

CROP PROTECTION

Efeito da Época de Inoculação do Vírus do Mosaico das Nervuras por *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) no Desenvolvimento e na Produção do Algodoeiro

MARCOS D. MICHELOTTO¹ E ANTONIO C. BUSOLI²

¹Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Mirassol, APTA CENTRO NORTE, Rodovia Washington Luiz, km 445 C. postal 1013, 15025-990, São José do Rio Preto, SP, michelotto@aptaregional.sp.gov.br

²Depto. Fitossanidade, FCAV/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP acbusoli@fcav.unesp.br

Neotropical Entomology 35(2):251-256 (2006)

Effect of the Time of Inoculation of the Cotton Vein Mosaic Virus by *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) on Growth and Yield of Cotton Plants

ABSTRACT - *Aphis gossypii* Glover is the vector of the Cotton Vein Mosaic Virus (CVMV), which causes serious damages to cotton. This work was carried out in a greenhouse at UNESP – Universidade Estadual Paulista, in Jaboticabal, São Paulo State, Brazil, to evaluate the effect of inoculation date of the CVMV on growth and yield of cotton plants. Cotton plants of cultivar CNPA ITA 90 at 20, 27, 34, 41, 48 and 55 days after the emergency (DAE) received one wingless viruliferous adult of *A. gossypii*, which remained confined in the plants for 48h. The percentage of plants with the symptoms of the disease and its influence in the phenological aspects of cotton plant were evaluated. The age of the plants did not influence the transmission efficiency of CVMV by *A. gossypii*. Percentages of plants showing disease symptoms varied from 40% to 65% when inoculated at 20 and 48 DAE, respectively. Plant height was reduced in 54.5% when they were infected 20 DAE and 1.3% when infection occurred at 55 DAE, as compared to the control. The number and diameter of the bolls were also influenced by the age the plants were infected. Plants inoculated 20 DAE did not produce cotton. Plants inoculated 55 DAE produced 20.7 g of cotton/plant, significantly less than control plants (35.9 g/plant). The severity of the symptoms was directly associated to the age the plants were infected with CVMV.

KEY WORDS: *Gossypium hirsutum*, viral disease, vector

RESUMO - O pulgão *Aphis gossypii* Glover é vetor do vírus do mosaico das nervuras do algodoeiro (VMNA), que pode ocasionar sérios prejuízos à cultura algodoeira. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da época de inoculação do VMNA pelo pulgão no desenvolvimento e na produção das plantas de algodoeiro. O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação da UNESP – Universidade Estadual Paulista, em Jaboticabal, SP. Plantas de algodoeiro da cultivar CNPA ITA 90 com 20, 27, 34, 41, 48 e 55 dias após a emergência (DAE) receberam um adulto áptero e virulífero de *A. gossypii*, que permaneceu confinado nas plantas por um Período de Acesso à Inoculação (PAI) de 48h. Avaliou-se a percentagem de plantas com os sintomas da doença e a influência nos aspectos fenológicos das plantas de algodoeiro. A idade das plantas não influenciou a eficiência de transmissão do VMNA, com percentagens de plantas com sintomas da doença variando de 40% a 65% (20 e 48 DAE, respectivamente). A altura das plantas sofreu reduções de 54,5% (20 DAE) a 1,3% (55 DAE) em relação às plantas testemunhas. O número e diâmetro das maçãs também foram influenciados pela idade das plantas no momento da inoculação. Plantas inoculadas aos 20 DAE não produziram algodão. Plantas inoculadas aos 55 DAE produziram 20,7 g/planta, sendo significativamente inferior ao observado nas plantas sadias (35,9 g/planta). A severidade dos sintomas é diretamente relacionada com a idade das plantas de algodoeiro no momento da infecção.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*, doença virótica, vetor

O pulgão *Aphis gossypii* Glover é uma espécie cosmopolita, altamente polífago, tendo como hospedeiros mais de 80 espécies de plantas (Ebert & Cartwright 1997), além de transmitir mais de 50 vírus fitopatogênicos (Peña-Martínez 1992), dentre os quais o vírus do mosaico das nervuras do algodoeiro (VMNA). Michelotto & Busoli (2003a) estudaram a biologia de *A. gossypii* em algumas das principais cultivares atualmente comercializadas e em algumas plantas daninhas, e observaram alto potencial reprodutivo em todos os hospedeiros avaliados.

A introdução de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) de outros países como Estados Unidos e Austrália trouxe problemas devido à alta suscetibilidade desses genótipos ao VMNA, vírus da doença também chamada de doença azul, que não ocorria no Brasil desde a década de 70, em vista da utilização de genótipos nacionais resistentes (Freire 1999). A doença azul é atualmente uma das principais doenças do algodoeiro do cerrado brasileiro, devido à grande utilização de cultivares suscetíveis (Cia & Fuzatto 1999). Com a utilização dessas cultivares, as perdas de produtividade com a doença chegaram a 1.500 kg/ha de algodão em caroço (Freire 1999).

O planejamento de controle do pulgão *A. gossypii* passou a depender do nível de suscetibilidade de cada cultivar. Em cultivares suscetíveis (CNPA ITA 90, Deltapine Acala 90 e IAC 22) tem-se adotado o controle quando 5% a 10% das plantas apresentam pulgões, enquanto que em cultivares resistentes (Deltaopal, CNPA ITA 96, Coodetec 401) o controle é iniciado quando 50% de plantas apresentam pulgões (Santos 1999).

Por se tratar da mesma espécie vetora (*A. gossypii*) e pela semelhança entre os sintomas do VMNA, da “maladie bleue” e da “enfermidad azul” que ocorrem no Brasil, África e Argentina, respectivamente, supõe-se que seja a mesma doença. Apesar de esse vírus possuir algumas características da família *Luteoviridae*, testes moleculares utilizando *primers* universais para o vírus do enrolamento da folha da batata (*Potato leafroll virus* - PLRV) e teste DAS-ELISA utilizando antissoros policlonais do vírus do nanismo amarelo da cevada (*Barley yellow dwarf virus* - BYDV), PLRV e o vírus do amarelecimento foliar da cana-de-açúcar (*Sugarcane yellow leaf virus* - ScYLV) apresentaram resultados negativos (Takimoto 2003). Recentemente, Corrêa *et al.* (2005) confirmaram através de testes moleculares a origem viral da doença, sugerindo que a mesma seja nomeada como *Cotton leafroll dwarf virus* (CLRDV), pertencente ao gênero *Polerovirus*, família *Luteoviridae*.

Os sintomas do VMNA nas plantas de algodoeiro consistem em rugosidade e curvatura dos bordos foliares para baixo, principalmente nas folhas mais novas, clareamento das nervuras, formando mosaico, seguido de escurecimento das folhas mais velhas, encurtamento dos internódios, e conseqüente redução do porte da planta. A forma Ribeirão Bonito provoca sintomas mais acentuados, reduzindo drasticamente o desenvolvimento das plantas (Costa & Carvalho 1962, Costa *et al.* 1997). Costa & Forster (1938) observaram que o período de incubação da doença varia de 29 a 69 dias, quando a transmissão ocorre através de enxertia. Michelotto & Busoli (2003b) visualizaram os

sintomas da doença a partir dos 25 dias após o período de acesso à inoculação (PAI), e continuaram a aparecer por mais 15 dias. Os autores observaram, ainda, que os adultos ápteros transmitiram o vírus a 86,7% e 95,6% das plantas das cultivares Coodetec 402 e CNPA ITA 90, respectivamente. Já as ninfas transmitiram a 77,8% das plantas de ambas as cultivares. Segundo Cauquil (1977), os alados são os responsáveis pela introdução do vírus na cultura e as demais fases do inseto pela disseminação da doença nas plantas adjacentes.

Este trabalho teve por objetivo estudar o efeito da época de inoculação do VMNA pelo pulgão *A. gossypii* no desenvolvimento e produção das plantas de algodoeiro.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação, no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp (Universidade Estadual Paulista), em Jaboticabal, SP.

Criação de manutenção dos pulgões virulíferos. O isolado do VMNA empregado no estudo da interação vetor-patógeno foi obtido de plantas da cultivar CNPA ITA 90, considerada altamente suscetível (Cia & Fuzatto 1999, Freire 1999), originárias de um plantio comercial do município de Chapadão do Sul, MS, com sintomas da doença. Os procedimentos utilizados foram semelhantes aos descritos por Michelotto & Busoli (2003b) que consistem em transplantar as mudas para vasos de polietileno de 5 L e isoladas por meio de gaiolas de estrutura metálica revestidas por uma tela antiáfideo (60 cm de diâmetro x 120 cm de altura). Nessas plantas foram colocados exemplares de *A. gossypii* para se alimentarem e reproduzirem, oriundos de plantas de algodoeiro, cultivar DeltaOpal, resistente ao vírus (Cia & Fuzatto 1999), do Campus da FCAV/Unesp, em Jaboticabal.

Instalação do experimento. A semeadura da cultivar CNPA ITA 90 foi realizada em 20/01/2004, em recipientes de polietileno de 10 L contendo uma mistura de solo, vermiculita e esterco (2:2:1) e 100 g da fórmula NPK (04-14-08). A adubação de cobertura foi de 60 g/vaso da fórmula NPK (20-05-20), dividida em duas aplicações, sendo a primeira com metade da dose, aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE) e a outra metade aos 60 DAE. Após a germinação das plantas foi realizado um desbaste, mantendo-se duas plantas por recipiente.

As inoculações foram realizadas aos 20, 27, 34, 41, 48 e 55 DAE das plantas de algodoeiro, colocando-se na face abaxial da terceira folha a partir do ápice de cada planta (Vendramim & Nakano 1981), com o auxílio de um pincel, um adulto áptero de *A. gossypii*. Os pulgões eram oriundos da criação de manutenção e foram previamente alimentados nas plantas afetadas com o vírus. Cada pulgão permaneceu confinado na folha por 48h, por meio de pequenas gaiolas descritas por Michelotto & Busoli (2003b). Para cada idade das plantas (tratamentos) foram inoculadas 20 plantas (repetições). Como testemunhas foram mantidas 20 plantas

de algodoeiro sem a inoculação do vírus, mantendo-as livres de pulgões por meio de gaiolas e tela antiafídeo já descritas anteriormente. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado. Aos 50 DAE das plantas, realizou-se uma aplicação na dose de 500 ml/ha de regulador de crescimento de plantas (cloreto de mepiquat), para evitar o crescimento excessivo das plantas de algodoeiro de todos os tratamentos, inclusive das testemunhas.

Parâmetros avaliados. Avaliou-se, aos 90 DAE, o número de plantas que apresentavam os sintomas do VMNA, calculando-se as respectivas percentagens de plantas infectadas. Aos 110 DAE foram analisados os aspectos fenológicos das plantas afetadas pelo VMNA nas diferentes idades, medindo-se a altura (cm), número e diâmetro (mm) das maçãs produzidas/planta. No final do ciclo, realizou-se a colheita dos capulhos de algodão/planta, que posteriormente foram pesados em balança eletrônica de precisão.

Análise estatística. Os dados relacionados à percentagem de plantas com os sintomas do VMNA foram comparados pelo teste de Qui-quadrado (χ^2), a 5% de probabilidade. Os dados de altura (cm), número de maçãs/planta, diâmetro (mm) de maçãs e produção de algodão em caroço (g/planta) foram submetidas à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em razão da ausência de maçãs e de produção em algumas plantas, para efeito de análise estatística, os dados originais foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

Para melhor caracterização de uma possível relação funcional entre a percentagem de redução dos parâmetros avaliados em relação à testemunha e a idade das plantas no momento da inoculação do vírus, foi realizada uma análise de Regressão Polinomial, determinando-se as curvas mais ajustadas e os respectivos coeficientes de determinação (R^2).

Resultados e Discussão

A percentagem de plantas que apresentaram os sintomas

do VMNA não foi influenciada pela idade das plantas, cujas percentagens variaram de 40% (20 DAE) a 65% (48 DAE) (Tabela 1). A percentagem média de 54,2% (Tabela 1) ficou abaixo do percentual observado por Michelotto & Busoli (2003b), de 77,8% e 95,6% das plantas da cultivar CNPA ITA 90, com sintomas da doença, quando inoculadas por ninfas (3^o/4^o estádios) e adultos de *A. gossypii*, respectivamente. Em condições de campo, Santos *et al.* (2004) observaram médias de 2,2% e 13,8% das plantas da mesma cultivar com os sintomas do VMNA, com e sem controle do pulgão, respectivamente. Essas diferenças na eficiência da transmissão podem ser influenciadas por diversos fatores. De acordo com Sylvester (1980), a duração dos períodos de aquisição e inoculação do vírus pelos pulgões, temperatura, número de insetos por planta-teste e a idade e forma dos afídeos podem influenciar.

A percentagem de plantas infectadas parece não ser influenciada pela idade das mesmas, mas é importante na expressão e severidade dos sintomas da doença. Plantas de gramíneas infectadas precocemente evidenciaram melhor os sintomas de BYDV transmitido por diferentes espécies de afídeos (Oswald & Houston 1953, Smith 1967). Resultados semelhantes foram observados por Smith (1989) em plantas de beterraba infectadas pelo *Beet yellows virus* (BYV) e *Beet mild yellowing* (BWYV), transmitido por afídeos.

A inoculação do VMNA nas diferentes idades das plantas afetou todos os parâmetros avaliados (Tabela 2). A altura das plantas inoculadas variou de 37,6 cm (20 DAE) a 78,1 cm (55 DAE). A curva mais ajustada para a regressão entre a idade das plantas no momento da inoculação e a percentagem de redução da altura das plantas em relação à testemunha foi a polinomial de 2^o grau, com redução de até 54,4% (Fig. 1a). De acordo com Cauquil & Vaissayre (1971), quanto mais precoce é a infecção pela *maladie bleue*, menor o desenvolvimento da planta.

O número de maçãs foi reduzido significativamente nas plantas inoculadas precocemente. Plantas inoculadas pelo vírus aos 20 DAE apresentaram média de 0,2 maçã/planta,

Tabela 1. Influência da idade das plantas de algodoeiro (cultivar CNPA ITA 90) na percentagem de transmissão do vírus do mosaico das nervuras pelo pulgão *A. gossypii*. Jaboticabal, SP, 2004.

Época de inoculação (DAE)	Nº de plantas inoculadas	Nº plantas com sintomas	Percentagem de plantas com sintomas
20	20	8	40
27	20	12	60
34	20	10	50
41	20	10	50
48	20	13	65
55	20	12	60
Média	120	65	54,2
χ^2	-	-	3,39 ^{ns}

DAE = dias após a emergência das plantas;

^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Danos causados às plantas de algodoeiro (cultivar CNPA ITA 90) pelo vírus do Mosaico das Nervuras transmitido pelo pulgão *A. gossypii* em diferentes idades das plantas. Jaboticabal, SP. 2004.

Época de inoculação (DAE)	Altura (cm) das plantas aos 110 DAE	N ^o médio de maçãs/planta aos 110 DAE	Diâmetro médio (mm) de maçãs aos 110 DAE	Algodão em caroço g/planta
20	37,6 ± 1,93 e (n = 8)	0,2 ± 0,16 d (n = 8)	11,9 ± 0,70 d (n = 2)	0,0 ± 0,00 e (n = 8)
27	49,1 ± 1,12 d (n = 12)	0,6 ± 0,23 d (n = 12)	18,5 ± 1,56 cd (n = 5)	1,3 ± 0,57 de (n = 12)
34	67,7 ± 1,79 c (n = 10)	3,0 ± 0,60 c (n = 10)	20,4 ± 1,03 c (n = 10)	2,9 ± 0,81d (n = 10)
41	72,7 ± 3,12 bc (n = 10)	6,2 ± 0,71 b (n = 10)	22,8 ± 0,96 bc (n = 10)	11,9 ± 1,46 c (n = 10)
48	74,3 ± 1,76 bc (n = 13)	7,0 ± 0,96 ab (n = 13)	20,5 ± 1,00 c (n = 13)	14,0 ± 1,37 c (n = 13)
55	78,1 ± 1,32 ab (n = 12)	8,4 ± 0,73 ab (n = 12)	25,1 ± 0,81 b (n = 12)	20,7 ± 2,07 b (n = 12)
Testemunha	82,6 ± 0,67 a (n = 20)	9,3 ± 0,43 a (n = 20)	31,2 ± 0,50 a (n = 20)	35,9 ± 1,44 a (n = 20)
F	95,61*	49,12*	34,09*	127,75*
CV	8,10	19,91	12,23	18,10

DAE = Dia após a emergência das plantas; n = número de repetições; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

enquanto que plantas inoculadas aos 55 DAE apresentaram número médio de 8,4 maçãs/planta (Tabela 2). A curva ajustada para a regressão polinomial entre a idade das plantas no momento da inoculação e a percentagem de redução do número de maçãs em relação à testemunha foi a polinomial de 3^o grau (Fig.1b). As plantas inoculadas aos 20 DAE apresentaram maçãs com diâmetro médio de 11,9 mm, enquanto que plantas inoculadas aos 55 DAE, apresentaram média de 25,1 mm (Tabela 2). A regressão entre a percentagem de redução do diâmetro médio das maçãs em relação à testemunha em função da idade das plantas inoculadas também seguiu o modelo cúbico (Fig.1c). Em plantas de algodoeiro infectadas pela *maladie bleue*, Cauquil & Vaissayre (1971) também observaram redução no número e tamanho das maçãs, e que em infecções precoces, as maçãs caem antes da maturidade, fato este também observado neste ensaio.

Os danos anteriormente analisados (altura das plantas, número e diâmetro de maçãs por planta) causados pelo VMNA nas diferentes idades das plantas, implicaram em significativa redução na produção de algodão em caroço (Tabela 2). Plantas inoculadas aos 20 DAE não chegaram a produzir capulhos, pois os botões florais produzidos murcharam e acabaram sendo abortados (*shedding*). Aos 55 DAE, fase em que as plantas já haviam iniciado o período de florescimento, produziram em média 20,7 g/planta, significativamente inferior ao observado nas plantas da testemunha (35,9 g/planta), correspondendo a perdas de 42,4% produção de algodão em caroço/planta. A curva

ajustada para a regressão polinomial entre a idade das plantas no momento da inoculação do VMNA e a percentagem de redução da produção de algodão em relação à testemunha seguiu o modelo quadrático (Fig.1d). Cauquil & Follin (1983) observaram que plantas inoculadas com aproximadamente 50 DAE resultam em total esterilidade das plantas de cultivares suscetíveis a *maladie bleue*. Já aos 100 DAE das plantas, as perdas variaram de 15% a 50%. Os danos ocasionados por essa doença estendem-se às sementes, que apresentam menor peso e às fibras que apresentam redução de 10% no comprimento e menor resistência (Cauquil 1977, Dych 1979). Brown (1992) afirma que, em infecções tardias, os danos ocasionados pelo VMNA são praticamente nulos. Santos *et al.* (2004) observaram que em condições de campo, a produção de algodão da cultivar Deltapine Acala 90 sofreu redução de 44,5% em relação à cultivar DeltaOpal, sem o controle químico do pulgão. Entretanto, quando realizado o controle do pulgão, esta redução foi de apenas 13,8%.

As plantas infectadas precocemente pelo VMNA tornam-se completamente estéreis e, mesmo quando as plantas são infectadas em pleno período de florescimento, os danos são ainda significativos. Dessa forma, a destruição rápida dos restos culturais do ano anterior, o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos, a época de semeadura, a manutenção do inseto vetor em baixa população e a utilização de cultivares resistentes ao vírus são medidas necessárias para se evitar os prejuízos ocasionados pela doença

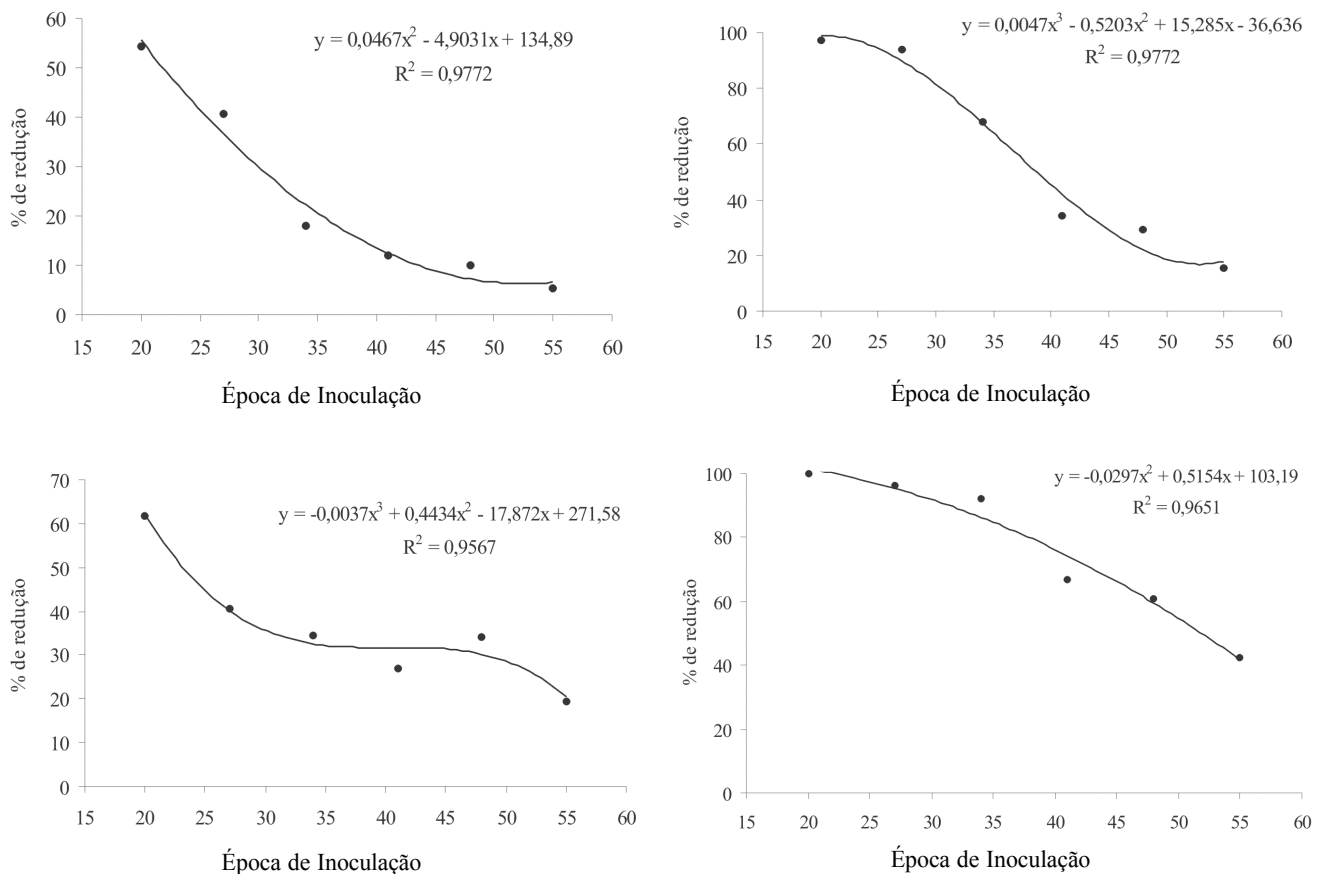


Fig. 1. Curva ajustada para a regressão polinomial entre a percentagem de redução da altura média das plantas (a), do número médio de maçãs/planta (b), do diâmetro médio das maçãs (c), da produção média de algodão em caroço/planta (d) em relação à testemunha e a idade das plantas de algodoeiro (DAE) no momento da inoculação do vírus do mosaico das nervuras pelo pulgão *A.gossypii*. Jaboticabal, SP, 2004.

principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas de algodoeiro.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor.

Referências

- Brown, J.K. 1992. Virus diseases of cotton, p.275-329. In R.J. Hillocks (ed.), Cotton diseases. CAB International, Wallingford, UK, 415p.
- Cauquil, J. 1977. Etudes sur une maladie d'origine virale du cotonnier: La maladie bleue. *Coton Fibres Trop.* 32: 259-278.
- Cauquil, J. & J.C. Follin. 1983. Presumed virus and mycoplasma-like organism diseases in subsaharan Africa and the rest of the world. *Coton Fibres Trop.* 38: 293-317.
- Cauquil, J. & M. Vaissayre. 1971. La "maladie bleue" du cotonnier en Afrique: Transmission de cotonnier a cotonnier par *Aphis gossypii* Glover. *Coton Fibres Trop.* 26: 463-466.
- Cia, E. & M.G. Fuzatto. 1999. Manejo das doenças na cultura do algodão, p.121-131. In E. Cia, E.C. Freire & W.J. Santos (eds.), *Cultura do algodoeiro*. Piracicaba, Potafós, 286p.
- Corrêa, R.L., T.F. Silva, J.L. Simões-Araújo, P.A.V. Barroso, M.S. Vidal & M.F.S. Vaslin. 2005. Molecular characterization of a virus from the family *Luteoviridae* associated with cotton blue disease. *Arch. Virol.* 150: 1357-1367.
- Costa, A.S. & A.M.B. Carvalho. 1962. Moléstias de vírus do algodoeiro. *Bragantia* 21: 45-62.
- Costa, A.S., F.C. Juliatti & O. Ruano. 1997. Algodão (*Gossypium hirsutum* L.): Doenças causadas por vírus, p.571-582. In F.X.R. do Vale & L. Zambolim (eds.), *Controle de doenças de plantas: Grandes culturas*. Viçosa, UFV, 1131p.
- Costa, A.S. & S. Forster. 1938. Nota preliminar sobre uma nova moléstia de vírus do algodoeiro: Mosaico das nervuras. *Rev. Agric.* 13: 187-191.
- Dych, J.M. 1979. La maladie bleue du cotonnier au Tchad. *Coton Fibres Trop.* 34: 229-238.

- Ebert, T.A. & B. Cartwright. 1997. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Southwest. Entomol. 22: 116-153.
- Freire, E.C. 1999. Doença azul tem solução. Cultivar 1: 64-65.
- Michelotto M.D. & A.C. Busoli 2003a. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera: Aphididae) em três cultivares de algodoeiro e em três espécies de plantas daninhas. Cienc. Rural 33: 999-1004.
- Michelotto M.D. & A.C. Busoli 2003b. Eficiência de ninfas e adultos de *Aphis gossypii* Glov. na transmissão do vírus do mosaico das nervuras do algodoeiro. Bragantia 62: 255-259.
- Oswald, J.W. & B.R. Houston 1953. The yellow dwarf virus disease of cereal crops. Phytopathology 43: 128-136.
- Peña-Martinez, R. 1992. Identificación de afidos de importância agrícola. p. 1-135. In C. Urias-M., R. Rodríguez-M. & T. Alejandre-A. Afidos como vectores de virus en México. Montecillo, Centro de Fitopatologia, v.2, 225p.
- Santos, K.B., P.M.J. Neves & W.J. Santos. 2004. Resistência de cultivares de algodoeiro ao vírus do mosaico das nervuras transmitido pelo pulgão *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae). Neotrop. Entomol. 33: 481-486.
- Santos, W.J. 1999. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro, p.134-179. In E. Cia, E.C. Freire & W.J. Santos (eds.), Cultura do algodoeiro. Piracicaba, Potafôs, 286p.
- Smith, H.C. 1967. The effect of aphid numbers and stage of growth in determining tolerance to barley dwarf virus in cereal. J. Agric. Res. 10: 455-456.
- Smith, H.G. 1989. Distribution and infectivity of yellowing viruses in field-grow sugar-beet plants. Ann. Appl. Biol. 114: 481-487.
- Sylvester, E.S. 1980. Circulative and propagative virus transmission by aphids. Annu. Rev. Entomol. 25: 257-286.
- Takimoto, J.K. 2003. Estudo da relação vetor-patógeno-hospedeiro para a doença azul do algodoeiro. Dissertação de mestrado, IAC, Campinas, 97p.
- Vendramim, J.D. & O. Nakano. 1981. Aspectos biológicos de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homoptera: Aphididae) em algodoeiro. An. Soc. Entomol. Bras. 10: 163-173.

Received 19/IV/05. Accepted 14/XI/05.
