

122

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

Francisco Vilela Resende

Eng. Agr., D. Sc.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
francisco.resende@embrapa.br



Viroses do alho no Brasil: importância e principais medidas de controle

Foto: André Dusi



Foto: Fernanda R. Fernandes

Introdução

O alho é um condimento amplamente utilizado na culinária regional e nacional, cujo sabor e propriedade condimentar são bastante apreciados. Ademais, é reconhecido pelo seu valor medicinal, em função de suas propriedades nutraceuticas e terapêuticas. Dentre as hortaliças cultivadas no Brasil, o alho ocupa posição de destaque tanto no aspecto econômico quanto social. Em 2010 foram colhidos 10.451 hectares e produzidas 104.126 toneladas, com rendimento médio de 10 ton/ha (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010). A maior área colhida se concentrou na região Sul (48,5%), seguida da Centro-Oeste (26,9%). Em relação à produção colhida, a do Centro-Oeste foi superior (39,2%) à do Sul (35,6%). Quanto à produtividade, deve ser ressaltado que o Centro-Oeste tem se despontado no cenário nacional, apresentando média de 14,5 ton/ha, seguida pela região Sudeste (11,3 ton/ha). É importante registrar que houve um aumento expressivo na produtividade desta cultura no Brasil, que passou de 6,3 t/ha em 2000 para cerca de 10 t/ha em 2011.

Um dos aspectos econômico-sociais mais relevantes da cultura do alho é que esta é intensiva em mão-de-obra, ocupando diretamente quatro homens dia por hectare durante o ciclo produtivo e outros quatro homens dia por hectare indiretamente na cadeia produtiva. É, portanto, uma cultura geradora de emprego e renda, especialmente para os pequenos agricultores (DUSI et al., 2011).

A despeito da importância dessa hortaliça no cenário nacional, o Brasil ainda não consegue suprir a demanda de abastecimento interno e importa grande parte do alho consumido (majoritariamente da China e Argentina), apesar de apresentar condições edafoclimáticas favoráveis ao adequado desenvolvimento da cultura. Nos últimos anos, a China vem incrementando a sua participação no mercado de alho no Brasil. É atualmente o maior produtor e exportador de alho no mundo (atingiu 18,5 milhões de toneladas em 2010, 85% do alho produzido mundialmente) (FAOSTAT, 2010). Já a Argentina, que produziu 130 mil toneladas em 2010, tem o Brasil como o seu principal comprador. Apesar de o Brasil ser um tradicional importador de alho, vários avanços foram alcançados pela pesquisa e extensão rural ao longo dos anos por meio da adoção de novas tecnologias de produção. Vale ressaltar a receptividade do agricultor ao conceito do uso de semente de qualidade fitossanitária como condição essencial para elevação dos ganhos em produtividade (MELO et al., 2011).

A qualidade do alho-semente deve ser levada em consideração no estabelecimento das lavouras, pois a multiplicação do alho via bulbilhos (assexuada) contribui para ampla disseminação de doenças, principalmente as viroses, que contribuem efetivamente para a degenerescência das plantas e redução da produtividade. O alho é hospedeiro natural de espécies virais pertencentes aos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus*, que têm sido detectadas em plantas de alho nas principais regiões produtoras em todo o mundo. Esses vírus são transmitidos por pulgões (potyvírus e carlavírus) ou por ácaros (allexivírus) e, geralmente, não ocasionam a morte das plantas. As plantas infectadas, então, passam a conviver com os vírus de forma crônica, que são perpetuados através de distintos ciclos de cultivo. Dessa forma, os vírus são disseminados e perpetuados em plantios sucessivos, acarretando a degenerescência (decréscimo gradativo da produção) da cultura, sendo que a maior parte das plantas de alho cultivadas está infectada por um ou mais vírus.

Levantamentos da diversidade viral em lavouras de alho foram conduzidos em vários países produtores, inclusive no Brasil, e tiveram início na década de 1970 (DUSI, 1995; FAJARDO et al., 2001; MELO

FILHO et al., 2004; FAYAD-ANDRE et al., 2011; MITUTI et al., 2011), os quais poderão auxiliar no estabelecimento de estratégias visando o manejo dessas doenças e, conseqüentemente, o aumento da qualidade fitossanitária do alho-semente e da produtividade nacional. Apresentamos a seguir uma descrição das doenças causadas por vírus na cultura do alho no Brasil.

Doenças virais

A cultura do alho é infectada por várias espécies de vírus que compõem um complexo viral. Já foram registrados mais de 10 vírus na cultura do alho no mundo (KING et al., 2012). No Brasil, sete espécies de vírus já foram relatadas infectando o alho, pertencentes aos três gêneros citados (FAJARDO et al., 2001; MELO FILHO et al., 2006; MITUTI et al., 2011). As infecções, simples ou múltiplas, provocam reduções de até 88% do potencial produtivo das plantas (WALKEY et al., 1989; CONCI, 1997; CANAVELLI et al., 1998; LOT et al., 1998; CAFRUNE et al., 2006). A infecção simultânea pode aumentar os danos devido ao efeito sinérgico entre os diferentes vírus do complexo viral que infectam a cultura.

Allexivirus:

Em relação às espécies do gênero *Allexivirus* (Família *Alphaflexiviridae*), estas se encontram amplamente distribuídas em todo o mundo. São transmitidas por ácaros. Em alguns países, como a Coreia, os allexivírus foram identificados como os mais abundantes dentre os vírus do complexo viral do alho, por estarem amplamente distribuídos em todas as regiões produtoras do país (KOO et al., 2002). Oito espécies de allexivírus são aceitas pelo Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV), todas associadas à cultura do alho: *Garlic virus A* (GarV-A), *Garlic virus B* (GarV-B), *Garlic virus C* (GarV-C), *Garlic virus D* (GarV-D), *Garlic virus E* (GarV-E), *Garlic virus X* (GarV-X), *Garlic mite-borne filamentous virus* (GarMbFV) e *Shallot virus X* (SVX).

No Brasil, foram detectadas três espécies (MELO FILHO et al., 2006; FAYAD-ANDRE et al., 2011): GarMbFV, GarV-C e GarV-D. Os allexivírus influenciam negativamente a produção de alho quando infectam em combinações com potyvírus (TAKAICHI et al., 2001). Entretanto, há falta

de informação acerca dos efeitos causados pela infecção, devido à dificuldade de se isolar cada espécie do complexo viral e à falta de antissoros espécie-específicos para a detecção.

Carlavirus:

O ICTV considera aceitas duas espécies do gênero *Carlavirus* (Família *Betaflexiviridae*) associadas à cultura do alho: *Garlic common latent virus* (GarCLV) e *Shallot latent virus* (SLV). São vírus transmitidos por afídeos.

O carlavírus mais comumente encontrado em alho é o GarCLV, primeiramente descrito na França (DELECOLLE e LOT, 1981) e posteriormente na Ásia, Europa, América do Norte, América do Sul, incluindo o Brasil (BELLARDI et al., 1995; TSUNEYOSHI et al., 1998; FAJARDO et al., 2001; PAPPU et al., 2005).

No Brasil, até meados de 2009, apenas o GarCLV havia sido detectado (FAJARDO et al., 2001). Em estudo recente, o SLV foi também detectado em amostras provenientes de São Manuel (SP) e Piraquara (PR), por meio de diagnose baseada em RT-PCR (MITUTI et al., 2011). As implicações da recente introdução e/ou identificação desta espécie em território nacional ainda não foram mensuradas.

Potyvirus:

O ICTV considera aceita três espécies do gênero *Potyvirus* (família *Potyviridae*) associadas à cultura do alho: *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV) e *Shallot yellow stripe virus* (SYSV) (KING et al., 2012). Os afídeos, transmissores desse grupo de vírus, possuem papel relevante na disseminação das fitoviroses.

O OYDV é encontrado mundialmente e é responsável por severas perdas na produção (DOVAS et al., 2001; MAHMOUD et al., 2008; SHAHRAEEN et al., 2008). É a espécie de vírus considerada como a principal causa da redução na produtividade na cultura. Na Sérvia, a infecção viral por OYDV reduziu significativamente os parâmetros de quantidade e qualidade da produção, e as plantas infectadas apresentaram crescimento reduzido, decréscimo na massa e diâmetro dos bulbos, assim como na produtividade e no conteúdo de matéria seca (BAGI et al., 2012).

O LYSV causa mosaico listrado (faixas amarelas) ao longo do limbo foliar e é facilmente transmitido por afídeos e ferramentas contaminadas, tais como tesouras (YOSHIDA et al., 2012). Lunello et al. (2007) observou que infecções simples de LYSV não ocasionam grande decréscimo no rendimento de bulbos, mas em combinação com outros vírus, o efeito é aumentado.

Os maiores danos à produção em alho têm sido atribuídos às infecções causadas por OYDV e LYSV, que são os dois potyvírus relatados no Brasil. A redução na massa e diâmetro dos bulbos pode ser acentuada quando estes potyvírus ocorrem associados a outras espécies virais na mesma planta (TAKAICHI et al., 2001).

Vírus pertencentes a outros gêneros relatados em alho:

Um vírus pertencente ao gênero *Fijivirus* (família *Reoviridae*), denominado *Garlic dwarf virus* (GDV), foi relatado em alho no sul da França em 1994 (LOT et al., 1994). Plantas afetadas apresentaram crescimento atrofiado, espessamento foliar, arroxamento das pontas das folhas e padrão de distribuição das folhas anormal. Ademais, o sistema radicular pouco denso e a presença de bulbos esponjosos, contendo poucos bulbilhos normais, caracterizam o quadro sintomatológico da doença.

Na Sérvia, em 2011, foi relatada, pela primeira vez, a ocorrência em alho do *Tomato spotted wilt virus* (TSWV, família *Bunyaviridae*, gênero *Tospovirus*), espécie de vírus que infecta muitas espécies de hortaliças, tais como tomate, pimentão e fumo. Foi observada uma incidência de plantas infectadas estimada em 40% com manchas e estrias cloróticas e uma elevada população de *Thrips tabaci* associada ao cultivo (STANKOVIC et al., 2012).

Iris yellow spot virus (IYSV; família *Bunyaviridae*, gênero *Tospovirus*) é um importante vírus nos campos de produção de bulbos e de sementes de cebola no mundo (GENT et al., 2004; PAPPU et al., 2009). O primeiro relato de um isolado de IYSV infectando alho ocorreu no Egito em 2012 (HAFEZ et al., 2012).

O relato dessas novas espécies virais em alho alerta para a importância dos monitoramentos realizados nas lavouras, além do aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas ferramentas de diagnóstico viral.

Sintomas

Plantas infectadas por vírus apresentam-se assintomáticas ou com sintomas variados de leves necroses a mosaicos estriados, seguidos de progressiva redução da área foliar, no porte das plantas e no peso dos bulbos, caracterizando subdesenvolvimento com baixo vigor vegetativo. Os sintomas típicos observados em folhas de alho são estrias de cor verde claro ou amarela, conhecidas como “mosaico do alho”, e geralmente os vírus detectados em alho não ocasionam morte das plantas, perpetuando-se através de distintos ciclos de cultivo, ajudados pela natureza agâmica da espécie.

Os sintomas não auxiliam na identificação do vírus, pois a infecção das plantas por vírus de diferentes espécies induz sintomas foliares semelhantes, e são mais evidentes em folhas jovens. Os sintomas são mais intensos quando há a infecção pelo complexo entre potyvírus e carlavírus, enquanto que a infecção somente com carlavírus induz sintomas mais atenuados (TAKAICHI et al., 1998).

Transmissão

As perdas ocasionadas por viroses em alho são potencializadas em razão de a cultura ser propagada vegetativamente e dos vírus serem também transmitidos, em condições de armazenamento e campo, por vetores.

Os afídeos, também conhecidos como pulgões, possuem aparelho bucal do tipo sugador e não causam danos diretos à cultura. No entanto, são considerados os mais importantes insetos vetores de vírus em plantas. Tanto para carlavírus como para potyvírus, a relação vírus-vetor é do tipo não persistente, ou seja, os insetos adquirem os vírus em picadas de prova em plantas infectadas ao buscarem uma fonte de alimentação, introduzindo os estiletos nas células do mesófilo foliar e, em seguida, já são capazes de transmitir, também em picadas de prova em planta sadia. Não há

necessidade dos afídeos se alimentarem nas plantas para transmitirem os vírus, tampouco é necessário que colonizem as plantas. Ao contrário, pulgões que não colonizam as plantas hospedeiras tendem a ser mais eficientes na transmissão dessas espécies virais, uma vez que acabam por realizar mais picadas de prova na busca por plantas adequadas para a sua alimentação (COSTA, 1998).

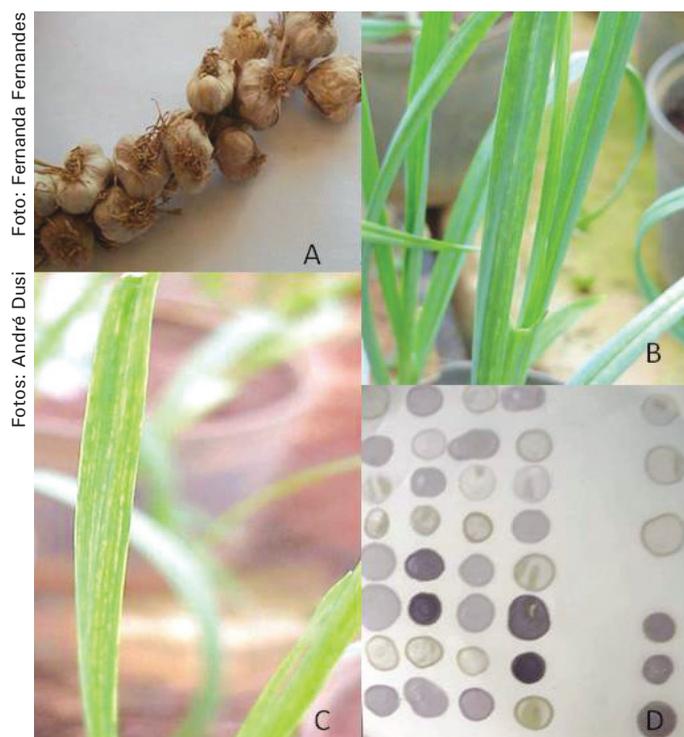
A disseminação dos allexivírus é realizada por ácaros, sendo que foi demonstrada a transmissão do GarV-C e GarV-D pelo ácaro eriofídeo *Aceria tulipae* (KING et al., 2012). Todos os allexivírus são transmitidos mecanicamente e nenhum é transmitido por afídeo. São transmitidos experimentalmente para *Chenopodium murale*, induzindo a formação de lesões locais.

Diagnose viral

É muito difícil a distinção sintomatológica entre as espécies que compõem o complexo viral do alho, em função de possuírem o mesmo círculo de hospedeiros experimentais e causarem sintomas similares nas plantas hospedeiras naturalmente infectadas. O uso de plantas indicadoras como ferramenta de diagnose é limitado também pelo fato da diversidade de plantas hospedeiras dos vírus que infectam o alho ser restrita à família *Alliaceae*. Essas plantas são indicadoras pouco eficientes para detecção por não apresentarem sintomas específicos para cada tipo de infecção.

A sorologia é um método empregado eficientemente para a diagnose de vírus em alho, sendo que vários centros de pesquisa produzem antissoros para a identificação desses vírus. Elisa é o principal método diagnóstico utilizado para teste de rotina em larga escala na detecção de vírus infectando alho (Figura 1).

Por meio do desenvolvimento de técnicas em biologia molecular, foi iniciada uma nova era da pesquisa na área da fitopatologia. Para os vírus de alho já existem alguns oligonucleotídeos disponíveis (TSUNEYOSHI et al., 1998; LEISOVA-SVODOBOVA e KARLOVA-SMEKALOVA et al., 2011). Além do RT-PCR tradicional, o RT-PCR quantitativo pode ser empregado para detecção do OYDV e LYSV, mostrando-se ambos mais eficientes quando comparados com o teste Elisa (LUNELLO et al., 2004).



Fotos: André Dusi

Foto: Fernanda Fernandes

Figura 1. (A) Aspecto dos bulbos de alho coletados em lavouras; (B) Aspecto de uma planta de alho oriunda de alho-semente infectado por vírus; (C) Sintomas foliares típicos da infecção viral; (D) Resultado da diagnose viral por pelo teste Elisa em membrana de nitrocelulose (NCM-Elisa). Embrapa Hortaliças, 2012.

Medidas gerais de controle

O controle das viroses, especialmente no caso do alho, é essencialmente preventivo. Diversos métodos têm sido empregados no controle dos vírus em alho, dentre eles a limpeza clonal, pela associação de termoterapia com micropropagação e indexação para os principais vírus, assim como a propagação controlada para obtenção de material básico de alta qualidade sanitária para multiplicações posteriores (Figura 2). Dessa forma, a estratégia ideal de controle das viroses do alho é o estabelecimento da lavoura com alho-semente livre de vírus para posterior propagação. As cultivares de alho que são submetidas à limpeza clonal apresentam melhor desempenho agrônomo em relação à mesma cultivar originária de propagação convencional, naturalmente infectada por vírus. Esta técnica tem contribuído para que as plantas sejam mais produtivas que plantas oriundas de multiplicação convencional (RESENDE, 1993; RESENDE et al., 1995; MELO FILHO et al., 2006). A obtenção de plantas sadias é o primeiro



Foto: Fernanda Fernandes

Figura 2. Produção de alho livre de vírus da cultivar Amarante – em fase de indexação. Embrapa Hortaliças, 2012.

passo para o melhor conhecimento das viroses que causam danos ao alho e seus agentes etiológicos e, principalmente, para a produção de lavouras com elevada qualidade fitossanitária (DANIELS et al., 1978).

Uma lavoura estabelecida com alho-semente oriundo de limpeza clonal geralmente resulta em plantas mais vigorosas (maior altura de planta; maior número de folhas), e os bulbos colhidos são maiores, aumentando a produtividade, o peso médio de bulbo e, conseqüentemente, a qualidade da produção. A avaliação da ocorrência de reinfecção natural após ciclos sucessivos da mesma semente original em cultivos comerciais de alho, um fenômeno também conhecido como degenerescência, é importante no sentido de determinar até qual geração o alho-semente obtido por limpeza clonal pode ser multiplicado, sem que ocorram reduções significativas na produtividade em função da degenerescência.

Silva et al. (2010) demonstraram que as cultivares Gigante Roxo, Gravatá, Gigante de Lavínia e Gigante Roxão, provenientes de multiplicação via cultivo de ápices caulinares, podem ser multiplicadas em condições de campo por pelo menos nove anos consecutivos, que a produtividade ainda será superior em relação ao uso de material propagativo que não passou inicialmente pelo processo de limpeza clonal. Melo Filho et al. (2006) verificaram em estudo conduzido no Brasil

por sete anos consecutivos, as características de degenerescência relacionadas à reinfecção no cultivo de alho, e registraram aumento de 141% da produção em plantas livres de vírus em relação às infectadas pelo complexo viral no primeiro ciclo, enquanto que, no quinto ciclo, ainda foi registrado aumento de 49%. Ainda segundo este ensaio, em condições experimentais com alta pressão de inóculo, até na sétima geração de plantio, a produção foi cerca de 30% maior que aquela obtida com o alho utilizado comumente pelo produtor.

Para o controle dos vetores transmissores de viroses na cultura do alho, existem poucas opções de manejo com relativa eficiência. No caso dos afídeos, o inseto vetor transmite o vírus em poucos segundos. Desta forma, a pulverização com inseticidas praticamente não tem efeito no controle, pois a transmissão poderá ocorrer antes que o afídeo morra em decorrência do contato ou da ingestão do inseticida (SATURNINO e CRUZ FILHO, 1980).

A associação de diversas práticas culturais é necessária para favorecer o pleno desenvolvimento da planta, bem como reduzir a disseminação de viroses no campo e, conseqüentemente, menor infecção do cultivo. As práticas mais eficientes utilizadas são evitar plantios sucessivos e o estabelecimento de culturas novas próximas às velhas, realizar o controle de plantas daninhas hospedeiras de afídeos e eliminar restos de culturas contaminados (DUSI, 1995). Pelo fato dos vírus facilmente reinfectarem lavouras saudas, a detecção eficiente da infecção viral e a remoção rápida das plantas infectadas, tornam-se medidas de controle essenciais para assegurar o potencial produtivo da lavoura. Por isso, a realização do plantio em área isenta de patógenos e vetores, em época apropriada e o uso de alho-semente com qualidade sanitária conhecida que assegure baixo nível de inóculo primário, constituem medidas de extrema importância para o sucesso desta cultura.

Assim, a alternativa de controle mais eficiente é o uso de alho-semente livre de vírus e seu plantio em condições que minimizem as reinfecções. O nível de reinfecção por meio de sucessivas gerações de multiplicação depende bastante da tolerância da cultivar, do nível populacional dos vetores e do isolamento de cultivos infectados.

Contribuições da Embrapa Hortaliças

Há aproximadamente 20 anos, a Embrapa Hortaliças, em cooperação com a Universidade de Brasília e outros colaboradores, realiza pesquisas que subsidiam um sistema de produção de alho-semente livre de vírus.

Neste período foram produzidas plantas livres de vírus via cultivo de ápices caulinares associado à termoterapia (TORRES et al., 2000), caracterização de espécies de *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus* associadas ao alho (FAJARDO et al., 2001; MELO FILHO et al., 2004), estimativa da degenerescência do alho livre de vírus (MELO FILHO et al., 2006), produção de antissoro policlonal para a detecção de GarV-C mediado por expressão *in vitro* da capa protéica (ALVES JÚNIOR et al., 2008) e antissoros polivalente e contra OYDV. Foram também desenvolvidas pesquisas visando à produção de sondas moleculares não-radioativas para hibridização molecular (FAYAD-ANDRE, 2011), que não foram eficientes para uso em sistemas de indexação.

Recentemente, foi validada uma tecnologia de produção de alho-semente junto a pequenos produtores na Bahia e Minas Gerais com alho comum das variedades Amaranthe e Cateto-Roxo (MELO et al., 2011) (Figura 3). Um dos resultados deste projeto foi a possibilidade de dobrar a produção e melhorar a qualidade dos bulbos produzidos (que se concentraram em classes igual ou maior que a classe 4) apenas com a substituição do alho-semente.



Foto: Fernanda Fernandes

Figura 3. Lavoura de alho de elevada qualidade fitossanitária. Embrapa Hortaliças, 2012.

Considerações finais

As viroses constituem um dos principais fatores que contribuem para a diminuição da produção e da qualidade dos bulbos. Medidas preventivas podem auxiliar no manejo das infecções virais e diminuir o seu impacto na produtividade das lavouras. O monitoramento das lavouras estabelecidas e dos bulbos importados quanto à presença de vírus, assim como a(s) espécie(s) envolvidas, é uma ação constante da pesquisa para subsidiar o delineamento de medidas de controle.

Referências

- ALVES JÚNIOR, M.; MARRACCINI, F. M.; MELO FILHO, P. A.; DUSI, A. N.; PIO-RIBEIRO, G.; RIBEIRO, B. M. Recombinant expression of Garlic virus C (GarV-C) capsid protein in insect cells and its potential for the production of specific antibodies. **Microbiological Research**, v. 163, n. 3, p. 354-361, Aug. 2008.
- BAGI, F.; STOJSIN, V.; BUDAKOV, D.; EL SWAEH, S. M. A.; GVOZDANOVIC-VARGA, J. Effect of onion yellow dwarf virus (OYDV) on yield components of fall garlic (*Allium sativum* L.) in Serbia. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 15, p. 2386-2390, 2012.
- BELLARDI, M. G.; MARANI, F.; BETTI, L.; RABITI, A. L. Detection of Garlic common latent virus (GCLV) in *Allium sativum* L. in Italy. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 34, n. 1, p. 58-61, 1995.
- CAFRUNE, E. E.; PEROTTO, M. C.; CONCI, V. C. Effect of two Allexivirus isolates on garlic yield. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, n. 7, Jul. p. 898-904, 2006.
- CANAVELLI, A.; NOME, S. F.; CONCI, V. C. Efecto de distintos virus en la producción de ajo (*Allium sativum*) Rosado Paraguayo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 354-358, set. 1998.
- CONCI, V. C. Virus y fitoplasmas de ajo. In: BURBA, J. L. (Ed.). **50 temas sobre producción de ajo**. Mendoza: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1997. p. 267-291, v. 3. Disponível em: < <http://inta.gov.ar/documentos/50-temas-sobre-produccion-de-ajo> > . Acessado em: 18 mar. 2013.
- COSTA, C. L. Vetores de vírus de plantas, In: Insetos. In: LUZ, W. C. (Ed). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 6, p. 103-171, 1998.
- DANIELS, J.; LIN, M. T.; KITAJIMA, E. W. Purificação de um potyvirus causador de mosaico do alho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 82, fev. 1978.
- DELECOLLE, B.; LOT, H. Garlic viruses: detection and partial characterization with immune electron microscopy of three different garlic populations with mosaic. **Agronomie**, Paris, v. 1, p. 763-770, 1981.
- DOVAS, I. C.; HATZILOUKAS, E.; SALOMON, R.; BARG, E.; SHIBOLETH, Y.; NIKOLAOS, I. K. Incidence of viruses infecting *Allium* spp. in Greece. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, p. 677-684, 2001.
- DUSI, A. N. Doenças causadas por vírus em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 183, p. 19-21, 1995.
- DUSI, A. N.; RESENDE, F. V.; FILHO, E. G.; MELO, W. F. Alho livre de vírus: tecnologia para aumento de produtividade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 4445-4449, jul. 2011. Suplemento Trabalho apresentado no 51. Congresso Brasileiro de Olericultura.
- FAJARDO, T. V. M.; NISHIJIMA, M.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; ÁVILA, A. C.; RESENDE, R. O. Garlic Viral Complex: Identification of Potyviruses and Carlavirus in Central Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 3, p. 619-626, Sept. 2001.
- FAOSTAT. 2010. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> > Acessado em 15/10/2012.
- FAYAD-ANDRE, M. de S.; DUSI, A. N.; RESENDE, R. O. Spread of viruses in garlic fields cultivated under different agricultural production systems in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 341-349, 2011.
- GENT, D. H.; SCHWARTZ, H. F.; KHOSLA, R. Distribution and incidence of Iris yellow spot virus in Colorado and its relation to onion plant population and yield. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, n. 5, p. 446-52, May 2004.

- HAFEZ, E. E.; ABDELKHALEK, A. A.; EL-MORSI, A. A.; EL-SHAHABY, O. A. EL-SHAHABY. First Report of Iris yellow spot virus Infection of Garlic and Egyptian Leek in Egypt. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 96, p. 592-594, April 2012.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, v. 37, 2010.
- KING, A. M. Q.; ADAMS, M. J.; CARSTENS, E. B.; LEFKOWITZ, E. J. **Virus taxonomy**: classification and nomenclature of viruses. London: Elsevier, Academic Press. 1327 p. (Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, 9).
- KOO, B. J.; KANG, S. C.; CHANG, M. U. Survey of garlic virus disease and phylogenetic characterization of garlic viruses of genus *Allexivirus* isolated in Korea. **Journal of Plant Pathology**, v. 18, p. 237-243, 2002.
- LEISOVA-SVOBODOVA, L.; KARLOVA-SMEKALOVA, K. Detection of Garlic Viruses Using SYBR Green Real-time Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction. **Journal of Phytopathology**, v. 159, n. 6, p. 429-434, Jun. 2011.
- LOT, H.; CHEVELON, V.; SOUCHE, S.; DELLECOLLE, B. Effects of Onion yellow dwarf virus and Leek yellow stripe virus on symptomatology and yield loss of three French garlic cultivars. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, p. 1381-1385, 1998.
- LOT, H.; DELECOLLE, B.; BOCCARDO, G.; MARSACHÌ, C.; MILNE, R.G. Partial characterization of reovirus-like particles associated with garlic dwarf disease. **Plant Pathology**, v. 43, n. 3, p. 537-546, Jun. 1994.
- LUNELLO, P.; DI RIENZO, J.; CONCI, V.C. Yield loss in garlic caused by Leek yellow stripe virus Argentinean isolate. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 91, p. 153-158, 2007.
- LUNELLO, P.; MANSILA, C.; CONCI, V.; PONZ, F. Ultra-sensitive detection of two garlic potyviruses using a real-time fluorescent (Taqman) RT-PCR assay. **Journal of Virological Methods**, Amsterdam, v. 118, p. 15-21, 2004.
- MAHMOUD, S. Y. M.; ABO-EL MAATY, S. A.; EL-BOROLLOS, A. M.; ABDEL-GHAFFAR, M. H. Identification of Onion yellow dwarf potyvirus as One of the Major Viruses Infecting Garlic in Egypt. **International Journal of Virology**, Pakistan, v. 4, p. 1-13, 2008.
- MELO FILHO, P.A.; NAGATA, T.; DUSI, A.N.; BUSO, J.A.; TORRES, A.C.; EIRAS, M.; RESENDE, R. O. Detection of three *Allexivirus* species infecting garlic in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 8, 735-740, 2004.
- MELO FILHO, P. A.; RESENDE, R. O.; CORDEIRO, C. M. T.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; DUSI, A. N. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 116, p. 95-101, 2006.
- MELO, W. F.; RESENDE, F. V.; FILHO, E. G.; DUSI, A. N. Da bancada ao agricultor: a transferência de tecnologia de alho livre de vírus aos agricultores familiares da Bahia. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 81-114, jan./abr. 2011.
- MITUTI, J.; MARUBAYASHI, M.; MOURA, M. F.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. First report of Shallot latent virus in garlic in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95, n. 2, p. 227, 2011.
- PAPPU, H. R., HELLIER, B. C., DUGAN, F. M. First report of Onion yellow dwarf virus, Leek yellow stripe virus, and Garlic common latent virus in garlic in Washington State. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 2, p. 205, Feb. 2005.
- PAPPU, H. R.; JONES, R. A. C.; JAIN, R. K. Global status of tospovirus epidemics in diverse cropping systems: Successes achieved and challenges ahead. **Virus Research**, Amsterdam, v. 141, n. 2, p. 219-236, May 2009.
- RESENDE, F. V. **Comportamento em condições de campo, de plantas de alho (*Allium sativum* L.) obtidas por cultura de meristemas**. 1993. 63 p. (Dissertação Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- RESENDE, F. V.; SOUZA, R. J. de; PASQUAL, M. Comportamento, em condições de campo, de clones de alho obtidos por cultura de meristema. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 1, p. 44-46, maio 1995.

SATURNINO, H. M.; CRUZ FILHO, J. Doenças da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 62, p. 47-59, 1980.

SHAHRAEEN, N.; LESEMANN, D. E.; GHOTBI, T. Survey for viruses infecting onion, garlic and leek crops in Iran. **Bulletin OEPP, EPPO Bulletin**, v. 38, n. 1, p. 131-135, Apr. 2008.

SILVA, E. C.; SOUZA, R. J.; PASQUAL, M. Diferenças de produtividade entre cultivares de alho obtidas por cultura de tecidos e multiplicação convencional, em um período de nove anos consecutivos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, p. 692-697, 2010.

STANKOVIĆ, I.; BULAJIĆ, A.; VUČUROVIĆ, A.; RISTIĆ, D.; MILOJEVIĆ, K.; NIKOLIĆ, D.; KRSTIĆ, B. First Report of Tomato spotted wilt virus Infecting Onion and Garlic in Serbia. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 96, p. 918, 2012.

TAKAICHI, M.; NAGAKUBO, T.; OEDA, K. Mixed virus infection of garlic determination by multivalent polyclonal antiserum and virus effects on disease symptoms. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 85, p. 71-75, 2001.

TAKAICHI, M.; YAMAMOTO, M.; NAGAKUBO, T.; OEDA, K. Four garlic viruses identified by reverse transcription-polymerase chain reaction and their regional distribution in northern Japan. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, p. 694-698, 1998.

TORRES, A. C.; FAJARDO, T. V. M.; DUSI, A. N.; RESENDE, R. O. Shootip culture and thermotherapy in recovering virus free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 3, p. 192-195, nov. 2000.

TSUNEYOSHI, T.; MATSUMI, T.; NATSUAKI, T.; SUMI, S. Nucleotide sequence analysis of virus isolates indicates the presences of three potyvirus species in Allium plants. **Archives of Virology**, New York, v. 143, n. 1, p. 97-113, Jan. 1998.

WALKEY, D. G. A.; ANTILL, D. N. Agronomic evaluation of virus-free and virusinfected garlic (*Allium sativum* L.). **Journal Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 64, n. 1, p. 53-60, Jan. 1989.

YOSHIDA, N.; SHIMURA, H.; YAMASHITA, K.; SUZUKI, M.; MASUTA, C. Variability in the P1 gene helps to refine phylogenetic relationships among leek yellow stripe virus isolates from garlic. **Archives of Virology**, New York, v. 157, n. 1, p. 147-153, Jan. 2012.

Circular Técnica, 122

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: Gislaíne 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