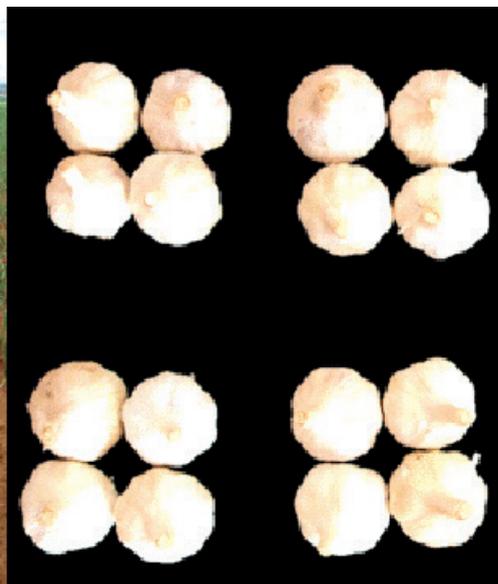


Desempenho agrônômico do alho infectado e livre de vírus em função do tamanho de bulbos/bulbilhos utilizados para o plantio



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 170

**Desempenho agrônômico do alho infectado e
livre de vírus em função do tamanho de bulbos/
bulbilhos utilizados para o plantio**

*Francisco Vilela Resende
Josué Clock Marodin
Rovilson José Souza*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.275-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente

Jadir Borges Pinheiro

Editora Técnica

Mariana Rodrigues Fontenelle

Secretária

Gislaine Costa Neves

Membros

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Raphael Augusto de Castro e Melo

Ailton Reis

Giovani Olegário da Silva

Iriani Rodrigues Maldonade

Alice Maria Quezado Duval

Jairo Vidal Vieira

Rita de Fátima Alves Luengo

Supervisora Editorial

Caroline Pinheiro Reyes

Normalização bibliográfica

Antônia Veras de Souza

Tratamento das ilustrações

André L. Garcia

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Foto da capa

Francisco Vilela Resende

1ª edição

1ª impressão (2018): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Resende, Francisco Vilela.

Desempenho agrônomico do alho infectado e livre de vírus em função do tamanho de bulbos bulbilhos utilizados para o plantio / Francisco Vilela Resende, Josué Clock Marodin, Rovilson José de Souza. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018.

26 p. : il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 170).

1. Alho-semente. 2. Controle de qualidade. 3. Rendimento. I. Marodin, Josué Clock. II. Souza, Rovilson José de. III. Título. IV. Embrapa Hortaliças. V. Série.

CDD 635.26

Antonia Veras de Souza (CRB 1/2023)

© Embrapa, 2018

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução.....	11
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	16
Conclusões.....	23
Referências	23

Desempenho agrônômico do alho infectado e livre de vírus em função do tamanho de bulbos/ bulbilhos utilizados para o plantio

Francisco Vilela Resende¹

Josué Clock Marodin²

Rovilson José Souza³

Resumo – O uso de alho-semente livre de vírus vem se consolidando como uma das tecnologias mais importantes para o desenvolvimento da cadeia produtiva do alho no Brasil. Entretanto, ainda são necessários ajustes no sistema produtivo para explorar o pleno potencial desta tecnologia, sendo o manejo do alho-semente um dos aspectos mais importantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características de crescimento e produção de alho infectado e livre de vírus em função do tamanho de bulbos e bulbilhos utilizados para o plantio. Foi utilizado um clone livre de vírus da cultivar Chonan comparado com a cultivar original infectada. Foram avaliados bulbos classificados por tamanho, em função do diâmetro transversal, das classes 6 (maior que 47 mm até 56 mm), 5 (maior que 42 mm até 47 mm), 4 (maior que 37 mm até 42 mm) e 3 (maior que 32 mm até 37 mm) e bulbilhos classificados nas peneiras 1 (malha 15 mm x 25 mm), 2 (malha 10 mm x 20 mm) e 3 (malha 8 mm x 17 mm). Avaliaram-se as características vegetativas das plantas (emergência, altura da planta e número de folhas) e características de produção (produtividade e classificação comercial de bulbos, massa média de bulbos e de bulbilhos). Para o alho livre de vírus foi observado pouca influência do tamanho dos bulbos/bulbilhos nas características de desenvolvimento vegetativo, produtividade e na qualidade comercial dos bulbos, indicando que a ausência de vírus no alho-semente compensa até certo limite o menor tamanho das estruturas propagativas. Por outro lado, na cultivar infectada, o desenvolvimento inicial e a produtividade comercial foram significativamente superior com a utilização no plantio de bulbos com diâmetro superior a 47 mm e bulbilhos com dimensões maiores que 15 mm x

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Hortaliças Brasília, DF

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNI-CENTRO), Guarapuava, PR.

³ Engenheiro-agrônomo, Fitotecnia, professor da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras, MG.

25 mm em relação aos outros tamanhos de alho semente. As características de desenvolvimento vegetativo mais influenciados pela infecção viral foram a emergência e a altura de planta que na cultivar infectada foi, respectivamente, 8,4% e 9,8% inferior à do clone livre de vírus. Destaca-se também a diferença da produção comercial do clone livre de vírus que foi 39,5% superior à da mesma cultivar infectada

Termos para indexação: *Allium sativum* L., alho-semente, degenerescência, produtividade.

Agronomic performance of infected and virus free garlic in response to bulbs and cloves size

Abstract – The use of virus-free seed is crucial for the garlic value chain in Brazil. Adjustments in the crop system are still necessary in order to exploit the virus-free seed potential, with the seed size being considered a major aspect, yet to be defined. This work aimed to evaluate growth and production characteristics of plants from infected or virus-free seeds in response to the size of bulbs and cloves. The following treatments were studied on infected and virus-free clones of the cultivar Chonan: four bulb sizes, namely class 6 (47 mm < 56 mm), 5 (42 mm < 47 mm), 4 (37 mm < 42 mm) and 3 (32 mm < 37 mm) and three clove sizes, 1 (15 mm x 25 mm), 2 (10 mm x 20 mm) and 3 (8 mm x 17 mm). Characteristics of vegetative growth (emergence rate, plant height, number of leaves per plant) and productivity (commercial yield, average bulb and clove mass and commercial classification of bulbs) were evaluated. Bulb and clove size had low influence on vegetative development, yield and commercial classification of bulbs for the virus-free plants. This indicates that the virus-free plants compensate, to a certain extent, the smaller size of the propagation structures. Regarding the infected plants, the initial development and commercial productivity were significantly higher with the use of bulbs larger than 47 mm in diameter and cloves larger than 15 mm x 25 mm. The vegetative development traits, such as emergence rate and plant height, were the most influenced by the virus infection. Emergence was 8.4% and plant height was 9.8% lower for infected plants than for the virus-free plants. Yield was 39.5% higher for the virus-free plants.

Index Terms: *Allium sativum* L., garlic-seed, degenerescence, yield.

Introdução

Na cultura do alho, como ocorre na maioria das espécies de propagação vegetativa, a multiplicação e disseminação de vírus de um ciclo de produção para outro, é facilitada pelos propágulos (bulbos e bulbilhos). A presença de um complexo viral formado pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus* (Fajardo et al., 2001; Fayad-Andre; Dusi; Resende, 2011; Mituti et al., 2011) causa redução drástica em seu vigor vegetativo e produtividade ao longo do tempo (Melo-Filho et al., 2006), levando à degenerescência das cultivares. A obtenção de plantas livres de vírus e conseqüentemente a recuperação do vigor e produtividade do alho, tem sido possível através técnicas de cultura de tecidos, com cultivo in vitro de ápices caulinares precedido por termoterapia (Torres et al., 2000; Menezes Júnior, 2011).

O alho livre de vírus está se consolidando como uma tecnologia fundamental para o aumento da competitividade da cadeia de valores do alho no Brasil, permitindo expressivos aumentos na produtividade e na qualidade dos bulbos pela sua adoção em plantios comerciais (Melo et al., 2011). O aumento de produção é variável de acordo com os níveis de infecção viral da cultivar, como foi observado por Barni e Garcia (1994) com a cultivar Quitéria que apresentou diferenças de produtividade de até 48% entre clones livres de vírus e infectados. Resende et al. (1995) avaliando a cultivar Gigante Roxão, afirmam que o material livre de vírus foi até 100% mais produtivos que o original infectado.

Nos sistemas de cultivo em que ainda predomina o uso de alho-semente infectado por vírus, tem-se adotado como regra, principalmente pelos produtores mais tecnificados, a seleção combinada dos maiores bulbos e bulbilhos para implantação de cultivos comerciais. Na prática resulta em gastos de 2,5 a 3,0 t/ha de alho-semente, tornando este insumo o fator que mais onera o custo de produção da cultura (Anuário..., 2013), que muitas vezes responde por mais de 30% das despesas de implantação da cultura.

Estudos realizados com alho infectado indicam que a maior quantidade de reservas nutricionais nos bulbilhos resulta em plantas com maior vigor, crescimento vegetativo e área foliar, conseqüentemente tendo-se produção de bulbos de maior massa e diâmetro. Desta forma, o uso de bulbos/bulbilhos

de maior tamanho como alho-semente tem relação direta com o aumento de produtividade, qualidade e valor comercial do alho (Stahlschmidt et al., 1997; Anna et al., 2000; Castellanos et al., 2004).

Acredita-se que no caso do alho livre de vírus, o tamanho do alho-semente pode ter menor influência na produtividade e qualidade dos bulbos comerciais do que em alho infectado em que a cultivar já apresenta elevado grau de degenerescência. É possível que bulbos/bulbilhos livres de vírus com menor conteúdo de reservas possam proporcionar o mesmo potencial de produção do alho-semente infectado de maior tamanho. Esta hipótese tem despertado grande interesse e expectativa dos produtores de alho pelos possíveis impactos na redução dos custos de implantação da lavoura.

Outro aspecto que ainda carece de estudos e suscita dúvidas no setor produtivo do alho no Brasil, no que se refere às possíveis correlações entre o tamanho dos bulbos e o tamanho de seus bulbilhos que compõem o alho-semente com as características produtivas do alho.

Empiricamente, o tamanho do bulbo/bulbilho utilizado no plantio tem sido sempre relacionado com a produtividade e qualidade do alho em plantios comerciais. Entretanto, esta informação ainda necessita de comprovação científica, principalmente em se tratando de materiais livres de vírus. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e produção de um clone de alho livre vírus da cultivar Chonan em função do tamanho de bulbos e bulbilhos destinados ao plantio em comparação a cultivar original infectada.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em uma propriedade especializada na produção de alho na região de Planaltina-DF, nas seguintes coordenadas geográficas: 15° 45,669' S; 47° 21,498' W e altitude de 903 m. O clima é classificado como tropical, Aw segundo a classificação de Köppen. Apresenta estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão. A temperatura média foi de 20,5 °C e a umidade relativa do ar média de 62%, entre os meses de maio a setembro de 2012, período que foram realizados os ensaios. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico A moderado (Santos et al., 2006,) de textura argilosa.

Foram conduzidos dois experimentos simultâneos com a cultivar de alho nobre Chonan utilizando um material infectado (CIN) e um clone livre de vírus (CLV) obtido na Embrapa Hortaliças. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram estabelecidos em esquema fatorial constituído por quatro classes de tamanho de bulbo de acordo com o diâmetro transversal: classe 6 (maior que 47 mm até 56 mm), classe 5 (maior que 42 mm até 47 mm), classe 4 (maior que 37 mm até 42 mm) e classe 3 (maior que 32 mm até 37 mm) (BRASIL, 1992) e três tamanhos de bulbilhos: peneira 1 (15 mm x 25 mm), peneira 2 (10 mm x 20 mm) e peneira 3 (8 mm x 17 mm) (Regina e Rodrigues, 1970).



Foto: Josué Clock Marodin

Figura 1. Vista parcial dos experimentos aos 15 dias após o plantio. Fazenda Santa Catarina, Planaltina – DF.

O clone livre de vírus foi obtido em laboratório de biologia celular por meio de termoterapia seguida de cultura de ápices caulinares *in vitro*. A cultivar original infectada é oriunda do banco ativo de germoplasma, da Embrapa Hortaliças. A limpeza viral do clone livre de vírus foi verificada e garantida pelo teste sorológico de Dot-Eliza (Hammond; Jordan, 1990) para o complexo viral dos gêneros Alexivirus, Carlavirus e Potyvirus,

O alho-semente foi vernalizado em câmara fria durante 50 dias, antes do plantio, em temperatura de 3 °C-5 °C e umidade relativa entre 65% e 70%. O plantio foi realizado em canteiros largos de 2,3 m, com quatro fileiras duplas, com espaçamento entre as linhas simples de 0,12 m, entre fileiras duplas de 0,42 m e 0,09 m entre plantas dentro da linha (correspondente a 411.522 plantas/ha e área de 243 cm²/planta). A profundidade de plantio foi de 3 cm.

As parcelas foram compostas pelas quatro fileiras duplas de cada canteiro em uma área de 4,67 m². A área útil de 1,94 m², formada pelas duas fileiras duplas centrais, descartando-se duas plantas nas extremidades de cada fileira, totalizando 80 plantas.

Os tratos culturais e fitossanitários, bem como o manejo da irrigação e adubação foram realizados de acordo com os padrões técnicos recomendados (Resende *et al.*, 2004) e o manejo tradicional adotado pelos produtores de alho nobre na região do cerrado do Distrito Federal e Goiás.

O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão convencional através de pivô central, adotando turnos de regas de acordo com a necessidade e estágio de desenvolvimento do alho. Foi aplicada uma lâmina total de água de 400 mm em todo o ciclo. O turno de rega foi definido com base na evapotranspiração da cultura do alho, em função da temperatura e umidade relativa do ar. No estágio inicial foi utilizado turno de rega de 2 dias com volume de 8 mm/dia e no crescimento vegetativo foi aplicado volume de 16 mm/dia a cada 4 dias. A irrigação foi suspensa aos 55 dias após o plantio durante 10 dias para promover o estresse hídrico, necessário para evitar a anormalidade fisiológica conhecida como superbrotamento (Macedo *et al.*, 2006). Durante o crescimento do bulbo foi utilizado um volume de 20 mm/dia com turno de rega de 4 dias. No período de maturação o volume utilizado foi de 5 mm/dia, mantendo-se intervalos de rega de 4 dias e no estágio final de maturação a irrigação foi interrompida aos 10 dias antes da colheita.

As adubações foram baseadas na análise de solo e recomendações da 5ª aproximação para a cultura do alho e levando-se em consideração também o manejo realizado pelos produtores de alho da região. A análise química de solo apresentou as seguintes características: 6,0 de pH em água; 2,61 dag/kg de matéria orgânica; 85,69 mg/dm e 268 mg/dm³ de P₂O₅ e K₂O respectivamente; 5,4 cmol_c/dm³; 1,4 cmol_c/dm³; 2,59 cmol_c/dm³; 10,08 cmol_c/dm³ de Ca, Mg, H+Al, CTC respectivamente; 0,19 mg/dm³; 4,06 mg/dm³; 20,42

mg/dm³; 32,29 mg/dm³; 15,37 mg/dm³ e 16,08 mg/dm³ de B, Cu, Fe, Mn, Zn, S, respectivamente. A adubação de plantio os padrões adotados pelo agricultor e foi composta de 85 kg/ha e 595 kg/ha de N e P₂O₅, respectivamente, com as fontes de sulfato de amônio e superfosfato triplo. A adubação total de cobertura foi de 160 kg/ha de N aplicados em duas épocas. No estágio “pré-diferenciação” (25 DAP) foi aplicado 200 kg/ha de sulfato de amônio e 200 kg/ha de nitrato de cálcio. Após o estresse hídrico (70 DAP) foi realizada adubação de cobertura, utilizado 150 kg/ha de sulfato de amônio e 150 kg/ha de salitre do Chile. Não foi aplicada nenhuma fonte exclusiva de potássio devido ao alto teor deste elemento no solo.

O manejo fitossanitário da cultura foi realizado de acordo com a rotina dos produtores de alho da região. Antes do plantio foi realizado o tratamento dos bulbilhos-semente com procimidone, visando proteção contra patógenos de solo e abamectina, para o controle de ácaros do armazenamento. Os fungicidas Piraclostrobina, trifloxistrobina, tebuconazole e captana foram utilizados para o controle de *alternaria porri* e *Puccinia alli* e beta-ciflutrina para o controle de *Trips tabaci*. Os herbicidas octanoato ioxinilacomo e cletodim foram aplicados em pós-emergência para o controle das plantas invasoras.

A emergência do alho-semente foi avaliada aos 15 dias após o plantio (DAP) pela contagem de todas as plantas emergidas da área útil e os valores expressos em porcentagem (%). Aos 70 DAP foram avaliadas a altura das plantas, número de folhas vivas (fotossinteticamente ativas) em uma amostra de 10 plantas aleatórias por parcela. A altura da planta foi medida com uma régua milimétrica, do nível do solo até a extremidade da folha mais comprida, com valores expressos em cm.

A colheita foi efetuada após a maturidade dos bulbos aos 125 DAP, com 30% das folhas ainda verdes pela coleta de todas as plantas da área útil. O processo de cura foi realizado na sombra por 20 dias após a colheita. Após a cura, os bulbos foram separados das raízes e folhas com auxílio de uma tesoura poda e limpos. Os bulbos foram classificados pelo diâmetro transversal em padrões comerciais de tamanho de acordo com a portaria Nº 242 de 17/09/1992 do MAPA (Brasil, 1992) nas seguintes classes: Não comercial (menor que 32 mm), Classe 3 (maior que 32 mm até 37 mm), Classe 4 (maior que 37 mm até 42 mm), Classe 5 (maior que 42 mm até 47 mm), Classe 6 (maior que 47 mm até 56 mm) e classe 7 (maior que 56 mm). Calculou-se a produção relativa

nas classes agrupadas 7+6, 5 e não comercial pela razão entre a massa dos bulbos de cada categoria pela produção total com os valores foram expressos em porcentagem (%).

A produção comercial de bulbos foi determinada pelo somatório da massa dos bulbos das classes 7, 6, 5, 4 e 3, valores são expressos em t/ha. A massa média de bulbos (MMB) foi determinada pela razão entre massa total de bulbos pelo número total de bulbos, valores expressos em g/bulbo.

A massa média dos bulbilhos (MBI) foi avaliada pela razão entre a massa e o número de bulbilhos, em amostra de 20 bulbos, valor expresso em g/bulbilho.

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para comparar os ensaios realizados com o clone livre de vírus (CLV) e com a cultivar original infectada (CIN), utilizando o teste F ($p \leq 0,05$). As médias de tratamentos dos fatores tamanho de bulbos e tamanho de bulbilhos foram comparadas pelo teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Para todas as características avaliadas, não foram observadas interações significativas entre o tamanho dos bulbos e o tamanho dos bulbilhos utilizados como semente. Isto mostra que o tamanho do bulbo e do bulbilho atua de forma independente no crescimento e na produção da cultivar Chonan livre ou infectada por vírus, ou seja, para cada classe de tamanho de bulbo, a variação no tamanho do bulbilho-semente ocasiona efeito semelhante.

Para o alho livre de vírus, este trabalho demonstrou que o efeito do tamanho do alho semente não foi significativo para características de crescimento da planta. Pode-se observar que não houve influência significativa do tamanho dos bulbos e dos bulbilhos nas características de emergência e altura da planta. Embora para o número de folhas/planta houve aumento quando se usou bulbos das classes 5 e 6 e bulbilhos das peneiras 1 e 2 (bulbilhos com faixa de peso médio superior a 3,0 g). As plantas infectadas por vírus são sensíveis a condições adversas de ambiente e à ação de outros patógenos, reduzindo a capacidade de sobrevivência com prejuízos para a emergência e estande da cultura (Walkey; Antill, 1989; Resende et al., 1995). Desta forma pode-se inferir

que ausência de vírus no alho-semente reduz a influência do tamanho das estruturas propagativas na emergência e desenvolvimento inicial das plantas.

No clone infectado por vírus, as maiores estruturas propagativas, ou seja, os bulbos da classe 6 e bulbilhos da peneira 1 resultaram em plantas com emergência, altura e número de folhas significativamente maior em relação aos demais tamanhos de alho semente (Tabela 1). Sabe-se que bulbos/bulbilhos de menor tamanho no caso de clones infectados decorre também como consequência de maiores concentrações de vírus na planta (Souza; Macêdo, 2009), enquanto para os bulbilhos de maiores, o maior desenvolvimento vegetativo é diretamente proporcional à quantidade de reservas nutricionais do mesmo (Anna et al., 2000; Mahadeen, 2011). Assim, a maior porcentagem de emergência dos bulbilhos maiores pode ser atribuída à maior quantidade de reservas disponíveis para a folha de brotação na fase inicial de crescimento (Mahadeen, 2011).

Tabela 1. Valores médios de emergência dos bulbilhos, altura da planta e número de folhas vivas em função dos tamanhos de bulbos e bulbilhos sementes do clone infectado (CIN) e livre de vírus (CLV) da cultivar Chonan. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2012.

Tamanho		Emergência (%)		Altura (cm)		Número de folhas	
		CLV	CIN	CLV	CIN	CLV	CIN
Bulbos	6	97,8 a	96,2 a	70,2 a	65,1 a	6,9 a	7,3 a
	5	98,5 a	90,7 b	68,2 a	61,2 b	7,1 a	6,9 b
	4	98,3 a	87,1 bc	66,7 a	59,6 bc	6,8 ab	6,8 b
	3	98,3 a	86,1 c	64,5 a	57,4c	6,5 b	6,7 b
Bulbilhos	1	98,1 a	92,6 a	72,8 a	63,8 a	7,1 a	7,3 a
	2	98,5 a	90,9 a	68,1 a	60,5 b	6,9 a	6,8 b
	3	98,1 a	86,5 b	61,3 b	58,1 c	6,4 b	6,7 b
Média		98,1 A	89,7 B	67,4 A	60,8 B	6,8 A	6,9 A
CV (%)		3,37		7,70		4,56	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente dentro de tamanho de bulbos e bulbilhos pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e letras maiúsculas na linha comparam CLV com CIN para cada variável, pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

A análise conjunta dos ensaios com o clone livre e infectado por vírus mostrou que as características de desenvolvimento vegetativo mais influenciadas pela infecção viral foram a emergência e a altura de planta que na cultivar original infectada foi, respectivamente, 8,4% e 9,8% inferior à do clone livre de vírus (Tabela 1). Estes resultados confirmam efeitos exaustivamente observados em ensaios comparativos entre alho livre e infectados por vírus. A degenerescência causada por infecções virais em alho tem como um de seus principais efeitos a redução do vigor vegetativo (Melo-Filho et al., 2006; Conci et al., 2010;), claramente evidenciado pelo reduzido porte das plantas infectadas frente ao alho livre de vírus (Resende et al., 1999; Resende et al., 2000).

Foto: Josué Clock Marodim



Figura 2. Desenvolvimento vegetativo e do bulbo da cultivar Chonan livre de vírus (esquerda) e infectada (direita) aos 70 dias após o plantio.

Para o alho-semente livre de vírus não foram observadas diferenças significativas de produção comercial entre os tamanhos de bulbos 6, 5 e 4 e bulbilhos e entre as peneiras 1 e 2. A massa média de bulbos e bulbilhos foi semelhante entre todas as classes de tamanho de bulbos avaliadas,

assim como para as peneiras 1 e 2 (Tabela 2). Neste trabalho foi evidenciado que para o clone Chonan livre de vírus, as classes de bulbos 6, 5 e 4 e bulbilhos de peneira 1 e 2 apresentaram valores superiores e semelhantes de produtividade comercial de bulbos, indicando a possibilidade de utilização também de material propagativo de tamanho médio que, conseqüentemente, permitindo reduzir o custo do alho-semente.

É importante ressaltar também a diferença da produção comercial do clone livre de vírus que foi 39,5% superior à da cultivar infectada, resultado que se repetiu para massa média de bulbos e bulbilhos, com valores 11,3% e 15,6% superiores, respectivamente. O ganho de produtividade pelo uso de alho livre de vírus tem sido amplamente relatado tanto em trabalhos de pesquisa, quanto em plantios comerciais (Walkey; Antill, 1989; Resende et al., 1995; Resende et al., 1999).

Tabela 2. Produção de bulbos comerciais, Massa média de bulbos (MMB), massa média de bulbilhos (MBI) em função dos tamanhos de bulbos e bulbilhos sementes do clone infectado (CIN) e livre de vírus (CLV) da cultivar Chonan. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2012.

Tamanho	Produção comercial (t/ha)		Massa média bulbo (g/bulbo)		Massa média bulbilho (g/bulbilho)		
	CLV	CIN	CLV	CIN	CLV	CIN	
Bulbos	6	10,11 a	9,56 a	24,70 a	26,11 a	2,18 a	2,05 a
	5	9,54 ab	6,11 b	24,34 a	19,08 b	2,17 a	1,88 ab
	4	8,05 ab	5,12 b	21,53 a	18,84 b	2,09 a	1,84 bc
	3	7,06 b	4,13 b	19,96 a	17,30 b	2,04 a	1,69 c
Bulbilhos	1	10,78 a	8,17 a	26,08 a	24,01 a	2,22 a	1,97 a
	2	8,56 ab	5,53 b	22,87 ab	19,26 b	2,15 a	1,81 b
	3	6,72 b	4,99 b	18,94 b	17,73 b	2,00 b	1,82 b
Média	8,69 A	6,23 B	22,63 A	20,33 B	2,12 A	1,86 B	
CV (%)	30,5		18,5		7,1		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente dentro de tamanho de bulbos e bulbilhos pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e letras maiúsculas na linha comparam CLV com CIN para cada variável, pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

Para a cultivar original infectada, apenas bulbos e bulbilhos de maior tamanho referentes à classe 6 e peneira 1, atingiram valores significativamente superiores de produção comercial e de massa média de bulbos. Apenas para massa média de bulbilhos, bulbos de tamanho 5 e 6 foram semelhantes (Tabela 2).

Em se tratando de alho infectado por vírus é sabido que a utilização dos maiores bulbilhos resulta em maior produtividade. Mahadeen (2011) observou produtividade 75% superior utilizando bulbilhos de maior tamanho (3 a 4 g/bulbilho) comparado a bulbilhos pequenos (< 1 g/bulbilho). Tem sido observado ainda em alho infectado por vírus que bulbos/bulbilhos de maior tamanho resultam em bulbos de melhor qualidade com maior massa e diâmetro (Anna et al., 2000; Mahadeen, 2011) classificados em maior proporção em classes comerciais de maior diâmetro (Castellanos et al., 2004) e valor comercial. O efeito do uso de alho-semente de melhor qualidade reflete-se em todo o ciclo fenológico da planta que começa com maior vigor de emergência, seguido por desenvolvimento vegetativo mais vigoroso e área foliar fotossintética mais ativa que resulta em maior massa vegetativa. O maior acúmulo de fotoassimilados na parte aérea resulta em bulbos maiores devido à translocação de nutrientes e reservas das folhas e pseudocaule para os bulbos durante o enchimento dos bulbos (Stahlschmidt et al., 1997; Anna et al., 2000; Castellanos et al., 2004; Adejpe et al., 2007; Mahadeen, 2011; Mathew et al., 2011).

A utilização de bulbos e bulbilhos grandes no plantio apesar da maior produtividade tem como consequência o aumento do custo de produção devido ao maior gasto com sementes (Castellanos et al., 2004). Este fato é observado em sistemas de alta tecnologia no Brasil, que empregam sementes de maior tamanho. Porém o maior custo de produção pode causar maior vulnerabilidade ao produtor de alho em anos de baixa cotação do alho comercial. Entretanto, os resultados obtidos tanto para o desenvolvimento vegetativo das plantas quanto para as características de produção corroboram o sistema de seleção dos maiores propágulos que vem sendo adotado pela maioria dos produtores de alho para implantação de lavouras comerciais com alho-semente infectado por vírus.



Foto: Francisco Vilela Resende

Figura 3. Aspecto dos bulbos e bulbilhos da cultivar Chonan livre de vírus (esquerda) e infectada (direita). Foto: Francisco Vilela Resende

Para o clone livre de vírus, não foi observado diferenças significativas entre os tamanhos de bulbos avaliados na produção de alho na classe 6+7. Entretanto, no caso de tamanho de bulbilhos, aqueles retidos nas peneiras 1 e 2 resultaram em maior produção de bulbos de tamanho 6+7. Por outro lado para o clone infectado, apenas bulbos de tamanho 6 e bulbilhos peneira 1 foram significativos na produção de bulbos tamanho 6+7 (Tabela 3).

Aliado a produtividade comercial de bulbos, a maior presença de bulbos de maior tamanho nas classes 7, 6 e 5 resultam em maior lucratividade ao produtor de alho, devido aos bulbos destas classes apresentarem maior cotação comercial. Em termos percentuais, a produção de bulbos nas classes 6+7 e 5 foi 92,6% e 25,3%, respectivamente, foi maior para a cultivar Chonan livre de vírus em relação ao material infectado.

A produção de bulbos não comerciais tem relação diretamente proporcional com menor tamanho de bulbos e bulbilhos, tanto para alho infectado quanto livre de vírus. Pode observar na Tabela 4 que os bulbilhos de peneira 2 e 3 e bulbos tamanho 3 e 4 foram os que mais contribuíram para produção de bulbos não comerciais. Constata-se também que a cultivar infectada por vírus apresenta maior produção de bulbos classificados como não comerciais que o clone livre de vírus. Por isso, o esforço do produtor deve ser todo direcionado para redução da proporção de bulbos pequenos na sua produção, uma vez

que estes geram grandes prejuízos pela baixa aceitação de mercado. Com isso os bulbos não comerciais são destinados à indústria de processamento com preços bastante inferiores aos do mercado in natura.

Tabela 3. Distribuição da produção de bulbos nas classes comerciais 6+7, classe 5 e classe não comercial em função dos tamanhos de bulbos e bulbilhos sementes do clone infectado (CIN) e livre de vírus (CLV) da cultivar Chonan. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2012.

Tamanho	Classe 6 + 7 (%)		Classe 5 (%)		Não comercial (%)		
	CLV	CIN	CLV	CIN	CLV	CIN	
Bulbos	6	20,54 a	19,17 a	30,92 ab	38,39 a	8,06 b	6,58 c
	5	18,01 a	6,21 b	32,78 a	18,60 b	7,70 b	15,75 b
	4	14,68 a	6,11 b	26,47 ab	16,44 b	13,20 ab	19,30 ab
	3	13,28 a	2,98 b	22,68 b	16,39 b	17,47a	24,18 a
Bulbilhos	1	28,63 a	16,20 a	29,93 a	29,73 a	7,11 b	9,86 b
	2	16,31 ab	4,91 b	28,53 a	21,30 ab	10,94 ab	18,27a
	3	4,94 b	4,74 b	26,17 a	16,33 b	16,77a	21,24 a
Média		16,63 A	8,62 B	28,21 A	22,45 B	11,61 B	16,46 A
CV (%)		101,5		37,7		49,9	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente dentro de tamanho de bulbos e bulbilhos pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e letras maiúsculas na linha comparam CLV com CIN para cada variável, pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

De toda forma, considerando sistemas comerciais de produção, sugere-se manejar o alho-semente livre de vírus também de modo a selecionar os bulbos por classes de tamanho. Dentro destas, os bulbilhos devem ser separados em peneiras específicas. Por outro lado, para o alho semente infectado, é imprescindível, para implantação da lavoura comercial, a seleção dos maiores bulbos associados aos maiores bulbilhos.

Na prática, já é corriqueiro entre a maioria dos produtores comerciais de alho selecionar maiores bulbos e posteriormente os maiores bulbilhos para uso como alho-semente, sendo ainda mais justificável quando se trata de alho-semente infectado por vírus, como foi demonstrado neste trabalho.

Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram tanto para o desenvolvimento vegetativo quanto para as características produtivas e qualitativas, que a ausência de vírus no alho-semente compensa até certo limite o menor tamanho das estruturas propagativas. O alho livre de vírus apresentou vigor e produtividade menos dependente do tamanho do alho-semente com bulbos/bulbilhos de tamanho medianos apresentando resultados iguais àqueles de maior tamanho. Por outro lado, na cultivar infectada, maiores produtividades foram obtidas apenas com a combinação dos maiores bulbos com os maiores bulbilhos.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Srs. Darcy e Luciano Martarello, proprietários da Fazenda Santa Catarina na região de Planaltina-DF pela disponibilidade da área e o apoio estrutural para realização deste trabalho.

Referências

- ADEJPE, D. I.; SHEBAYAN, J. A. Y.; CHIEZEY, U. F.; MIKO, S. Yield responses of garlic (*Allium sativum* L.) to oxidiazon, date of planting and intra-row spacing under irrigation at Kadawa, Nigeria. **Crop Protection**, v. 26, n. 12, p. 1785-1789, ago, 2007.
- ANNA, F. D.; IAPICHINO, G.; MICELI, A. Effect of clove weight on yield and bulb quality of garlic grown for storage. **Acta Horticulturae**, n. 533, p. 589-592, Oct. 2000.
- ANUÁRIO da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2013. 458 p.
- BARNI, V.; GARCIA, S. Comportamento do alho Quitéria isento do vírus do estriado amarelo em diferentes condições de cultivo. **Hortisul**, v. 3, n.1, p. 15-19, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992. Institui norma de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação do alho. Brasília, 1992. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/alho242_92.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- CASTELLANOS, J. Z.; VARGAS-TAPIA, P.; OJODEAGUA, J. L.; HOYOS, G.; ALCANTAR-GONZALEZ, G.; MENDEZ, F. S.; ALVAREZ-SANCHEZ, E.; GARDEA, A. A. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. **Hortscience**, v. 39, n. 6, p. 1272-1277, Feb. 2004.

CONCI, V. C.; CANAVELLI, A. E.; BALZARINI, M. G. The distribution of garlic viruses in leaves and bulbs during the first year of infection. **Journal of Phytopathology**, v. 158, n. 3, p. 186-193, May 2010.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

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 carlaviruses in Central Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 619-626, 2001.

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**, v. 36, n. 6, p. 341-349, 2011.

GABRIEL, E. Y.; GUIÑAZÚ, M. Cálculo de necesidad de semilla y producción potencial para cultivares de ajo INTA. Mendoza: INTA, 2007. 63 p.

HAMMOND, J.; JORDAN, R. L. Dot blots (viruses) and colony screening. In: HAMPTON, R.; BALL, E.; DE BOER, S. (Ed.). **Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens: a laboratory manual**. Saint Paul: APS, 1990. p. 237-248.

MAHADEEN, A. Y. Influence of clove weight on vegetative growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) grown under drip irrigation. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 1, p. 44-50, Aug. 2011.

MACÊDO, F. S.; SOUZA R. J.; PEREIRA, G. M. Controle de superbrotamento e produtividade do alho venalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 629-635, 2006.

MATHEW, D.; FORER, Y.; RABINOWITCH, H. D.; KAMENETSKY, R. Effect of long photoperiod on the reproductive and bulbing processes in garlic (*Allium sativum* L.) genotypes. **Environmental and Experimental Botany**, v. 71, n. 2, p. 166-173, June 2011.

MELO FILHO, P. de A.; RESENDE, R. de 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**, v. 116, n. 2, p. 95-101, June 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**, v. 28, n. 1, p. 81-114, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/953713>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G. de. Cultivo in vitro do alho visando a limpeza clonal. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, n. 2, p. 158-167, 2011.

MITUTI, T.; MARUBAYASHI, J. M.; MOURA, M. F.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. A. First report of Shallot latent virus in garlic in Brazil. **Plant Disease**, v. 95, n. 2, p. 227, Feb. 2011.

REGINA, S. M.; RODRIGUES, J. J. V. **Peneiras já classificam o alho-planta: informações técnicas**. Belo Horizonte: ACAR. 1970. 4 p.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; TORRES, A. C.; PASQUAL, M. Obtenção de plantas livres de vírus e produção de alho semente de alta qualidade fisiológica e fitossanitária. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Ed.). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, 2009. p. 181-191.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. 12 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado técnico, 22). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/776681>>. Acesso em: 22 nov. 2004.

RESENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R. J. de. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento e na produção de alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 49-57, 2000.

RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 61-66, 2000.

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**, v. 13, n. 1, p. 44-46, 1995.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F.; S (Ed.). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, 2009. 181 p.

SOUZA, R. J.; PAULA, M. B.; CECÍLIO FILHO, A. B. Alho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V. H. V. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 178.

STAHLSCHMIDT, O.; CAVAGNARO, J. B.; BORGIO, R. Influence of planting date and seed cloves size on leaf area and yield of two garlic cultivars (*Allium sativum* L.). **Acta Horticulturae**, n. 433, p. 519-526, Mar. 1997.

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

WALKEY, D. G. A.; ANTILL, D. N. Agronomic evaluation of virus-infected garlic *Allium sativum* L. **The Journal of Horticultural Science**, v. 64, n. 1, p. 53-60, 1989.

