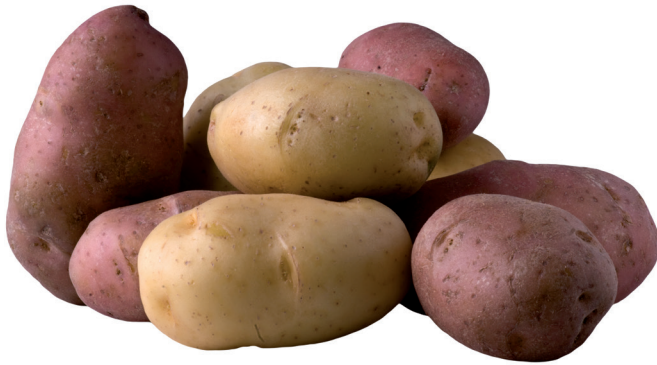


Foto: Felipe Barra



Pontos Críticos de Infecção por Fungos, Oomicetos e Bactérias em Tubérculos de Batata

Carlos Alberto Lopes¹

Milza Moreira Lana²

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é comercializada na forma de tubérculos, que são caules subterrâneos modificados para armazenar energia para a planta. Essa energia acumulada tem função de reprodução da espécie ao garantir a brotação e a emergência de uma nova planta, que se tornará independente após a emissão de raízes, como parte do processo de propagação vegetativa da batata para a produção do produto comercial.

A batata, no entanto, não é apreciada só pelos humanos: micro-organismos como fungos, oomicetos, bactérias e nematoides também se utilizam de seus tubérculos como alimento. É de conhecimento geral, por exemplo, que um dos principais meios de culturas usados para isolar e multiplicar fungos em laboratório é o BDA (batata dextrose ágar), preparado pela adição de dextrose (fonte de carbono) e ágar (gelificante) à água de cocção de batata (outros nutrientes). Por isso, não é de se estranhar que muitos organismos sejam capazes de provocar a deterioração dos tubérculos, seja durante sua formação ou após a colheita.

As perdas de batata após a colheita no Brasil são muito variáveis e de difícil previsão, podendo atingir 100%, dependendo de vários fatores, tais como: época de produção, veículo de comercialização (atacado e varejo), técnica de colheita (manual ou mecanizada), umidade do solo por ocasião da colheita, lavagem ou não da batata e manuseio pós-colheita. As podridões moles e secas resultantes da infecção dos tubérculos por agentes fitopatogênicos, em especial fungos, oomicetos e bactérias, estão entre as principais causas de perdas entre a colheita e o consumo.

A infecção externa dos tubérculos por micro-organismos, que normalmente resulta na sua deterioração, depende da capacidade do patógeno de produzir substâncias, como enzimas, que rompam a barreira da casca ou, como ocorre na maioria das vezes, de encontrar uma "porta de entrada" natural ou artificial. No caso de ferimentos mecânicos, a eficiência da infecção vai depender da velocidade de formação da camada de suberização, que é uma defesa da planta no sentido de "cicatriz" o

¹ Eng. Agr., Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Eng. Agr., Ph.D em Fisiologia Pós-Colheita, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

ferimento. Certamente, se os tubérculos não fossem dotados de uma camada de proteção, formada pela periderme (pele ou casca), muitos mais seriam os micro-organismos capazes de deteriorar a batata, principalmente após a colheita. Daí conclui-se que, rompida esta proteção, o número de micro-organismos fitopatogênicos capazes de infectar os tubérculos pode aumentar significativamente. Isso implica em que todo esforço deve ser feito nas operações de colheita, beneficiamento e transporte para evitar ferimentos; de fato, esta medida é a que vem em primeiro lugar no conjunto de medidas de controle a partir da colheita de batata e muitos outros produtos com alto conteúdo de água em sua constituição.

Vale a pena lembrar que os tubérculos podem ser infectados sistemicamente, ou seja, por meio do sistema vascular, sem dependência, portanto, de portas de entrada externas, como é o caso da murcha bacteriana e das principais viroses. Este fato é mais relevante quando se trata de batata-semente, pois os tubérculos infectados podem apresentar infecção latente, passando despercebidos pelas inspeções, tornando-se assim transmissores de patógenos a longas distâncias. Essa situação, bem como as infecções que ocorrem no campo em final de ciclo, não será tratada neste texto, que será focado às portas de entrada externas nos tubérculos colhidos “sadios”, se atendo, portanto, às doenças pós-colheita de batata-consumo.

Os principais sítios externos de entrada dos patógenos nos tubérculos, ou seja, os pontos críticos de infecção (PCI), são listados a seguir, em linguagem familiar ao produtor de batata:

Lenticelas: são pequenos poros na pele dos tubérculos de batata, cuja função é promover trocas gasosas durante a respiração e a fotossíntese. Seu número é variável de cultivar para cultivar. São quase imperceptíveis (Figura 1a) em tubérculos formados em terrenos secos, mas se expandem em tubérculos produzidos em solos muito úmidos (lenticelose) (Figura 1b). A penetração de água nos tubérculos pelas lenticelas, muitas vezes contaminada com micro-organismos fitopatogênicos, é influenciada pelo grau de suberização das lenticelas, que aumenta à medida que o tubérculo se desenvolve, tornando-o, assim, menos sujeito a absorver água e se infectar por patógenos habitantes de solo ou presentes na água (Figura 1c). O excesso de água no solo, além de causar a expansão das lenticelas, aumentando assim os sítios de infecção, atrasa a suberização, fazendo com que os tecidos fiquem mais sujeitos à infecção e à colonização por agentes causadores de doenças. Sendo as lenticelas estruturas normais dos tubérculos, as lenticelas expandidas é que se tornam importantes pontos críticos de infecção.

Olhos ou gemas: O “olho” ou gema da batata é formado de duas partes: a gema em si, de onde sai a brotação e, associada a ela, uma cicatriz referente ao rudimento de uma folha - já que o tubérculo é um caule. Essa cicatriz, em referência ao olho, é a “sobrancelha” normalmente mais protuberante em relação à superfície do tubérculo, sendo mais rasa ou mais profunda, dependendo da cultivar (Figura 2a). Quando protuberante, mais facilmente a sobrancelha é ferida por fricção durante o manuseio (Figura 2b).



Fotos: Carlos A. Lopes

Figura 1. Tubérculos de batata (A) com lenticelas normais (esquerda) e expandidas (direita); (B) recém colhidos em solo úmido e com lenticelas expandidas; (C) com lesões devido à infecção das lenticelas por patógenos.

Fotos: Carlos A. Lopes

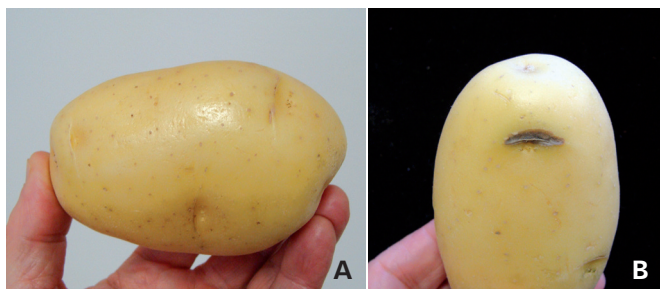


Figura 2. Tubérculos de batata com (A) "olho" normal e (B) "olho" infectado por fungo.

Embonecamento: É uma deformação dos tubérculos devida ao crescimento secundário que ocorre quando a planta é submetida a estresses de temperatura e de umidade seguidos por condições ambientais favoráveis ao crescimento. Os tipos mais comuns de embonecamento são a formação de "dedos" e o estreitamento de partes dos tubérculos (Figura 3a).

Apesar de a sobrançelha e o embonecamento não serem pontos de infecção *per se*, suas áreas protuberantes são mais facilmente danificadas por esfolamento e despelamento durante a colheita e beneficiamento, tornando-se, assim, importantes pontos de infecção (Figuras 2b e 3b).

Fotos: Carlos A. Lopes



Figura 3. Tubérculos de batata apresentando embonecamento (A) sem e (B) com infecção secundária por bactéria.

Estolões: São caules subterrâneos modificados que se confundem com as raízes da batata, na extremidade dos quais se formam tubérculos. São mais grossos que as raízes e podem ser comparados ao cordão umbilical dos animais, ou seja, são as estruturas que unem a planta mãe aos tubérculos. Quando a planta seca por ocasião da colheita, os estolões também secam e se desprendem dos tubérculos filhos, deixando uma cicatriz que varia de tamanho dependendo do grau de secamento das ramas na colheita e da cultivar. Herbicidas aplicados na parte aérea na operação de desfolha podem

causar fitotoxicidade que se manifesta como necrose no tubérculo no ponto de inserção do estolão. Tanto a cicatriz natural como a necrose causada por herbicida podem se tornar pontos de infecção (Figura 4).



Foto: Carlos A. Lopes

Figura 4. Tubérculos de batata com infecção fúngica na região do estolão.

Esfolado: é o nome dado ao ferimento físico do tubérculo, em que várias camadas da pele são arrancadas por fricção em superfície áspera. Este dano se origina na colheita - em especial na mecânica, no transporte, no beneficiamento e no ensacamento. Ao serem removidas as camadas superficiais de proteção, a polpa da batata é facilmente colonizada por patógenos apodrecedores (Figura 5).



Foto: Carlos A. Lopes

Figura 5. Tubérculos de batata esfolados em início de infecção por bactérias.

Despelado: é quando a pele da batata se solta com facilidade durante o manuseio ou lavagem. É um dano mais superficial do que o "esfolado". Acontece quando a colheita ocorre antes da fixação da pele, que se dá a partir de uma semana após a morte das ramas. Além de estar mais propensa à podridão, a batata despelada escurece rapidamente se exposta a temperatura alta e a umidade baixa (Figura 6).

Foto: Carlos A. Lopes



Figura 6. Tubérculos de batata despelados, mais sensíveis à infecção por fungos e bactérias.

Corte: É o ferimento mecânico nos tubérculos feito por superfície afiada, muito comum em colheita com enxadas e discos (Figura 7a). Também acontece em batata-semente dividida em unidades de plantio com uma gema ou mais (Figura 7b). Em ambos os casos, a superfície dos cortes é facilmente colonizada por patógenos que levam à deterioração do tubérculo.

O corte, o esfolado e o despelado são pontos críticos de infecção devido à remoção da proteção oferecida pela casca.

Fotos: Carlos A. Lopes



Figura 7. Tubérculos de batata (A) com cortes devido à colheita e/ou manuseio pós-colheita inadequado ou (B) sendo cortados para plantio da batata-semente.

Pancadas: são danos internos causados por quedas dos tubérculos durante a colheita, beneficiamento e transporte nem sempre acompanhados por infecção por patógenos, sendo o dano limitado ao escurecimento de áreas da polpa do tubérculo. Entretanto, quando o dano é superficial, a casca sobre a área danificada pode ficar afundada, como

se sofresse a pressão por um dedo, e se tornar um sítio de infecção com o passar do tempo (Figura 8). Outro efeito negativo das pancadas é a inibição da formação da periderme, principal barreira de proteção contra patógenos pós-colheita.



Foto: Carlos A. Lopes

Figura 8. Tubérculos de batata com afundamento na superfície e necrose seca interna causada por pancada.

Rachaduras: são fendas longitudinais resultantes da rápida expansão do tubérculo, que aparecem em condições de mudanças bruscas de umidade e temperatura durante seu crescimento. Não são importantes pontos de infecção por patógenos, visto que a superfície rachada normalmente se encontra suberizada por ocasião da colheita (Figura 9).



Foto: Carlos A. Lopes

Figura 9. Tubérculos de batata com rachaduras cicatrizadas.

Unhaduras: são pequenas fendas encurvadas, normalmente com um a dois centímetros de comprimento, de causa não bem definida, que surgem em tubérculos que sofreram pancadas durante a colheita e/ou transporte (Figura 10). São importantes pontos de infecção, a não ser quando se encontrarem com a superfície lesionada já suberizada.



Foto: Carlos A. Lopes

Figura 10. Tubérculos de batata com unhadura.

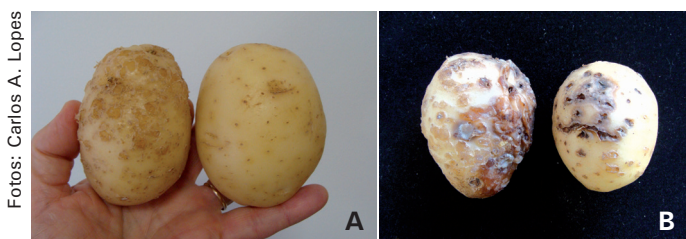
Danos de insetos: Insetos, como traça e bicho-alfinete, causam ferimentos nos tubérculos (Figura 11a). Estes ferimentos, à semelhança dos ferimentos causados por manuseio inadequado, são portas de entrada para infecção por patógenos (Figura 11b). Alguns insetos mastigadores produzem substâncias que facilitam a cicatrização do ferimento, assim garantindo seu alimento por mais tempo ao evitar o apodrecimento do órgão.



Fotos: Carlos A. Lopes

Figura 11. Tubérculos de batata com danos causados por insetos (A) já cicatrizados e (B) em início de apodrecimento.

Galhas ou pipocas: São as protuberâncias, similares à verrugas, causadas pelo ataque de nematoides do gênero *Meloidogyne* na fase de formação e crescimento dos tubérculos (Figura 12a). Durante a lavagem, é comum essas galhas se esfolarem e se tornarem sítios de entrada de patógenos apodrecedores (Figura 12b).



Fotos: Carlos A. Lopes

Figura 12. Tubérculos de batata com galhas causadas por nematoides do gênero *Meloidogyne* (A) sem e (B) com infecção secundária por bactérias.

A suberização e os pontos críticos de infecção (PCI)

A manifestação de uma determinada doença após o estabelecimento de um patógeno nos PCI da batata que envolvem ferimentos é muito dependente da velocidade da suberização. Mas o que é a suberização? Sob o ponto de vista prático, é a deposição de suberina, uma substância cerosa, nas células adjacentes à superfície lesionada, resultando na formação de uma camada protetora corticosa sobre o ferimento. Superfícies bem suberizadas contribuem para maior durabilidade pós-colheita por meio da redução da perda de peso dos tubérculos e da sua proteção contra várias doenças. A suberização é mais relevante em caso de a batata ser armazenada, como nos casos de batata-semente e batata usada para processamento industrial. Em menor escala, a vida útil da batata consumo nas bancas de comercialização é consideravelmente afetado por este fenômeno.

Vários fatores afetam a suberização, entre eles: temperatura de armazenamento, níveis de oxigênio e gás carbônico no ambiente, umidade relativa do ar, maturidade do tubérculo na colheita, cultivar e extensão da área afetada pelo dano. Profissionais especializados em pós-colheita devem ser consultados para dimensionar as câmaras de armazenamento de modo a obter melhor conservação do produto em função da adequada formação da camada de suberização de ferimentos nos tubérculos.

Os fatores que influenciam a ocorrência e a intensidade dos PCI são indicados na Tabela 1. Como esses PCI favorecem a infecção por um grupo de patógenos, em especial bactérias e fungos (Tabela 2), devem ser cuidadosamente analisados visando ao controle de doenças em pós-colheita, conforme sintetizado na Tabela 3.

Tabela 1. Fatores, durante o cultivo e após a colheita da batata, que influenciam a ocorrência dos pontos críticos de infecção (PCI). Os fatores relacionados estão indicados por (X).

Fatores que influenciam os PCI							
PCI	Manejo do solo	Manejo da água	Manejo Fitossanitário	Colheita	Cultivar	Lavagem	Transporte
Lenticela	X	X			X		
Olho/sobrancelha					X		
Estolão				X	X		
Esfolado				X		X	X
Despelado				X	X	X	
Corte				X		X	X
Rachadura	X	X			X		
Unhadura		X		X			
Dano inseto			X	X			
Nematoide			X				

Tabela 2. Associação relativa dos principais patógenos de pós-colheita com os pontos críticos de infecção (PCI). A associação pode ser não associação (-), baixa (X), mediana (XX), alta (XXX).

PCI	Pectobactérias (Podridão mole)	<i>Fusarium</i> spp. (Podridão seca)	<i>Pythium</i> spp. (Podridão escura)	<i>Cylindrocladium</i> (Olho pardo)	<i>Sclerotium rolfsii</i> (podridão clara)
Lenticela	XXX	XX	XX	XXX	XX
Sobrancelha	XX	X	X	XX	X
Embonecamento	XX	X	X	-	-
Estolão	XXX	XXX	XXX	XXX	X
Esfolado	XXX	XX	X	X	X
Despelado	XX	-	-	-	-
Corte	XXX	XXX	XX	XX	X
Pancada	X	X	X	-	-
Rachadura	X	X	X	-	-
Unhadura	X	X	-	-	-
Inseto	XX	X	X	X	-
Nematoide	XXX	X	X	-	-

Tabela 3. Principais medidas para minimizar os pontos críticos de infecção (PCI) como sítios de entrada de patógenos da batata, após a colheita.

PCI	Medidas
Lenticela expandida	Evitar encharcamento do solo (irrigação, tipo de solo, drenagem)
Olho (sobrancelha) protuberante	Escolher cultivares sem sobrancelhas protuberantes
Embonecamento	Fazer bom manejo de água no solo
Estolão aderido	Escolher cultivar adequada que não tenha aderência de estolão; manejo de aplicação de herbicida
Esfolado	Evitar danos físicos na colheita, manuseio, transporte e lavagem
Despelado	Colher após período adequado de fixação da pele
Corte	Evitar danos físicos na colheita, manuseio e lavagem
Pancada	Evitar pancada nos tubérculos no seu manuseio
Rachadura	Escolher cultivar adequada, adubação e irrigação equilibradas
Unhadura	Fazer bom manejo da água no solo; evitar pancadas
Ferimento por inseto	Adotar o controle integrado de pragas e doenças
“Pipoca” de nematoides	Adotar o controle integrado de pragas e doenças

Conclusão

Após a colheita, os tubérculos de batata ficam sujeitos ao ataque de micro-organismos fitopatogênicos que levam ao seu apodrecimento. As “portas” de entrada desses agentes nos tubérculos, aqui chamadas de pontos críticos de infecção (PCI), podem ser de causa natural ou induzidos durante o manuseio do produto. A partir da presença dos micro-organismos, a deterioração dos tubérculos ocorrerá de forma mais rápida ou mais lenta dependendo do tipo de patógeno, da favorabilidade do ambiente, da extensão do PCI e da velocidade com que o tubérculo reage à infecção e/ou ao ferimento. Temperaturas e umidades altas favorecem o apodrecimento dos tubérculos. Conhecer os PCI e reduzir sua frequência e extensão são medidas que contribuem para diminuir as perdas em pós-colheita de batata.

Literatura Consultada

- HILLER, L. K.; THORNTON, R. E. Managing physiological disorders. In: JONHSON, D. A. **Potato health management**. 2nd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2008. p. 235-245.
- CANTWELL, M. I.; KASMIRE, R.F. Postharvest handling systems: underground vegetables (roots, tubers and bulbs) In: KADER, A. A. (Ed.) **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Oakland: University of California, 2002. p. 435-443. (University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication, 3311).
- KNOWLES, N. R.; PLISSEY, E. S. Maintaining tuber health during harvest, storage, and pos-storage handling. In: JONHSON, D. A. **Potato health management**. 2nd ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 2008. p. 79-100.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Integrated pest management for potatoes in the western United States**. Oakland: University of California, 1986. 146 p. (University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication, 3316).
- HENZ, G. P.; BRUNE, S. **Redução de perdas pós-colheita em batata para consumo**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 2004. 8 p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica, 34).

Comunicado Técnico, 111**Embrapa Hortaliças****Endereço:** Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9, Caixa Postal 218, CEP 70.351-970, Brasília-DF,**Fone:** (61) 3385-9000**Fax:** (61) 3556-5744**SAC:** www.embrapa.br/fale-conosco/sacwww.embrapa.br/hortalicas

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

1ª edição

1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

Comitê de Publicações**Presidente:** Warley Marcos Nascimento**Editor Técnico:** Ricardo Borges Pereira**Secretária:** Gislaine Costa Neves**Membros:** Miguel Michereff Filho, Milza Moreira Lana, Marcos Brandão Braga, Valdir Lourenço Júnior, Daniel Basílio Zandonadi, Caroline Pinheiro Reyes, Carlos Eduardo Pacheco Lima, Mirtes Freitas Lima**Expediente****Supervisor editorial:** Caroline Pinheiro Reyes**Normalização bibliográfica:** Antonia Veras**Editoração eletrônica:** André L. Garcia