Correa Marques de Mello*  
*Vera Tavares de Campos Carneiro*  
Supervisor editorial: *Maria da Graça S. P. Negrão*  
Normalização Bibliográfica: *Ligia Sardinha Fortes*  
Editoração eletrônica: *Maria da Graça S. P. Negrão*

Foto da capa: Canela preta em tomateiro causada por *Pectobacterium carotovorum subsp. Atrosepticum*.

1ª edição  
1ª impressão (2008):

**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 Recursos Genéticos e Biotecnologia**

---

M 527 Mello, Sueli Corrêa Marques de  
Pectobacterium carotovorum: taxonomia, identificação,  
sintomatologia, epidemiologia e controle. / Sueli Corrêa Marques de Mello  
e R. C. Carvalho Filho. -- Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e  
Biotecnologia, 2008.  
17 p. -- (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia,  
ISSN 0102-0110 ; 261).

1. Pectobacterium carotovorum. 2. Bactéria. 3. Taxonomia. 4.  
Epidemiologia. 5. Controle biológico. I. Mello, Sueli Corrêa Marques de. II.  
Carvalhos Filho, R. C. III. Título. VI. Série.

632.96 - CDD 21.

## **Autores**

**R. C. Carvalho Filho**

**S. C. M. Mello**

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia  
e.mail: [sueli@cenargen.embrapa.br](mailto:sueli@cenargen.embrapa.br)

# ***Pectobacterium carotovorum*: taxonomia, identificação, sintomatologia, epidemiologia e controle**

---

**R. C. Carvalho Filho**

**S.C.M.Mello**

## **Introdução**

As espécies fitopatogênicas de *Pectobacterium carotovorum* da família Enterobacteriaceae, é um complexo táxon consistindo de isolados por uma gama de diferenças fenotípicas, bioquímicas e de círculo de hospedeiros. Essas espécies de fitopatógenos têm sido amplamente estudadas quanto a sua ecologia, especializações, patogenicidade e extenso círculo de hospedeiro. *P. carotovorum* é considerada como possuidora de grande círculo de hospedeiros, nos quais, a podridão mole. Em condições de laboratório, foi demonstrada a capacidade de macerar tecidos de plantas de numerosas espécies (TOTH et al. 2003). Entretanto, na natureza, *P. carotovorum* e suas subespécies podem ser associadas a particulares espécies de plantas, mostrando a adaptação das suas subespécies em diferentes locais do mundo.

A taxonomia das Pectobactérias encontra-se em evolução. Recentemente Hauben et al. (1998) propôs o retorno do nome *Pectobacterium*, mas essa proposta não tem sido aceita pela comunidade científica que trabalham com *Erwinia*, por considerarem que os estudos ainda não suportam a transferência de *Erwinia* para *Pectobacterium*.

Essas bactérias têm a capacidade de provocar podridão mole ou canela preta em uma gama de plantas. O processo da doença é iniciada com a penetração da bactéria na planta através de ferimentos mecânicos ou naturais. Simultaneamente com a penetração, ocorre a produção de enzimas pectolíticas, que representam parte do ciclo patogênico das Pectobactérias.

A diagnose dessas bactérias pectolíticas compreende três métodos básicos que podem ser utilizados sozinhos ou relacionados entre si: reação da polimerase em cadeia (PCR), hibridização de DNA e análise sorológica.

O manejo da doença é influenciado pela espécie ou subespécie presente, que depende diretamente da temperatura ótima de seu desenvolvimento. Os melhores métodos para controlar a doença incluem plantio de tubérculos-semente sadios, redução de injúrias nos tubérculos durante a colheita e condições adequadas de estocagem. Essas técnicas de manejo têm sido insuficientes para o controle da doença, uma vez que a bactéria pode penetrar por aberturas naturais dos tubérculos. Outros métodos podem ser empregados para minimizá-la, como, por exemplo, o emprego de cultivares resistentes.

Embora as cultivares de batata sejam diferentes quanto à suscetibilidade à podridão mole, poucas comumente cultivadas na América do Norte e na Europa são consideradas altamente resistentes (LAPWOOD et al. 1984).

Este trabalho apresenta uma revisão sobre os aspectos mais relevantes da *Pectobacterium carotovorum* quanto ao seu reconhecimento em laboratório e campo, taxonomia, sintomatologia, epidemiologia e controle.

### **Distribuição geográfica**

As Pectobactérias estão distribuídas extensamente pelo mundo. Entretanto, aspectos relativos aos círculos de hospedeiros e seus hospedeiros específicos refletem suas exigências de temperatura e características sorológicas tal como sua distribuição geográfica. Em locais com alta temperatura e umidade ocorre com maior frequência *P. carotovorum sub. carotovora* e *P. carotovouma sub. atroseptica* e em locais com temperaturas temperadas há maior ocorrência de *P. carotovorum sub betavascularum*.

As espécies de *P. carotovorum* têm ampla distribuição mundial. Essa distribuição compreende os continentes Africano, Americano (sul e norte), Europeu, Asiático. A *P. carotovorum subsp. wasabiae* é encontrada apenas no Japão, tendo uma grande especificidade em parasitar um único tipo de planta, chamada wasabi (CAB, 2005)

### **Descrição**

*Pectobacterium carotovorum* são organismos anaeróbicos facultativos, quimiorganotróficos, Gram negativos e móveis por flagelos peritríquios. Têm crescimento ótimo entre 28-30°, todas as espécies são oxidases negativas e catalases positivas, embora muitas espécies não reduzam nitratos. Fermentam glicose, produzem  $\beta$ -galactosidase e H<sub>2</sub>S, utilizam L-arabinose, D-galactose, glicerol, D-maltose, D-ribose e sucrose, mas não produzem uréase ou ácido a partir de adonitol. As colônias em nutrientes ágar são branco acinzentadas, circulares, lisas, brilhantes, visíveis a olho nu em 24h sob incubação a 25-30°C (BERGAMIN FILHO, et al. 1995).

Essa espécie de bactéria é conhecida como bactéria da podridão mole, sendo que algumas subespécies também causam um sintoma na planta chamado "canela preta". A sua principal característica do gênero é a produção de enzimas pectolíticas, substâncias responsáveis pela maceração dos tecidos vegetais e degradação da lamela média das células, provocando grandes danos às plantas.

*Pectobacterium carotovorum* pode ocorrer em campos de produção vegetal e gerar severos danos em pós-colheita. Sua importância econômica é significativa, pois as perdas causadas por essas bactérias são muito grandes, dependendo da severidade do ataque e do investimento do

produtor no seu controle. Entretanto o nível de perda de produção causada por *P. carotovorum* é relativa em cada país, pois o clima e as condições de estocagem de cada localidade influenciam na severidade e incidência dessas bactérias (AGRIOS, 2004)

### **Taxonomia**

As bactérias *P. carotovorum* podem ser separadas das outras espécies de erwinias principalmente pela habilidade de produzir altas quantidades de enzimas pectolíticas capazes de macerar tecido parênquimatoso de uma extensa variedade de espécie de plantas. Esses estudos foram considerados suficientemente importantes para justificar a criação de um gênero separado. Entretanto, essa nova designação não tem sido amplamente aceita pela comunidade científica. Hauben et al. (1998) propuseram várias mudanças nos gêneros *Erwinia* e *Pectobacterium* baseando-se na análise de seqüências de rDNA 16S das bactérias. De acordo com esta nova proposição, as erwinias causadoras de podridões passariam para o gênero *Pectobacterium* Waldee, 1945, que incluiria também as subespécies de *E. carotovorum* (*betavascularum*, *odorifera*, *wasabiae*), *E. cacticida* e *E. cypridgedii* (HAUBEN et al. 1998). Guardan et al. (2003), recentemente, elevou três das cinco subespécies de *P. carotovorum* para nível de espécie e colocou essas novas espécies no gênero *Pectobacterium*.

Posição taxonômica da *Pectobacterium carotovorum* e suas seguintes subespécies:

*Pectobacterium carotovorum* (JONE, 1901) Bergey et al. (1923)

*Pectobacterium carotovorum* subsp. *atroseptica* (VAN HALL, 1902) Dye, (1969)

*Pectobacterium carotovorum* subsp. *betavascularum*, Thomson et al. (1984)

*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovora*, (JONES, 1901) Bergey et al. (1923)

*Pectobacterium carotovorum* subsp. *Wasabiae*, Goto e Matsumoto, (1987)

Domínio: Bactéria

Filo: Proteobacteria

Classe: Gammaproteobacteria

Ordem: Enterobacteriales

Família: Enterobacteriaceae

### **Sintomatologia**

*P. carotovorum* e suas subespécies produzem grandes quantidades de enzimas pectolíticas ou pectinases que degradam tecidos parênquimatosos em vários hospedeiros, principalmente em dicotiledôneas de ciclo curto e anual, com tecidos pouco lignificado. Os principais tipos de

enzimas pectolíticas produzidas por essas bactérias fitopatogênicas são: pectatoliase, pectinaliase, metilpoligalacturonase, poligalacturonase e pectina esterase (HAYWARD e MARIANO, 1997). Na patogênese, essas enzimas são de extrema importância para a penetração do patógeno no interior da planta. Os passos que ocorrem durante a interação das enzimas pectolíticas do fitopatógeno e seu potencial hospedeiro foram descritos por Collmer e Keen (1986): (a) O patógeno deve possuir genes que codificam enzimas pectolíticas com particulares propriedades físicas e catalíticas; (b) Esses genes são expressos de maneira característica no tecido infectado; (c) As enzimas pectolíticas são exportadas do citoplasma do patógeno em direção ao tecido da hospedeira; (d) Em alguns tecidos essas enzimas deparam-se com inibidores ou substratos protetores; (e) Em outros tecidos vegetais, as enzimas são ativadas, clivando as estruturas poliméricas na parede celular primária e na lamela média, facilitando a penetração e colonização do patógeno.

Sintomas de podridão mole começam como uma pequena lesão de encharcada, com rápido alargamento no diâmetro e na profundidade. A área afetada torna-se mole e murcha enquanto que a superfície torna-se descolorada e um tanto quanto deprimida. Os tecidos nas regiões afetadas assumem a coloração creme e se tornam levemente apodrecidos, desintegrando-se em uma massa podre em células desorganizadas da planta e das bactérias. A outra superfície pode ser mantida intacta enquanto o líquido turvo da bactéria não tiver chegado à parte sadia da planta; alternativamente, pode haver o desenvolvimento de rachaduras e exsudatos da massa podre para a superfície, em contato com o ar, que se tornam bronzeado, cinza ou marrom escuro. Frutos ou tubérculos podem ser convertidos em uma massa aquosa, em um prazo de 3 a 5 dias. Fruto, tubérculos e outras partes da planta infectada geralmente liberam um pequeno odor até seu colapso, possibilitando o crescimento de uma segunda bactéria nos tecidos em decomposição, produzindo um odor fétido. Em crucíferas e cebolas, de qualquer modo, quando infectadas por bactérias de podridão mole, quase sempre liberam um odor repulsivo. Quando tubérculos são afetados no campo, uma pequena parte do caule pode se tornar infectado e úmido escurecido e as plantas tornam-se raquíticas e murchas, até a morte. Infecções em folhas suculentas e caules raramente são importantes em campo (Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Quando essas partes são infectadas em locais de armazenagem ou embalagens, de qualquer modo, especialmente em embalagens de plástico, rapidamente torna-se mole e desintegrado dentro de 2 a 3 dias.



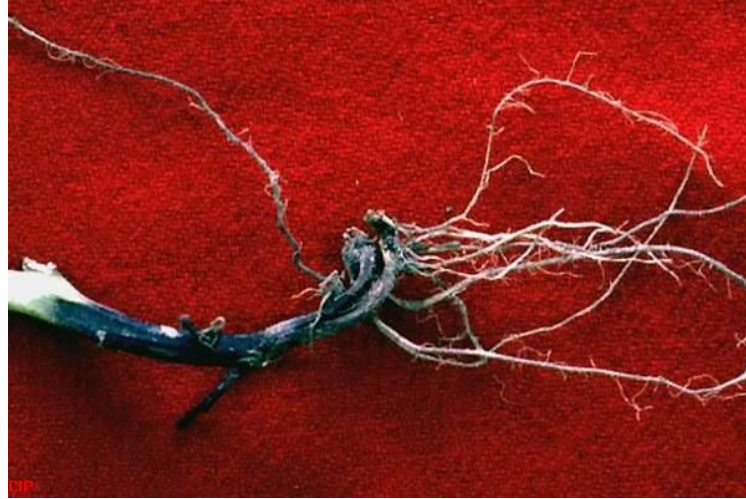


Figura 1. Canela preta em tomateiro causada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Atrosepticum*.



Figura 2. Sintoma em Wasabiae, por *Erwinia carotovora* subsp. *wasabiae*



Figura 3. Podridão mole em batata *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*

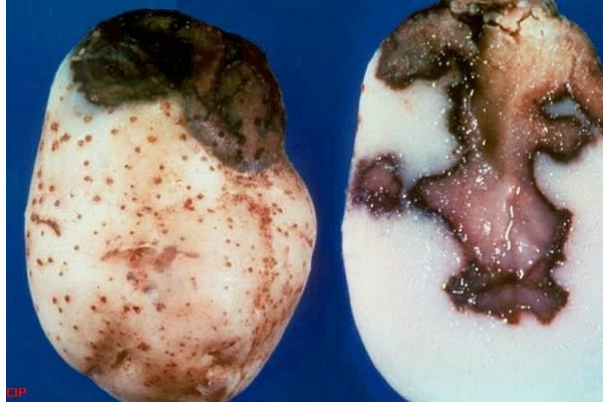


Figura 4. Podridão mole em batata *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*



Figura 5. Sintoma em tomateiro *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*



Figura 6. Necrose vascular em batata doce, por *Erwinia carotovora* subsp. *betavasculorum*

## **Epidemiologia**

A podridão mole causada por pectobactérias tem larga ocorrência em hortaliças, sendo favorecida por condições de alta umidade, temperatura elevada e solos ácidos, principalmente na fase final do ciclo das culturas (MARINGONI, 1997)

*Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum* tem ocorrência mais restrita a regiões de clima temperado, onde a cultura de batata tem sido desenvolvida extensivamente (PÉROMBELON e KELMAN, 1987). *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* possui ampla distribuição nas zonas temperada e tropical e pode sobreviver em diversos ambientes, incluindo solos, rios e lagos (De BOER et al., 1987). Já a *P. carotovorum* subsp. *Betavascularum* e a *P. carotovorum* subsp. *Wasabiae* são mais adaptadas a climas mais frios ou temperados.

Geralmente, essas bactérias causadoras de podridão mole, penetram facilmente em bulbos que apresentam injúrias causadas por queima de sol, insetos e danos mecânicos durante as operações de colheita, transporte e armazenamento.

Esses fitopatógenos podem sobreviver como epifíticos na filosfera de plantas hospedeiras, saprofitas no solo, em resíduos de plantas doentes ou em material de plantio (GOTO e MATSUMOTO, 1987), e ainda em associação com plantas daninhas ou na rizosfera de outras plantas cultivadas (PÉROMBELON e KELMAN, 1987).

## **Diagnose**

O teste mais simples e rápido para caracterizar este grupo é a avaliação da atividade pectolítica para confirmar a capacidade dos isolados em macerar tecido vegetal, que pode servir também como prova de patogenicidade, quando inoculado na hospedeira de origem, e assim cumprir uma das etapas do postulado de Koch.

Os testes bioquímicos e fisiológicos tradicionais constituem, ainda, uma maneira prática e relativamente rápida para diferenciar espécies e subespécies de erwinias pectolíticas. A diferenciação das erwinias causadoras de podridão-mole é baseada nos seguintes testes: crescimento a 36-37°; redução de substâncias a partir de sacarose; produção de ácido a partir de dulcitol; lactose, sorbitol, melibiose, citrato, rafinose, arabitol e maltose; utilização de keto-metil glucosídeo; produção de indol; fosfatase; crescimento em NaCl (5%); sensibilidade a eritromicina; produção de indigoidine (azul) em BDA (RUDOLPH et al., 1990; De BOER et al., 1987)

Ensaio sorológicos envolvendo anticorpos monoclonais e policlonais são usados na detecção de isolados de *P. carotovorum* (De BOER et al., 1987; KLOPMEYER e KELMAN, 1988; VAN DER WOLF et al., 1996), mas a identificação de suas subespécies tem sido problemático pela complexidade de ligação dos sorogrupos com as subespécies. Diferenciações sorológicas,

utilizando o método da dupla difusão, são efetivas para diagnosticar *P. carotovorum subsp. atroseptica*, mas não tem grande eficácia no diagnóstico de *P. carotovorum subsp. carotovorum* pelo fato do alto número de sero-grupos O ( De BOER et al., 1987).

Uma boa alternativa para identificação dessas bactérias causadoras de podridão mole é a utilização de marcadores genéticos utilizando a hibridização de DNA e a técnica da PCR. Essas técnicas têm sido efetivas por serem sensíveis e rápidas para a detecção e identificação de isolados de *P. carotovorum*. A reação em cadeia da polimerase (PCR) tem sido usada para identificação de diferentes bactérias fitopatogênicas, inclusive espécies e subespécies de *pectobactérias*. Através da PCR foi possível detectar populações de até  $10^3$  ufc por tubérculo de *Erwinia carotovorum subsp. atroseptica*, superior aos métodos sorológicos (SMID et al., 1995), com *primers* específicos para *Pectobacterium carotovorum subsp. atroseptica* ("ERWFOR/ATROREV"). Este *primer* possui as seguintes seqüências de nucleotídeos, temperatura de desnaturação e porcentagem de guanina e citosina: "ERWFOR" (5'-ACGCATGAAATCGGCCATGC-3'), 62°C, 55% GC; "ATROREV" (5'-ATCGATAATTTGATTGTCCT-3'), 64°C, 60% GC (SMID et al., 1995).

## Controle

O controle de bactérias *Pectobacterium carotovorum* é baseado exclusivamente em medidas sanitárias e práticas culturais. Todos os restos culturais devem ser removidos dos armazéns e as paredes devem ser desinfetadas com formaldeídos ou sulfato de cobre. Deve-se evitar o máximo possível armazenar plantas ou seus órgãos com ferimentos. Produtos vegetais devem ser estocados bem secos, a umidade e temperatura dos locais de armazenagem devem ser mantidas em baixos níveis.

No campo, os vegetais devem ser plantados em áreas de boa drenagem e com distâncias que permitam uma boa ventilação. Evitar ainda, excesso de umidade no solo e efetuar o controle de insetos deve ser feito para evitar ferimentos nas plantas que facilitem a entrada de bactérias. Plantas suscetíveis devem ser cultivadas em rotação com cereais ou com cultivares não suscetivas. Poucas cultivares tem alguma resistência a essas bactérias e nenhuma cultivar é imune (AGRIOS, 2004).

Pulverizações químicas geralmente não são recomendadas para o controle de podridões mole. Controles de insetos que espalham doenças reduzem as infecções no campo e armazém. Controle biológico experimental de bactérias de podridão mole em tomate tem sido obtido com o tratamento com bactérias antagonistas ou com promotores de crescimento de plantas como as rizobactérias (AGRIOS, 2004).

De acordo com a associação brasileira da batata, no plantio de tubérculos, o controle da canela-preta e da podridão-mole, seja da parte aérea ou de tubérculos, é muito difícil, tornando-se

praticamente impossível após o estabelecimento da doença. A bactéria encontra-se presente no solo em todas as zonas produtoras, estando, portanto, disponível para iniciar o processo infeccioso assim que as condições ambientais se tornarem favoráveis à doença. Como o patógeno fica protegido nos vasos, nas lenticelas ou nos ferimentos, o tratamento com desinfestantes líquidos normalmente é pouco eficaz, não sendo disponível, no momento, nenhum bactericida que evite totalmente o apodrecimento.

Algum controle relacionado com o efeito químico sobre a população bacteriana localizada na superfície dos tubérculos pode ser conseguido com hipoclorito de sódio a 1% e antibióticos. Entretanto, deve-se levar em conta que a imersão de batata-semente em solução de hipoclorito de sódio ou de antibiótico apresenta o risco do princípio ativo ser inativado pelo efeito das partículas de argila do solo e, como conseqüência, o tratamento ter um efeito contrário, por prover o filme de água livre necessário à infecção. Além disso, esse procedimento poderia servir como disseminador do patógeno para outros tubérculos ou sítios não contaminados. Portanto, em caso de imersão de tubérculos em solução antibacteriana, é necessária a renovação da solução antes que ela se torne suja.

Como a batata-semente não é lavada, este tratamento fica difícil de ser realizado principalmente quando a produção é feita em solos argilosos, situação em que os tubérculos normalmente são colhidos muito sujos. A pulverização de antibióticos, fungicidas cúpricos e/ou ditiocarbamatos não tem demonstrado redução consistente da intensidade de canela-preta em plantas de batata que já estejam mostrando sintomas da doença. Entretanto, os antibióticos Agrimaicin (sulfato tribásico de cobre + oxitetraciclina) e Mycoshield (oxitetraciclina), além de alguns fungicidas cúpricos e caldas à base de cobre, detêm registro no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) do abastecimento para pulverização na parte aérea da planta, visando um controle preventivo da doença.

Sem nenhuma dúvida, o controle eficiente da canela-preta e da podridão mole depende da adoção de uma série de medidas culturais que são imprescindíveis para reduzir a população do inóculo inicial e conseqüentemente, o aumento da doença no campo. A primeira medida a ser considerada é a utilização de batata-semente certificada para o plantio. Esta, apesar da não garantia de estarem isentas totalmente do patógeno, foram inspecionadas em campo e após a colheita, atendendo aos padrões sanitários exigidos para a classe. Também é importante que a batata-semente seja manuseada com cuidado, de modo que não haja muita quebra de brotos, resultando em ferimentos que são portas de entrada para a bactéria.

Embora indicado por alguns pesquisadores como uma alternativa para redução do custo de produção em Santa Catarina, o corte da batata-semente favorece o rápido apodrecimento dos tubérculos, não sendo recomendada para a maioria das regiões do Brasil, especialmente aquelas onde ocorre alta temperatura associada à alta umidade do solo.

Em caso de solos com histórico de ocorrência de canela-preta/podridão-mole, é recomendada a rotação de culturas com espécies de plantas não hospedeiras (de preferência gramíneas), acompanhada de um eficiente controle de plantas daninhas e de plantas voluntárias de batata (soqueira).

Os solos para o plantio devem ser bem drenados e as irrigações feitas de maneira a evitar excesso de água. Com isso, os tubérculos, além de apodrecerem menos, carregam menor população de células bacterianas na sua superfície, população esta que vai ser responsável por novas infecções de campo, se os tubérculos forem usados para semente. Para evitar o apodrecimento antes da emergência, não se recomenda irrigação logo após o plantio, pois a batata-semente possui umidade armazenada capaz de manter a planta viva na primeira semana. É recomendável, entretanto, que o plantio não seja muito profundo e que solo para o plantio esteja ligeiramente úmido para permitir uma rápida emergência da planta.

Ademais, em cultivos irrigados, a qualidade da água é de fundamental importância para evitar a contaminação dos campos. Reservatórios contaminados com restos de culturas ou com água que escorre através de outras lavouras de batata ou de hortaliças são fontes de contaminação de campos.

A adubação das plantas deve ser balanceada, evitando-se excesso de nitrogênio, que torna as ramas quebradiças, favorecendo a infecção aérea. Sabe-se ainda que plantas bem nutridas, especialmente com respeito ao cálcio produzem tubérculos menos sujeitos às podridões.

Deve-se igualmente atentar para o controle de nematóides e insetos de solo, que provocam ferimentos em raízes, tubérculos, bem como de fungos da parte aérea, que podem predispor as ramas à entrada da bactéria. A colheita antecipada auxilia no controle da podridão-mole, pois reduz o tempo de exposição dos tubérculos a patógenos de solo. Entretanto, a colheita não deve ser feita antes da fixação da pele da batata, que ocorre de cinco a sete dias após a morte das ramas. Além de provocar um escurecimento na superfície dos tubérculos, reduzindo o valor comercial do produto, a pele solta é um importante sítio para infecção por *Pectobactérias*. Também, para prevenir a entrada de bactérias, é fundamental que sejam evitados ferimentos mecânicos dos tubérculos durante a colheita, transporte e armazenamento.

Antes de serem armazenados, os tubérculos devem sofrer o processo de "cura", que consiste na promoção da cicatrização de eventuais ferimentos em suas superfícies. No Brasil, o armazenamento dos tubérculos por longos períodos só é efetuado quando os mesmos se destinam ao plantio. Apesar de reduzir a deterioração dos tubérculos, que normalmente ocorre durante o armazenamento, tanto pela perda de peso como por infecções advindas de patógenos presentes na superfície, o processo de "cura" sob condições controladas não é amplamente difundido no país.

O armazém de batata-semente deve ser periodicamente monitorado para se eliminar focos de infecção. Tubérculos que se infectam no armazém podem ou não apodrecer, dependendo de presença de ferimentos e de umidade. Tubérculos podres são eliminados antes do plantio, mas tubérculos infectados de forma latente servirão como fonte de inoculo inicial quando plantados.

Tubérculos colhidos em tempo seco carregam menor população de pectobactérias em forma latente. Quando colhidos em solo molhado, além de abrigarem maior população do patógeno, necessitam ser lavados quando se destinam ao consumo.

A lavação dos tubérculos para maior valorização comercial, por acelerar o processo de apodrecimento ao fornecer água livre na superfície, promove ferimentos que servem como portas de entrada para o patógeno, não é tecnicamente recomendável. Quando é realizada para atender às exigências do mercado, o seu efeito danoso pode ser reduzido caso haja uma boa secagem dos tubérculos antes do ensacamento e transporte.

É importante a que batata-semente seja retirada da câmara pelo menos um dia antes do plantio e deixada em local arejado. Isto faz com que a água condensada sobre os tubérculos seque mais rapidamente, não propiciando a condição de anaerobiose que acelera o apodrecimento, antes ou logo após o plantio.

A possibilidade de se controlar a canela-preta/podridão-mole através de resistência genética tem sido especulada, mas cultivares com níveis adequados de resistência ainda não estão disponíveis. Apesar de alguns produtores já terem relatado que observaram diferenças entre cultivares com relação à incidência destas doenças, isto ainda não foi constatado em termos experimentais, pois vários fatores podem afetar o desenvolvimento da doença, independentemente da cultivar plantada.

## Conclusão

Espécies fitopatogênicas de *Pectobacterium carotovorum* estão distribuídas em âmbito mundial, principalmente onde as condições para sua sobrevivência estão a seu favor. Tais bactérias têm seu ciclo beneficiado quando, em condições de campo, o agricultor não toma as medidas adequadas para minimizar sua incidência. As principais medidas são: rotação de culturas uso de sementes certificadas e cuidados no manejo e armazenamento do material cultivado. A *Diagnose da Pectobacterium carotovorum* pode ser feita com o auxílio de ferramentas moleculares, com a utilização de marcadores genéticos utilizando a hibridização de DNA e a técnica da PCR. Entretanto, testes bioquímicos ou sorológicos e são, ainda, de grande utilidade na determinação da etiologia da doença.

## Referências

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. New York: Academic Press, 2004. 922 p.
- BENELLI, A. I. H.; DENARDIN, N. D.; FORCELINI, C. A. [et al.] Reaction of potato cultivars to soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* and *P. chrysanthemi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p.155-159, 2004.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo, SP: Ceres, 1995. v. 1. 919 p.
- BERGEY, D. H.; HARRISON, F. C.; BREED, R. S.; HAMMER, B. W.; HUNTOON, F. M. (Ed.). **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 1. ed. Baltimore: The Williams & Wilkins, 1923.
- CAB International. **Crop Protection Compendium**. Wallingford, U.K: CAB International, 2005.
- COLLMER, A.; KEEN, N. T. The role of pectic enzymes in plant pathogenesis. **Annual Reviews of Phytopathology**, Palo Alto, v. 24, p. 383-409, 1986.
- De BOER S. H.; VERDONCK, L. H.; VRUGGINK, P.; HARJU, H. O.; De LEY, J. Serological and biochemical variation among potato strains of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and their taxonomic relationship to other *E. carotovora* strains. **Journal of applied Bacteriology**, Oxford, Inglaterra, GB, v. 63, p.487-495, 1987.
- DYE, D. W. A taxonomic study of the genus *Erwinia*. II. The "*carotovora*" group. **New Zealand Journal of Science**, Wellington, NZ, v. 12, p. 81-97, 1969.
- GOTO, M.; MATSUMOTO, K. *Erwinia carotovora* subsp. *wasabiae* subsp. nov. isolated from diseased rhizomes and fibrous roots of Japanese horseradish (*Eutrema wasabi* Maxim.). **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 37, n. 2, p.130-135, 1987.
- GUARDAN, L. C. G.; CHRISTEN, R.; SANSON, R. Elevation of three subspecies of *Pectobacterium carotovorum* to species level: *Pectobacterium atrosepticum* sp. Nov., *Pectobacterium betavacularum* sp. Nov. and *pectobacterium wasabiae* sp. Nov. **Internacional Journal of Sistematic and Evolutionary Microbiomol**, v. 53, p. 381-391, 2003.
- HAUBEN, L. E. R. B.; MOORE, L.; VALTERIN, M.; STEENACKERS, J.; MERGAERT, L. Phylogenic position of phytopathogens within the Enterobacteriaceae. **Systematic and applied microbiology**, Stuttgart, Alemanha, DE, v. 21, p 384-397, 1998.
- HAYWARD, A. C.; MARIANO, R. L. R. Mecanismos de virulência e patogenicidade de procaríotos em plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 5, p. 199-234, 1997.
- HENS, G. P. **Perdas pós colheita e métodos de manejo da "podridão-mole" causada por *Erwinia chrysanthemi* em mandioquinha salsa**. 2001. Tese (Doutorado em fitopatologia). Universidade de Brasília, 2001.
- JONES, L. R. *Bacillus carotovorus* n. so., die Ursache einer weichen Faulnis der Mohre. **Zentbl. Bakteriol. Parasitenkd. Infektkrankh. Hyg. Abt. I2**, v. 7, p. 12-21, 1901.
- KANG, H. W.; KWON, S. W.; GO, S. J. PCR - based specific and sensitive detection of *Pectobacterium carotovorum* ssp. *carotovorum* by primers generated from a URP-PCR



fingerprinting-derived polymorphic band. **Plant Pathology**, Oxford, Inglaterra, GB, v. 52, p. 127-133, 2003.

KLOPMEYER, M. J.; KELMAN, A. Use of monoclonal antibodies specific for pectate lyase as serological probes in the identification of soft rot *Erwinia* spp. **Phytopathology**, Saint Paul, Minn., US, v. 78, n. 11, p. 1430-1434, 1998.

LAPWOOD, D. H; READ, P. J.; SPOKES, J. Methods for assessing tuber susceptibility of potato tubers of different cultivars to roting by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* e *carotovora*. **Plant Pathology**, Oxford, Inglaterra, GB, v. 33, p. 13-20, 1984.

MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 315-324.

PÉROMBELON, M. C. M.; KELMAN, A. Blackleg and other potato diseases caused by soft rot erwinias: proposal for revision of terminology. **Plant Disease**, Saint Paul, Minn., US, v. 71, p. 283-285, 1987.

PÉROMBELON, M. C. M.; LOPEZ, M. M.; CARBONELL, J.; HYMAN, L. J. Effects of contamination by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *E. carotovora* subsp. *atroseptica* of potato seed tubers and of cultivar resistance on blanking or non-emergence and blackleg development in Valencia, Spain. **Potato Research**, Wageningen, Holanda, NL, v. 31, p. 591-599, 1988.

RUDOLPH, D; GLOCKE, B.; RATHENOW, S. On the role of different humidity parameters for the survival, distribution and ecology of various termite species. **Sociobiology**, Chico, Calif., US., v.17, n.1, p.129-140, 1990.

SCHAAD, N. W. **A laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria**. 2. ed. St. Paul: American Phytopathological Society Press. 2001.

SMID, E. J.; JANSEN, A. H. J.; GORRIS, L. G. M. Detection of *Erwinia carotovora* subsp *atroseptica* and *Erwinia chrysanthemi* in potato tubers using polymerase chain reaction. **Plant Pathology**, Oxford, Inglaterra, GB, v. 44, p.1058-1069, 1995.

THOMSON, E. M.; GALIB, M. A.; UMAN, M. A.; BEASLEY, W. H.; MASTER, M. J. Some features of stroke occurrence in Florida lightning flashes. **Journal of Geophysical Research**, Washington, US, v. 89, p. 4910-4916, 1984.

TOTH, I. K. K. S.; BEL, M. C. H.; BIRCH, P. R. J. Soft rot erwiniae from genes to genomes. **Molecular Plant Pathology**, London, GB, v.4, p.17-30, 2003.

VAN DER WOLF, J. M.; HYMAN, L. J.; JONES, D. A. C.; GREVESSE, C.; VAN BECKHOVEN, J. R. C. M.; VAN VUURDE, J. W. L.; PEROMBELON, M. C. M. Immunomagnetic separation of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* from potato peel extracts to improve detection sensitivity on a crystal violet pectate medium or by PCR. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 80, n. 5, p. 487-495, 1996.

VAN HALL, C. J. J. *Bijdragen tot de kennis der Bakterieele Plantenziekten*, Amsterdam, 1902.

WALDEE, E. L. Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria. **Iowa State Coll. J. Sci.**, v. 19, p. 435-484, 1945.

WALDEE, E. L. Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria. Iowa State College, **Journal of Science**, v. 19, p. 435-484, 1998.

YAP, M. N.; BARAK, J. D.; CHARKOWSKI, A. O. Genomic diversity of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and its correlation with virulence. **American Society for Microbiology**, Washington, US, v. 70, p. 3013-3023, 2004.