

Efeito de fitovirozes na produção de alface transplantada com mudas produzidas em telado a diferentes distâncias da fonte de inóculo

Luciana Maestro Borges, Humberto Silva Santos*, Eliezer Rodrigues de Souto, Carlos Alberto Scapim, Fernando Alves de Albuquerque, José Usan Torres Brandão Filho, Osni Callegari e Isadora Alvarenga Santos

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: hssantos@uem.br

RESUMO. Com o objetivo de avaliar os efeitos dos períodos de permanência das mudas de alface em telado antiafídeo e da distância da fonte principal de inóculo na ocorrência de fitovirozes e na produção de alface, cv. Verônica, foram conduzidos três experimentos em Maringá, Estado do Paraná, durante o período de junho a setembro de 1999. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, quando foram avaliados sete períodos de proteção das mudas: 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias. Após cada período de proteção, as mudas foram transferidas para um abrigo com cobertura plástica e expostas a insetos vetores dos vírus, até atingirem o ponto de transplante. Os experimentos foram instalados, respectivamente, a distâncias que variaram entre 20 e 41 m, 41 e 62 m e 62 e 83 m da fonte principal de inóculo - cultura com maior idade e apresentando sintomas característicos de infecção viral. Não se verificou efeito dos períodos de proteção das mudas na severidade dos sintomas de viroses e nas características de crescimento e produção. O efeito da distância da fonte de inóculo, entretanto, foi inversamente proporcional à severidade dos sintomas de viroses e diretamente proporcional ao crescimento e produção da alface. Os sintomas induzidos - danos - foram atribuídos ao LMV e ao LeMoV.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., LMV, LeMoV, controle cultural.

ABSTRACT. Effect of viral diseases on the production of lettuce grown under screened condition and transplanted at different distances from the source of inoculum. The effect of growing seedlings under screen house during different periods and transplanting at different distances from the source of inoculum were evaluated for viral disease effect on the production of lettuce Veronica cultivar. The experiments were conducted from June to September, 1999, adopting an entirely randomized experimental design with three replications. Seven periods of seedling protection and three planting distances from the virus inoculum's source were tested. After each period of protection, the seedlings were maintained under anti-aphid screen and transferred to a greenhouse exposed to natural virus infection until they reached the stage of transplanting. No significant differences among the treatments regarding the time of protection of the seedlings, were observed. A gradient of production was also verified, that is, the further from the source of inoculum, the larger the productivity. The induced symptoms were attributed to LMV and LeMoV.

Key words: *Lactuca sativa* L., LMV, LeMoV, cultural control.

Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem sido a hortaliça folhosa mais cultivada e consumida no Brasil, o que determina a sua importância econômica e social. Entre os Estados brasileiros, o Paraná destaca-se como um dos principais produtores, com área cultivada de 2.050 ha e produção anual de 43.043 toneladas (Paraná, 2001).

A alficultura pode ser caracterizada pela intensividade do processo produtivo, pela acirrada

concorrência comercial e pela perecibilidade do produto, o que impõe aos produtores rígidas exigências em termos de produção e comercialização, principalmente quanto à necessidade de manter a quantidade, a qualidade e a regularidade de oferta do produto. A ocorrência de fitovirozes, entretanto, crítica no período de junho a setembro em várias regiões produtoras, e, em particular, na região de Maringá, Estado do Paraná, tem sido apontada como a principal responsável por

frustrações de safra, prejuízos financeiros, infidelidade da clientela e desabastecimento.

As doenças viróticas, atualmente, podem ser consideradas como o maior problema fitossanitário da cultura da alface e que, dependendo das condições ambientais e dos cuidados dispensados à cultura, podem ser responsáveis por perdas de até 100% (Resende e Cupertino, 1995). Ainda, segundo Kitajima et al. (1980), a maior incidência de mosaico da alface ocorre no período de março a setembro e causa perdas de 70 a 80%.

A alface pode ser infectada por diversos vírus. Muitos deles, porém, são de ocorrência esporádica. No Brasil, conforme Zerbini (1995), apenas dois chegam a causar danos econômicos expressivos que justificam a adoção de medidas de controle: o vírus do mosaico do alface (*Lettuce mosaic virus* - LMV - família *Potyviriidae*, gênero *Potyvirus*) e o vírus do mosqueado do alface (*Lettuce mottle virus* - LeMoV - possível membro da família *Sequiviridae*) (Jadão et al., 2004).

O LMV, considerado o agente causal de mosaico de maior importância na cultura de alface (Pavan e Kurozawa, 1997), encontra-se disseminado por todo o mundo (Dinant e Lot, 1992). Os sintomas são mosaico e deformação foliar, com conseqüente redução do crescimento e queda na produtividade. Estes apresentam variações conforme o cultivar e a estirpe ou patótipo do vírus, observando-se que fatores ambientais como temperatura, luz e nutrição podem influenciar a expressão dos sintomas (French e Herbert, 1980).

A gama de hospedeiras é bem ampla, infectando 17 famílias: incluem-se 60 gêneros e 121 espécies botânicas (Dinant e Lot, 1992). Segundo Horvath (1980), algumas dessas espécies são mais comumente utilizadas como diferenciadoras para diagnose do LMV, mediante os sintomas macroscópicos, causados pela presença do vírus na planta.

A disseminação do LMV pode ocorrer por meio de sementes obtidas de plantas infectadas ou por afídeos, de maneira não persistente, sendo o *Myzus persicae* a espécie mais eficiente (Edwardson e Christie, 1991).

O LeMoV, por outro lado, pode ser erroneamente diagnosticado, pois induz sintomas idênticos àqueles causados pelo LMV. Deste modo, é provável que os efeitos mais danosos desse vírus possam ser decorrentes de sua diagnose equivocada com o LMV, podendo, inclusive, os informes de quebra de resistência do LMV serem causados pelo LeMoV (Marinho e Kitajima, 1986; Zerbini, 1995).

A transmissão do LeMoV é feita facilmente por

inoculação mecânica e seu círculo de hospedeiras está restrito às espécies vegetais *Lactuca sativa* L. (mosqueado e mosaico sistêmico); *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyner e *C. quinoa* Willd (lesões cloróticas locais, podendo evoluir a mosaico sistêmico nesse último); *C. murale*, *Gomphrena globosa* L. (lesões locais) e *Zinnia elegans* Jacq (infecção latente). Esse vírus não é transmitido por meio de sementes e tem como vetor o afídeo *Hyperornyzus lactucae*, que o transmite de maneira não persistente (Marinho et al., 1982).

Devido a seu modo de interação com a planta, os vírus compõem um grupo especial de patógenos, cujos métodos de controle devem ser, na sua grande maioria, de caráter preventivo (Sigvald, 1998), principalmente o controle do vetor, o uso de cultivares resistentes ou tolerantes e práticas culturais.

Pressupõe-se, portanto, que para o controle eficiente das fitoviroses, o vírus tenha sido identificado corretamente, que haja um bom conhecimento do complexo ecológico-epidemiológico do vírus, isto é, como o vírus se comporta em relação a seus hospedeiros, à presença de vetores e fontes de infecção em determinados ambientes e como se dá a incidência da doença (Warterworth e Hadidi, 1998).

Algumas soluções práticas consistem em controlar as viroses indiretamente, interferindo na sua ecologia natural e protegendo as culturas da infecção ou, pelo menos, reduzindo seus efeitos. Se as sementes ou mudas plantadas estiverem livres de vírus e não houver nas redondezas nenhuma fonte de inóculo, ou seja, hospedeiras vivas para o vírus e para o vetor, a chance de se evitar uma epidemia é bem grande (Sigvald, 1998). O principal objetivo, portanto, deve ser o de impedir ou retardar ao máximo a entrada do vírus na lavoura. Nesse sentido, Doodson e Saunders (1970), obtiveram resultados que evidenciaram a eficiência dessa estratégia quando estudaram o efeito da época de infecção com o vírus do nanismo amarelo da cevada (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV) na produção de aveia.

A complexidade apresentada por patossistemas virais impõe, todavia, a necessidade de se adotar um conjunto de medidas, com diferentes abordagens simultâneas, para que sejam satisfatoriamente eficientes. Nesse sentido, escolha da área de plantio longe de fontes de vírus e do vetor pode ser considerada medida de controle, pois quanto mais longe da cultura estiver a fonte de inóculo, menor e mais retardada será a sua introdução na cultura (Figueira, 2000). Esse fato já havia sido constatado

por Shepherd e Hills (1970), quando investigaram a incidência dos vírus do mosaico e do amarelo da beterraba em lavouras situadas a diferentes distâncias da fonte de inóculo. Os autores verificaram que a porcentagem de plantas doentes na lavoura diminuiu com a distância entre estas e a fonte de inóculo. A instalação da área de plantio distante, portanto, de fontes de vírus e de vetores, bem como o seu controle têm sido as formas consideradas para minimizar o risco de infectar as plantas (Waterworth e Hadidi, 1998).

No caso de vetores alados, o uso de isolamento geográfico, barreiras físicas, controle químico e/ou biológico podem reduzir significativamente a incidência das viroses (Paiva e Kitajima, 1985). Medidas preventivas, como o uso de barreiras físicas, artificiais ou naturais, oferecem, portanto, obstáculo à migração de insetos vetores, assegurando atraso no desenvolvimento de doenças (Guimarães *et al.*, 1997). Resultados comprobatórios, nesse sentido, foram obtidos por Costa *et al.* (1972), que estudaram o efeito da cobertura de tela para a proteção de mudas de tomate contra a invasão de vetores e concluíram que mudas produzidas sob proteção produziram mais do que as não protegidas.

Ribeiro *et al.* (1981), avaliando as possibilidades de controlar fitovirose, transmitidas por afídeos, por meio da proteção das plantas até a fase de estaqueamento do tomateiro com telados de nylon, verificaram que o tratamento foi eficaz e pode ser economicamente viável no controle de viroses, particularmente sob condições que favorecem sua incidência.

A inexistência de resistência genética às viroses entre cultivares do tipo crespa, a baixa eficiência do controle químico dos vetores e as possibilidades promissoras do retardamento das infecções virais e do afastamento de novos lotes de plantas, em relação a lotes de maior idade, motivaram o desenvolvimento do presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito do período de permanência das mudas de alface em telado antiafídeo e da distância da fonte de inóculo na ocorrência de fitovirose e na produção de alface. Além disso, tem-se como objetivo geral a avaliação da aplicação de princípios e conhecimentos científicos de fitopatologia e virologia que possa municiar o fitotecnista com boas práticas de cultivo, contribuindo para o manejo sustentável da alficultura.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos, no Sítio Carraro, situado no Cinturão Verde da cidade de

Maringá, Estado do Paraná, no período de junho a setembro de 1999. O solo da área foi classificado como Terra Roxa Estruturada (TR) eutrófica, classe textural argila, com as seguintes características químicas: pH = 6,4 (em água); P = 644,0 mg dm⁻³; K⁺ = 1,63 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 14,24 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ 3,85 cmol_c dm⁻³; H⁺ + Al³⁺ = 2,54 cmol_c dm⁻³; C = 25,54 g dm⁻³.

As mudas de alface, cultivar Verônica, foram produzidas em bandejas de 200 células, onde foi utilizado o substrato plantmax-HT e uma semente peletizada por célula. Elas foram semeadas no dia 30 de junho de 1999.

O preparo da área experimental e o levantamento dos canteiros foram realizados por rotoencanteirador, ocasião em que se procedeu à incorporação de 15 t ha⁻¹ de esterco de galinha.

Foram realizados três experimentos distintos. Em cada um, adotou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com três repetições para cada distância da fonte de inóculo. Os tratamentos avaliados, em cada um dos ensaios simultâneos, foram os sete períodos de proteção (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias) nos quais as mudas foram mantidas no interior do telado de malha antiafídeo. Os três ensaios foram estabelecidos de modo a se obterem três distâncias da fonte de inóculo principal - cultura de alface em estágio pré-colheita -, ou seja, foram estabelecidas em faixas com distâncias compreendidas entre 20 e 41 m, 41 e 62 m e 62 e 83 m. Estes experimentos foram, posteriormente, ladeados por lotes de alface em estádios mais jovens.

As mudas foram mantidas protegidas por telado antiafídeo por 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias após a germinação. Após cada período de proteção as mudas foram transferidas para um viveiro sob cobertura plástica. Elas ficaram expostas à inoculação natural, devido a existência de plantas apresentando sintomas de mosaico, associados à infecção por vírus e com a presença de insetos vetores. As mudas permaneceram nesse local até atingirem o ponto de transplante, o que ocorreu aos 35 dias após a semeadura (DAS). Portanto, após a retirada do telado as mudas foram expostas à contaminação tanto no abrigo (cobertura plástica modelo túnel alto, com 25 m de comprimento, 6 m de largura e 2 m de pé direito, coberta com película de polietileno de baixa densidade com 0,075 mm de espessura e aditivada com anti-UV, fechado nas partes laterais e frontais com sombrite, e orientada no sentido Leste-Oeste) como no campo, principalmente, após o transplante.

A unidade experimental apresentava 1,4 m de

largura e 3,0 m de comprimento, totalizando 4,2 m², as quais comportavam 40 plantas, espaçadas de 0,30 m x 0,35 m entre si, das quais se desconsiderou as plantas das extremidades, avaliando-se as 32 centrais.

Os tratos culturais consistiram em capinas e irrigações diárias, por aspersão, cinco adubações nitrogenadas (15 kg ha⁻¹ vez⁻¹) em cobertura, cuja fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia.

Por ocasião da colheita, realizada nos dias 23 e 24 de agosto de 1999, foram avaliadas: a severidade dos sintomas das viroses (avaliação visual com atribuição de notas variando de 0 a 3, observando-se que plantas sem sintomas receberam nota zero, plantas com sintomas leves nota 1, plantas com sintomas moderados nota 2 e plantas com sintomas severos nota 3); as características de crescimento das plantas (diâmetro e comprimento do caule, diâmetro e fitomassa da planta e número de folhas) e as características de produção (homogeneidade das plantas, produção total e comercial).

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta dos experimentos. Após a análise conjunta, aplicou-se o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, para comparar o efeito das distâncias e análise de regressão para o fator tempo de permanência no telado, segundo procedimentos preconizados por Banzatto e Kronka, 1995.

A presença do inseto vetor (pulgão) foi verificada mediante a instalação de armadilhas adesivas colocadas dentro do abrigo, entre canteiros e entorno da área experimental.

Para identificação dos vírus foram conduzidos testes para determinação da gama de hospedeiras, sendo inoculadas plantas de *Chenopodium quinoa* Willd, *Chenopodium amaranticolor* Coste e Reynier, *Gomphrena globosa* L., *Lactuca sativa* L. cv. Verônica, *Zinnia elegans* Jacq, *Curcubita pepo* L. cv. Caserta, *Nicotiana benthamiana* L., *Datura stramonium* L., *Lactuca sativa* L. cv. Elisa, *Lycopersicon esculentum* Mill cv. Carmen e *Nicotiana glutinosa* L., que são mencionadas, na literatura, como plantas indicadoras de vírus em alface. (Stangarlin, 1997; Chaves, 1999).

Para realização da transmissão mecânica nas plantas indicadoras de vírus em alface, o inóculo foi preparado com folhas de alface provenientes do campo com sintomas de mosaico e/ou mosqueado. Essas folhas foram maceradas em almofariz, na presença de tampão fosfato de sódio 0,05 M, pH 7,0 + sulfito de sódio 0,01 M, segundo técnica de Yarwood (1969). A inoculação das plantas indicadoras foi efetuada por fricção com carvão vegetal moído. Em seguida, as folhas inoculadas foram lavadas com água corrente para a retirada do excesso de inóculo e abrasivo e mantidas em casa de

vegetação até atingirem o ponto de transplante.

Foram realizados também testes sorológicos de imunodifusão dupla, segundo Outcherlony (1962), em placas de Petri, utilizando antissoro específico para o LMV. Além disso, o material foi submetido a exames de microscopia eletrônica, a partir de cortes ultrafinos de folhas de alface apresentando sintomas de mosaico e por meio de preparação "leaf dip" coradas negativamente com acetato de uranila (Kitajima e Nome, 1999).

Resultados e discussão

A identificação dos patógenos deu-se por meio de três procedimentos. No primeiro, os resultados do teste para determinação da gama de hospedeiras (Tabela 1) indicaram a presença do LMV e do LeMoV, concordando com os resultados obtidos por Stangarlin (1997) e Chaves (1999), mas não foram considerados suficientes para comprovar a presença desses vírus isoladamente. No segundo procedimento, o teste sorológico de imunodifusão dupla foi testado somente para o LMV e não foram observadas reações com o antissoro. Esse resultado, no entanto, não descarta a presença do LMV, pois é possível que o título abaixo da capacidade de detecção do teste forneça resultado falso-negativo. No terceiro procedimento, utilizando-se material com a mesma procedência, verificou-se, através de microscopia eletrônica, a presença de partículas alongadas e flexuosas com características de potyvirus e partículas isométricas possivelmente vírions do LeMoV. Tais resultados, portanto, permitiram deduzir que os sintomas de mosaico poderiam estar associados à presença do LMV e do LeMoV, em infecção mista ou simples.

As armadilhas adesivas evidenciaram a presença de pulgões alados no interior do viveiro de espera - aquele em que as mudas permaneceram no período compreendido entre a retirada do telado e o transplante - e na área experimental - a campo após o transplante. Nesse caso, o número de afídeos aprisionados foi decrescente nas armadilhas localizadas com maior distância da cultura comercial vizinha, que se encontrava em estágios de pré-colheita e constituía-se na fonte principal de inóculo.

A análise de variância dos três experimentos, conduzidos simultaneamente, apresentou um comportamento em comum, ou seja, ausência de diferença significativa dos períodos de permanência das mudas em telado antiafídeo quanto às características relativas à intensidade dos sintomas visuais das fitoviroses, ao crescimento das plantas e à produção. A presença de pulgões, a intensidade dos sintomas visuais das fitoviroses observados e o atraso

na colheita indicam que, independentemente do período de proteção das mudas no telado, o efeito do vírus foi uniformemente prejudicial à cultura.

Tabela 1. Resultado da indução de sintomas em plantas indicadoras inoculadas com material proveniente de *Lactuca sativa*, cv. Verônica, apresentando sintomas de mosaico. Maringá, UEM, 1999.

Espécie	Sintomas 1/
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd	LL/S / MCS / M
<i>Chenopodium amaranticolor</i> Coste & Reynier	LL / MCS
<i>Gomphrena globosa</i> L.	LL
<i>Lactuca sativa</i> L. cv. Verônica	M
<i>Zinnia elegans</i> Jacq	M
<i>Cucurbita pepo</i> L., cv. Caserta	-
<i>Nicotiana benthamiana</i> L.	M / LL / S
<i>Datura stramonium</i> L.	-
<i>Lactuca sativa</i> L., cv. Elisa	-
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill, cv. Carmen	-
<i>Nicotiana glutinosa</i> L.	-

1/ LL: lesão local; M: mosaico; MCS: mancha clorótica sistêmica; S: mosaico sistêmico.

Ao contrário do observado por Costa *et al.* (1972) e Ribeiro *et al.* (1981), em relação às viroses transmitidas por afídeos em tomateiro, a proteção das mudas não beneficiou a alface. Esse resultado pode ser atribuído às peculiaridades dos patossistemas.

De acordo com Tomlinson (1970), em alguns cultivares de alface os sintomas das viroses aparecem no período de 10 a 15 dias após a inoculação. Além disso, a alface tem um desenvolvimento muito lento da sua área foliar e pouca emissão de folhas até aproximadamente os 45 dias de idade. Assim, quando comparado ao restante do seu estágio vegetativo, a estratégia da proteção das plantas somente na fase de muda mostrou-se ineficaz, pois ao serem transplantadas para o campo, na presença de plantas contaminadas e insetos vetores, as plantas são infectadas quase ao mesmo tempo, prejudicando o desenvolvimento das novas folhas e resultando na manifestação dos sintomas. O comprometimento do crescimento, segundo Jensen e D'Arcy (1995), deve-se à capacidade de os vírus alterarem estruturas e funcionamento das células infectadas e influenciarem os processos fisiológicos vitais da planta, tais como: redução da translocação, acúmulo de carboidratos, inibição da fotossíntese, diminuição do conteúdo de clorofila e aumento da respiração celular.

Conforme se pode observar na Tabela 2, houve diferença significativa entre os experimentos localizados a diferentes distâncias da fonte de inóculo, de modo que a intensidade dos sintomas foi inversamente proporcional à distância. Este resultado está de acordo com os obtidos por Shepherd e Hills (1970) e pode ser atribuído ao fato de que quanto maior a distância que os vetores precisam vencer, entre a fonte de inóculo e a cultura

a ser infectada, menores serão as chances de as plantas serem infectadas.

Tabela 2. Efeito da distância da fonte principal de inóculo na severidade de sintomas de virose em alface. Maringá, UEM, 1999.

Distância (metros)	Notas* de severidade dos sintomas
20 a 41	2,18a
41 a 62	1,58 b
62 a 83	1,18 c
CV (%)	21,80

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. *plantas sem sintomas receberam nota zero, plantas com sintomas leves nota 1, plantas com sintomas moderados nota 2 e plantas com sintomas severos nota 3.

O efeito do patógeno no crescimento das plantas de alface foi determinado na colheita por meio de características correlacionadas, conforme procedimento adotado por Santos (1995), o qual argumenta que a fitomassa fresca da alface é consequência do número e do tamanho das folhas. Enquanto o número é uma característica genética do cultivar, influenciado negativamente por condições estressantes (patógenos, por exemplo), a área foliar correlaciona-se estreita e positivamente com o comprimento das folhas e com o diâmetro da planta (determinado entre as extremidades de duas folhas basais opostas). Por sua vez, a maior área foliar (o que equivale à área transpiratória) correlaciona-se estreita e positivamente com o diâmetro do caule (órgão vascular). Tal relação pode ser observada na Tabela 3, em que a maior proximidade da fonte de inóculo, que havia determinado maior severidade de infecção viral, influencia negativamente os diâmetros de planta e caule e, conseqüentemente, a produção de plantas menores.

Tabela 3. Efeito da distância da fonte principal de inóculo nas características de crescimento da alface, avaliadas na colheita. Maringá, UEM, 1999.

Distância da fonte de inóculo (m)	Diâmetro do caule (mm)	Diâmetro da planta (cm)	Fitomassa da planta (g)
20 a 41	31,2 b	35,7 b	217,8 c
41 a 62	33,1a	39,8a	298,1 b
62 a 83	33,3a	43,4a	377,0a
CV (%)	12,6	13,1	4,9

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Em condições normais, o ciclo da alface cv. Verônica é de 60-70 dias. Neste trabalho, entretanto, as plantas só atingiram o ponto de colheita aos 83 dias após a semeadura. Esse atraso no ciclo pode ser atribuído às alterações estruturais e funcionais das plantas infectadas. Além disso, segundo Santos (1995), é característico o lento crescimento da planta de alface na primeira metade do seu ciclo; em seguida ocorre o contínuo aumento da velocidade de emissão de novas folhas, a expansão da área foliar e o aumento da fitomassa fresca da planta até atingir o

máximo no início do alongamento caulinar. Como os sintomas das viroses, em alguns cultivares de alface, de acordo com Tomlinson (1970), aparecem, no período de dez a quinze dias após a inoculação, as mudas mais intensamente e precocemente infectadas começaram a exibir os sintomas mais cedo e mais severamente, o que resultou em menor crescimento das plantas.

O menor crescimento deve-se à diminuição da atividade fotossintética, à descoloração e à diminuição da área foliar, segundo Stoy (1963) e Jesen e Van Sambeek (1972). São sintomas característicos de virose, isto é, mosaico, deformação, paralisação do crescimento ou enfezamento da planta.

A severidade dos sintomas é variável numa população de plantas e resulta na maior heterogeneidade do tamanho das plantas produzidas, a qual pode ser expressa pela porcentagem de variação da massa fresca das plantas em relação à fitomassa média (Tabela 4). Essa característica influencia a produção qualitativa e quantitativamente. Qualitativamente porque o mercado valoriza o tamanho e a uniformidade do produto. Quantitativamente porque a maior frequência de plantas menores resulta no decréscimo da produtividade, na necessidade de descarte das plantas menores e, portanto, no acentuado decréscimo da produção comercial, como se pode observar na Tabela 4 à medida que a maior proximidade da fonte de inóculo intensifica a severidade dos sintomas.

Tabela 4. Efeito da distância da fonte principal de inóculo nas características de produção da alface. Maringá, UEM, 1999.

Distância (m)	Porcentagem de variação em relação a fitomassa média	Produção total (kg ha ⁻¹)	Produção comercial (engradados ha ⁻¹)
20 a 41	57,5a	7119,2 c	234,6 c
41 a 62	54,6 b	9895,2 b	774,8 b
62 a 83	47,4 c	13304,0a	1448,7a
CV (%)	14,6	12,0	18,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Tal comportamento, quando interpretado conjuntamente com os demais resultados, sugere uma cadeia de relações de causa e efeito, em que o efeito de uma característica passa a ser a causa da outra, isto é, a menor distância da fonte de inóculo propiciou maior ocorrência do vetor. Este influenciou a maior severidade de sintomas de virose. Esta reduziu o crescimento das plantas, aumentando a heterogeneidade do tamanho das plantas - devido a maior ocorrência das plantas de menor tamanho. A redução da produção total, por fim, diminuiu a produtividade comercial.

Os resultados permitiram concluir que: a) os sintomas de mosaico presente na alface estavam associados à presença de LMV e LeMoV, em infecção mista ou simples, e que a alta incidência de fitoviroses foi determinante para a redução da produtividade; b) a proteção durante a fase de muda foi ineficaz para os patossistemas estudados; c) o nível de infecção, mesmo tardia, foi elevado e limitante para a produção; d) a severidade dos sintomas das fitoviroses e a produtividade foram, respectivamente, inversamente e diretamente proporcionais à distância entre a cultura da alface e a fonte de inóculo.

Agradecimentos

Aos Professores Marcelo Agenor Pavan (Unesp-Botucatu) e Elliot Watanabe Kitajima (USP-Esalq), respectivamente, pela cessão dos antissoros e pela observação do material ao microscópio eletrônico. Mais que gentileza, uma clara demonstração do espírito solidário desses cientistas.

Referências

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. N. *Experimentação Agrícola*. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 1995.
- CHAVES, A.L.R. *Caracterização de um vírus isométrico causador de mosqueado em alface (*Lactuca sativa* L)*. 1999. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.
- COSTA, C.L. *et al.* Cobertura de tela para proteção da muda de tomate contra a invasão de afídeos vetores. *Rev. Olericult.*, Brasília, v. 12, p. 122-124, 1972.
- DINANT, S.; LOT, H. Lettuce Mosaic Virus. *Plant Pathol.*, Oxford, v. 41, p. 528-542, 1992.
- DOODSON, J.K.; SAUNDERS, P.J.W. Some effects of barley yellow dwarf virus on spring and winter cereals in field trial. *Ann. Appl. Biol.*, London, v. 66, p. 361-374, 1970.
- EDWARDSON, J.R.; CHRISTIE, S.R. Lettuce Mosaic Virus. In: EDWARDSON, J.R.; CHRISTIE, S.R. (Ed.). *The potyvirus group*. Gainesville: University of Florida, 1991. cap. 26, v. 2, p. 572-588.
- FIGUEIRA, A.R. *Manejo de doenças viróticas*. In: Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" Especialização a Distância: Manejo de Doenças de Plantas. Lavras: UFLA/Faepe, 2000.
- FRENCH, E.R.; HEBERT, T.T. *Métodos de investigación fitopatológica*. San José-Costa Rica: Editora IICA, 1980.
- GUIMARÃES, A.M. *et al.* Efeito da barreira física com plantas de milho na incidência de vira-cabeça na cultura do tomateiro. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 22, p. 142-147, 1997.
- HORVATH, J. Viruses of lettuce. II. Host range of lettuce mosaic virus and cucumber mosaic virus. *Acta Agron. Hungary*, Budapest, v. 29, p. 333-352, 1980.
- JADÃO, A.S. *et al.* Efeitos na fotossíntese e área foliar de

- cultivares de alface inoculadas mecanicamente com patótipos do Lettuce mosaic virus e Lettuce mottle virus. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 29, n. 1, p. 11-15, 2004.
- JENSEN, S.G.; D'ARCY, C.J. Effects of barley yellow on host plants. In: D'ARCY, C.J.; BRUNETT, P.A. (Ed.). *Barley Yellow Dwarf 40 Years of Progress*. St. Paul: APS Press - The American Phytopathological Society, 1995. cap. 3, p. 55-74.
- JENSEN, S.G.; VAN SAMBEEK, J.W. A differential effects of barley yellow dwarf virus on the physiology tissues of hard red spring wheat. *Phytopathol.*, St Paul, v. 62, p. 290-293, 1972.
- KITAJIMA, E.W. *et al.* Mosaico necrótico da alface: um vírus isométrico transmitido por afídeos. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 5, n. 3, p. 409, 1980.
- KITAJIMA, E.W.; NOME, C.F. Microscopia eletrônica em virologia vegetal. In: DOCAMPO, D.M.; LENARDÓN, S.L. (Ed.). *Métodos para detectar patógenos sistêmicos*. Córdoba: Iffive/INTA-JICA, 1999, p. 59-87.
- MARINHO, V.L.A. *et al.* Caracterização do vírus do mosqueado da alface. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 7, n. 3, p. 543, 1982.
- MARINHO, V.L.A.; KITAJIMA, E.W. Vírus do mosqueado da alface - um vírus isométrico transmitido por afídeo. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 11, p. 923-935, 1986.
- OUTCHERLONY, O. Diffusion in gels, methods for immunological Analysis II. *Progress in Allergy*, Basel, v. 6, p. 30-154, 1962.
- PAIVA, F.A.; KITAJIMA, E.W. Doenças de plantas I. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 11, n. 122, p. 29-35, 1985.
- PAVAN, M.A.; KUROZAWA, C. Doenças de alface (*Lactuca sativa* L.). In: KIMATI, H. *et al.* (Ed.). *Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas*. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1997. v. 2, cap. 4, p. 18-25.
- PARANÁ. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. *Acompanhamento da situação agropecuária do Paraná*. Curitiba: SEAB, 2001.
- RESENDE, J.A.M.; CUPERTINO, E.P. Doenças em hortaliças. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 18, n. 184, p. 18-27, 1995.
- RIBEIRO, M.I.S.D. *et al.* Viabilidade do uso de telado para proteção de culturas de tomateiro sob condições de alta incidência de doenças de vírus transmitidos por afídeos. *Fitopatol. Bras.*, Brasília, v. 6, p. 483-488, 1981.
- SANTOS, H.S. *Efeito de sistemas de manejo do solo e de métodos de plantio na produção da alface (Lactuca sativa L.) em abrigo com solo naturalmente infestado com Meloidogyne javanica*. 1995. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- SHEPHERD, R.J.; HILLS, F.J. Dispersal of beet yellows and beet mosaic viruses in the inland valley of California. *Phytopathol.*, St Paul, v. 60, p. 798-804, 1970.
- SIGVALD, R. Forecasting aphid-borne virus diseases. In: HADIDI, A. *et al.* (Ed.). *Plant virus disease control*. St. Paul-Mn: APS Press, 1998. p. 172-186.
- STANGARLIN, O.S. *Variabilidade do vírus do mosaico da alface e comportamento de cultivares tolerantes de alface (Lactuca sativa L.)*. 1997. Tese (Doutorado em)-Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.
- STOY, V. The translocation of C¹⁴ - labeled photosynthetic products from the leaf to the ear in wheat. *Physiol. Plant.* Lund, v. 16, p. 851-866, 1963.
- TOMLINSON, J.A. Lettuce mosaic virus. *Commonwealth Agricultural Bureau Association of Applied Biologists*, Kew, n. 9, 1970.
- WATERWORTH, H.E.; HADIDI, A. Economic losses due to plant viruses. In: HADIDI, A. *et al.* (Ed.). *Plant Virus Disease Control*. St. Paul: APS Press, 1998. cap. 1, p. 1-13.
- YARWOOD, C.E. Sulphite in plant virus inoculations. *Virology*, Oxford, v. 39, p. 74-78, 1969.
- ZERBINI, F.M. Doenças causadas por vírus em alcachofra, alface, chicória, morango e quiabo. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p. 23-24, 1995.

Received on October 11, 2005.

Accepted on September 08, 2006.