

126

Circular Técnica

Brasília, DF
Abril, 2013

Autores

**Fernanda Rausch
Fernandes**

Eng. Agr., D. Sc.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
fernanda.rausch@embrapa.br

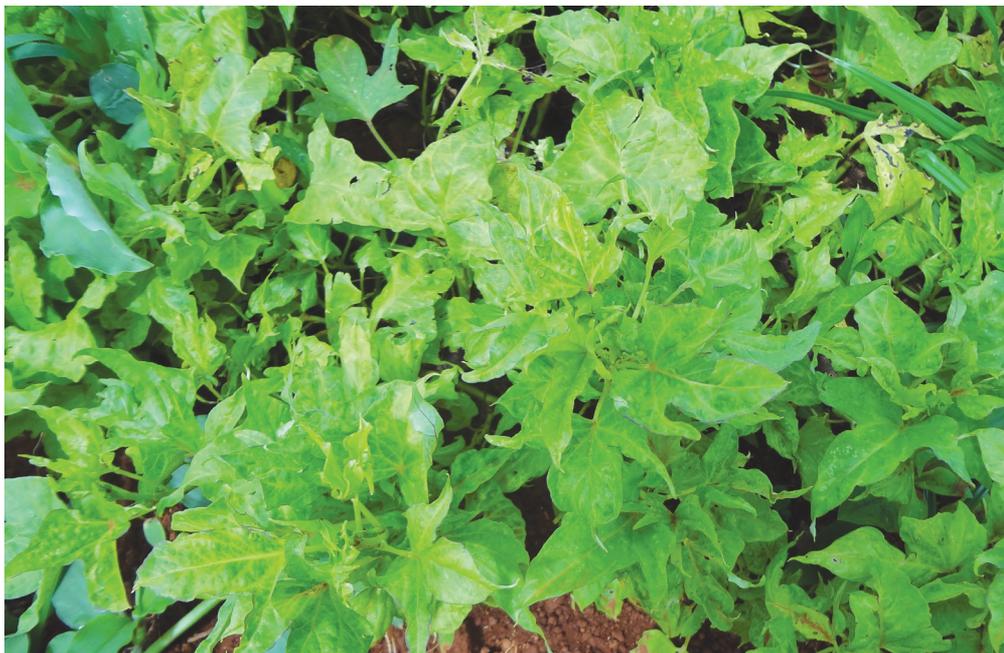
André Nepomuceno Dusi

Eng. Agr., Ph. D.
Embrapa
Secretaria de Relações
Internacionais
Brasília, DF
andre.dusi@embrapa.br



Viroses da batata-doce no Brasil: importância e principais medidas de controle

Foto: Fernanda R. Fernandes



Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.) é uma hortaliça tuberosa pertencente à família *Convolvulaceae*, sendo cultivada em países das zonas tropicais e subtropicais do mundo e, consistentemente, está no *ranking* das 10 mais importantes culturas com base no potencial de produção (LOEBENSTEIN; THOTTAPPILLY, 2009). Do ponto de vista nutracêutico, é uma hortaliça rica em carboidratos, vitaminas C e do complexo B e minerais, podendo apresentar altos teores de vitamina A (MIRANDA et al., 1987).

A batata-doce é cultivada, geralmente, com pequeno emprego de insumos e consegue atingir elevados rendimentos sob condições marginais (LOEBENSTEIN; THOTTAPPILLY, 2009). Apresenta diversidade genética capaz de atender à demanda para alimentação humana e animal e matéria-prima para a indústria. É dotada de grande rusticidade, desenvolvendo-se bem em diferentes condições de clima e solo. Ramas extraídas a partir de plantas maduras são usadas para iniciar novos plantios. Em regiões tropicais, a cultura pode ser cultivada durante todo o ano. Em regiões temperadas e subtropicais, raízes tuberosas são armazenadas durante o inverno e usadas para iniciar a próxima estação de cultivo (SILVA et al., 2004).

É capaz de crescer em solos pobres e degradados, o que caracteriza a sua rusticidade. Entretanto, a batata-doce é suscetível a um grande número de doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus, assim como também é atacada por insetos e ácaros (MIRANDA et al., 1987; SILVA et al.,

2004). O método de propagação da batata-doce facilita o acúmulo de fitopatógenos, notadamente os de etiologia viral, causando a degenerescência, podendo representar um grande entrave à produção. Doenças virais ocorrem em qualquer lugar onde a batata-doce é cultivada e frequentemente causam danos consideráveis, tais como redução e deformação foliar, com reflexo negativo sobre a produtividade e a qualidade das raízes comerciais (CLARK et al., 2012). Já foram descritas perdas de até 90% devido à infecção viral (CLARK; MOYER, 1988; CLARK; HOY, 2006; MUKASA et al., 2006; LOEBENSTEIN et al. 2009).

Doenças causadas por vírus

O baixo rendimento que a batata-doce tem apresentado (11-12 t/ha), (IBGE, 2010) é, em parte, atribuído à perpetuação de doenças, especialmente aquelas causadas pelos vírus, nas variedades cultivadas. Mais de 30 vírus que infectam a cultura, distribuídos em nove famílias taxonômicas, foram isolados, descritos e/ou caracterizados nos últimos anos: *Bromoviridae* (1), *Bunyaviridae* (1), *Caulimoviridae* (3), *Closteroviridae* (1), *Comoviridae* (1), *Flexiviridae* (1), *Geminiviridae* (15), *Luteoviridae* (1) e *Potyviridae* (9) (Tabela 1) (CLARK et al., 2012). Existem lacunas na identificação da etiologia de

Tabela 1. Vírus descritos e/ou caracterizados infectando a batata-doce.

Vírus	Acrônimo	Família	Gênero	Vetor
<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Bromoviridae</i>	<i>Cucumovirus</i>	Afideo
<i>Ipomoea crinkle leaf curl virus</i>	ICLCV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	nd*
<i>Ipomoea yellow vein virus</i>	IYVV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
Sweet potato pakakuy virus (synonyms Sweet potato badnavirus A and B)	SPPV	<i>Caulimoviridae</i>	<i>Badnavirus</i>	nd*
Sweet potato C-3 virus	(Vírus C-3)	<i>Bunyaviridae</i>	<i>Phlebovirus</i>	nd*
Sweet potato C-6 virus	(Vírus C-6)	<i>Flexiviridae</i>	<i>Carlavirus</i>	nd*
Sweet potato collusive virus (synonym Sweet potato caulimo-like virus)	SPCV	<i>Caulimoviridae</i>	<i>Cavemovirus</i>	nd*
<i>Sweet potato chlorotic fleck virus</i>	SPCFV	<i>Flexiviridae</i>	<i>Carlavirus</i>	nd*
<i>Sweet potato chlorotic stunt virus</i>	SPCSV	<i>Closteroviridae</i>	<i>Crinivirus</i>	Mosca-branca
<i>Sweet potato feathery mottle virus</i>	SPFMV	<i>Potyviridae</i>	<i>Potyvirus</i>	Afideo
Sweet potato golden vein associated virus	SPGVaV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	nd*
<i>Sweet potato latent virus</i>	SPLV	<i>Potyviridae</i>	<i>Potyvirus</i>	Afideo
<i>Sweet potato leaf curl virus</i>	SPLCV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
<i>Sweet potato leaf curl Canary virus</i>	SPLCCaV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
<i>Sweet potato leaf curl China virus</i>	SPLCV-CN	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	nd*
<i>Sweet potato leaf curl Georgia virus</i>	SPLCGV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
<i>Sweet potato leaf curl Lanzarote virus</i>	SPLCLaV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
<i>Sweet potato leaf curl Spain virus</i>	SPLCESV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
Sweet potato leaf curl South Carolina virus	SPLCSCV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
Sweet potato leaf curl Uganda virus	SPLCUV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	Mosca-branca
<i>Sweet potato leaf speckling virus</i>	SPLSV	<i>Luteoviridae</i>		Afideo
<i>Sweet potato mild mottle virus</i>	SPMMV	<i>Potyviridae</i>	<i>Ipomovirus</i>	nd*
<i>Sweet potato mild speckling virus</i>	SPMSV	<i>Potyviridae</i>	<i>Potyvirus</i>	Afideo
Sweet potato mosaic associated virus	SPMaV	<i>Geminiviridae</i>	<i>Begomovirus</i>	nd*
Sweet potato ringspot virus	SPRV	<i>Comoviridae</i>	<i>Nepovirus</i>	nd*
Sweet potato symptomless virus 1	SPSMV-1	<i>Geminiviridae</i>	<i>Mastrevirus</i>	nd*
Sweet potato vein mosaic virus	SPVMV	<i>Potyviridae</i>		Afideo
<i>Sweet potato virus 2</i>	SPV2	<i>Potyviridae</i>	<i>Potyvirus</i>	Afideo
<i>Sweet potato virus C</i>	SPVC	<i>Potyviridae</i>	<i>Potyvirus</i>	Afideo
<i>Sweet potato virus G</i>	SPVG	<i>Potyviridae</i>	<i>Potyvirus</i>	Afideo
Sweet potato vein clearing virus	SPVCV	<i>Caulimoviridae</i>	<i>Solendovirusb</i>	nd*
Sweet potato yellow dwarf virus	SPYDV	<i>Potyviridae</i>	<i>Ipomovirus</i>	nd*

*nd: não determinado.

algumas viroses em batata-doce. Ocasionalmente são observados sintomas que nunca foram descritos ou nomeados, assim como isolados de vírus anteriormente descritos de forma incompleta e que não estão mais disponíveis para comparação direta com novos isolados.

Os vírus que infectam a batata-doce são difíceis de serem transmitidos mecanicamente, não são transmitidos pelas sementes e seu círculo de hospedeiras frequentemente é restrito à família *Convolvulaceae* (MOYER; SALAZAR, 1989; WOLTERS et al., 1990). São transmitidos principalmente por moscas-brancas e pulgões (VALVERDE et al., 2004). Experimentalmente, pelo fato de não serem facilmente transmitidos por inoculação mecânica, a enxertia tem sido o método escolhido quando se deseja inocular a hospedeira indicadora – preferencialmente a espécie *Ipomoea setosa* – em testes de indexação ou para obtenção de maior quantidade de material infectado.

A batata-doce é frequentemente infectada por complexos virais (infecções mistas) e as interações entre esses vírus influenciam a expressão de sintomas e as perdas de produção. Existem combinações virais que refletem em quadro sintomatológico mais expressivo e, conseqüentemente, resultam em maior perda de rendimento da cultura e outras combinações que culminam em infecções mais brandas, dependendo do tipo de vírus e da interação entre eles (VALVERDE et al., 2007; CLARK et al., 2012). A importância econômica da doença em determinada área depende do inóculo primário do vírus, do nível de resistência do genótipo e da estirpe viral envolvida, além do nível populacional do vetor. A identificação das espécies de vírus que ocorrem na cultura no Brasil é de grande importância para a indexação de matrizes nos programas de produção de batata-doce livre de vírus.

Espécies de vírus que ocorrem no Brasil

Família Potyviridae

Dentre os vírus descritos infectando a batata-doce, o *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV, gênero *Potyvirus*), relatado pela primeira vez nos Estados Unidos em 1945 (DOOLITTLE; HARTER,

1945), é o mais comumente descrito em todo o mundo, ocorrendo em todos os locais onde se produz batata-doce (CLARK et al., 2012). A detecção universal do SPFMV frequentemente tem mascarado a presença de outros vírus na cultura, especialmente aqueles pertencentes à mesma família, tornando mais difícil a detecção e isolamento desses últimos (SOUTO et al., 2003). O SPFMV é a única espécie viral que ocorre de forma generalizada nos levantamentos realizados no Brasil (POZZER et al., 1992; 1993b; 1995a; KROTH et al., 2001). O agente etiológico possui várias estirpes, as quais foram, anteriormente, referidas na literatura como diferentes vírus. Devido à ampla distribuição geográfica do SPFMV, formam-se, com frequência, diversos complexos virais, resultando em sintomas severos. O quadro sintomatológico da virose é bastante variado, podendo ocorrer desde a ausência completa de sintomas até mosaico severo acompanhado de distorções foliares em plantas jovens, dependendo do genótipo e do grau de estresse a que as plantas estiverem submetidas. No entanto, na maioria dos casos, são observadas, em folhas mais velhas, áreas cloróticas irregulares ao longo das nervuras e manchas cloróticas mais ou menos nítidas, apresentando ou não bordos arroxeados nos espaços internervais (Figura 1). Alguns genótipos de batata-doce podem apresentar necrose nas raízes.

O SPFMV é transmitido em uma relação de transmissão do tipo não persistente por um grande número de espécies de afídeos e também por meio da propagação vegetativa (MOYER et al., 1989). Esse tipo de transmissão via inseto vetor se dá por meio de picadas de prova.

No Brasil, Pozzer et al. (1995a) purificaram um isolado de SPFMV de batata-doce e caracterizaram o seu círculo de hospedeiras [nove espécies da família *Convolvulaceae*: *Convolvulus tricolor* L., *Ipomoea lacunosa* L., *I. nil* (L.) Roth, *I. purpurea* (L.) Roth, *I. violaceae* (L.), *I. setosa* Ker., *I. wrightii* A. Gray, *Operculina* sp. e *Quamoclit* sp. O vírus foi transmitido por inoculação mecânica, enxertia e afídeos, *Cuscuta* sp., contato entre plantas, injeção, solução no solo e canivete contaminado, porém não houve transmissão pelas sementes. Neste trabalho foram testadas nove espécies de afídeos como vetores de SPFMV, sendo que todas as espécies transmitiram o vírus, embora com eficiência



Figura 1. Alguns sintomas apresentados por plantas de batata-doce infectadas pelo SPFMV.

de transmissão diferenciada: *Aphis coreopsidis* (12,5%), *A. craccivora* (50%), *A. gossypii* (100%), *A. solanella* (20%), *Hyperomyzus* sp. (12,5%), *Macrosiphum ambrosiae* (78%), *M. euphorbiae* (30%), *Myzus persicae* (100%) e *Urulencon* sp. (30%).

O *Sweet potato latent virus* (SPLV, gênero *Potyvirus*) foi relatado no Brasil em 2001 (KROTH et al., 2001) infectando a batata-doce. Normalmente não apresenta sintomas visíveis na maioria das cultivares (CASTRO et al., 2008).

Outros vírus relatados no Brasil infectando a cultura foram o *Sweet potato mild speckling virus* (SPMSV, gênero *Potyvirus*) e o *Sweet potato mild mottle virus* (SPMMV, gênero *Ipomovirus*) (KROTH et al., 2001).

Família *Closteroviridae*

O *Sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV, gênero *Crinivirus*) foi relatado no Brasil em 2001 (KROTH et al., 2001) infectando a batata-doce. Este vírus tem sido detectado em praticamente todas as áreas de produção (KROTH et al., 2001; MUKASA et al., 2003; TAIRO et al., 2005; LOEBENSTEIN et al., 2009). Diferentes autores têm mostrado o efeito sinérgico que isolados distintos de SPCSV apresentam em infecção mista com vírus pertencentes a outras famílias (KARYEIJIA et al., 2000; MUKASA et al., 2006; UNTIVEROS et al., 2007; CUELLAR et al., 2008), e drásticas reduções

na produtividade tem sido associadas com infecções mistas que incluem o SPCSV (DI FEO et al., 2000; GIBSON et al., 1998).

Na África Oriental, a doença conhecida como *sweetpotato virus disease* (SPVD), que é causada pela interação sinérgica entre o crinivírus transmitido pela mosca-branca – SPCSV – e o potyvírus transmitido pelo afídeo – SPFMV -, pode causar perdas de 80 a 90% em muitos genótipos de batata-doce (KARYEIJIA et al., 1998). Após a etiologia da SPVD ter sido esclarecida (GIBSON et al., 1998), estudos foram concentrados na caracterização da base molecular da doença. O título do SPFMV foi centenas de vezes maior na SPVD em comparação com plantas infectadas apenas pelo SPFMV, enquanto o título do SPCSV foi fortemente afetado ou ligeiramente reduzido nas plantas afetadas pela SPVD (KARYEIJIA et al., 2000; MUKASA et al., 2006; CUELLAR et al., 2008). A SPVD tem sido alvo de muitas investigações científicas, especialmente na linha de pesquisa de interações vírus-hospedeiro, com a batata-doce como modelo.

Família *Betaflexiviridae*

O *Sweet potato chlorotic fleck virus* (SPCFV, gênero *Carlavirus*) foi relatado no Brasil em 2001 (KROTH et al., 2001) infectando a batata-doce. É transmitido por pulgões e causa sintomas de clorose, mosaico internerval, deformações nas

folhas e nanismo (CASTRO et al., 2008). O vírus foi isolado inicialmente em 1992 na coleção de germoplasma do CIP, e diferentes isolados foram parcialmente sequenciados (ARITUA et al., 2009). O genoma completo de um isolado de Uganda (ARITUA et al., 2007) foi sequenciado, indicando que o vírus é membro do gênero *Carlavirus*. O SPCFV foi relatado nas Américas do Sul e Central e Ásia (LOEBENSTEIN et al., 2009; KROTH et al., 2001), Leste Africano (ARITUA et al., 2009; MUKASA et al., 2003; TAIRO et al., 2004), Austrália (JONES; DWYER, 2007) e Polinésia Francesa (RÄNNÄLI et al., 2009).

Família Geminiviridae

Vírus pertencentes ao gênero *Begomovirus* têm sido descritos infectando batateira-doce em vários países, incluindo Peru (FUENTES; SALAZAR, 2003), Espanha (LOZANO et al., 2009), China (LUAN et al., 2007), Estados Unidos (LOTRAKUL et al., 1998; LOTRAKUL; VALVERDE, 1999; LOTRAKUL et al., 2003) e Brasil (PAPROTKA et al., 2010; Albuquerque et al., 2011, 2012). Os geminivírus que infectam a batata-doce são monopartidos (possuem apenas um componente genômico), pertencem ao gênero *Begomovirus* e se multiplicam em várias espécies da família *Convolvulaceae*, assim como na hospedeira *Nicotiana benthamiana* após transmissão via inseto vetor (LOTRAKUL et al., 1998, 2003). Os begomovírus que infectam a batata-doce são filogeneticamente distintos dos begomovírus do Novo Mundo (Américas – Hemisfério Ocidental) e do Velho Mundo (Europa, Ásia e África – Hemisfério Oriental), e são denominados “sweepovírus” (FAUQUET et al., 2003; WASSWA et al., 2011). Os sintomas decorrentes da infecção viral variam nas diferentes cultivares de batata-doce e outras espécies do gênero *Ipomoea*, sendo que, mesmo em plantas aparentemente assintomáticas os “sweepovírus” podem causar graves prejuízos na produção (CLARK; HOY, 2006). Duas rotas principais de distribuição têm sido descritas: transmissão pelo inseto vetor (*Bemisia tabaci*) e por meio da propagação vegetativa (VALVERDE et al., 2004).

No Brasil, foi verificada elevada diversidade genética entre isolados de “sweepovírus” associados à batata-doce do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças (PAPROTKA et al., 2010; ALBUQUERQUE et al., 2012). O conhecimento

sobre a diversidade genética desses vírus em batata-doce é limitado, sendo que o primeiro estudo sobre caracterização molecular e diversidade genética foi realizado por Paprotka et al. (2010). Neste estudo três espécies de “sweepovírus” foram identificadas: *curl virus* (SPLCV), Sweet potato golden vein-associated virus (SPGVaV) e Sweet potato mosaic-associated virus (SPMaV), sendo os dois últimos descritos como novas espécies do gênero. As propriedades biológicas da maioria dos isolados dessas espécies permanecem ainda desconhecidas. Para o SPLCV, a transmissão eficiente por moscas-brancas, o círculo de hospedeiros experimentais e a ocorrência natural em plantas daninhas foram determinados (LING et al., 2011). Albuquerque et al. (2011) caracterizaram o isolado de uma possível nova espécie de “sweepovírus”, proveniente de amostra coletada em São Paulo (SP), para o qual o nome *curl Sao Paulo virus* (SPLCSPV) foi proposto. Albuquerque et al. (2012) demonstraram que a diversidade genética de “sweepovírus” no Banco Ativo de Germoplasma de batata-doce da Embrapa Hortaliças e em campos comerciais no Brasil é maior do que previamente relatada por Paprotka et al. (2010). Pelos resultados obtidos, os eventos de recombinação são aparentemente responsáveis pela emergência de novas estirpes e espécies virais, apesar de alterações no círculo de hospedeiros, movimento do vírus no interior da planta, sintomas e patogenicidade são aspectos que ainda precisam ser elucidados. Os resultados apresentados até então apontam para uma complexa situação ecológica com elevada diversidade genética de “sweepovírus” presentes. À medida que novos estudos forem realizados, essa diversidade pode aumentar.

Outros vírus:

O vírus C-6 (Sweet potato virus C-6, família *Betaflexiviridae*, gênero *Carlavirus*) foi detectado em Cuba, México, Peru e nos Estados Unidos (CLARK; VALVERDE, 2000; LOEBENSTEIN et al., 2009). As informações na literatura acerca desse vírus sugerem que pertença ao gênero *Carlavirus*. As partículas virais são flexuosas e reagem fracamente com um antissoro produzido contra *Potato virus S* (gênero *Carlavirus*), sugerindo que o C-6 está relacionado com os carlavírus (LOEBENSTEIN et al., 2009). Este vírus ainda não foi relatado no Brasil.

O Sweet potato collusive virus (SPCSV, sinonímia Sweet potato caulimo-like virus, família *Caulimoviridae*, gênero *Cavemovirus*) foi isolado pela primeira vez em 1987 (ATKEY et al., 1987), e desde então tem sido relatado infectando batata-doce nas Ilhas da Madeira, Nova Zelândia, Papua Nova Guiné, China, América Central e Leste Africano (LOEBENSTEIN et al., 2009). A caracterização viral, por meio da purificação parcial do vírus e do uso de oligonucleotídeos que têm como alvo a região da replicase do SPCSV, permitiu elucidar sua identidade como membro do gênero *Cavemovirus* (DE SOUZA e CUELLAR, 2011). Este vírus ainda não foi relatado no Brasil.

Partículas *virus-like* (partículas semelhantes a vírus) e doenças de etiologia desconhecida são relatadas em batata-doce coletadas em diferentes partes do mundo (ARITUA et al., 2007; MUKASA et al., 2003; SIM et al., 2008; TAIRO et al., 2004). Sequências parciais do vírus C-3 indicam que pertence à família *Bunyaviridae* (CLARK et al., 2012). Apenas um isolado foi relatado em batata-doce proveniente do Brasil (FUENTES; SALAZAR, 1989). Pode infectar *I. setosa*, *I. nil*, e *Nicotiana benthamiana* (LOEBENSTEIN et al., 2009), mas nenhum vetor foi identificado.

O *Sweet potato leaf speckling virus* (SPLSV) foi relatado no Peru e em Cuba (FUENTES et al., 1996; LOEBENSTEIN et al., 2009). SPLSV é raramente detectado, possivelmente devido à falta de antissoro para indexação. Sweetpotato ringspot virus (SPRSV) foi detectado em Papua Nova Guiné (BROWN et al., 1988) e é o único vírus de batata-doce que divide algumas propriedades físico-químicas com membros do gênero *Nepovirus*. Entretanto, a posição taxonômica do SPRSV ainda é indefinida, pois não foi determinada com base em relacionamentos sorológicos ou em dados de sequenciamento. O vírus possui amplo círculo de hospedeiros incluindo espécies de *Ipomoea*, *Chenopodium* e *Nicotiana*.

O *Cucumber mosaic virus* (CMV), membro do gênero *Cucumovirus*, tem sido encontrado infectando batata-doce em Israel (COHEN; LOEBENSTEIN, 1991). Acreditava-se anteriormente que o CMV apenas infectaria a cultura se as plantas fossem primeiramente infectadas com o SPCSV (COHEN et al., 1997), sugerindo que o SPCSV tenha agido como vírus auxiliar. Entretanto, um

isolado de CMV de *Arracacia xanthorrhiza* infectou a batata-doce na ausência do SPCSV (UNTIVEROS et al., 2007), e o CMV foi detectado em batata-doce infectada no campo no Egito (ISHAK, 2002) sem a presença de um vírus auxiliar conhecido. SPCSV tem efeito sinérgico sobre o CMV (UNTIVEROS et al., 2007), sendo importante ressaltar que o SPCSV é de importância epidemiológica porque afeta a acumulação viral em plantas infectadas, podendo aumentar a transmissão do CMV por afídeos em países como Egito e Israel, onde ambos CMV e SPCSV ocorrem em batata-doce (ISHAK et al., 2003).

Diagnose

Devido à grande variabilidade de sintomas em função do genótipo, idade da planta, condições ambientais e presença de complexos virais, os sintomas na batata-doce, inclusive a ausência de sintomas, têm pequeno valor no diagnóstico viral. A expressão de sintomas na folhagem é influenciada pela suscetibilidade da cultivar, nível de stress, estágio de desenvolvimento e virulência da estirpe viral.

A inspeção visual não é, portanto, confiável para a detecção e identificação viral (Figura 2). A dificuldade na detecção dos vírus em batata-doce é, em alguns casos, devido aos baixos títulos virais do que em função de inibidores ou outros problemas (KOKKINOS; CLARK, 2006). No entanto, a diagnose dos vírus é dificultada devido à ocorrência de infecções mistas, diversas estirpes virais, e a distribuição desigual do vírus no interior da planta.



Foto: Fernanda R. Fernandes

Figura 2. Variabilidade de sintomas induzidos pela infecção viral em diferentes cultivares de batata-doce.

Vários métodos biológicos, sorológicos e moleculares, com suas vantagens e desvantagens, têm sido utilizados para detectar, diagnosticar e classificar os vírus vegetais durante décadas. A indexação biológica baseada em enxertia em plantas indicadoras suscetíveis, tal como *Ipomoea setosa*, é um método confiável para a detecção da maioria dos vírus de batata-doce (Figura 3). Baseado em informações anteriores, assumiu-se que essa planta seria hospedeira de todos os vírus que infectam a cultura. *I. nil* é outra hospedeira que produz sintomas em resposta à infecção pela maioria dos vírus de batata-doce. A inoculação mecânica em outras plantas hospedeiras indicadoras (indexação biológica), como *Nicotiana benthamiana*, *N. clevelandii* e *Chenopodium quinoa*, é também recomendada (MOYER; SALAZAR, 1989). Os procedimentos de indexação biológica, embora sensíveis, requerem tempo, dedicação e espaço em casa-de-vegetação, além de não possibilitarem a discriminação dos vírus associados. Entretanto, a indexação biológica é um teste importante na diagnose, que, associado aos demais testes (moleculares e sorológicos), propiciam a identificação do agente viral envolvido na causa da doença.

Por conveniência, os vírus que infectam a batata-doce foram divididos em três grupamentos de acordo com a disponibilidade de técnicas de detecção (MOYER et al., 1989). Os vírus alocados em cada categoria podem ter *status* alterado, entretanto, a categorização continua sendo útil: –

Foto: Fernanda R. Fernandes



Figura 3. Sintomas manifestados nas folhas de *Ipomoea setosa* aos 30 dias após a enxertia.

Vírus que podem ser detectados em *I. setosa* e para os quais há disponibilidade de antissoros; – Vírus que podem ser detectados em *I. setosa* e para os quais não há disponibilidade de antissoros; – Vírus que não podem ser detectados em *I. setosa*. É importante a combinação da indexação biológica e sorológica para proporcionar maior confiabilidade ao resultado da indexação.

Recentemente, avanços foram alcançados no desenvolvimento de técnicas sensíveis para vários vírus de batata-doce. Embora as propriedades biológicas continuem sendo muito importantes na diagnose, as propriedades da proteína capsial e do ácido nucleico viral são amplamente exploradas pelos pesquisadores. Várias técnicas têm sido desenvolvidas e utilizadas na diagnose viral em batata-doce. Essas incluem, especialmente, a *Polymerase Chain Reaction* (PCR), *Reverse Transcription-PCR* (RT-PCR) e *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (Elisa). O uso de uma ou a combinação dessas técnicas para complementar a indexação biológica é recomendado.

O teste Elisa é o mais amplamente utilizado na diagnose de fitovirose, entretanto não é suficientemente sensível na diagnose de alguns vírus, por exemplo, aqueles que ocorrem em baixas concentrações nos tecidos das plantas. No Laboratório de Virologia da Embrapa Hortaliças são utilizados antissoros em NCM-Elisa (Elisa em membrana de nitrocelulose), provenientes do Centro Internacional de la Papa (CIP), para oito vírus que infectam a batata-doce: *Sweet potato mild speckling virus* (SPMSV), *Sweet potato latent virus* (SPLV), *Sweet potato virus G*, *Sweet potato mild mottle virus* (SPMMV), *Sweet potato chlorotic fleck virus* (SPCFV), *Sweet potato virus C-6*, *Sweet potato collusive virus* (SPCV) e *Sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV); além dos antissoros para *Sweetpotato feathery mottle virus* (SPFMV) e *Cucumber mosaic virus* (CMV) produzidos no próprio Laboratório de Virologia da Embrapa Hortaliças.

Controle

A compreensão da biologia dos vírus que infectam a batata-doce é o principal pré-requisito para o apropriado e efetivo controle. As iniciativas de

controle dos vírus da cultura são relativamente recentes, e geralmente envolvem tanto os programas de limpeza clonal como o uso de cultivares resistentes. Os méritos relativos dessas duas abordagens são vistos de forma diferente em vários países com diferentes sistemas de produção.

As tecnologias de eliminação de vírus de plantas pelo cultivo de ápices caulinares e indexação de vírus de batata-doce não são novas. Entretanto, a maioria dos programas de distribuição de material propagativo livre de vírus no mundo foi apenas implementada nos últimos 20 anos (CLARK et al., 2012). A obtenção de material propagativo livre de vírus, obtido por meio de cultura de ápices caulinares, com termoterapia prévia ou não, tem permitido aumentos de produtividade (LOEBENSTEIN; THOTTAPPILLY, 2009; CLARK et al., 2012). Sendo assim, torna-se imperativa a conciliação de custos e benefícios da adoção exclusiva de ramos de alta qualidade fitossanitária para a implantação da lavoura.

A resistência genética é uma opção atrativa para o manejo da doença, uma vez que geralmente não requer investimentos significativos por parte do produtor. No caso da batata-doce, é provável que tenham ocorrido ganhos não intencionais na seleção de plantas resistentes a vírus por agricultores e melhoristas visando elevada produtividade ou sintomas suaves, em plantações expostas à infecção natural. Porém isso não foi documentado. Por outro lado, esforços dirigidos à verdadeira resistência a vírus específicos ou complexos virais são relativamente recentes. Em geral, o desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes a vírus é uma das mais viáveis alternativas de controle. Enquanto os programas de melhoramento são conduzidos em áreas onde a pressão de doenças virais é alta, genótipos sensíveis tendem a ser descartados precocemente no processo de seleção como *outgroups*, ou devido à falta de vigor ou desempenho agrônomo indesejável. Cuidados devem ser tomados quando as cultivares são desenvolvidas em determinada área geográfica para uso em outra região ou país, devido às diferenças dos vírus locais ou estirpes de vírus e seus vetores.

Cada vírus é diferente em relação a sua interação com o genótipo de batata-doce e como o título

viral está correlacionado ao desenvolvimento de sintomas e efeitos sobre a produtividade (VALVERDE et al., 2007). A variabilidade dentro das espécies de vírus que infectam a batata-doce é elevada. Sendo assim, um genótipo considerado resistente numa determinada região geográfica pode ser suscetível aos isolados do vírus de outras regiões. As implicações da variabilidade dos vírus de batata-doce são muitas nos esforços de fazer o melhoramento visando resistência. É essencial assegurar que a resistência seja de amplo espectro para proporcionar proteção contra as estirpes locais.

Na ausência de fontes de resistência, o controle de viroses de batata-doce está praticamente limitado ao uso de material propagativo livre de vírus e plantio em condições que minimizem as reinfecções em campo. Entretanto, a implementação da tecnologia de limpeza clonal requer sistema de diagnose viral preciso e logística eficiente para fazer com que a tecnologia chegue ao produtor. É importante considerar que a taxa de reinfecção das plantas pode ser alta, como resultado da presença de elevada densidade de plantas hospedeiras alternativas e de insetos vetores durante a estação de crescimento.

Outras medidas complementares com bons resultados incluem redução do inóculo primário (Figura 4), por meio da erradicação de plantas remanescentes de cultivos anteriores e de convulvuláceas silvestres, e o plantio a distância de pelo menos 100 metros de áreas com plantas

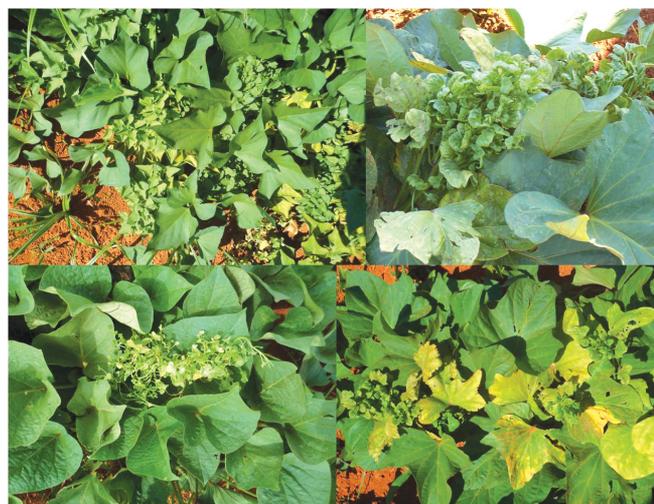


Foto: Fernanda R. Fernandes

Figura 4. Plantas de batata-doce infectadas com sintomas indicativos de infecção viral que devem ser eliminadas da área de cultivo.

doentes. Estas práticas são capazes de reduzir a taxa de infecção, especialmente onde ocorre baixa população de pulgões. Plantas apresentando sintomas severos ou agudos de infecção viral podem ser detectadas visualmente ou facilmente evitadas. Entretanto, as infecções virais podem não ser confiavelmente diagnosticadas por inspeção visual em todos os estágios do ciclo de produção. Assim, para impedir a introdução de vírus em plantas consideradas saudáveis (plantas indexadas), essas devem ser cultivadas em áreas livres de fontes de inóculo e isoladas da produção comercial. Em geral, esforços para controlar a disseminação dos vírus por meio do manejo dos vetores não têm obtido sucesso, em virtude dos eficientes mecanismos de disseminação e sobrevivência que os insetos apresentam, aliado às condições climáticas apropriadas que dificultam a implementação de medidas de manejo eficientes.

É importante ressaltar que o manejo das viroses baseando-se na prospecção de fontes de resistência a vírus nos programas de melhoramento genético, assim como a limpeza clonal para a obtenção de plantas apresentando alta qualidade fitossanitária visam garantir a sustentabilidade da produção agrícola, minimizando o uso de agrotóxicos nas lavouras e possibilitando a obtenção de elevadas produtividades.

Contribuições da Embrapa Hortaliças

No Laboratório de Biologia Celular da Embrapa Hortaliças são executadas as atividades de limpeza clonal e micropropagação, e a indexação biológica e sorológica são conduzidas em casa-de-vegetação e no Laboratório de Virologia.

Em trabalho visando comparar o desempenho de plantas de batata-doce livres de vírus obtidas por termoterapia e cultura de meristema em primeira exposição a campo, com plantas provenientes de campo, Pozzer et al. (1995) verificaram ganhos significativos equivalentes a 104% em número de raízes comerciais, 118% no peso destas raízes, 74% no número total de raízes e 113% na produção total de raízes. No entanto, no final do ciclo, o nível de infecção pelo SPFMV foi similar ao das plantas provenientes de campo. Estes mesmos autores, em um segundo ensaio, observaram que as plantas livres de vírus, em

primeira exposição, apresentaram ganhos médios de 50% no número total de raízes, 66% no peso destas e 57% no peso das raízes comerciais. Contudo, na segunda exposição, as plantas tiveram comportamento similar, em termos de produção, com as provenientes de campo. Em ambos os experimentos, o SPFMV foi o único vírus detectado, sendo as perdas na produção diretamente relacionadas à taxa de infecção viral.

No estado do Rio de Janeiro, a utilização de plantas oriundas de limpeza clonal resultou em produtividades superiores, que variaram entre 23 e 108%. No entanto, a presença de plantas doentes e vetores podem resultar em reinfecção e, conseqüentemente, perda de produtividade, sendo verificada reinfecção de plantas livres de vírus nas taxas de 30% no segundo; 50% no quarto e 80% no sexto mês após plantio em área não isolada (POZZER et al., 1994). É importante ressaltar que esses dados experimentais foram obtidos em condições de alta pressão de inóculo, o que acelera a degenerescência do material originalmente livre de vírus.

TORRES et al. (1996) otimizaram um meio para a obtenção direta e, em alta frequência, de plantas de batata-doce livres de vírus, destinadas à manutenção *in vitro* de germoplasma elite, propagação rápida, produção comercial, intercâmbio e pesquisa. POZZER et al. (1995b) isolaram o SPFMV de batata-doce e realizaram a purificação bioquímica e toda a caracterização biológica deste isolado brasileiro, além de terem produzido antissoro utilizado com grande eficiência na diagnose por NCM-Elisa no Laboratório de Virologia da Embrapa Hortaliças. Esse antissoro tem permitido a diagnose do SPFMV em amostras provenientes de diferentes regiões brasileiras (ALVES, 2012).

Considerações finais

Os vírus representam importantes fitopatógenos para a cultura da batata-doce, causando redução na produção e no aspecto qualitativo das raízes. O levantamento das espécies de vírus que ocorrem nas lavouras brasileiras é fundamental para o delineamento de medidas de controle. Vale ressaltar que o plantio de materiais de batata-doce comprovadamente isentos de infecções virais em

condições que minimizem as reinfecções é uma estratégia de grande valia visando reduzir os danos causados por esses fitopatógenos.

Referências

- ALBUQUERQUE, L. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; PINHEIRO, B.; RESENDE, R. O.; MORIONES, E.; NAVES-CASTILLO, J. Genetic diversity and recombination analysis of sweepoviruses from Brazil. **Virology Journal**, London, v. 9, 241, 2012.
- ALBUQUERQUE, L. C.; INOUE-NAGATA, A. K.; PINHEIRO, B.; RIBEIRO, S. da G.; RESENDE, R. O.; MORIONES, E.; NAVAS-CASTILLO, J. A novel monopartite begomovirus infecting sweet potato in Brazil. **Archives of Virology**, New York, v.156, p. 1291-1294, 2011.
- ALVES, R. C. **Levantamento da diversidade de vírus em batata-doce no Brasil**. 2012. 37 p. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Católica de Brasília, Brasília.
- ARITUA, V.; BARG, E.; ADIPALA, E.; GIBSON, R. W.; LESEMANN, D. E.; VETTEN, H. J. Host range, purification, and genetic variability in Sweet potato chlorotic fleck virus. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 93, p. 87-93, 2009.
- ARITUA, V.; BARG, E.; GIBSON, R. W.; ADIPALA, E.; VETTEN, H. J. Sequence analysis of the entire RNA genome of sweet potato chlorotic fleck virus reveals that it belongs to a distinct carlavirus species. **Archives of Virology**, New York, v. 152, p. 813-818, 2007.
- ATKEY, P. T.; BRUNT, A. A. Electron microscopy of an isometric caulimo-like virus from sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Journal of Phytopathology**, v. 118, p. 370-376, 1987.
- BROWN, J. D., BRUNT, A. A., HUGO, S. A. Studies on viruses isolated from sweetpotato (*Ipomoea batatas*). **Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute for 1986-8**. Littlehampton, p. 104-108, 1988.
- CASTRO, L. A. S. de; MADAIL, J. C. M.; ABRANTES, V. L.; ROCHA, N. E. M. **Instalações para manutenção e desenvolvimento de matrizes de batata-doce com alta sanidade**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 76).
- CLARK, C. A.; DAVIS, J. A.; ABAD, J. A.; CUELLAR, W. J.; FUENTES, S.; KREUZE, J. F.; GIBSON, R. W.; MUKASA, S. B.; TUGUME, A. K.; TAIRO, F. D.; VALKONEN, J. P. T. Sweetpotato Viruses: 15 Years of Progress on Understanding and Managing Complex Diseases. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 96, n. 2, p. 168-185, 2012.
- CLARK, C. A.; HOY, M. W. Effects of common viruses on yield and quality of Beauregard sweetpotato in Louisiana. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, p. 83-88, 2006.
- CLARK, C. A.; MOYER, J. W. **Compendium of Sweet Potato Diseases**. Saint Paul, APS Press, 1988. p. 74.
- CLARK, C. A.; VALVERDE, R. A. Viruses and sweetpotato cultivar decline in Louisiana, USA. In: NAKAZAWA, Y.; ISHIGURO, K. (Ed.). **Proceedings of the 1st workshop on sweetpotato cultivar decline study**. Miyakonjo: Kyushu National Agricultural Experiment Station, 2000. p. 62-69.
- COHEN, J.; LOEBENSTEIN, G. Role of a whitefly-transmitted agent in infection of sweetpotato by cucumber mosaic virus. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, p. 291- 292, 1991.
- COHEN, J.; MILGRAM, M.; ANTIGNUS, Y.; PEARLSMAN, M.; LACHMAN, O.; LOEBENSTEIN, G. Ipomoea crinkle leaf curl caused by a whitefly transmitted gemini-like virus. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 131, p. 273-282, 1997.
- CUELLAR, W. J.; TAIRO, F.; KREUZE, J. F.; VALKONEN, J. P. T. Analysis of gene content in sweet potato chlorotic stunt virus RNA1 reveals the presence of the p22 RNA silencing suppressor in only a few isolates: Implications for viral evolution and synergism. **Journal of General Virology**, v. 89, n. 2, p. 573-582, Feb. 2008.
- DE SOUZA, J.; CUELLAR, W. J. Sequence analysis of the replicase gene of 'sweet potato caulimo-like virus' suggests that this virus is a distinct member of the genus *Cavemovirus*. **Archives of Virology**, New York, v. 153, p. 535-537, 2011.
- DI FEO, L.; NOME, S. F.; BIDERBOST, E.; FUENTES, S.; SALAZAR, L. Etiology of sweet potato chlorotic

- dwarf disease in Argentina. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, p. 35-39, 2000.
- DOOLITTLE, S. P.; HARTE, L. L. A graft-transmissible virus of sweet potato. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 35, p. 695-704, 1945.
- FAUQUET, C. M.; STANLEY, J. Geminivirus classification and nomenclature: progress and problems. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 142, p. 165-189, 2003.
- FUENTES, S.; SALAZAR, L. F. First report of *curl virus* in Peru. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, p. 98-99, 2003.
- FUENTES, S.; SALAZAR, L. F. Identification of sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] viruses. **Fitopatología**, Lima, v. 24, p. 43, 1989.
- FUENTES, S.; MAYO, M. A.; JOLLY, C. A.; NAKANO, M.; QUERCI, M.; SALAZAR, L. F. A novel luteovirus from sweet potato, speckling virus. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 128, p. 491-504, 1996.
- GIBSON, R. W.; MPEMBE, I.; ALICAI, T.; CAREY, E. E.; MWANGA, R. O. M.; SEAL, S. E.; VETTEN, H. J. Symptoms, aetiology and serological analysis of sweet potato virus disease in Uganda. **Plant Pathology**, London, v. 47, p. 95-102, 1998.
- IBGE. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, 2010. 91 p. (Produção agrícola municipal, 37).
- ISHAK, J. A. **Pathological studies on some virus diseases of sweet potato**. Thesis. Ain Shams University, Cairo, Egypt. 2002.
- ISHAK, J. A., KREUZE, J. F., JOHANSSON, A., MUKASA, S. B., TAIRO, F., ABO EL-Abbas, F. M., and VALKONEN, J. P. T. Some molecular characteristics of three viruses from SPVD-affected sweet potato plants in Egypt. **Archives of Virology**, New York, v. 148, n. 12, p. 2449-2460, Dec. 2003.
- JONES, R. A. C.; DWYER, G. I. Detection of Sweet potato chlorotic fleck virus and Sweet potato feathery mottle virus – strain O in Australia. **Australasian Plant Pathology**, Melbourne, v. 36, p. 591-594, 2007.
- KARYEIJIA, R. F.; GIBSON, R. W.; VALKONEN, J. P. T. The significance of sweet potato feathery mottle virus in subsistence sweet potato production in Africa. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, p. 4-15, 1998.
- KARYEIJIA, R. F.; KREUZE, J. F.; GIBSON, R. W.; VALKONEN, J. P. T. Synergistic interactions of a potyvirus and a phloem-limited crinivirus in sweet potato plants. **Virology**, New York, v. 269, p. 26-36, 2000.
- KOKKINOS, C. D.; CLARK, C. A. Real-time PCR assays for detection and quantification of sweetpotato viruses. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, p. 783-788, 2006.
- KROTH, L. L.; FUENTES, S.; SALAZAR, L. F.; DANIELS, J. Detecção sorológica de vírus por NCM-Elisa em lavouras de batata-doce no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 117-119, 2001.
- LING, K. S.; HARRISON, H. F.; SIMMONS, A. M.; ZHANG, S. C.; JACKSON, D. M. Experimental host range and natural reservoir of curl virus in the United States. **Crop Protection**, Surrey, v. 30, p. 1055-1062, 2011.
- LOEBENSTEIN, G.; THOTTAPPILLY, G. (Ed.). **The Sweetpotato**. The Netherlands: Springer, 2009. E-books. ISBN 978-1-4020-9475-0.
- LOEBENSTEIN, G.; THOTTAPPILLY, G.; FUENTES, S.; COHEN, J. Virus and phytoplasma diseases. In: LOEBENSTEIN, G.; THOTTAPPILLY, G. (Ed.). **The Sweetpotato**. The Netherlands: Springer, 2009. p. 105-134. E-books.
- LOTRAKUL, P.; VALVERDE, R. A. Cloning of a DNA-A-like genomic component of curl virus: nucleotide sequence and phylogenetic relationships. **Molecular Plant Pathology Online**, 1999. Disponível em: < <http://www.bspp.org.uk/mppol/1999/0422lotrakul/> >
- LOTRAKUL, P.; VALVERDE, R. A.; CLARK, C. A.; FAUQUET, C. M. Properties of a begomovirus isolated from sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) infected with *curl virus*. **Revista Mexicana de Fitopatología**, Chapingo, v. 21, p. 128-136, 2003.

- LOTRAKUL, P.; VALVERDE, R. A.; CLARK, C. A.; SIM, J.; DE LA TORRE, R. Detection of a geminivirus infecting sweet potato in the United States. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, p. 1253-1257, 1998.
- LOZANO, G.; TRENADO, H. P.; VALVERDE, R. A.; NAVAS-CASTILLO, J. Novel begomovirus species of recombinant nature in sweet potato (*Ipomoea batatas*) and *Ipomoea indica*: taxonomic and phylogenetic implications. **Journal of General Virology**, London, v. 90, p. 2550-2562, 2009.
- LUAN, Y. S.; ZHANG, J.; LIU, D. M.; LI, W. L. Molecular characterization of curl virus isolate from China (SPLCV-CN) and its phylogenetic relationship with other members of the *Geminiviridae*. **Virus Genes**, Norwell-Mass, v. 35, p. 379-385, 2007.
- MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F. **Batata-doce**. Brasília: Embrapa-CNPB, 1987. 14 p. (Embrapa-CNPB. Circular Técnica, 3).
- MOYER, J. W.; JACKSON, G. V. H.; FRISON, E. A. (Ed.). **FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of sweet potato germplasm**. Rome: FAO/IBPGR 1989. 29 p.
- MOYER, J. W.; SALAZAR, L. F. Virus and virus-like diseases of sweet potato. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, p. 451-455, 1989.
- MUKASA, S. B.; RUBAIHAYO, P. R.; VALKONEN, J. P. T. Incidence of viruses and viruslike diseases of sweetpotato in Uganda. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, p. 329-335, 2003.
- MUKASA, S. B.; RUBAIHAYO, P. R.; VALKONEN, J. P. T. Interactions between a crinivirus, an ipomovirus and a potyvirus in coinfecting sweetpotato plants. **Plant Pathology**, London, v. 55, p. 458-467, 2006.
- PAPROTKA, T.; BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; RESENDE, R. O.; JESKE, H.; FARIA, J. C., et al. Genomic diversity of sweet potato geminiviruses in a Brazilian germplasm bank. **Virus Research**, Amsterdam, v. 149, p. 224-233, 2010.
- POZZER, L.; DUSI, A. N.; LIMA, M. I.; KITAJIMA, E. W. Caracterização de um isolado brasileiro de Sweet potato feathery mottle virus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 65-71, 1995a.
- POZZER, L.; DUSI, A. N.; LIMA, M. I.; KITAJIMA, E. W. Caracterização de um isolado brasileiro do Sweet potato feathery mottle virus infectando batata-doce. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 65-71, 1995b.
- POZZER, L.; SILVA, J. B. C.; DUSI, A. N.; KITAJIMA, E. W. Avaliação da taxa de reinfecção de plantas de batata-doce livre de vírus pelo Sweet potato feathery mottle virus em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 231-234, 1994.
- POZZER, L.; DUSI, A. N.; KITAJIMA, E. W. Transmissão do Sweet potato feathery mottle virus por afídeos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 274, 1993a. Resumo. Suplemento.
- POZZER, L.; DUSI, A. N.; SILVA, J. B. C.; KITAJIMA, E. W. Detecção de víruses na coleção de germoplasma de batata-doce do CNPH. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 289, 1993b. Resumo. Suplemento.
- POZZER, I.; SILVA, J. B. C.; DUSI, A. N. Avaliação de perdas por víruses na cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, p. 65, maio 1992. Resumo.
- RÄNNÄLI, M.; CZEKAJ, V.; JONES, R. A. C.; FLETCHER, J. D.; MU, L.; DAVIS, R.; VALKONEN, J. P. T. Molecular characterization of *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV) isolates from Easter Island, French Polynesia, New Zealand and southern Africa. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 93, p. 933-939, 2009.
- SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.). **Embrapa Hortaliças Sistema de produção**, 6. Versão eletrônica. Disponível em <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/index.htm>>
- SIM, J.; VALVERDE, R.; CLARK, C.; CHUN, S. C. Virus-like particles and cellular changes in plants infected with sweetpotato viruses. **The Plant Pathology Journal**, Korea, v. 24, n. 1, p. 36-45, 2008.

SOUTO, E. R.; SIM, J.; CHEN, J.; VALVERDE, R. A.; CLARK, C. A. Properties of strains of sweet potato feathery mottle virus and two newly recognized viruses infecting sweetpotato in the United States. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, p. 1226-1232, 2003.

TAIRO, F.; MUKASA, S. B.; JONES, R. A. C.; KULLAYA, A.; RUBAIHAYO, P. R.; VALKONEN, J. P. T. Unravelling the genetic diversity of the three main viruses involved in Sweet Potato Virus Disease (SPVD), and its practical implications. **Molecular Plant Pathology**, Beltsville, v. 6, n. 2, p. 199-211, 2005.

TORRES, A. C.; TEIXEIRA, D. M. C.; MOITA, A. W.; CAMPOS, M. de A. C. Recuperação de plantas de batata-doce livres de vírus a partir da regeneração direta de ápices caulinares. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, DF, v. 8, n. 3, p. 209-213, dez. 1996.

TAIRO, F.; KULLAYA, A.; VALKONEN, J. P. T. Incidence of viruses infecting sweet potato in Tanzania. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, p. 916-920, 2004.

UNTIVEROS, M.; FUENTES, S.; SALAZAR, L. F. Synergistic interaction of *Sweet potato chlorotic stunt virus (Crinivirus)* with carla-, cucumo-, ipomo-, and potyvirus infecting sweetpotato. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 91, p. 669-676, 2007.

VALVERDE, R. A.; CLARK, C. A.; VALKONEN, J. P. T. Viruses and virus disease complexes of sweetpotato. **Plant Viruses**, London, v. 1, n. 1, p. 116-126, 2007.

VALVERDE, R. A.; SIM, J. G.; LOTRAKUL, P. Whitefly transmission of sweet potato viruses. **Virus Research**, Amsterdam, v. 100, n. 1, p. 123-128, Mar. 2004.

WASSWA, P.; OTTO, B.; MARUTHI, M. N.; MUKASA, S. B.; MONGER, W.; GIBSON, R. W. First identification of a sweet potato begomovirus (sweepovirus) in Uganda: Characterization, detection and distribution. **Plant Pathology**, London, v. 60, n. 6, p. 1030-1039, Dec. 2011.

WOLTERS, P.; COLLINS, W.; MOYER, J. W. Probable lack of seed transmission of sweet potato feathery mottle virus in sweet potato. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 4, p. 448-449, Apr. 1990.

Circular Técnica, 126

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na Embrapa Hortaliças
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
C. Postal 218, CEP 70.351.970 – Brasília-DF
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
E-mail: cnph.sac@embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2013): 1.000 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Warley Marcos Nascimento
Editor Técnico: Fábio Akiyoshi Suinaga
Supervisor Editorial: George James
Secretária: Gislaine Costa Neves
Membros: Mariane Carvalho Vidal, Jadir Borges Pinheiro, Ricardo Borges Pereira, Ítalo Morais Rocha Guedes, Carlos Eduardo Pacheco Lima, Marcelo Mikio Hanashiro, Caroline Pinheiro Reyes, Daniel Basílio Zandonadi

Expediente Normalização bibliográfica: Antonia Veras
Edição eletrônica: André L. Garcia