



**JOSUÉ CLOCK MARODIN**

**PRODUTIVIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DA SANIDADE E  
TAMANHO DO ALHO-SEMENTE E DA DENSIDADE DE PLANTIO**

**LAVRAS-MG**

**2014**

**JOSUÉ CLOCK MARODIN**

**PRODUTIVIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DA SANIDADE E  
TAMANHO DO ALHO-SEMENTE E DA DENSIDADE DE PLANTIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Rovilson José de Souza

**LAVRAS – MG**

**2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Marodin, Josué Clock.

Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do  
alho-semente e da densidade de plantio / Josué Clock Marodin. –  
Lavras : UFLA, 2014.

97 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Rovilson José de Souza.

Bibliografia.

1. *Allium sativum*. 2. Alho - Tamanho de dente. 3. Espaçamento.  
4. Degerescência. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.26

**JOSUÉ CLOCK MARODIN**

**PRODUTIVIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DA SANIDADE E  
TAMANHO DO ALHO-SEMENTE E DA DENSIDADE DE PLANTIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós - Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 30 de abril 2014.

Dr. Hugo Adelande Mesquita	EPAMIG
Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende	DEAGRO/UNICENTRO
Dr. Wilson Magela Gonçalves	DAG/UFLA
Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes	DAG/UFLA

Dr. Rovilson José de Souza  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2014**

*Aos meus pais, Ricardo e Maria José, pelo incentivo e apoio na realização deste trabalho. À Mariane pelo amor e carinho, que me fizeram chegar até aqui.*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida;

À Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO-PR, por abrir as portas para o conhecimento. Em especial aos professores Dr. Juliano Tadeu Vilela Resende e Dr. Marcos Ventura Faria, que são os responsáveis pela minha formação e acreditaram um dia no meu potencial;

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realizar o doutorado, pela estrutura, pelos serviços prestados pelos funcionários;

Capes, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Prof. Dr. Rovilson José de Souza e ao Pesquisador Dr. Francisco Vilela Resende, pela orientação, ensinamentos, compreensão e pela agradável convivência. A confiança de ambos em meu desempenho acadêmico e a liberdade para a tomada das decisões fez com que a minha interpretação e maneira de ver o pós-graduação mudassem. Pelo exemplo de pessoa e profissional que pretendo seguir ao longo de minha vida;

À Embrapa Hortaliças, pela oportunidade de conhecer a realidade e a importância das pesquisas na agricultura brasileira. Por todo o material e pessoal necessário à execução do experimento. Em especial as pesquisadoras Dra. Ronessa Bartolomeu de Souza e Dra. Mariane Carvalho Vidal, pelos ensinamentos e companheirismo de todos os dias, que tornaram o trabalho muito agradável. E ainda Dr. Daniel Basílio Zandonadi, Nivaldo e Antônio Ribeiro, pela colaboração nas atividades experimentais;

Aos membros da banca; Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes, Dr. Wilson Magela Gonçalves, Dr. Juliano Tadeu Vilela Resende, Dr. Hugo Adelante Mesquita, agradeço pelas valiosas contribuições;

Aos meus amigos e colegas de trabalho, companheiros de todas as horas, Alexandre, Hugo, Clério, Rômulo, Lauro, Aline, Breno, Camila, Guilherme e Ariana;

A todos os professores da UFLA, pesquisadores da EMRAPA-CNPH, colegas, funcionários e amigos que de alguma forma participaram desta etapa em minha vida.

## RESUMO

A propagação vegetativa do alho causa redução de produtividade em função da degenerescência dos materiais, pelo acúmulo de viroses. Para o controle de viroses é utilizado plantas livres de vírus, obtidas por cultivo de ápices caulinares *in vitro*. O alho-semente livre de vírus é uma das tecnologias mais importantes para o desenvolvimento do sistema produtivo do alho no Brasil. Em cultivos convencionais, está sendo utilizado maior tamanho de material propagativo e altas densidades de plantio para obter alta produtividade de alho, porém este sistema gera alto custo de plantio. Com este trabalho objetivou-se avaliar características de produção de alho infectado e livre de vírus em função da classificação de bulbos e bulbilhos por tamanho para o plantio e espaçamento de plantas. No ano de 2012, foi utilizado clones Chonan livre de vírus e infectado, quatro tamanhos de bulbos, classes 6, 5, 4 e 3 e, três tamanhos de bulbilhos, peneiras 1, 2 e 3, para cada classe de bulbo têm os três tamanhos de bulbilhos. Os danos causados pelos vírus foram observados pela redução de 8,4% na emergência e 9,8% e altura de planta infectadas, em comparação a livre de vírus. Clone livre de vírus com sementes de bulbos das classes 6, 5 e 4 e, bulbilhos das peneiras 1 e 2 apresenta produtividade média de 9,41 t ha<sup>-1</sup>. Os bulbos e bulbilhos de tamanho médio de alho livre de vírus utilizados no plantio proporcionam altas produtividades, maior massa média e, tamanho de bulbo. No ano de 2013 foi utilizado Chonan livre de vírus e infectado, cinco espaçamentos de plantas 210, 260, 300, 360 e 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> e, três tamanhos de bulbilhos peneiras 1, 2 e 3. Com espaçamento de 210 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, o clone infectado produziu 10,4t ha<sup>-1</sup> e, livre de vírus produtividades de 15,2t ha<sup>-1</sup>. As plantas livres de vírus apresentam maior crescimento vegetativo quando plantados em maior espaçamento de planta. Chonan livre de vírus, com espaçamento de planta de 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> produziu 36,4% de bulbos na classe 7. O alho livre de vírus, bulbilhos de tamanho médio e graúdos no plantio, com espaçamento de 300 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> pode-se obter altas porcentagens de bulbos de classe 7 e altas produtividades comerciais.

Palavras-chave: *Allium sativum*, tamanho de dente, espaçamento de plantas degenerescência, livre de vírus.



## ABSTRACT

Vegetative propagation of garlic causes reduced productivity due to the degeneracy of materials, the accumulation of viruses. For the control of viruses is used virus free plants obtained by *in vitro* cultivation of the shoot apex. Garlic seed virus free is one of the most important technologies for the development of the garlic productive system in Brazil. In conventional crops, large seed size and high planting densities is being used for high productivity garlic, but this system generates high cost of planting. This work aimed to evaluate the productivity characteristics of infected and virus free garlic depending on the classification of bulbs and cloves per size for planting and plant spacing. In the year 2012, was used clones Chonan free of viruses and infected four sizes of bulbs classes 6, 5, 4 and 3, and three sizes of cloves, size 1, 2 and 3, for each class of bulb have three sizes of bulbils. The damage caused by virus were observed in the reduction of 8.4% emergence and 9.8% height of infected plants, compared to free virus plants. Clone virus free with seeds bulbs in classes 6, 5 and 4, and clove of 1 and 2 size shows an average yield of 9.41 t ha<sup>-1</sup>. Average size of bulbs and cloves of free virus garlic used in planting provide high yields, higher average weight and size of bulb. The year 2013, was used Chonan free of virus and infected five plant spacing 210, 260, 300, 360 and 390 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>, and three sizes of clove 1, 2 and 3 size. Spacing of 210 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup> infected clones produced 10.4 t ha<sup>-1</sup> and virus-free yield of 15.2 t ha<sup>-1</sup>. The virus free plants have greater vegetative growth when planted in greater plant spacing. Chonan virus free, with plant spacing of 390 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup> produced 36.4% of bulbs in class 7. The virus free garlic, cloves and 1 and 2 size at planting, plant spacing of 300 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup> can obtain high percentages of class 7 bulbs and high commercial yields.

Key words: *Allium sativum* L. Clove size. Degeneration. Spacing plants. Virus free.

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO I - Introdução Geral</b> .....	11
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1	<b>Alho livre de vírus</b> .....	14
2.1.1	<b>Complexos virais em alho</b> .....	14
2.1.2	<b>Produção de alho livre de vírus</b> .....	16
2.1.3	<b>Desempenho produtivo de alho livre de vírus</b> .....	17
2.2	<b>Tamanho do alho-semente</b> .....	20
2.2.1	<b>Aspectos relacionados à implantação da cultura</b> .....	21
2.2.2	<b>Desempenho produtivo em função do tamanho do bulbilho-semente</b> .....	21
2.3	<b>Densidade de plantio</b> .....	25
3	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	30
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31
	<b>CAPÍTULO II – Produção do alho infectado e livre de vírus em função do tamanho de bulbos e bulbilhos utilizados como alho semente</b> .....	39
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	42
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	44
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	50
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	64
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65
	<b>CAPÍTULO III - Produção do alho infectado e livre de vírus em função da densidade de plantio e tamanho de alho-semente</b> .....	69
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	72
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	74
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	79
4	<b>CONCLUSÕES</b> .....	94
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	95

## **CAPÍTULO I**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de alho na região do Cerrado brasileiro é considerada a mais tecnificada do mundo. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil cultiva-se principalmente o alho tipo nobre. Estes alhos tem boa aceitação de mercado, caracterizados por possuir número de bulbilhos inferior a 20 bulbilhos/bulbo. Os bulbos possuem túnicas brancas e película dos bulbilhos de coloração roxa intensa. Este fato caracteriza e individualiza o alho nobre brasileiro no cenário mundial de produção de alho.

O modo de propagação vegetativa facilita a disseminação de vírus. Muitas viroses são intensificadas e perpetuadas por sucessivos ciclos de propagação de alho (CONCI; CANAVELLI; BALZARINI, 2010). O resultado do acúmulo de complexos virais ao longo dos anos causa forte degenerescência, diminuindo o potencial produtivo do alho (SILVA; SOUZA; PASQUAL, 2010). Para o controle de viroses é utilizado limpeza clonal, pela termoterapia e técnicas de cultura de tecidos (CONCI et al., 2005), permitindo a reprodução de plantas livres de vírus (RESENDE; DUSI; MELO, 2004) com melhor sanidade.

A adoção da tecnologia de produção do alho livre de vírus tem gerado incrementos de rentabilidade (ALMEIDA; VILELA, 2008). No entanto, o sistema produtivo necessita adequar o manejo para a produção de cultivares livres de vírus, principalmente o manejo de alho-semente e densidade de plantio.

O tamanho do bulbilho utilizado no plantio influencia em todo o ciclo do alho desde a intensidade de brotação, passando pela fase de crescimento vegetativo e maturação dos bulbos. Devido às reservas nutricionais, quanto maior o tamanho do bulbilho utilizado no plantio maior será a produção do alho (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; CASTELLANOS et al., 2004). Apesar de ser conhecida a influência do tamanho de bulbilhos na produção de alho, ainda não se tem relatos sobre a interação do tamanho entre bulbos e bulbilhos.

Os materiais de alho livre de vírus, em função da ausência de degenerescência do alho-semente, podem sofrer menor influência do tamanho de bulbos e bulbilhos, quando comparados aos alhos infectados por vírus.

A densidade de plantio na cultura do alho tem relação direta com produtividade e tamanho de bulbos. O avanço tecnológico em outras áreas como controle de plantas invasoras e adubação permite o melhor desempenho agrônomo desta cultura (SOUZA et al., 2009). Para os clones de alho livre de vírus que apresentam maior vigor vegetativo (CONCI; CANAVELLI; BALZARINI, 2010) tem a necessidade de novos estudos de espaçamentos de plantas, para explorar o potencial produtivo destes materiais.

O gasto de alho-semente evoluiu de 600 kg por hectare, nos anos de 1990 para cerca de 2.000 a 2.500 kg por hectare, atualmente. Este fato tem gerado um alto custo do alho-semente, resultado de bulbos e bulbilhos cada vez maiores para o plantio do alho, além de altas densidades de plantio. Desta forma, tem sido demanda pelo setor produtivo, o estabelecimento do real custo benefício entre tamanho do alho-semente e densidades de plantio, com a produção final da cultura. Estudos desta natureza podem resultar em novas práticas de manejo para a redução dos custos de plantio, sem que ocorra a diminuição do rendimento final da cultura.

Com este trabalho objetivou-se avaliar características de produção de alho infectado e livre de vírus em função da classificação de bulbos e bulbilhos por tamanho para o plantio e espaçamento de plantas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Alho livre de vírus

O uso de alho-semente livre de vírus está se consolidando como uma das tecnologias mais importantes para o desenvolvimento da cadeia produtiva do alho no Brasil (ALMEIDA; VILELA, 2008). O principal motivo para a adoção desta tecnologia deve-se aos danos causados pelos complexos virais disseminados ao longo dos anos e sucessivos ciclos de multiplicação do alho por meio dos bulbilhos. Em campos de produção de alho, as plantas livres de vírus apresentam maior vigor vegetativo e produtividade do que as plantas de propagação convencional, infectadas por vírus.

#### 2.1.1 Complexos virais em alho

A propagação vegetativa do alho por meio de bulbilhos contribui para a disseminação de várias doenças, principalmente viroses (WALKEY; ANTILL, 1989), o que ocasiona degenerescência das plantas pela redução da produtividade (MELO-FILHO et al., 2006; TORRES et al., 2000). Os vírus são transmitidos de uma planta para outra por pulgões (gêneros *potyvirus* e *carlavirus*) ou ácaros (*allxivirus*) (FERNANDES; DUSI; RESENDE, 2013). As plantas infectadas passam a conviver com os vírus de forma crônica, os quais são perpetuados por meio dos ciclos de cultivo.

No mundo, várias espécies de vírus estão presentes nos cultivos de alho (PARRANO et al., 2012). A identificação e caracterização das principais viroses que ocorrem no alho são complexas. Geralmente os danos são causados por uma mistura de vários vírus, pertencentes a diferentes grupos taxonômicos, chamados de complexo viral (CONCI; NOME; MILNE, 1992), formado principalmente,

pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus* (FAYAD-ANDRE; DUSI; RESENDE, 2011).

As principais espécies encontradas no Brasil do gênero *Carlavirus* são o *Garlic common latent virus* (GarCLV) e *Shallot latent virus* (SLV), do gênero *Potyvirus* são *Onion yellow dwarf virus* (OYDV), *Leek yellow stripe virus* (LYSV) e *Shallot yellow stripe virus* (SYSV) e, do gênero *Allexivirus* são o *Garlic mite-borne filamentous virus* GarMbFV, *Garlic virus C* GarV-C e *Garlic virus D* GarV-D (FAJARDO et al., 2001; MELO FILHO et al., 2004; MITUTI et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2008). A espécie OYDV é considerada a principal espécie de vírus responsável pela redução da produtividade na cultura do alho (MAHMOUD et al., 2008).

Os sintomas típicos dos complexos virais observados em folhas de alho são estrias de coloração verde claro ou amarelo, conhecido como “mosaico do alho” (FERNANDES; DUSI; RESENDE, 2013). A coloração amarelada esta relacionada com a redução significativa na concentração de clorofila das folhas (MESSIAEN; YOUCEF-BENKADA; BEYRIES, 1981). Pode ser observada redução da área foliar, altura das plantas e massa dos bulbos, caracterizando subdesenvolvimento com baixo vigor vegetativo (CANAVELLI; NOME; CONCI, 1998). Os sintomas são induzidos pelas modificações estruturais, fisiológicas e bioquímicas causadas pelos vírus, além disso, a respiração, fotossíntese, síntese de proteínas, transporte de assimilados, ação de reguladores de crescimento são afetados pelos vírus em plantas (GIBBS; HARRISON, 1979; VICENTE, 1979).

Além das características produtivas, os danos causados pelos complexos virais em plantas de alho são observados na conservação pós-colheita dos bulbos. Os bulbos de alho, originados de plantas infectadas por vírus apresentam redução de massa mais acentuada que bulbos originados de plantas livres de vírus (RESENDE et al., 2009). Os bulbos, infectados por vírus apresentam

maior suscetibilidade aos danos causados por doenças e pragas de armazenamento em função das túnicas mais frágeis.

O controle de vírus em é realizado apenas de forma preventiva. O uso de medidas culturais e produtos químicos, em nível de campo não são eficientes. A micropropagação e indexação para os principais vírus (TORRES et al., 2000) têm sido a medida de controle mais eficiente (FERNANDES; DUSI; RESENDE, 2013).

### **2.1.2 Obtenção de alho livre de vírus**

A limpeza clonal, por meio de cultura de ápices caulinares, tem sido utilizada com êxito visando recuperar a sanidade de clones de alho infectados por viroses (MENEZES JÚNIOR, 2011). As células do meristema apical, discos basais e pontas de raízes são cultivados in vitro e podem reproduzir novas plantas livres de vírus (AYABE; SUMI, 2001; CONCI; NOME, 1991; RAMIREZ-MALAGON et al., 2006).

A técnica de cultura de ápices caulinares é realizada por meio de bulbilhos de alho com brotação visível. Para aumentar a eficiência do processo, os bulbilhos infectados por vírus são submetidos à termoterapia (ROBERT; ZEL; RAVNIKAR, 1998), temperatura de 37 °C por um período de 30 a 40 dias. Logo após, os bulbilhos são esterilizados com solução de hipoclorito de sódio ou álcool. Em condições assépticas, os explantes, contendo 2 folhas meristemáticas, são excisados e colocados individualmente em tubos de ensaio, contendo meio nutritivo com nutrientes e reguladores vegetais. Após a indução da parte aérea ocorre o desenvolvimento de um micro bulbo, o qual é utilizado para o plantio em casas de vegetação para realizar a aclimatação e indexação das plantas (TORRES et al., 2001).



Para comprovar que o material está livre de vírus é realizado testes de Elisa (HAMMOND; JORDAN, 1990) em amostras vegetais das plantas oriundas dos microbulbos (TORRES et al., 2000). Os testes sorológicos detectam a presença dos principais vírus do alho. Este processo é repetido sucessivamente por três ciclos de multiplicação, visando à confirmação da eficiência do processo de limpeza dos vírus. Apenas os materiais que não apresentam vírus são propagados em ambiente protegido, para evitar nova contaminação (FERNANDES; DUSI; RESENDE, 2013; RESENDE et al., 2009).

Mesmo sujeito à reinfecção no primeiro ano de cultivo em campo aberto (CONCI; CANAVELLI; BALZARINI, 2010), o material de alho livre de vírus apresenta aumento de 100 a 200% na produtividade, inclusive concentrando a produção dos bulbos nas classes de tamanho de maior valor comercial (TORRES et al., 2000).

### **2.1.3 Produtividade de alho livre de vírus**

A limpeza clonal de alho promove ganhos em produtividade por várias gerações de multiplicação, comprovando a eficiência desta técnica. Em um estudo avaliando cultivares de alho no Brasil, Silva, Souza e Pasqual (2010) observaram que todas as cultivares provenientes de cultura de ápices caulinares apresentaram maior produtividade em relação às cultivares de multiplicação convencional ao longo das nove gerações de multiplicação. Entretanto, tem se observado uma redução gradativa e constante da produtividade dos materiais livres de vírus ao longo de sucessivos ciclos de exposição destes materiais a condições de reinfecção em campo aberto. Melo Filho et al. (2006) estudaram as degenerescências relacionadas à reinfecção por viroses no cultivo de alho, os autores registraram aumento de 141% e 49% da produção em plantas livres de

vírus em relação às infectadas no primeiro ciclo e no quinto ciclo, respectivamente.

As plantas livres de vírus apresentam maior vigor e altura de plantas comparado às plantas infectadas (RESENDE; GUALBERTO; SOUZA, 2000; RESENDE; SOUZA; PASQUAL, 1995; WALKEY; ANTILL, 1989), principalmente quando as plantas atingem o maior crescimento vegetativo antes da maturação dos bulbos. Resende et al. (1999b) observaram que as plantas livres de vírus apresentam altura 29% superior às plantas infectadas.

O número de folhas vivas entre plantas infectadas e livres de vírus não apresentam diferença significativa durante maior parte do ciclo do alho (RESENDE; GUALBERTO; SOUZA, 2000; RESENDE; SOUZA; PASQUAL, 1995). No entanto, Resende et al. (1999b) observaram que plantas livres de vírus apresentam maior número de folhas vivas na fase final de maturação de bulbos comparadas as plantas infectadas, os autores relacionam este fato com a senescência adiantada das plantas infectadas. O maior vigor e crescimento vegetativo das plantas livres de vírus estão relacionados principalmente com a altura da planta, largura das folhas e incremento da concentração de clorofila (MESSIAEN; YOUCEF-BENKADA; BEYRIES, 1981; WALKEY; ANTILL, 1989), do que ao número de folhas vivas em atividade.

O menor crescimento vegetativo das plantas infectadas em relação às plantas livre de vírus pode ser observado avaliando o acúmulo de massa seca entre os materiais. Resende et al. (1999b) observaram que o acúmulo de massa seca da parte aérea, raízes e planta inteira aumentaram nas plantas livres de vírus aos 90 DAP em relação a plantas convencionais e aos 110 DAP para os bulbos, nesta fase plantas livre de vírus apresentam acréscimo de 80,3% no acúmulo de massa seca na parte aérea em relação às plantas convencionais.

Na avaliação da razão bulbar (diâmetro do pseudocaule/diâmetro do bulbo) os valores inferiores a 0,5 indicam formação do bulbo e valores menores

de 0,2 indicam a fase final da bulbificação (MANN, 1952). Resende et al. (1999b) por meio da avaliação de razão bulbar, observaram que a multiplicação convencional, utilizando plantas infectadas por vírus, apresentou ponto de colheita antecipado comparado às plantas livres de vírus. As alterações metabólicas provocadas pelas infecções virais promovem a senescência precoce das plantas (GIBBS; HARRISON, 1979), nesse sentido plantas livres de vírus com maior período de crescimento vegetativo, têm maior potencial para a produção de bulbos.

O vigor das plantas e o crescimento vegetativo estão relacionados com a produção de bulbos de alho, produzindo bulbos de maior tamanho e maior massa (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000). As cultivares de alho livre de vírus têm demonstrado maior produtividade e qualidade de bulbos de alho (RESENDE; SOUZA; PASQUAL, 1995). Walkey e Antill (1989) observaram para as cultivares Rosé du Var, Moulinin e Printanor infectadas por vírus reduções de produção de bulbos de 34,0%; 43,5% e 44,0%, respectivamente, em comparação com plantas livres de vírus das mesmas cultivares. Resende et al. (1999b) observaram produtividade 99,8% superior em plantas livres de vírus comparadas às plantas infectadas. Resende, Gualberto e Souza (2000) observaram aumento médio de 63% da produtividade de plantas provenientes de cultura de tecidos ( $19,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) para as plantas multiplicadas via convencional ( $11,9 \text{ t ha}^{-1}$ ). A maior produtividade está relacionada com a maior massa e tamanho dos bulbos, onde a proporção de bulbos nas maiores classes é obtida utilizando cultivares de alho livres de vírus (WALKEY; ANTILL, 1989). Resende et al. (1999b) observaram massa média de bulbos 109,5% superior em plantas livre de vírus comparados às plantas infectadas.

Outro aspecto relevante na comparação de plantas infectadas e livres de vírus é a diferença na exigência nutricional. De acordo com Resende et al. (1999a) plantas livres de vírus apresentam maior acúmulo de nutrientes em

relação às plantas infectadas. A extração de nutrientes para ambas as formas de multiplicação, livre de vírus e infectada, é diretamente proporcional ao crescimento das plantas, sendo observados maiores diferenças, no período de maior acúmulo de massa seca pelas plantas. No mesmo estudo, foi constatada que plantas infectadas têm maior exigência em nitrogênio (N) que as plantas livres de vírus. Resende, Faquin e Souza (2000) observaram que a ausência de nitrogênio em plantas livres de vírus ( $11,4 \text{ t ha}^{-1}$ ) apresenta produção total de bulbos 226% superior as plantas infectada ( $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ ). Estudos de acúmulo de nutrientes possibilita uma recomendação de adubação mais adequada para os materiais livres de vírus. Souza et al. (2011) demonstraram que as plantas livres de vírus apresentam significativo aumento de produção em resposta ao aumento da dose de N.

## **2.2 Tamanho do alho-semente**

Em sistemas produtivos de alho de alta tecnologia são recomendadas a utilização de bulbos e bulbilhos de maior tamanho, devido ao aumento de produtividade observado nos campos de produção, aliada à seleção dos melhores materiais ao longo dos anos. Devido ao custo do alho semente, que representa em média 30% do custo total de produção de alho (ANUÁRIO..., 2013), alguns produtores, principalmente aqueles menos tecnificados, optam por utilizar bulbos de menor tamanho como alho-semente e, os maiores são direcionados para comercialização por alcançar maior remuneração no mercado. A opção pelos menores bulbos deve ser, pelo menos, compensada pela classificação de bulbilhos e uso daqueles de maior tamanho para o plantio de uma nova lavoura.

Sendo assim, o tamanho do bulbo e bulbilho utilizado no plantio deve ser manejado de forma a propiciar máxima produção e lucratividade na cultura

do alho (CASTELLANOS et al., 2004; MUELLER; KREUZ; MONDARDO, 1998).

### **2.2.1 Aspectos relacionados à implantação da cultura**

Para realizar o plantio de alho, os bulbos e bulbilhos são selecionados quanto a sua qualidade, os quais devem apresentar características sanitárias adequadas, livres de doenças e anomalias fisiológicas. Os bulbos são classificados em classes comerciais quanto ao seu tamanho. Segundo Brasil (1992) as classes são 7 com diâmetros transversais maiores que 56 mm, 6 com 56 a 47 mm, 5 com 47 a 42 mm, 4 com 42 a 37 mm e 3 com 37 a 32 mm. Segundo esta classificação, bulbos com diâmetro menor que 32 mm não possuem classe comercial, sendo classificado como refugo. Após a classificação dos bulbos, os bulbilhos são classificados em peneiras quanto ao seu tamanho. Para tanto, utiliza-se um conjunto de peneiras 1 ou graúdo com tamanho de 15 x 25 mm, 2 ou médio com tamanho de 10 x 20 mm, 3 ou pequeno com tamanho de 8 x 17 mm e 4 ou miúdo com tamanhos de 5 x 17 mm (SOUZA et al., 2009). Desta forma, cada área cultivada será plantada com tamanho único de bulbilho-semente de alho de modo a padronizar as plantas e uniformizar a colheita.

### **2.2.2 Produtividade em função do tamanho do bulbilho-semente**

A produção de alho tem influência do tamanho de classes de bulbos e bulbilho-semente utilizado no plantio (GABRIEL; GUIÑAZÚ, 2007). Os bulbilhos de alho são ricos em nutrientes minerais, açúcares, proteínas, vitaminas, além de outros compostos (KAMENETSKY et al., 2007). Este fato, aliado à baixa capacidade de absorção de nutrientes do solo na fase inicial do crescimento vegetativo do alho (RESENDE et al., 1999b) ocasiona a

dependência da reserva nutricional dos bulbilhos para a emergência e crescimento inicial da planta de alho, influenciando na produção final de bulbos de alho correlacionando-se diretamente com o tamanho dos bulbilhos (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000).

O tamanho ou massa do bulbilho de alho, definido pelas peneiras de classificação, pode influenciar na emergência de plantas, número de folhas, altura de planta, área foliar, massa fresca da planta e ainda diâmetro e massa de bulbos. Diversos estudos relataram que a maior produção de bulbos de alho está relacionada ao maior vigor e crescimento vegetativo das plantas. Estes fatos foram observados em experimentos de épocas de plantio, espaçamento de plantas e tamanho de bulbilho-semente de alho (ADEKPE et al., 2007; BHUIYA; RAHIM; CHOWDHURY, 2003).

A emergência das plantas de alho pode ser influenciada pelo tamanho dos bulbilhos utilizados no plantio. De acordo com Mahadeen (2011), os bulbilhos grandes apresentam emergência 8,8% superior aos bulbilhos pequenos. Estes resultados estão de acordo com Anna, Iapichino e Miceli (2000) que observaram que a emergência de plantas de alho aumenta de 82% para 92% em relação ao aumento da massa dos bulbilhos de 1 para 6 g bulbilho<sup>-1</sup>, respectivamente. Além disso, os bulbilhos grandes apresentam emergência mais rápida que bulbilhos pequenos. Os autores observaram que a taxa de crescimento da planta de alho depende do tamanho do bulbilho semente, em que plantas originadas de bulbilhos pequenos apresentaram crescimento mais lento durante todo o ciclo, comparado aos bulbilhos grandes.

De modo geral, bulbilhos grandes (3,1 a 4,0 g bulbilho<sup>-1</sup>) proporcionam maior número de folhas por planta, altura de planta e massa da planta (MAHADEEN, 2011). A área foliar das plantas de alho também é favorecida por bulbilhos grandes, existindo correlação positiva entre área foliar e massa dos bulbos (CASTELLANOS et al., 2004; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO;

BORGO, 1997). Sendo assim, os bulbilhos grandes utilizados no plantio de alho proporcionam melhor crescimento vegetativo, devido ao mais rápido estabelecimento da planta. O resultado deste efeito positivo pode ser observado no melhor desenvolvimento de bulbos, proporcionando maiores produtividades (AHMED et al., 2007).

A produção de bulbos de alho pode ser influenciada pelo tamanho de bulbilho utilizado no plantio. Minard (1978) observou que a maior produção de alho ( $27,8 \text{ t ha}^{-1}$ ) foi obtida por bulbilhos de maior tamanho ( $2,0$  a  $2,9 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ) comparado à produção de  $22,7 \text{ t ha}^{-1}$  dos bulbilhos de menor tamanho ( $1,0$  a  $1,9 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ). Stahlschmidt, Cavagnaro e Borgo (1997) observaram para a cultivar Blanco, que bulbilhos de maior tamanho ( $9,8 \text{ g bulbo}^{-1}$ ) produzem bulbos de maior massa ( $54,9 \text{ g}$ ), valor 65% superior aos bulbos produzidos pelos bulbilhos de menor tamanho ( $2,5 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ). Anna, Iapichino e Miceli (2000) observaram produção de bulbos comerciais de alho com aumento de 107% em resposta ao aumento do bulbilho semente ( $1,0$  para  $6,0 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ). Castellanos et al. (2004) observaram que a produção de bulbos de alho aumenta 46% em resposta ao aumento do tamanho do alho-semente de  $1,9$  para  $6,5 \text{ g bulbilho}^{-1}$ , porém de  $6,5$  para  $10 \text{ g bulbilho}^{-1}$  a produção de bulbos não tem aumento significativo. Mahadeen (2011) observou a produção de bulbos 75% superior quando foi utilizado bulbilhos de maior tamanho ( $3,1$  a  $4 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ) comparado a bulbilhos pequenos ( $< 1 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ).

Além da maior produtividade, os bulbilhos grandes de alho utilizados no plantio produzem bulbos de melhor qualidade, com maior massa e diâmetro (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; MAHADEEN, 2011) sendo classificados em maior proporção em classes comerciais de maior diâmetro (CASTELLANOS et al., 2004; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGO, 1997) a qual possui maior valor comercial.

Os fatos observados estão associados aos bulbilhos grandes terem maior quantidade de reserva nutricional de carboidratos e minerais, que produzem plantas mais vigorosas, com o estabelecimento mais rápido e se desenvolvem melhor do que as plantas originadas de bulbilhos pequenos. Com o melhor crescimento vegetativo inicial, as plantas apresentam maior área foliar fotossintética que resulta em maior massa vegetativa e maior enchimento do bulbo. Portanto, maiores produtividades são observadas quando são utilizados bulbilhos grandes no plantio (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; CASTELLANOS et al., 2004; MAHADEEN, 2011; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGO, 1997).

Ao avaliar a lucratividade dos diferentes tamanhos de bulbilhos, Castellanos et al. (2004) constataram que quanto maior o tamanho do bulbilho ( $10 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ) maior é o custo de plantio e maior a renda bruta. Porém, o plantio com bulbilhos medianos ( $7,6 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ) proporciona a maior lucratividade. Devido à produção de alho estar associada a maior captação de luz solar, existe interação entre o tamanho do bulbilho semente e espaçamento entre plantas. Gedamu et al. (2008) observaram que bulbilhos pequenos ( $1,0 - 1,49 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ) apresentam maior produtividade em espaçamentos populacionais mais adensados (20 cm entre linhas) e para bulbilhos médios e grandes ( $1,5 - 2,5 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ) as maiores produtividades foram observadas em espaçamentos medianos (30 cm entre linhas). No espaçamento de plantas menos adensado (40 cm entre linhas), os bulbilhos pequenos apresentam redução de produtividade mais drástica do que de bulbilhos grandes, estes, porém, produzem bulbos de maiores tamanhos e massa após a colheita. Os autores associam o aumento de produtividade dos bulbilhos grandes pela maior quantidade de reserva nutricional que proporciona o estabelecimento mais rápido da planta. Uma planta com maior área foliar, associado a espaçamentos de plantas menos



adensados, proporciona maior captação de luz solar transformada em biomassa, possibilitando a produção de bulbos maiores na colheita.

O plantio de alho utilizando bulbilhos pequenos, além de diminuir a produção de bulbos, pode aumentar a ocorrência de plantas com superbrotamento, o qual é um distúrbio genético-fisiológico que deprecia a qualidade de bulbos e reduz sua capacidade de conservação. De acordo com Reghin et al. (2004) a maior ocorrência de plantas com superbrotamento ocorre quando utiliza-se alho-semente de menor massa, com ocorrência de 19,9% de plantas superbrotadas quando se utiliza sementes entre 2,0 a 2,9 g.

Em geral, o plantio de bulbilhos grandes proporciona maior crescimento vegetativo, associado principalmente à emergência, número de folhas por planta, altura da planta e massa da planta, portanto maior produção e qualidade de bulbos.

### **2.3 Densidade de plantio**

Antigamente, o manejo de densidade de plantio era realizado pelo arranjo das plantas em sistema de fileira simples. A densidade de plantio variava de acordo com os espaçamentos entre linhas simples e espaçamentos entre plantas. Existem relatos que a recomendação de densidade de plantio pelos anos de 1980 era de espaçamentos de 0,20 a 0,25 m entre linhas simples e, 0,08 a 0,10 m entre plantas, resultando em populações entre 400 a 625 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A utilização de espaçamentos mais adensados pelos agricultores facilita o controle das plantas espontâneas (KARAYE; YAKUBU, 2006). Atualmente, a aplicação de herbicidas, como o oxadiazon (1,5 e 2,0 i.a. kg ha<sup>-1</sup>) proporciona controle eficiente de plantas espontâneas e maior produtividade de alho (ADEKPE et al., 2007). Com as recentes inovações tecnológicas para esta cultura, os espaçamentos menos adensados têm apresentados melhores

resultados. A partir de 1980, espaçamentos de 0,30 m entre linhas simples e 0,10 m, com populações de 330 mil plantas ha<sup>-1</sup>, proporcionaram maior rendimento (GARCIA; BARNI; DETTMANN, 1992). Atualmente têm se utilizado sistema de fileiras duplas, principalmente nos sistemas produtivos que emprega alta tecnologia (REGHIN et al., 2004). De modo geral, têm sido utilizados espaçamentos entre linhas duplas de 0,4 m, entre as fileiras simples de 0,10 m e entre plantas de 0,10 m, com população de 400 mil plantas ha<sup>-1</sup>, aproximadamente.

O crescimento da planta de alho está relacionado com a melhor captação de luz solar. As altas densidades de plantio causam sombreamento mútuo prejudicando o crescimento vegetativo do alho devido à competição entre elas, principalmente por luz. Por essa razão, as plantas com menor área foliar e menor exposição à luz apresentam menor taxa fotossintética (MORAVČEVIĆ et al., 2011). Desta forma, o manejo do espaçamento deve proporcionar o melhor aproveitamento da luz.

Os espaçamentos menos adensados proporcionam acréscimos de 11% na altura de plantas e 15% no número de folhas (ALAM et al., 2010). De acordo com os autores, o espaçamento mais amplo tem maior área em torno de cada planta, diminuindo a competição entre elas por nutrientes, água, e luz. Como resultado, cada planta apresenta melhor desempenho de caráter individual (KARAYE; YAKUBU, 2006; MORAVČEVIĆ et al., 2011).

Contudo, com o aumento da densidade de plantio pode ser observado aumento de índice de área foliar (área foliar por área) (CASTELLANOS et al., 2004; MORAVČEVIĆ et al., 2011).

A densidade de plantio está relacionada diretamente com a produtividade, devido cada planta produzir um único bulbo. Além disso, o crescimento vegetativo da planta é limitado por fatores genéticos e ambientais.

Deste modo, o aumento do número de plantas resulta no aumento de produtividade devido maior quantidade de bulbos produzidos (COUTO, 1958).

Reghin et al. (2004) observaram resposta linear crescente com o aumento da densidade de plantas de 33,3 para 100 plantas  $m^{-2}$ , houve aumento da produtividade de bulbos. Abadi, Nasser e Nosrati (2010) observaram que a variação no espaçamento entre plantas na linha de 12 para 8 cm, aumentou 23% a produção de alho (11,7 t  $ha^{-1}$  para 14,4 t  $ha^{-1}$ ). Adekpe et al. (2007) observaram que a variação no espaçamento entre plantas na linha de 10 para 5 cm a produção de bulbos aumentou 78% (14,0 para 24,9 t  $ha^{-1}$ ). Alam et al. (2010) observaram que a maior densidades de plantas (10x10 cm) aumentou em 23% o produtividade em comparação a menor densidade (15x15). Castellanos et al. (2004) observaram com a variação de 300 pra 600 mil plantas  $ha^{-1}$  ocorre aumento linear de 24% na produtividade (32,1 para 39,7 t  $ha^{-1}$ , respectivamente). Asgharipour e Arshadi (2012) observaram que a variação no espaçamento entre plantas de 0,08 para 0,12 m não apresenta diferença sobre produtividade comercial, porém a variação no espaçamento entre linhas de 0,4 para 0,2 m proporciona aumento de 84% (8,17 para 15,03 t  $ha^{-1}$ ). A maior produtividade está relacionada ao maior número de plantas por unidade de área que cumulativamente proporcionam maior produção de alho (ALAM et al., 2010; DORO, 2012). De acordo com Castellanos et al. (2004) o aumento de produção total está relacionado com o aumento de índice de área foliar.

Por outro lado, ao aumentar a produção pelo aumento da densidade de plantas, não se tem a mesma resposta em relação à qualidade do bulbo (REGHIN et al., 2004). Pode ser observada a maior competição entre as plantas com o aumento da densidade de plantio ocorrendo à diminuição do tamanho e massa média dos bulbos (GARCIA; BARNI; DETTMANN, 1992). Dessa forma, as menores densidades de plantas proporcionam bulbos com maior tamanho (ALAM et al., 2010; DORO, 2012).

Normalmente, a maior qualidade de bulbos é observada em densidades de plantio menos adensadas, as quais promovem maior massa média de bulbos, sendo estes classificados em classe de bulbos com maior tamanho e maior valor comercial. De acordo com Reghin et al. (2004) com a diminuição da densidade de plantas ocorre resposta linear crescente do rendimento de bulbos de classes superiores (7 e 6). Por outro, lado o rendimento dos bulbos em classes inferiores (4) observou-se comportamento linear decrescente em função da diminuição da densidade de plantas. Castellanos et al. (2004) ao avaliar o efeito da densidade de plantio, de 600 pra 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> observaram aumento de 1375% na produção de alho na maior classe comercial (0,4 para 5,9 t ha<sup>-1</sup>). De modo geral, a maior densidade produz alho de classes de menor tamanho em relação às menores densidades, que produzem alhos nas maiores classes comerciais, as quais apresentam maior valor comercial.

O tamanho do alho-semente e o espaçamento devem ser manejados para proporcionar a máxima lucratividade do alho e, não somente a produtividade da cultura. A utilização de bulbilhos grandes e densidades de plantio mais adensadas promovem aumento no custo de produção, devido ao maior gasto de sementes. Ao avaliar a lucratividade entre as densidades de plantio, Castellanos et al. (2004) observaram que densidades de 600 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentam o maior custo de plantio e lucratividade 15% inferior à densidade de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Para o alho-semente pequeno é utilizado densidades de plantas mais adensadas em relação a bulbilhos de maior tamanho (REGHIN et al., 2004). De acordo com Gedamu et al. (2008) existe interação entre espaçamento e tamanho de alho-semente onde, utilizando bulbilhos pequenos ocorre redução de produtividade com a diminuição da densidade de plantio. Porém, utilizando bulbilhos grandes não existe diferença de produtividade no aumento dos espaçamentos entre linhas de 20 para 30 cm. Ao diminuir o número de plantas

por área ocorre aumento de massa média de bulbos compensando a menor densidade de plantas.

Além disso, foi observada melhor qualidade química em bulbos de alho plantados em espaçamento menos adensados, com maior teor de vitamina C e açúcar total, além de maior massa seca (REKOWSKA; SKUPIEŃ, 2007).

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O plantio de alho-semente convencional infectado por vírus ocasiona redução da produtividade e qualidade dos bulbos em comparação ao clone livre de vírus. Para o clone infectado, somente bulbos e bulbilhos de maior tamanho para o plantio pode-se atingir altas produtividades.

A ausência de degenerescência em alho livre de vírus compensa até certo limite, o tamanho alho-semente utilizado no plantio. Para clone livre de vírus, a utilização de bulbos e bulbilhos de tamanho médios no plantio proporciona alto crescimento vegetativo, altas produtividades e maior massa média e, tamanho de bulbo.

Para clone infectado deve-se utilizar menor espaçamento de planta e alho semente de maior tamanho para atingir maiores produtividades. Porém, plantas livre de vírus o maior crescimento vegetativo ocorre em maior espaçamento de plantas, independente do tamanho de alho-semente.

Ao utilizar alho livre de vírus, bulbilhos de tamanho médio e graúdos no plantio com espaçamento de  $300 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  pode-se obter altas porcentagens de bulbos de maior tamanho, classe 7 e ainda, altas produtividades comerciais.

## REFERÊNCIAS

ABADI, A. G. F.; NASSERI, A.; NOSRATI, A. E. Water use efficiency and yield of garlic responses to the irrigation system, intra-row spacing and nitrogen fertilization. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 8, n. 2, p. 344-346, 2010.

ADEKPE, D. I. et al. Yield responses of garlic (*Allium sativum* L.) to oxidation, date of planting and intra-row spacing under irrigation at Kadawa, Nigeria. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 12, p. 1785-1789, 2007.

AHMED, H. G. et al. Response of garlic (*Allium sativum* L.) to irrigation interval and clove size in semi-arid. **Nigerian Journal of Plant Science**, Grahamstown, v. 2, n. 2, p. 202-208, 2007.

ALAM, M. S. et al. Effect of spacing on growth and yield of two lines of garlic under dry land condition. **Journal of Agroforestry Environment**, Bangladesh, v. 4, n. 2, p. 151-154, 2010.

ALMEIDA, V. E. S.; VILELA, N. J. Impactos ambientais e econômicos do alho livre de vírus para a agricultura familiar. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 37-63, 2008.

ANNA, F. d'; IAPICHINO, G.; MICELI, A. Effect of clove weight on yield and bulb quality of garlic grown for storage. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 533, p. 589-592, Oct. 2000.

ANUÁRIO da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2013. 458 p.

ASGHARIPOUR, M. R.; ARSHADI, M. J. Effect of planting date and plant density on yield and yield components of garlic Infariman. **Advances in Environmental Biology**, Amman, v. 6, n. 3, p. 583-586, 2012.

AYABE, M.; SUMI, S. A novel and efficient tissue culture method: stem-disc dome culture: for producing virus-free garlic (*Allium sativum* L.). **Plant Cell Reports**, Berlin, v. 20, n. 6, p. 503-507, June 2001.

BHUIYA, M. A. K.; RAHIM, M. A.; CHOWDHURY, M. N. A. Effect of planting time, mulch and irrigation on the growth and yield of garlic. **Asian Journal of Plant Science**, Beijing, v. 2, n. 8, p. 639-643, 2003.

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](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/alho242_92.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CANAVELLI, A.; NOME, S. F.; CONCI, V. C. Efecto de distintos vírus en la producción de ajo (*Allium sativum*) Rosado Paraguayo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 354-358, 1998.

CASTELLANOS, J. Z. et al. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size. **Hortscience**, Alexandria, 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**, Berlin, v. 158, n. 3, p. 186-193, May 2010.

CONCI, V. C. et al. Program for intensive production of virus-free garlic plants. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 688, p. 195-200, 2005.

CONCI, V. C.; NOME, S. F. Virus free garlic (*Allium sativum* L.) plants obtained by thermotherapy and meristem tip culture. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 132, n. 3, p. 186-192, July 1991.

CONCI, V. C.; NOME, S. F.; MILNE, R. G. Filamentous viruses of garlic in Argentina. **Plant Disease**, Quebec, v. 76, n. 6, p. 594-596, 1992.



COUTO, F. A. A. Efeito do espaçamento na produção de alho. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 10, n. 58, p. 288-289, 1958.

DORO, A. K. Response of garlic (*Allium Sativum* L.) to intra-row spacing at Ajiwa irrigation site of Katsina State, Nigeria. **Journal of Research in National Development**, Owerri, v. 10, n. 2, p. 103-107, 2012.

FAJARDO, T. V. M. et al. Garlic viral complex: identification of potyviruses and carlaviruses in Central Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 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**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 341-349, 2011.

FERNANDES, F. R.; DUSI, A. N.; RESENDE, F. V. **Viroses do alho no Brasil: importância e principais medidas de controle**. Brasília: EMBRAPA, 2013. 9 p. (Circular Técnica, 122).

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

GARCIA, D. C.; BARNI, V.; DETTMANN, L. A. Influência da disposição das fileiras e espaçamento entre plantas no rendimento do alho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 277-280, maio/jun. 1992.

GEDAMU, F. et al. Effects of clove size and plant density on the bulb yield and yield components of Ethiopian garlic (*Allium sativum* L.). **Pantnagar Journal of Research**, Cornell, v. 6, n. 2, p. 234-238, Dec. 2008.

GIBBS, A.; HARRISON, B. **Plant virology: the principles**. New York: Buffer and Turner, 1979. 292 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.

KAMENETSKY, R. et al. Garlic biodiversity and genetic resources. In: \_\_\_\_\_. **Medicinal and aromatic plant science and biotechnology**. New York: Global Science Books, 2007. p. 1-5.

KARAYE, A. K.; YAKUBU, A. I. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 5, n. 3, p. 260-264, 2006.

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**, Jordan, v. 7, n. 1, p. 44-50, Aug. 2011.

MAHMOUD, S. Y. M. et al. Identification of Onion yellow dwarf potyvirus as one of the major viruses infecting garlic in Egypt. **International Journal of Virology**, New York, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2008.

MANN, L. K. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. **Hilgardia**, Berkeley, v. 21, n. 8, p. 195-251, 1952.

MELO FILHO, P. A. et al. Detection of three *Allexivirus* species infecting garlic in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 735-740, ago. 2004.

MELO-FILHO, P. A. et al. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 116, n. 2, p. 95-101, June 2006.

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

MESSIAEN, C. M.; YOUCEF-BENKADA, M.; BEYRIES, A. Rendiment potentiel et tolerance aux virus chez l'ail (*Allium sativum* L.). **Agronomie**, Paris, v. 1, n. 9, p. 759-762, 1981.

MINARD, H. R. G. Effect of clove size, spacing, fertilisers, and lime on yield and nutrient content of garlic (*Allium sativum*), New Zealand. **Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 6, n. 2, p. 139-143, 1978.

MITUTI, J. et al. First report of *Shallot latent virus* in garlic in Brazil. **Plant Disease**, Quebec, v. 95, n. 2, p. 227, Feb. 2011.

MORAVČEVIĆ, D. et al. Effect of plant density on the characteristics of photosynthetic apparatus of garlic (*Allium sativum* L.). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 10, n. 71, p. 15861-15868, 2011.

MUELLER, S.; KREUZ, C. L.; MONDARDO, M. Produtividade, qualidade e lucro em função de espaçamentos de plantio e pesos de bulbilhos-semente de alho. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 52-56, 1998.

NASCIMENTO, R. J. et al. Detecção de allexivírus em primórdios foliares de alho via RT-PCR. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 34, n. 3, p. 267-269, 2008.

PARRANO, L. et al. Characterization of viruses associated with garlic plants propagated from different reproductive tissues from Italy and other geographic regions. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 51, n. 3, p. 549-565, 2012.

RAMIREZ-MALAGON, R. et al. Differential organ infection studies, potyvirus elimination, and field performance of virus-free garlic plants produced by tissue culture. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 86, n. 1, p. 103-110, July 2006.

REGHIN, M. Y. R. et al. Respostas produtivas do alho a diferentes densidades de plantas e peso de bulbilhos-semente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 87-94, jan./fev. 2004.

REKOWSKA, E.; SKUPIEŃ, K. Influence of flat covers and sowing density on yield and chemical composition of garlic cultivated for bundle-harvest. **Vegetable Crops Research Bulletin**, Tsu, v. 66, p. 17-24, Sept. 2007.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho**. Brasília: EMBRAPA, 2004. 4 p.

RESENDE, F. V. et al. Acúmulo de matéria seca e exigências nutricionais de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 220-226, 1999a.

RESENDE, F. V. et al. Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 118-124, 1999b.

RESENDE, F. V. et al. Obtenção de plantas livres de vírus e produção de acho 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.; 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**, Viçosa, MG, 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 Agrícola**, Piracicaba, 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**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 44-46, 1995.

ROBERT, U.; ZEL, J.; RAVNIKAR, M. Thermoherapy in virus elimination from garlic: influences on shoot multiplication from meristems and bulb formation in vitro. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 73, n. 4, p. 193-202, Apr. 1998.

SILVA, E. C.; SOUZA, R. J. de; PASQUAL, M. Yield of garlic cultivars for nine consecutive years after the tissue culture. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 692-697, Sept./Oct. 2010.

SOUZA, R. J. et al. Absorção de nutrientes em alho vernalizado proveniente de cultura de meristemas cultivado sob doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 498-503, out./dez. 2011.

SOUZA, R. J. et al. Implantação da cultura e irrigação. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Ed.). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, 2009. p. 53-61.

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**, The Hague, n. 433, p. 519-526, Mar. 1997.

TORRES, A. C. et al. **Produção de alho-semente com alta qualidade fitossanitária mediante cultura de ápices caulinares**. Brasília: EMBRAPA, 2001. 8 p. (Circular Técnica, 27).

TORRES, A. C. et al. Shoot tip culture and thermoherapy in recovering virus free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 192-195, 2000.

VICENTE, M. Fisiologia de plantas infectadas por vírus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, p. 181-187, 1979.

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

**CAPÍTULO II - Produção do alho infectado e livre de vírus em função do tamanho de bulbos e bulbilhos utilizados como alho semente**

## RESUMO

O objetivo com este trabalho foi avaliar as características de produção de alho infectado e livre de vírus em função do tamanho de bulbos e bulbilhos para o plantio. Foi utilizado clone Chonan livre de vírus e infectado, quatro tamanho de bulbo, classes 6, 5, 4 e 3 e, três tamanhos de bulbilhos, peneiras 1, 2 e 3. Para cada classe de bulbo foram avaliados os três tamanhos de bulbilhos. Avaliaram-se as características vegetativas das plantas (emergência, altura da planta, número de folhas, razão bulbar, área foliar e massa fresca da planta inteira) e características de produção (produtividade comercial, proporção de bulbos nas classes 7+6, 5, 4, 3 e refugo, massa média de bulbos, massa média de bulbilhos, proporção de bulbilhos nas peneiras 1, 2, 3 e 4). As plantas infectadas por complexos virais apresentaram redução de 8,4% na emergência e 9,8% na altura de planta, em comparação as plantas livre de vírus. De acordo com as características avaliadas, a ausência de degenerescência compensa até certo limite o menor tamanho de alho-semente. Para as plantas infectadas, ao utilizar bulbos e bulbilhos de menor tamanho foi observado menor ciclo vegetativo. Para o clone livre de vírus todas as classes de bulbos e bulbilhos das peneiras 1 e 2 apresentam maior área foliar e massa fresca de planta inteira. O clone infectado produz bulbos e bulbilhos de menor massa média. O efeito da degenerescência no clone infectado sobre a produtividade pode ser compensado pela utilização de bulbos e bulbilhos de maior tamanho no plantio. O clone livre de vírus, utilizando sementes de tamanho mediano proporciona alta produtividade e bulbos de maior tamanho comercial.

Palavras-chave: *Allium sativum* L. Tamanho de dente. Degenerescência. Razão bulbar.



### ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the production characteristics of infected and virus free garlic depending on the classification of bulbs and cloves per size for planting. The treatments were free of virus and infected clones of cultivar Chonan, four sizes of bulbs, class 6 (greater than 47 to 56 mm), 5 (greater than 42 to 47 mm), 4 (greater than 37 to 42 mm) e 3 (greater than 32 to 37 mm) and three clove size, 1 (15 x 25 mm), 2 (10 x 20 mm) and 3 (8 x 17 mm). The phytotechnical characteristics of vegetative growth were evaluated (emergence, plant height, leaf number, bulb ratio, leaf area and fresh weight of plant) and production characteristics (productivity, proportion of bulbs in grades 7+6, 5, 4, 3 and scrap, average bulb weight, average weight of cloves, cloves in the proportion of 1, 2, 3 and 4 sizes). Damage caused by viral complexes in garlic plants, compared to the same cultivar free of viruses were observed by the reduction of 8.4% and 9.8% respectively, at plant emergence and plant height. In virus-free clone all classes of bulbs and cloves of 1 and 2 size were not significantly different for leaf area and fresh weight of plant, unlike the clones infected than the size of nursery material has a strong influence on these characteristics. The cultivar of garlic Chonan free of viruses has the highest productivity using seed bulbs in classes 6, 5 and 4, and cloves of 1 and 2 size at planting with an average yield of 9.41 t ha<sup>-1</sup>. For the same cultivar infected only the largest class of bulb and the largest clove provide higher productivity and quality of garlic.

Key words: *Allium sativum* L. Clove size. Degeneration. Bulb ratio.

## 1 INTRODUÇÃO

Como para a maioria das plantas de propagação vegetativa, no alho os vírus são disseminados pelos propágulos, que são os bulbilhos, de um ciclo de produção para outro. A presença de um complexo viral formado pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus* (FAJARDO et al., 2001; FAYAD-ANDRÉ; DUSI; RESENDE, 2011; MITUTI et al., 2011) em plantas de alho causam redução drástica de produtividade ao longo do tempo (MELO-FILHO et al., 2006). Devido à degenerescência das plantas, pela perda do vigor vegetativo causado pelo acúmulo de vírus, as técnicas de cultura de tecidos, por meio de ápices caulinares (MENEZES JÚNIOR, 2011; TORRES et al., 2000) têm sido utilizadas para a obtenção de plantas livre de vírus. De acordo com Resende et al. (1999) plantas de alho obtidas pelo processo de cultura de ápices caulinares podem aumentar em até 100% a produção em comparação às plantas oriundas de multiplicação convencional.

A produção de alho com sementes obtidas por propagação convencional tem sido pautada, principalmente pelos produtores mais tecnificados, pela seleção dos bulbos/bulbilhos de maior tamanho para plantio. Existem poucos relatos sobre a influência do tamanho de bulbos e sua interação com o tamanho de bulbilhos na produção de alho. Ainda se tem dúvida se bulbilhos graúdos tem o mesmo potencial de produtividade independente do tamanho do bulbo de origem.

A maior quantidade de reservas nutricionais nos bulbilhos resulta em plantas com maior vigor, crescimento vegetativo e área foliar, conseqüentemente tem-se produção de bulbos de maior massa e diâmetro. Quanto maior o tamanho do bulbo/bulbilho utilizado no plantio maior será a produtividade do alho (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; CASTELLANOS et al., 2004; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGO, 1997). Por outro lado, o maior

consumo de alho-sementes esta relacionado com o maior custo de plantio de alho (ANUÁRIO..., 2013).

A utilização de alho-semente livre de vírus está se consolidando como uma das tecnologias mais importantes para a cadeia produtiva do alho no Brasil. Nestes materiais, em função da ausência de degenerescência, a influência do tamanho de alho-semente na produtividade precisa ser melhor estudado. Os bulbos/bulbilhos de menor tamanho utilizados no plantio podem proporcionar bom potencial de produtividade. Este fato é de interesse de produtores pelo menor custo de plantio. E ainda, existe a necessidade de estabelecer informações a respeito do manejo de alho-semente livre de vírus e sua relação com produtividade.

Com este trabalho objetivou-se avaliar a produção de alho infectado e livre de vírus em função da classificação de bulbos e bulbilhos por tamanho para o plantio.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em campo de produção de alho nobre na Fazenda Santa Catarina, Planaltina-DF (15° 45,669' S, 47° 21,498' W e altitude de 903 m). A Fazenda Santa Catarina produz alho há 14 anos, cultivando cerca de 60 hectares por ano com a cultura. O ensaio foi realizado entre os meses de maio a setembro de 2012, adotando integralmente o sistema de produção de alho utilizado pelo produtor. O clima da região é classificado como tropical, apresenta estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão, clima Aw, segundo a classificação de Köppen. Durante o experimento a temperatura média foi de 20,5 °C e a umidade relativa do ar média de 62%. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico A moderado (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006) de textura argilosa. A análise química de solo apresentou as seguintes características: 6,0 de pH em água (KCl e CaCl<sub>2</sub>, relação 1:2,5); 2,61 dag kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica; 85,69 e 268 mg dm<sup>-3</sup> de P e K respectivamente; 5,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca; 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 2,59 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al; 10,08 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de CTC; 0,19 mg dm<sup>-3</sup> de B; 4,06 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 20,42 mg dm<sup>-3</sup> de Fe; 32,29 mg dm<sup>-3</sup> de Mn; 15,37 mg dm<sup>-3</sup> de Zn e 16,08 mg dm<sup>-3</sup> de S.

O ensaio foi realizado com a cultivar de alho nobre Chonan, utilizando um clone livre de vírus (LV) e a cultivar original infectada por vírus (IN). O clone Chonan livre de vírus foi obtido no laboratório de biologia celular da Embrapa Hortaliças, por meio da cultura de ápices caulinares *in vitro*. As plantas foram indexadas pelo teste Dot-Elisa (HAMMOND; JORDAN, 1990) e, a cultivar Chonan infectada é oriunda do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças. Testes sorológicos Dot-Elisa realizados na cultivar original comprovam a presença do complexo viral formado pelos gêneros *Allxivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus*. A cultivar Chonan é considerada tipo nobre, por

apresentar número de bulbilhos/bulbo inferior a 20, produz bulbos de boa aparência e excelente aceitação pelo mercado, necessita de vernalização pré-plantio para formação de bulbos nas condições climáticas do cerrado e apresenta elevada suscetibilidade ao superbrotamento.

Foram avaliados os dois materiais Chonan livre de vírus e Chonan infectado em áreas experimentais separadas, lado a lado, sob as mesmas condições. O delineamento utilizado nos experimentos foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo fatorial de quatro tamanhos de bulbos, classes 6 (maior que 47 até 56 mm), 5 (maior que 42 até 47 mm), 4 (maior que 37 até 42 mm) e 3 (maior que 32 até 37 mm) e, três tamanhos de bulbilhos peneiras 1 ou graúdo (15 x 25 mm), 2 ou médio (10 x 20 mm) e 3 ou pequeno (8 x 17 mm). Para a obtenção dos diferentes tamanhos de bulbos e bulbilhos, primeiro foram classificados os bulbos e para cada classe de bulbo os bulbilhos foram debulhados e classificados nas peneiras. Foi avaliado a massa média de bulbilhos da cultivar Chonan livre de vírus e infectada, para cada classe de bulbo e peneira de bulbilhos (Tabela 1).

Tabela 1. Massa média de bulbilhos para o material Chonan livre de vírus (LV) e Chonan infectado (IN) em cada classe de bulbos e peneiras de bulbilhos

Classe de Bulbos	Peneira de Bulbilhos (g bulbilho <sup>-1</sup> )					
	1		2		3	
	LV	IN	LV	IN	LV	IN
6	4,75	4,88	3,54	3,53	2,26	2,30
5	4,48	3,78	3,25	2,67	2,06	1,80
4	3,72	3,54	2,89	2,04	2,13	1,67
3	3,37	2,39	2,55	2,32	1,83	1,57

As parcelas dos experimentos foram compostas por quatro fileiras duplas em uma área de 4,67 m<sup>2</sup> (2,16 m de largura e 2,16 m de

comprimento), totalizando 192 plantas. A área útil da parcela com 1,94 m<sup>2</sup> foi formada pelas duas fileiras centrais, descartando-se duas plantas nas extremidades de cada fileira, totalizando 80 plantas.

Os bulbos de alho utilizados como sementes foram vernalizados (50 dias em temperatura de 3-5 °C e umidade relativa entre 65 e 70%) antes do plantio, em câmara fria. O plantio foi realizado dia 12 de maio de 2012 em canteiros, no sistema de fileiras duplas, sendo o 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, densidade de plantas igual a 411.522 plantas ha<sup>-1</sup>, obtendo-se uma área de 243 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. A profundidade de semeadura foi de 3 cm.

O sistema de irrigação utilizado foi de aspersão, por meio de pivô central, de acordo com a necessidade e estágio da cultura do alho, lâmina total de água utilizada foi de 300 mm de água em todo o ciclo, em média 3 mm de água por dia. Para controle de superbrotamento, aos 55 dias após o plantio (DAP) foi realizado o estresse hídrico, com a paralização das irrigações por 10 dias.

As adubações foram realizadas de acordo com o padrão do produtor, baseado em análise de solo. A adubação de plantio foi composta de 85 e 595 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, utilizando o formulado 05 35 00, sendo o sulfato de amônio e super triplo, como principais fontes. A adubação total de cobertura foi de 124 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicados em duas épocas. No estágio “pré-diferenciação” (25 DAP) foi aplicado 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio e 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio. Após o estresse hídrico (70 DAP) foi realizada adubação de cobertura, utilizado 150 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de salitre do Chile. Não foi aplicada nenhuma fonte exclusiva de potássio devido ao alto teor deste elemento no solo.

O controle fitossanitário dos bulbilhos-semente de alho antes do plantio foi realizado utilizando os seguintes ingredientes ativos (i.a.), procimidone para

o controle de podridão branca (*Sclerotium cepivorum*), carbendazin para o controle de fungos de armazenamento (*Penicillium spp*) e abamectina, para o controle de ácaros, em solução antes do plantio. Os i.a. piraclostrobina, propinebe, trifloxistrobina, tebuconazole e captana foram utilizados como fungicidas para controle de mancha púrpura (*Alternaria porri*) e ferrugem (*Puccinia alli*) e os i.a. beta-ciflutrina e triflumurom foram utilizados como inseticidas para controle de tripes (*Trips tabaci*). Para o controle das plantas espontâneas foram utilizados os herbicidas i.a. octanoato ioxinilacomo para o controle de “folhas largas” e cletodim para o controle de “folhas estreitas”, as plantas invasoras remanescentes foram arrancadas manualmente.

Aos 15 DAP foi avaliada a emergência (EMG) pela contagem de todas as plantas emergidas de cada parcela, valores expressos em porcentagem (%). Aos 70 DAP foi avaliada a altura de plantas (ALT), número de folhas vivas (NFV), e calculado a razão bulbar (RBU), em uma amostra de 10 plantas aleatórias por parcela. A ALT foi medida por meio de uma régua milimétrica, a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais comprida, valores expressos em cm. A RBU, a qual expressa o grau de desenvolvimento do bulbo, foi obtida pela razão entre o diâmetro do pseudocaule (na altura do colo da planta) e diâmetro do bulbo (MANN, 1952) os quais foram aferidos por meio de paquímetro digital (marca Starrett, modelo 799). A razão bulbar com valores inferiores a 0,5 indicam formação do bulbo, culminando com valores inferiores a 0,2 que indicam a maturação completa do bulbo.

Aos 90 DAP, foi avaliada a área foliar (AFO) e massa fresca total (MFT), por meio de amostra de 3 plantas por parcela. A AFO foi estimada por meio de um integrador de área foliar (LI 3100/AREA METER – LI COR), valores expressos em  $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ . A MFT foi aferida por meio de balança analítica (duas casas decimais), pela massa fresca total de folhas, pseudocaule e bulbo, valores expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ .

A colheita foi efetuada após a maturidade dos bulbos durante a fase de senescência das plantas aos 125 DAP, com aproximadamente 1/3 das folhas ainda vivas. O processo de cura foi realizado na sombra por 20 dias após a colheita. Depois da cura, os bulbos passaram por toaleta, realizando o corte das raízes e folhas, utilizando uma tesoura manual.

Os bulbos foram classificados quanto à classe comercial, de acordo com a portaria Nº 242 de 17/09/1992 do MAPA (BRASIL, 1992), em relação ao diâmetro, em refugo (menor que 32 mm), classe 3 (maior que 32 até 37 mm), classe 4 (maior que 37 até 42 mm), classe 5 (maior que 42 até 47 mm), classe 6 (maior que 47 até 56 mm) e classe 7 (maior que 56 mm). As classe 6 e 7 foram agrupadas devido à baixa ocorrência de bulbos da classe 7. Após a classificação foi avaliada a massa total e número de bulbos de cada classe, respectivos às classes.

Foram avaliados a produção comercial de bulbos (PCB), massa média de bulbos (MMB), porcentagem de bulbos da classe 7+6 (PB7+6), classe 5 (PB5), classe 4 (PB4), classe 3 (PB3) e classe refugo (PBR). A PCB foi determinada pela massa dos bulbos das classes 7+6, 5, 4 e 3, os valores são expressos em  $t\ ha^{-1}$ . A MMB foi determinada pela razão entre massa total pelo número total de bulbos, valores expressos em  $g\ bulbo^{-1}$ . A PB7+6, PB5, PB4, PB3 e PBR foram determinadas pela razão entre a massa de bulbos das classes 7+6, 5, 4, 3 e refugo, respectivamente, pela massa total de bulbos, valores expressos em porcentagem (%).

Foram avaliados massa média dos bulbilhos (MBI), porcentagem de bulbilhos peneira 1 (PD1), porcentagem de bulbilhos peneira 2 (PD2), porcentagem de bulbilhos peneira 3 (PD3) e porcentagem de bulbilhos peneira 4 (PD4) de uma amostra de 20 bulbos. A PD1, PD2, PD3 e PD4 foram determinadas pela razão entre a massa de bulbilhos das peneiras 1, 2, 3 e 4,



respectivamente, pela massa total de bulbilhos, valores expressos em porcentagem (%).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Foi aplicada a análise conjunta para comparar a origem do alho-semente – LV e IN, pelo teste F da análise de variância. As médias dos fatores, tamanho de bulbos e bulbilhos foram comparadas pelo teste de média tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independente da cultivar, Chonan infectada e livre de vírus, não foram observadas interações significativas entre tamanho de bulbos e bulbilhos, utilizados como semente, para todas as características avaliadas. Portanto, para cada classe de bulbo, a variação no tamanho de bulbilho semente ocasiona efeito semelhante sobre cada característica avaliada. Neste sentido, os resultados são discutidos de forma separada para bulbos e para bulbilhos.

De acordo com a análise de variância conjunta foram observados valores significativamente superiores para a emergência e altura das plantas do clone Chonan livre de vírus quando comparado ao Chonan infectado (Tabela 2).

Tabela 2. Emergência (EMG), altura de planta (ALT) e número de folhas vivas (NFV) em diferentes tamanhos de bulbos e bulbilhos para a cultivar de alho Chonan infectado (IN) e livre de vírus (LV)

FV	EMG (%)		ALT (cm)		NFV (n)		
	LV	IN	LV	IN	LV	IN	
Bulbos	6	97,8 <sup>ns</sup>	96,2a	70,2 <sup>ns</sup>	65,1a	6,97a	7,33a
	5	98,5 <sup>ns</sup>	90,7b	68,2 <sup>ns</sup>	61,2b	7,08a	6,98b
	4	98,3 <sup>ns</sup>	87,1bc	66,7 <sup>ns</sup>	59,6bc	6,81ab	6,87b
	3	98,3 <sup>ns</sup>	86,1c	64,5 <sup>ns</sup>	57,4c	6,52b	6,75b
Bulbilhos	1	98,1 <sup>ns</sup>	92,6a	72,8a	63,8a	7,18a	7,36a
	2	98,5 <sup>ns</sup>	90,9a	68,1a	60,5b	6,9a	6,88b
	3	98,1 <sup>ns</sup>	86,5b	61,3b	58,1c	6,45b	6,71b
Médias	98,2A	90,0B	67,4A	60,8B	6,84 <sup>ns</sup>	6,98 <sup>ns</sup>	
CV (%)	3,37		7,70		4,56		

ns: Não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente dentro de bulbos e dentro de bulbilhos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na linha compara LV com IN para cada variável, com diferença estatística pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ).

A emergência e altura da planta da cultivar Chonan infectada foi, respectivamente, 8,4% e 9,8% inferior à do clone livre de vírus. Em plantas de propagação vegetativa, a presença do vírus, normalmente não leva diretamente à morte da planta. Entretanto, as plantas infectadas por estarem degeneradas, mostram-se mais suscetíveis às condições adversas de ambiente e a outros patógenos, reduzindo a capacidade de sobrevivência com prejuízos para a emergência e estande da cultura (RESENDE; SOUZA; PASQUAL, 1995; WALKEY; ANTILL, 1989). Também, se tem observado como sintomas de infecções virais em alho a degenerescência gradativa da cultura, tendo como consequência a redução do vigor vegetativo (CONCI; CANAVELLI; BALZARINI, 2010; MELO-FILHO et al., 2006). A altura das plantas livres de vírus apresentam valores superiores às plantas infectadas (RESENDE; FAQUIN; SOUZA, 2000) principalmente, durante a fase em que a planta atinge o maior crescimento vegetativo. Resende et al. (1999) relataram diferença de altura de plantas originadas de cultura de meristema, no valor de 29% superior às plantas infectadas.

Na avaliação do número de folhas vivas não houve diferença significativa entre plantas infectadas e livres de vírus. Resende, Gualberto e Souza (2000) observaram pequena variação no número de folhas vivas entre plantas livres e infectadas por vírus, possivelmente uma característica com maior controle genético que ambiental. Há indícios de que o maior vigor vegetativo das plantas livre de vírus esteja mais relacionado com a altura das plantas, comprimento e largura das folhas do que propriamente o número de folhas (WALKEY; ANTILL, 1989). No entanto, Resende et al. (1999) observaram que plantas livres de vírus apresentam maior número de folhas vivas na fase final de maturação de bulbos comparadas às plantas infectadas, sendo que os autores relacionaram este fato com a senescência precoce das plantas infectadas.

Para a cultivar Chonan livre de vírus, a variação do tamanho dos bulbos não teve influência sobre as características de emergência e altura de planta, contudo, as classes de bulbos 6 e 5 apresentaram valores superiores do número de folhas vivas em relação à classe 3. Também para o clone livre de vírus, a variação no tamanho de bulbilhos não teve influência sobre a emergência, contudo, os bulbilhos de peneira 1 e 2 apresentaram valores superiores de altura de plantas e número de folhas.

No caso do material infectado, os bulbos da classe 6 e bulbilhos de peneira 1 apresentaram valores significativamente superiores para emergência, altura de planta e número de folhas vivas. No caso da emergência os bulbilhos de peneira 1 e 2 apresentaram valores semelhantes porém superiores à peneira 3.

Sabe-se que bulbos/bulbilhos maiores resultam em maior eficiência na emergência das plântulas e desenvolvimento vegetativo mais efetivo do alho em função da maior quantidade de reservas nutricionais (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; MAHADEEN, 2011). Por outro lado, pode-se observar neste trabalho que a ausência de viroses no alho-semente permitiu maior vigor na emergência e desenvolvimento das plantas, compensando o menor tamanho das estruturas propagativas.

De acordo com a análise de variância conjunta não foram observadas diferenças significativas para a razão bulbar, área foliar e massa fresca total do clone Chonan livre de vírus quando comparado ao Chonan infectado (Tabela 3).

Tabela 3. Razão bulbar (RBU) aos 70 dias do plantio, área foliar (AFO) e massa fresca total (MFT) aos 90 dias do plantio, em diferentes tamanhos de bulbos e bulbilhos para a cultivar de alho Chonan infectado (IN) e livre de vírus (LV)

FV	RBU (n)		AFO (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )		MFT (g planta <sup>-1</sup> )		
	LV	IN	LV	IN	LV	IN	
Bulbos	6	0,357 <sup>ns</sup>	0,391a	238 <sup>ns</sup>	267a	51,6 <sup>ns</sup>	55,1a
	5	0,354 <sup>ns</sup>	0,368ab	251 <sup>ns</sup>	190b	52,5 <sup>ns</sup>	42,9b
	4	0,362 <sup>ns</sup>	0,373ab	202 <sup>ns</sup>	182b	42,5 <sup>ns</sup>	39,1b
	3	0,351 <sup>ns</sup>	0,348b	198 <sup>ns</sup>	165b	42,0 <sup>ns</sup>	36,1b
Bulbilhos	1	0,376a	0,386a	250a	252a	53,6a	53,5a
	2	0,358ab	0,367ab	237a	175b	50,1a	39,7b
	3	0,334b	0,358b	180b	177b	37,7b	36,7b
Médias	0,356 <sup>ns</sup>	0,362 <sup>ns</sup>	222 <sup>ns</sup>	201 <sup>ns</sup>	47,1 <sup>ns</sup>	43,3 <sup>ns</sup>	
CV%	7,89		26,2		23,5		

ns: Não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente dentro de bulbos e dentro de bulbilhos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A razão bulbar apresentou resultados estatisticamente iguais entre plantas livres e infectadas por vírus (Tabela 3) em função de a avaliação antecipada, realizada aos 70 dias após o plantio. Nesta fase, a razão bulbar estava com valores inferiores a 0,5. De acordo com Mann (1952) estes valores indicam diferenciação completa e o bulbo em processo de “enchimento”, culminando com valores inferiores a 0,2 indicando a maturação completa. Normalmente, durante a fase de maturação do bulbo tem-se observado maior razão bulbar em alho oriundo de cultura de meristema que tende a prolongar o ciclo em relação ao material infectado (RESENDE et al., 1999). As alterações metabólicas provocadas pelas infecções virais promovem a senescência prematura das plantas (GIBBS; HARRISON, 1979). Devido ao maior vigor vegetativo, o ciclo dos materiais livres de vírus tende a se prolongar, atrasando o

processo de bulbificação, como consequência do maior desenvolvimento vegetativo.

Nos clones livres de vírus, a variação do tamanho dos bulbos não teve influência sobre a razão bulbar (Tabela 3). Para este mesmo material, o tamanho de bulbilhos das peneiras 1 e 2 apresentaram valores superiores de razão bulbar. Entretanto, a razão bulbar do clone infectado foi superior para os bulbos de tamanho 6 em relação aos bulbos 3 e dos bulbilhos peneira 1 para peneira 3, indicando que o processo de bulbificação avançou mais rápido para bulbos e bulbilhos de menor tamanho.

Normalmente, tem-se observado que as plantas livres de vírus apresentam maior área foliar e acúmulo de massa fresca e seca que as plantas infectadas, porém as diferenças são mais evidentes na fase de maior crescimento vegetativo (RESENDE; FAQUIN; SOUZA, 2000). Resende et al. (1999) observaram para a cultivar Gigante Roxão que os acúmulos de massa seca na parte aérea, raízes e planta inteira aumentaram nas plantas provenientes de cultura de meristema 90 DAP em relação às plantas infectadas e aos 110 DAP para os bulbos, nesta fase plantas provenientes de cultura de meristema chegaram a apresentar acúmulo de massa seca na parte aérea de 80,3% superior em relação às plantas infectadas.

De maneira geral observou-se uma maiores para as plantas livres de vírus, principalmente para área foliar e massa fresca total. Entretanto, os coeficientes de variação elevados reduziram as chances de ocorrerem diferenças significativas entre os materiais. A presença de vírus nas plantas reduz índices de área foliar e massa fresca/seca provavelmente em função de uma série de distúrbios metabólicos, principalmente a inibição da fotossíntese, afetando a síntese e transporte de assimilados, além de afetar a ação de reguladores de crescimento vegetais (VICENTE, 1979).

No clone livre de vírus, a variação do tamanho dos bulbos não teve influência sobre as características de área foliar e massa fresca total. Para os mesmos clones, os bulbilhos de peneira 1 e 2 apresentaram valores superiores de área foliar e massa fresca total. Entretanto, para clones infectados, somente os bulbos das classes 6 e bulbilhos de peneira 1 apresentaram valores superiores de área foliar e massa fresca total (Tabela 3).

Os bulbilhos grandes promovem aumento da área foliar das plantas (CASTELLANOS et al., 2004) e, proporcionam maior massa da planta em função da maior quantidade de reserva nutricional (MAHADEEN, 2011). Por outro lado, pode-se observar que no clone livre de vírus não ocorre diferenças significativas entre bulbilhos das peneiras 1 e 2, tanto para área foliar quanto acúmulo de massa fresca, indicando que a ausência de degenerescência do alho-semente eliminou o efeito entre estes tratamentos.

De acordo com a análise de variância conjunta foram observados valores significativamente superiores para a produção comercial de bulbos e para porcentagem de bulbos nas classes de maior tamanho 7+6 e 5 do clone livre de vírus quando comparado ao Chonan infectado. Por outro lado, as porcentagens de bulbos nas classes de menor tamanho 3 e para o refugo (PBR) foram significativamente superiores para o Chonan infectado (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade comercial de bulbos (PCB), porcentagem de bulbos 7+6 (PB7+6) porcentagem de bulbos 5 (PB5), porcentagem de bulbos 3 (PB3) e, porcentagem de bulbos refugo (PBR) em diferentes tamanhos de bulbos e bulbilhos para a cultivar de alho Chonan infectado (IN) e livre de vírus (LV)

FV	PCB (t ha <sup>-1</sup> )		PB7+6 (%)		PB5 (%)		PB3 (%)		PBR (%)		
	LV	IN	LV	IN	LV	IN	LV	IN	LV	IN	
Bulbos	6	10,1a	9,56a	20,5a	19,2a	30,9ab	38,4a	14,1b	10,4b	8,06b	6,58c
	5	9,54ab	6,11b	18,0ab	6,21b	32,8a	18,6b	15,5ab	26,6a	7,70b	15,8b
	4	8,05ab	5,12b	14,7ab	6,11b	26,5ab	16,4b	18,5ab	26,6a	13,2ab	19,3ab
	3	7,06b	4,13b	13,3b	2,98b	22,7b	16,4b	21,0a	25,8a	17,5a	24,2 <sup>a</sup>
Bulbilhos	1	10,8a	8,17a	28,6a	16,2a	28,5 <sup>ns</sup>	29,7a	12,9b	15,2b	7,11b	9,86b
	2	8,56ab	5,53b	16,3ab	4,91b	29,9 <sup>ns</sup>	21,3ab	16,4b	24,2a	10,9ab	18,3a
	3	6,72b	4,99b	4,94b	4,74b	26,2 <sup>ns</sup>	16,3b	22,6a	27,7a	16,8a	21,2a
Médias	8,69A	6,23B	16,6A	8,62B	28,2A	22,5B	17,3B	22,4A	11,6B	16,5A	
CV(%)	30,5		101,5		37,7		36,7		49,9		

ns: Não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente dentro de bulbos e dentro de bulbilhos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na linha compara LV com IN para cada variável, com diferença estatística pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ).



Em termos percentuais, a produção comercial do alho livre de vírus foi 39,5% superior a do material infectado. Da mesma forma para as classes 7+6 e 5 foram obtidos índices de 92,6% e 25,3%, respectivamente, maiores para o Chonan livre de vírus. A relação se inverte nas classes de menor tamanho de bulbos. Na classe 3 e refugio a porcentagem de bulbos foram, respectivamente, 29,5% e 42,2% superior para o clone infectado em relação ao livre de vírus.

A produção de bulbos no alho está relacionada com o crescimento vegetativo da planta, onde plantas de maior porte apresentam potencial para produzir bulbos maiores (ADEKPE et al., 2007) devido à translocação de nutrientes e fotoassimilados das folhas e pseudocaule para os bulbos (MATHEW et al., 2011). Portanto, as plantas livres de vírus que possuem maior crescimento vegetativo, conseqüentemente apresentam maior produtividade de bulbos que as plantas infectadas (RESENDE; GUALBERTO; SOUZA, 2000). O ganho de produtividade pelo uso de alho livre de vírus tem sido amplamente relatado tanto em trabalhos de pesquisa, quanto em plantios comerciais. O alho livre de vírus destaca-se pela qualidade dos bulbos (WALKEY; ANTILL, 1989) e também pelas elevadas produtividades (RESENDE et al., 1999; RESENDE; SOUZA; PASQUAL, 1995). Para a cultivar Printanor livre de vírus, Walkey e Antill (1989), observaram além do aumento de 44% na produtividade, maior número e produtividade de bulbos em classes de tamanho superiores, comparadas às plantas infectadas.

No clone Chonan livre de vírus, as classes de bulbos 6, 5 e 4 apresentaram valores superiores de produtividade comercial de bulbos e de proporção de bulbos nas classes de tamanho 7+6 e 5. Seguindo a mesma lógica anterior, a proporção de bulbos nas classes 3 e refugio foi inferior no tratamento utilizando os bulbos de classe 6, em relação às demais classes de bulbos. A resposta ao tamanho dos bulbilhos por sua vez, se comportou da mesma forma do observado para os bulbos. Os bulbilhos de maior tamanho das peneiras 1 e 2

apresentaram valores superiores de produtividade comercial e maior, proporção de bulbos nas classes 7+6 e 5, e valores inferiores nas classes 3 e refugo. Na cultivar Chonan infectada, a produtividade comercial e proporção de bulbos 5 e 6 foram significativamente superiores apenas quando utilizou bulbos de tamanho 6 e bulbilhos de peneira 1. Por outro lado as classes 3 e 4 e peneiras 2 e 3 produziram as maiores proporções de bulbos tamanho 3 e de refugo.

A utilização de bulbos e bulbilhos de maior diâmetro no plantio gera aumento na produção de alho (GABRIEL; GUIÑAZÚ, 2007) em função do maior crescimento vegetativo, proporcionado pela maior quantidade de reserva nutricional (MAHADEEN, 2011; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGIO, 1997). Minard (1978) observou que bulbilhos grandes proporcionam produtividade de bulbos de 22,5% superior aos bulbilhos pequenos. Anna, Iapichino e Miceli (2000) observaram aumento de 106,5% na produção de bulbos comerciais de alho em resposta ao aumento do bulbilho semente de 1,0 para 6,0 g bulbilho<sup>-1</sup>. Castellanos et al. (2004) observaram que a produção de bulbos de alho aumenta 46% em resposta ao aumento do tamanho do bulbilho de 1,9 para 6,5 g bulbilho<sup>-1</sup>, porém de 6,5 para 10 g bulbilho<sup>-1</sup> a produção de bulbos não tem aumento significativo. Mahadeen (2011) observou produção de bulbos 75% superior utilizando bulbilhos de maior tamanho (3,1 a 4 g bulbilho<sup>-1</sup>) comparado a bulbilhos pequenos (< 1 g bulbilho<sup>-1</sup>).

Além da maior produtividade, os bulbilhos grandes de alho utilizados no plantio produzem bulbos de melhor qualidade, com maior massa e diâmetro (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; MAHADEEN, 2011) sendo classificados em maior proporção em classes comerciais de maior diâmetro (CASTELLANOS et al., 2004; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGIO, 1997) a qual possui maior valor comercial. Stahl Schmidt, Cavagnaro e Borgo (1997) observaram para a cultivar Blanco, que bulbilhos de maior tamanho (9,8 g bulbilho<sup>-1</sup>) produzem bulbos de maior massa, com valor 65% superior aos

bulbos produzidos pelos bulbilhos de menor tamanho. Os fatos observados estão associados aos bulbilhos grandes terem maior quantidade de reserva nutricional de carboidratos e minerais, que produzem plantas mais vigorosas, com o estabelecimento mais rápido e se desenvolvem melhor do que as plantas originadas de bulbilhos pequenos. Com o maior desenvolvimento vegetativo inicial, as plantas apresentam maior área foliar fotossintética que resulta em maior massa vegetativa e maior enchimento do bulbo. Portanto, maiores produtividades são observadas quando são utilizados bulbilhos grandes no plantio (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; CASTELLANOS et al., 2004; MAHADEEN, 2011; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGIO, 1997). Por outro lado pode-se observar neste trabalho que a ausência de viroses no alho-semente permitiu maior produtividade comercial de bulbos, proporção de bulbos nas classes 7+6 e 5 compensa os menores tamanhos de bulbos e bulbilhos utilizados no plantio.

De acordo com a análise de variância conjunta foram observados valores significativamente superiores para a massa média de bulbos, massa média de bulbilhos e porcentagem de bulbilhos da peneira 1 (PD1) do clone Chonan livre de vírus quando comparado ao Chonan infectado. Para a peneira 3 (PD3) e 4 (PD4), como esperado, tem-se uma situação inversa com a cultivar Chonan infectada apresentando maior proporção de bulbilhos distribuídos nestas peneiras em relação ao clone livre de vírus (Tabela 5).

Tabela 5. Massa média de bulbos (MMB), massa média de bulbilhos (MBI), porcentagem de bulbilhos peneira 1 (PD1), porcentagem de bulbilhos peneira 3 (PD3) e, porcentagem de bulbilhos peneira 4 (PD4) em diferentes tamanhos de bulbos e bulbilhos para a cultivar de alho Chonan infectado (IN) e livre de vírus (LV)

FV	MMB (g bulbo <sup>-1</sup> )		MBI (g bulbilho <sup>-1</sup> )		PD1		PD3		PD4		
	LV	IN	LV	IN	LV	IN	LV	IN	LV	IN	
Bulbos	6	24,7 <sup>ns</sup>	26,1a	2,18 <sup>ns</sup>	2,05a	23,7 <sup>ns</sup>	16,6a	26,2 <sup>ns</sup>	33,5b	6,48b	11,0b
	5	24,3 <sup>ns</sup>	19,1b	2,17 <sup>ns</sup>	1,88ab	24,1 <sup>ns</sup>	11,9ab	26,6 <sup>ns</sup>	36,9ab	7,19ab	15,2 <sup>a</sup>
	4	21,5 <sup>ns</sup>	18,8b	2,09 <sup>ns</sup>	1,84bc	19,4 <sup>ns</sup>	9,93ab	28,8 <sup>ns</sup>	39,2ab	8,63ab	12,6ab
	3	20,0 <sup>ns</sup>	17,3b	2,04 <sup>ns</sup>	1,69c	18,9 <sup>ns</sup>	8,15b	28,9 <sup>ns</sup>	41,8a	9,55a	16,4 <sup>a</sup>
Bulbilhos	1	26,1a	24,0a	2,22a	1,97a	24,6a	15,0a	26,2 <sup>ns</sup>	35,5 <sup>ns</sup>	6,73b	11,5b
	2	22,9ab	19,3b	2,15a	1,81b	21,8ab	9,74b	27,6 <sup>ns</sup>	39,9 <sup>ns</sup>	7,92ab	14,6ab
	3	18,9b	17,7b	2,00b	1,82b	18,2b	10,2b	29,1 <sup>ns</sup>	38,2 <sup>ns</sup>	9,24a	15,3a
Médias	22,6A	20,3B	2,12A	1,86B	21,5A	11,7B	27,6B	37,9A	7,96B	13,8A	
CV(%)	18,5		7,1		37,6		18,6		28,3		

ns: Não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente dentro de bulbos e dentro de bulbilhos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na linha compara LV com IN para cada variável, com diferença estatística pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ).

A massa média de bulbos, massa média de bulbilhos e porcentagem de bulbilhos peneira 1 da cultivar Chonan infectada foi, respectivamente, 10,2%, 12,3% e 45,6% inferior a do clone livre de vírus da mesma cultivar. Entretanto, a porcentagem de bulbilhos da peneira 3 e porcentagem de bulbilhos da peneira 4 do material livre de vírus foi, respectivamente, 27,2% e 42,3% inferior à do clone infectado (Tabela 5). O aumento da produtividade de cultivares de alho livre de vírus está relacionado com o aumento da massa média de bulbos (WALKEY; ANTILL, 1989). Resende et al. (1999) observaram para a cultivar Gigante Roxão proveniente de cultura de meristema a massa média de bulbos 109,5% superior às plantas infectadas em consequência do aumento da massa média de bulbilhos.

A variação do tamanho dos bulbos do Chonan livre de vírus não influenciou as características de massa média de bulbos, massa média de bulbilhos, proporção de bulbilhos na peneira 1 e 3. As classes de bulbos 6, 5 e 4 apresentaram valores inferiores na proporção de bulbilhos na peneira 4. Ainda para a cultivar Chonan livre de vírus, os bulbilhos das peneiras 1 e 2 apresentaram valores superiores de massa média de bulbos, massa média de bulbilhos e proporção de bulbilhos na peneira 1, e valores inferiores na peneira 4 (Tabela 5).

No material infectado, os bulbos das classes 6 apresentaram valores superiores de massa média de bulbos, massa média de bulbilhos e proporção de bulbilhos nas peneira 1 em comparação aos bulbos de classe 3, nos níveis de 50,9%, 21,3% e 104%, respectivamente. Por outro lado bulbos de classe 6 apresentam valores inferiores na proporção de bulbilhos na peneira 3 e 4 (PD3 e PD4) nos níveis de 19,9% e 32,9%. Para os mesmos clones, os tratamentos utilizando os bulbilhos de peneira 1 apresentaram valores superiores de massa média de bulbos, massa média de bulbilhos e proporção de bulbilhos na peneira 1 em comparação aos tratamentos de bulbilhos de peneira 3.

A cultivar Chonan infectada mostrou um comportamento diferenciado em relação ao clone livre de vírus. De maneira geral, para clones infectados, apenas quando se utiliza a maior classe de bulbo e a maior peneira de bulbilho pode se observar os melhores aspectos qualitativos dos bulbos de alho. Para o material livre de vírus o tamanho de classes de bulbos não tem influência sobre os aspectos qualitativos e ainda, os bulbilhos de peneira 1 e 2 utilizados no plantio apresentam valores semelhantes para estas características.

O aumento da produtividade está relacionado com o aumento na massa média de bulbos e bulbilhos. O tamanho do material propagativo utilizado no plantio resulta em maior tamanho de bulbos e bulbilho em função do maior crescimento vegetativo das plantas de alho (CASTELLANOS et al., 2004). Stahlschmidt, Cavagnaro e Borgo (1997) observaram para a cultivar Blanco, que bulbilhos de maior tamanho ( $9,8 \text{ g bulbilho}^{-1}$ ) produzem bulbos de maior massa, com valor 65% superior aos bulbos produzidos pelos bulbilhos de menor tamanho.

Apesar de vários trabalhos relacionarem o efeito do tamanho de bulbilho na produção de alho, existem poucos relatos sobre o efeito do tamanho de bulbos nos caracteres agrônômicos. Os resultados obtidos neste trabalho indicam, 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, indicando que a seleção de bulbos e bulbilhos para plantio deve seguir critérios diferenciados em relação ao alho infectado. Do ponto de vista produtivo, deve-se manejar o alho-semente de modo a selecionar os bulbos por classes de tamanho e dentre estas, os bulbilhos em peneiras. Além disso, o manejo de alho-semente livre de vírus deve levar em consideração a degenerescência dos clones. Para os clones infectados deve-se optar pelos maiores tamanhos de bulbos e bulbilhos no plantio. Por outro lado,

quando se utiliza clones livres de vírus os bulbos e bulbilhos medianos apresentam bom potencial produtivo.

Ao avaliar a lucratividade dos diferentes tamanhos de bulbilhos, Castellanos et al. (2004) constaram que quanto maior o tamanho do bulbilho (10 g bulbilho<sup>-1</sup>) maior é o custo de plantio e maior a renda bruta. Porém, o plantio com bulbilhos medianos (7,6 g bulbilho<sup>-1</sup>) proporciona a maior lucratividade. Neste sentido, é importante que a adoção do alho livre de vírus por produtores comerciais, seja assessorada por avaliações de custo de produção do alho-semente, uma vez que no caso dos materiais livres de vírus mesmo a utilização de bulbos e bulbilhos de menor tamanho podem proporcionar retorno econômico satisfatório. Por outro lado, o uso de alho-semente infectado por vírus tem levado os produtores a selecionar sempre os maiores bulbos/bulbilhos como alho-semente. Nos clones infectados, as características vegetativas e de produção são muito influenciadas pelo tamanho de bulbos e bulbilhos, onde materiais propagativos de menor tamanho causam redução drástica de produtividade do alho.

#### **4 CONCLUSÃO**

Para cada classe de bulbo o aumento do tamanho de bulbilhos, utilizados no plantio, proporciona aumento de produtividade comercial de bulbos.

O clone livre de vírus apresenta maior produtividade comercial e maior porcentagem de bulbos nas maiores classes comerciais, independentemente do tamanho do alho-semente.

Para a cultivar Chonan infectada por vírus as maiores produtividades foram obtidas com o maior tamanho do alho-semente.

Para Chonan livre de vírus, a utilização de bulbos e bulbilhos medianos apresentam altas produtividades comerciais e altas porcentagens de bulbos de maior classe comercial.



## REFERÊNCIAS

ADEKPE, D. I. et al. Yield responses of garlic (*Allium sativum* L.) to oxidation, date of planting and intra-row spacing under irrigation at Kadawa, Nigeria. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 12, p. 1785-1789, 2007.

ANNA, F. d'; IAPICHINO, G.; MICELI, A. Effect of clove weight on yield and bulb quality of garlic grown for storage. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 533, p. 589-592, Oct. 2000.

ANUÁRIO da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2013. 458 p.

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](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/alho242_92.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CASTELLANOS, J. Z. et al. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size. **Hortscience**, Alexandria, 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**, Berlin, v. 158, n. 3, p. 186-193, May 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FAJARDO, T. V. M. et al. Garlic viral complex: identification of potyviruses and carlaviruses in Central Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, 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**, Brasília, 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.

GIBBS, A.; HARRISON, B. **Plant virology: the principles**. New York: Buffer and Turner, 1979. 292 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**, Jordan, v. 7, n. 1, p. 44-50, Aug. 2011.

MANN, L. K. Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. **Hilgardia**, Berkeley, v. 21, n. 8, p. 195-251, 1952.

MATHEW, D. et al. Effect of long photoperiod on the reproductive and bulbing processes in garlic (*Allium sativum* L.) genotypes. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 71, n. 2, p. 166-173, June 2011.

MELO-FILHO, P. A. et al. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 116, n. 2, p. 95-101, June 2006.

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

MINARD, H. R. G. Effect of clove size, spacing, fertilisers, and lime on yield and nutrient content of garlic (*Allium sativum*), New Zealand. **Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 6, n. 2, p. 139-143, 1978.

MITUTI, J. et al. First report of *Shallot latent virus* in garlic in Brazil. **Plant Disease**, Quebec, v. 95, n. 2, p. 227, Feb. 2011.

RESENDE, F. V. et al. Obtenção de plantas livres de vírus e produção de acho 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.; 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**, Viçosa, MG, 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 Agrícola**, Piracicaba, 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**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 44-46, 1995.

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**, The Hague, n. 433, p. 519-526, Mar. 1997.

TORRES, A. C. et al. Shoot tip culture and thermotherapy in recovering virus free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 192-195, 2000.

VICENTE, M. Fisiologia de plantas infectadas por vírus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, p. 181-187, 1979.

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

**CAPÍTULO III - Produção de alho infectado e livre de vírus em função da  
densidade de plantio e tamanho de bulbilho-semente**

## RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar as características de produção para alho infectado e livre de vírus em função do espaçamento de plantio e tamanho de alho-semente. Foi utilizado a cultivar de alho Chonan livre de vírus e a cultivar original infectada, cinco espaçamentos (210, 260, 300, 360 e 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) e três tamanhos de bulbilhos (peneiras 1, 2 e 3) utilizados no plantio. Foram avaliadas características de crescimento vegetativo, produtividade comercial, massa média de bulbos e distribuição de bulbos nas classes comerciais. Para área foliar foi observada interação entre espaçamentos e tamanho de bulbilhos, onde bulbilhos de menor tamanho necessitam de maior área para expandir a área foliar. Para o clone livre de vírus, bulbilhos de peneira 1 e 2 proporcionam maior produtividade e massa média de bulbo, porém para o clone infectado, somente os bulbilhos de peneira 1 apresentam valores superiores para estas características. O espaçamento de 210 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> para o alho infectado e livre de vírus apresentaram produtividades de 10,4 e 15,2 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O espaçamento de planta de 352 cm<sup>2</sup> as plantas infectadas apresentaram 46,6% de bulbos na classe 6. Sendo que a melhor classificação de bulbo foi obtida por Chonan livre de vírus, com espaçamento de planta de 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> que apresentaram 36,4% de bulbos na classe 7. O clone livre de vírus apresenta melhores características produtivas em resposta ao aumento do espaçamento de planta.

Palavras-chave: *Allium sativum* L. Tamanho de dente. Degenerescência. Espaçamento entre plantas.

### ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the characteristics of vegetative growth and production for infected and virus free garlic depending on planting density and size of garlic seed. The treatments were a cultivar of garlic Chonan virus free and original cultivar Chonan infected, five planting densities (210, 260, 300, 360 e 390 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>) and three clove sizes (size 1, 2 e 3). Characteristics of vegetative growth, productivity, average bulb weight and distribution of bulbs in commercial classes were evaluated. Leaf area for interaction between spacing and clove size was observed, where smaller clove need more soil area to present the highest leaf area. For free virus clones, clove size 1 and 2 provide the highest yield and average bulb weight, but for those infected clones, only clove size 1 had higher values for these characteristics. In the area of soil of 210 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>, virus-free and infected clones showed productivities of 15.2 and 10.4t ha<sup>-1</sup>, respectively. In the area of soil of 352 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>, infected plants showed 46.6% of bulbs in class 6. The best quality bulbs were obtained by Chonan virus free, in the area of soil of 390 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>, showed that 36.4% of bulbs in class 7.

Key words: *Allium sativum* L. Clove size. Degeneration. Spacing plants.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento vegetativo da planta de alho é limitado por fatores genéticos e ambientais. Deste modo, o aumento do número de plantas resulta no aumento de produtividade devido a maior quantidade de bulbos produzidos por área (DORO, 2012). Porém, com o aumento da densidade de plantio pode ser observado a maior competição entre as plantas, principalmente por luz, água e nutriente (MORAVČEVIĆ et al., 2011; REGHIN et al., 2004). Normalmente, a produção de bulbos de melhor classificação comercial é observada em menores densidades de plantio, as quais promovem maior tamanho e massa média de bulbos (ALAM et al., 2010; CASTELLANOS et al., 2004). No Brasil, as maiores produtividades de alho são observadas em sistemas que utilizam altas densidades de plantio e alho-semente de maior tamanho.

Os bulbilhos de maior tamanho utilizado no plantio, também proporcionam maiores produtividades (MAHADEEN, 2011) em função do maior crescimento vegetativo devido à maior quantidade de reserva nutricional presente na semente (STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGIO, 1997). Gedamu et al. (2008) observaram interação entre o tamanho do alho-semente e espaçamento entre plantas. No decorrer deste trabalho, os bulbilhos pequenos apresentaram maior produtividade em espaçamento mais adensado. No espaçamento menos adensado, o alho-semente de maior tamanho produz bulbos de maior massa média. O bulbilho grande proporciona maior crescimento vegetativo, associado a espaçamentos maiores entre as plantas, proporcionam maior captação de luz solar, que possibilita a produção de bulbos maiores na colheita (MORAVČEVIĆ et al., 2011).

Com a recente utilização de cultivares de alho livre de vírus, obtidas por cultura de ápices caulinares, tem sido necessários novos estudos de densidade de plantio. O clone livre de vírus, pela ausência de degenerescência, causada pelo



complexo viral formado pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus* (FAYAD-ANDRE; DUSI; RESENDE, 2011) apresentam crescimento vegetativo mais vigoroso que plantas originais infectadas por vírus (RESENDE; GUALBERTO; SOUZA, 2000). Poucos estudos foram realizados sobre o manejo de espaçamento para cultivares de alho livre de vírus, sendo realizado do mesmo modo da propagação convencional infectado por vírus. As plantas livres de vírus, as quais têm maior crescimento vegetativo em função da maior altura de plantas e área foliar (RESENDE et al., 1999b) precisam de maior área de solo por planta para explorar ao máximo seu potencial produtivo.

O objetivo com este trabalho foi avaliar características de produção para alho infectado e livre de vírus em função da densidade de plantio e tamanho de bulbilhos para semente.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo experimental de alho nobre da Embrapa Hortaliças, Gama-DF (15° 55,973' S, 48° 8,674' W e, altitude de 1150 m). O plantio foi realizado no dia 20 de maio e colheita dia 01 de outubro de 2013. O clima da região é classificado como tropical, apresenta estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão (Aw, segundo a classificação de Köppen). Durante o experimento a temperatura média foi de 21,3 °C e a umidade relativa do ar média de 59%.

O solo classificado como Latossolo Amarelo Eutrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESSQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006) de textura franco argilo siltosos. A análise química de solo apresentou as seguintes características: 6,3 de pH em água (KCl e CaCl<sub>2</sub>, relação 1:2,5); 31,1 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica; 22 e 176 mg dm<sup>-3</sup> de P e K respectivamente; 5,8; 2,4; 0; 2,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, Mg, Al e H+Al, respectivamente.

O trabalho foi realizado com a cultivar de alho nobre Chonan, utilizando um clone livre de vírus (LV) e a cultivar original infectada por vírus (IN). O clone Chonan livre de vírus foi obtido, por meio da cultura de ápices caulinares *in vitro*, sendo as plantas indexadas pelo teste Dot-Eliza (HAMMOND; JORDAN, 1990). A cultivar Chonan infectada é oriunda do banco de germoplasma de alho mantido em condições de campo na Embrapa Hortaliças, no Distrito Federal. Testes sorológicos Dot-Eliza realizados na cultivar original comprovam a presença do complexo viral formado pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus*. A cultivar Chonan é considerada do tipo nobre, por apresentar em média 12 bulbilhos por bulbo, bulbos de boa aparência e excelente aceitação pelo mercado. Necessita de vernalização pré-plantio para formação de bulbos e apresenta elevada susceptibilidade ao superbrotamento.

Os tratamentos foram constituídos pelos dois materiais Chonan livre de vírus e Chonan infectado, dispostos em áreas experimentais separadas, lado a lado. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições utilizando parcelas subdivididas. Os tratamentos foram em fatorial com cinco espaçamentos (210, 260, 300, 360 e 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) nas parcelas e, três tamanhos de bulbilhos das peneiras 1 (15 x 25 mm), 2 (10 x 20 mm) e 3 (8 x 17 mm) nas subparcelas. Em cada parcela ou espaçamento possuem os três tamanhos de bulbilhos.

O plantio foi realizado em canteiros no sistema de fileiras duplas. As parcelas dos experimentos foram compostas por quatro fileiras duplas totalizando 232 plantas. A parcela útil foi formada pelas duas fileiras centrais, descartando-se duas plantas nas extremidades de cada fileira, totalizando 100 plantas.

O plantio foi em sistema de fileiras duplas devido à preferência dos produtores por facilitar a colheita mecanizada do alho (Tabela 1).

Tabela 1. Espaçamento entre as plantas e população (POP) em resposta a distância entre fileiras duplas (FD), fileiras simples (FS) e entre plantas na linha (EP).

Espaçamento (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	FD (m)	FS (m)	EP (m)	POP (mil)
210	0,30	0,12	0,10	476
260	0,40	0,12	0,10	385
300	0,45	0,15	0,10	333
360	0,45	0,15	0,12	278
390	0,50	0,15	0,12	256

A massa média de bulbilhos, da cultivar Chonan LV, para as peneiras 1, 2 e 3 corresponderam a 3,75, 2,80 e 1,90 g bulbilho<sup>-1</sup>, respectivamente. A massa média de bulbilhos da cultivar Chonan IN, para as peneiras 1, 2 e 3 corresponde a 3,25, 2,37 e 1,72 g bulbilho<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os bulbos de alho-semente foram vernalizados (57 dias sob temperatura de 3-5 °C) antes do plantio, em câmara fria. A adubação de plantio foi de acordo com o padrão utilizado na Embrapa Hortaliças baseado em análise de solo, utilizando 10 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, 1000 kg ha<sup>-1</sup> de super simples, 300 kg ha<sup>-1</sup> de yorin máster, 100 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 15 kg ha<sup>-1</sup> de bórax e 10 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco. Aos 55 DAP foi realizado o estresse hídrico, 12 dias em condições de baixo suprimento de água do solo à planta. Após o estresse hídrico foram realizadas duas adubações de cobertura (70 e 90 DAP) com total de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sendo utilizados ureia e cloreto de potássio como fontes. O controle de plantas espontâneas foi com o herbicida oxadiazon e, capinas manuais.

O controle fitossanitário foi realizado utilizando o fungicida iprodiona e o inseticida deltamethrin para controle de *Alternaria porri* e *Trips tabaci*, principalmente. O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão convencional, de acordo com a necessidade e estágio da cultura do alho, 3 vezes por semana e volume de 5 mm diários. Aos 5 dias após o plantio foram transplantado novas plantas de alho para substituir as plantas mortas, de modo que todas as parcelas experimentais tiveram o mesmo número de plantas.

Aos 40 e 70 DAP foram avaliados o número de folhas vivas (NFV) e altura de plantas (ALT) em uma amostra de 10 plantas por parcela. O NFV foi obtido pela contagem de folhas, valores expressos em unidades. A ALT foi medida por meio de uma régua milimétrica, valores expressos em cm.

Aos 90 DAP, foi avaliada a área foliar (AFO), massa fresca de planta (MFP) e massa seca de planta (MSP), por meio de amostra de 4 plantas (folha,

pseudocaule e bulbo) por parcela. A AFO foi estimada por meio de um integrador de área foliar (LI 3100/AREA METER – LI COR), valores expressos em  $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ . A MFP foi aferida por meio de balança analítica, valores expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ . A MSP foi aferida por meio de balança analítica, pela massa seca da planta obtida após a secagem das amostras frescas em estufa de circulação de ar com temperatura de  $62 \text{ }^\circ\text{C}$ , até massa constante, valores expressos em  $\text{g planta}^{-1}$ .

A colheita foi efetuada após a maturidade dos bulbos durante a fase de senescência das plantas aos 130 DAP. O processo de cura foi realizado na sombra por 25 dias após a colheita. Depois da cura, os bulbos passaram por toalete, realizando o corte das raízes e folhas, utilizando uma tesoura de poda. Os bulbos foram classificados quanto à classe comercial, de acordo com a portaria Nº 242 de 17/09/1992 do MAPA (BRASIL, 1992), em relação ao diâmetro em refugo (menor que 32 mm) classe 3 (maior que 32 até 37 mm), classe 4 (maior que 37 até 42 mm), classe 5 (maior que 42 até 47 mm), classe 6 (maior que 47 até 56 mm) e classe 7 (maior que 56 mm). As classe 3 e 4 foram agrupadas devido à baixa ocorrência de bulbos da classe 3. Após a classificação foram avaliados a massa total e número de bulbos de cada classe.

Foi avaliado produção comercial de bulbos (PCB), massa média de bulbos (MMB), porcentagem de bulbo classe 7 (PB7), porcentagem de bulbo classe 6 (PB6), porcentagem de bulbo classe 5 (PB5) e porcentagem de bulbo classe 4+3 (PB4+3), por meio dos bulbos colhidos em cada parcela. Devido não apresentar bulbos de classe refugo, a PCB foi determinada pela massa de todos os bulbos, os valores são expressos em  $\text{t ha}^{-1}$ . A MMB foi determinada pela razão entre massa total pelos números de bulbos, valores expressos em  $\text{g bulbo}^{-1}$ . A PB7, PB6, PB5, PB4 e, PB3 foram determinadas pela razão entre o número de bulbos das classes 7, 6, 5 e 4+3, respectivamente, pelo número total de bulbos, valores expressos em porcentagem (%).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Foi aplicada a análise conjunta para comparar a origem do alho-semente – LV e IN, pelo teste F da análise de variância. As médias do fator tamanho de bulbilhos foram comparadas pelo teste de média Tukey ( $p \leq 0,05$ ). As médias do fator espaçamento de planta foram submetidas em análise de regressão, neste caso, as equações foram derivadas para determinação dos pontos de máxima e mínima, e os valores de  $R^2$  das equações de regressão tiveram suas significâncias testadas pelo teste F.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Somente para a área foliar foi observado interação significativas entre tamanho de bulbilhos e espaçamentos de plantas, para as outras características não apresentaram interação significativa entre estes fatores. Com exceção de área foliar, para cada espaçamento de plantas o aumento no tamanho de bulbilho promove comportamento semelhante nas características avaliadas.

De acordo com a análise de variância conjunta, o clone Chonan livre de vírus apresentou valores significativamente superiores para número de folhas vivas aos 40 dias após o plantio e para altura de plantas aos 40 e 70 dias após o plantio quando comparado ao Chonan infectado (Tabela 2).

Tabela 2. Altura de plantas (ALT) e número de folhas vivas (NFV) aos 40 e 70 dias após o plantio em diferentes tamanhos de bulbilho de alho-semente para a cultivar Chonan infectado (IN) e Chonan (LV).

FV	ALT 40 (cm)		NFV 40		ALT 70 (cm)		NFV 70		
	LV	IN	LV	IN	LV	IN	LV	IN	
Bulbilho	1	62,8a	50,05a	6,99a	6,49a	84,9a	72,48a	9,55a	9,59 <sup>a</sup>
	2	59,5b	45,44b	6,77b	6,34a	83,6a	70,43b	9,35b	9,37b
	3	55,4c	43,12c	6,51c	5,92b	80,7b	70,15b	9,11c	9,06c
Médias	59,2A	46,2B	6,76A	6,25B	83,1A	71,0B	9,34 <sup>ns</sup>	9,30 <sup>ns</sup>	
CV%	4,34		4,29		3,36		2,54		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na linha, para cada variável, tem diferença estatística entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ )

Aos 40 dias após o plantio, a altura de plantas e número de folhas vivas da cultivar Chonan infectada foi 22 e 7,5% respectivamente, inferior à do clone livre de vírus da mesma cultivar. A degenerescência em plantas infectadas por viroses nas plantas de alho causa redução de vigor vegetativo (MELO-FILHO et

al., 2006). Normalmente tem se observado maior altura de plantas em material originado de cultura de meristema (RESENDE et al., 1999b). Apesar da diferença significativa, normalmente existe pequena variação no número de folhas entre material infectado e livre de vírus (RESENDE; GUALBERTO; SOUZA, 2000). O maior crescimento vegetativo em plantas livre de vírus está relacionada com o maior comprimento e largura das folhas, além da maior altura de plantas.

Para os clones livres de vírus como para os clones infectados, os bulbilhos de peneira 1 apresentaram valores superiores para altura de plantas e número de folhas aos 40 e 70 dias após o plantio (Tabela 2). Em média os espaçamentos considerados de baixas densidades de plantio proporcionam maior crescimento vegetativo devido a menor competição entre plantas. Normalmente alho-semente de maior tamanho proporciona a maior altura de plantas e número de folhas (MAHADEEN, 2011) em função da maior quantidade de reserva nutricional.

Para o clone infectado, a variação do espaçamento de plantas não teve influência sobre o número de folhas vivas aos 40 dias após o plantio. Porém, para o clone livre de vírus, o espaçamento de plantas de  $338 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  permitiu o aumento de 4% no número de folhas vivas (Figura 1).



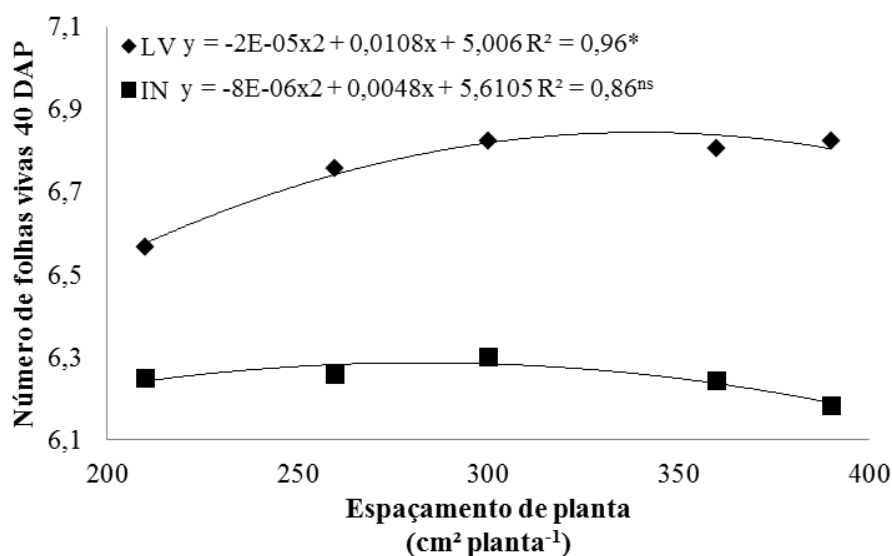


Figura 1. Número de folhas vivas em função do espaçamento de plantas para a cultivar Chonan livre de vírus (LV) e infectado (IN).

Alam et al. (2010) relataram que o aumento dos espaçamentos entre plantas proporcionam acréscimos na altura de plantas e no número de folhas. De acordo com os autores, o espaçamento mais amplo tem maior área em torno de cada planta, diminuindo a competição entre plantas por nutrientes, água, e luz. Neste trabalho, pode se observar que a ausência de degenerescência no clone livre de vírus permitiu melhor crescimento vegetativo em espaçamentos maiores entre as plantas.

Pela análise conjunta, o material livre de vírus (483 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) apresentou área foliar 41% superior ao material infectado (343 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>). A maior área foliar em plantas livres de vírus esta relacionada principalmente com o maior comprimento e largura das folhas.

Foi observado interação entre tamanho de bulbilhos e espaçamento de planta para a área foliar entre plantas (Figura 2). Para a cultivar Chonan livre de vírus, os bulbilhos de peneira 1 com espaçamento de planta de 332 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>

apresentou área foliar de  $617 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ . No entanto os bulbilhos de peneira 2 precisam de maior área ( $383 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) para atingir o maior valor de área foliar ( $526 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ). Para os clones infectados, os bulbilhos de peneira 1 com espaçamento de planta de  $315 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  apresentou área foliar de  $451 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ . No entanto os bulbilhos de peneira 2 precisam de maior espaçamento de planta ( $344 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) para atingir o maior valor de área foliar ( $333 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ).

Pode-se observar que alho livre de vírus, por apresentar maior vigor e crescimento vegetativo, pela ausência de degenerescência, apresenta maior resposta em área foliar em relação ao aumento dos espaçamentos entre as plantas.

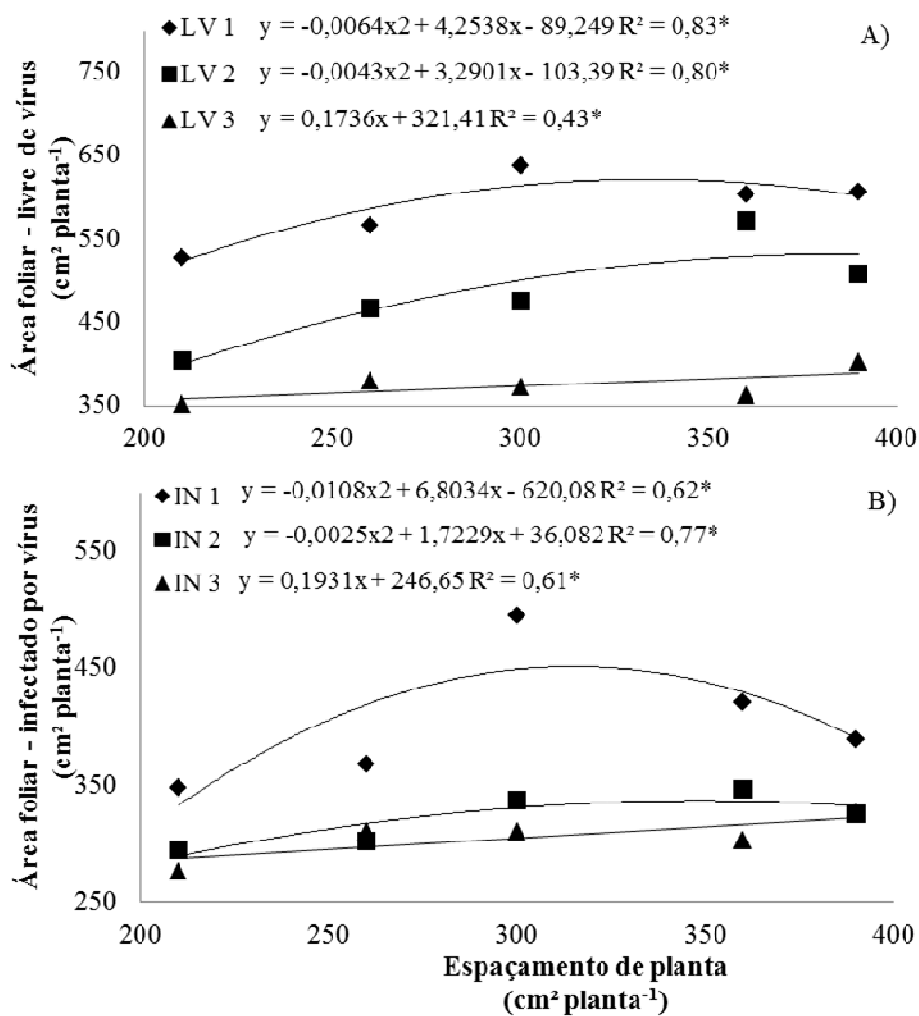


Figura 2. Área foliar em função do espaçamento de plantas para os três peneiras de bulbilhos. A: Chonan livre de vírus (LV); B: Chonan infectado (IN).

De acordo com Gedamu et al. (2008) existe interação entre espaçamento e tamanho de alho-semente. A utilização de material propagativo de menor tamanho ocorre redução de produtividade com a diminuição da densidade de plantio. Ao utilizar bulbilhos grandes não existe diferença de produtividade no

aumento dos espaçamentos entre as plantas. Ao diminuir o número de plantas por área ocorre aumento de massa média de bulbos compensando a menor densidade de plantas.

Pela análise conjunta, a cultivar Chonan livre de vírus apresentou valor superior para massa fresca de planta, massa seca de planta, produtividade comercial e massa média de bulbos comparada à mesma cultivar original infectada por vírus (tabela 3).

Tabela 3. Efeito do tamanho de bulbilho de alho-semente sobre massa fresca de planta (MF), massa seca de planta (MS), produtividade comercial (PC) e massa média de bulbos (MMB), para a cultivar Chonan livre de vírus (LV) e infectado (IN).

FV	MF		MS		PC		MMB		
	(g planta <sup>-1</sup> )		(g planta <sup>-1</sup> )		(t ha <sup>-1</sup> )		(g planta <sup>-1</sup> )		
	LV	IN	LV	IN	LV	IN	LV	IN	
Bulbilho	1	124a	92,1a	19,0a	14,7a	13,8a	9,65a	38,9a	26,8a
	2	105b	78,7b	16,6b	12,6b	13,4a	8,46b	37,47a	23,5b
	3	91,4c	70,1b	14,5c	10,7c	12,0b	7,84c	33,4b	21,8c
Médias	107A	80,3B	16,7A	12,6B	13,1A	8,65B	36,6A	24,1B	
CV%	13,7		13,2		7,98		7,98		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na linha, para cada variável, tem diferença estatística entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ )

Em termos percentuais, a massa fresca de planta e massa seca de planta dos clones livres de vírus foram respectivamente, 33,3 e 32,5% superiores aos clones infectados. A produção de massa seca está diretamente relacionada com o acúmulo de nutrientes nas plantas de alho. De acordo com Resende et al. (1999a) as plantas com menor degenerescência virótica apresentam maior acúmulo de nutrientes em relação as plantas infectadas. Neste sentido, Resende et al. (1999b) observaram em plantas de alho originadas de cultura de

meristema, acréscimo de 80,3% no acúmulo de massa seca na parte aérea em relação as plantas convencionais infectadas por vírus.

Os bulbilhos de peneira 1, tanto para os clones infectados como para livres de vírus, apresentaram maior massa fresca e seca de planta. A maior quantidade de reserva nutricional presente no alho-semente condiciona a planta para o maior crescimento vegetativo. Bulbilhos grandes proporcionam maior crescimento vegetativo e massa fresca da planta (MAHADEEN, 2011).

O aumento do espaçamento entre as plantas (210 para 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) permitiram crescimento linear de massa fresca de planta de 19,9 e 16,2% para os clones infectados como para livres de vírus, respectivamente (Figura 3).

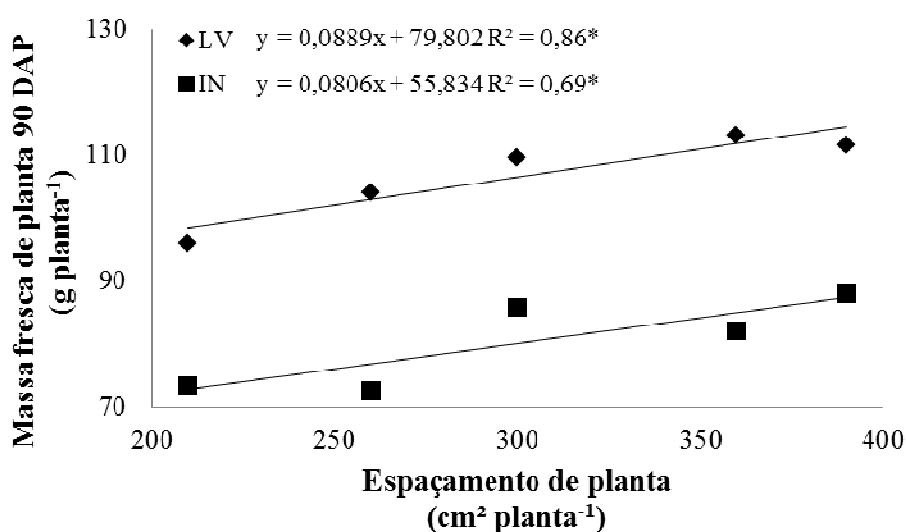


Figura 3. Massa fresca de planta em função do espaçamento de plantas para cultivar Chonan livre de vírus (LV) e infectado (IN).

O crescimento da planta de alho está relacionado com a melhor captação de luz solar, para melhor taxa fotossintética (MORAVČEVIĆ et al., 2011). As altas densidades de plantio causam sombreamento e maior competição entre

plantas. Por essa razão, espaçamentos maiores entre as plantas permitem maior crescimento vegetativo (KARAYE; YAKUBU, 2006).

A cultivar Chonan livre de vírus apresentou produtividade comercial e massa média de bulbos de 51,4 e 51,9% respectivamente, superior a cultivar original infectada por vírus. O vigor das plantas e o crescimento vegetativo estão relacionados com a produção de bulbos de alho, produzindo bulbos de maior tamanho e maior massa (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000). As cultivares de alho livre de vírus tem demonstrado maior produtividade e tamanho de bulbos de alho (RESENDE; SOUZA; PASQUAL, 1995).

Para a cultivar Chonan livre de vírus, os bulbilhos de peneira 1 e 2 proporcionam as maiores produtividades e massa média de bulbos. Por outro lado, para os clones infectados, somente os bulbilhos de peneira 1 apresentam valores superiores para produtividade e massa média de bulbos. Normalmente pode ser observado que bulbilhos de maior tamanho produzem bulbos de maior massa e maior produtividade, comparado aos bulbilhos de menor tamanho (ANNA; IAPICHINO; MICELI, 2000; STAHLSCHMIDT; CAVAGNARO; BORGIO, 1997) em função do maior crescimento vegetativo proporcionado pelos bulbilhos de maior tamanho. A ausência de degenerescência nos clones livres de vírus permite as maiores produtividades compensando, de certo modo, o tamanho do material propagativo.

O menor espaçamento entre plantas ( $210 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) apresentou a produtividade superior de 15,2 para Chonan livre de vírus e  $10,4 \text{ t ha}^{-1}$  para o clone infectado (Figura 4A). Por outro lado, o maior espaçamento de plantas ( $390 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) apresentou a massa média de bulbos superiores 41,6 para os clones livres de vírus e,  $26,6 \text{ g bulbo}^{-1}$  para o clone infectado (Figura 4B).

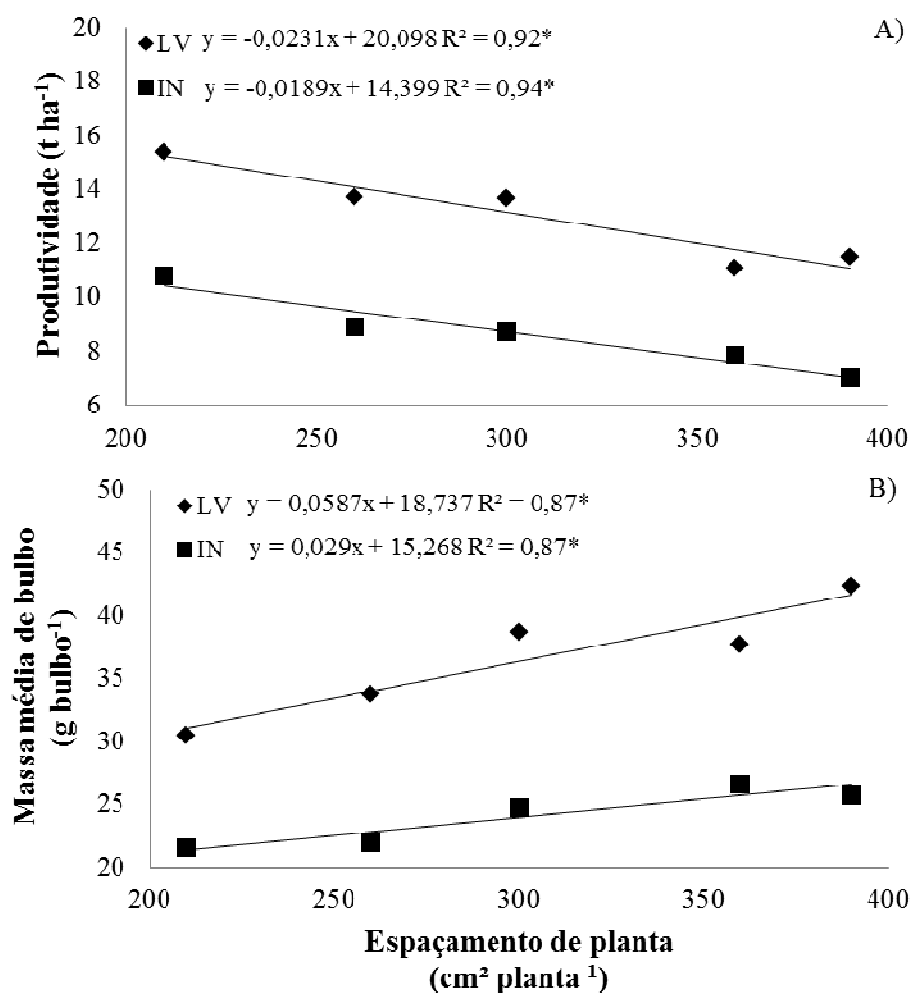


Figura 4. Produtividade comercial (A) e massa média de bulbo (B) em função do espaçamento de planta para a cultivar Chonan livre de vírus (LV) e infectado (IN).

Normalmente têm se observado que espaçamentos menores entre as plantas proporcionam maiores níveis de produtividade, porém têm efeito contrário pela redução da massa média de bulbos (ADEKPE et al., 2007). Abadi,

Nasseri e Nosrati (2010) observaram que a variação no espaçamento entre plantas na linha de 12 para 8 cm, aumentou 23% a produção de alho. Asgharipour e Arshadi (2012) observaram que a variação no espaçamento entre linhas de 0,4 para 0,2 m proporciona aumento de 84% na produtividade. A maior produtividade esta relacionada ao maior número de bulbos de alho por unidade (ALAM et al., 2010; DORO, 2012). Por outro lado, Reghin et al. (2004) observaram aumento linear da massa média de bulbos em resposta a diminuição da densidade de plantio. A maior competição e sombreamento entre as plantas, em plantio mais adensado, diminuem o tamanho e massa média dos bulbos.

De acordo com a análise de variância conjunta foram observados valores significativamente superiores para porcentagem de bulbos nas classes 7 e 6 da cultivar Chonan livre de vírus quando comparado aos clones infectados. Para a porcentagem de bulbos nas classes 5 e porcentagem nas classes 4+3, tem-se uma situação inversa onde os clones infectados apresentaram maior porcentagem de bulbos classificados nessas classes em relação aos clones livre de vírus (Tabela 4).

Tabela 4. Efeito do tamanho de bulbilho de alho-semente sobre a porcentagem de bulbos nas classes 7, 6, 5 e 4+3, para a cultivar livre de vírus (LV) e infectada (IN).

FV	7 (%)		6 (%)		5 (%)		4+3 (%)		
	LV	IN	LV	IN	LV	IN	LV	IN	
Bulbilho	1	28,1a	10,9a	56,9ab	51,6a	11,6 <sup>ns</sup>	18,3b	3,51b	19,2b
	2	27,9a	2,42b	54,9b	46,6ab	12,6 <sup>ns</sup>	28,6a	4,65b	22,5b
	3	20,7b	2,19b	59,4a	41,3b	13,5 <sup>ns</sup>	31,6a	6,43a	25,0a
Médias	25,5A	5,17B	57,0A	46,5B	12,6B	26,1A	4,86B	22,2A	
CV%	23,8		11,2		25,1		26,8		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na linha, para cada variável, tem diferença estatística entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ )



As porcentagens de bulbos nas classes 7 e 6 da cultivar livre de vírus foram respectivamente, 393 e 22,6% superior aos clones infectados da mesma cultivar (Tabela 4). As porcentagens de bulbos nas classes 5 e 4+3 da cultivar livre de vírus foram respectivamente, 51,7 e 78,1% inferior a cultivar Chonan infectada. Pode observar em cultivares de alho livres de vírus maior produtividade, que está relacionada com a maior massa, tamanho e proporção de bulbos nas classes superiores (WALKEY; ANTILL, 1989). Entretanto, a degenerescência dos materiais infectados promove a redução do tamanho dos bulbos, sendo estes, classificados em classes inferiores.

Os bulbilhos de peneira 1 e 2, livres de vírus, proporcionam a maior porcentagem de bulbos na classe 7. No entanto, para a cultivar Chonan infectada somente os bulbilhos de peneira 1 apresentam os valores superiores. Os bulbos de melhor classificação comercial é observada quando utiliza os bulbilhos grandes no plantio produzindo bulbos com maior peso e diâmetro (MAHADEEN, 2011), classificados em maior proporção nas classes comerciais superiores (CASTELLANOS et al., 2004) as quais possuem maior valor comercial. Na cultivar livre de vírus, o tamanho do material propagativo utilizado no plantio têm menor efeito sobre a proporção de bulbos nas classes superiores comparado a cultivar original infectada por viroses.

Ao utilizar o material propagativo de menor tamanho (peneira 3), para o clone infectado e livre de vírus, pode se observar aumento na proporção de bulbos nas classes inferiores (4+3). Este fato é indesejável devido o menor valor comercial dos bulbos obtidos.

A maior porcentagem de bulbos na classe 7 (36,4%) foi obtida utilizando clone livre de vírus com espaçamento de plantas de  $390 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ , valor 167% superior ao menor espaçamento de planta ( $210 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) (Figura 5A). Para a cultivar Chonan infectada por vírus pode ser observado 46,6% de bulbos na classe 6 com espaçamento de planta de  $352 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  (Figura 5B).

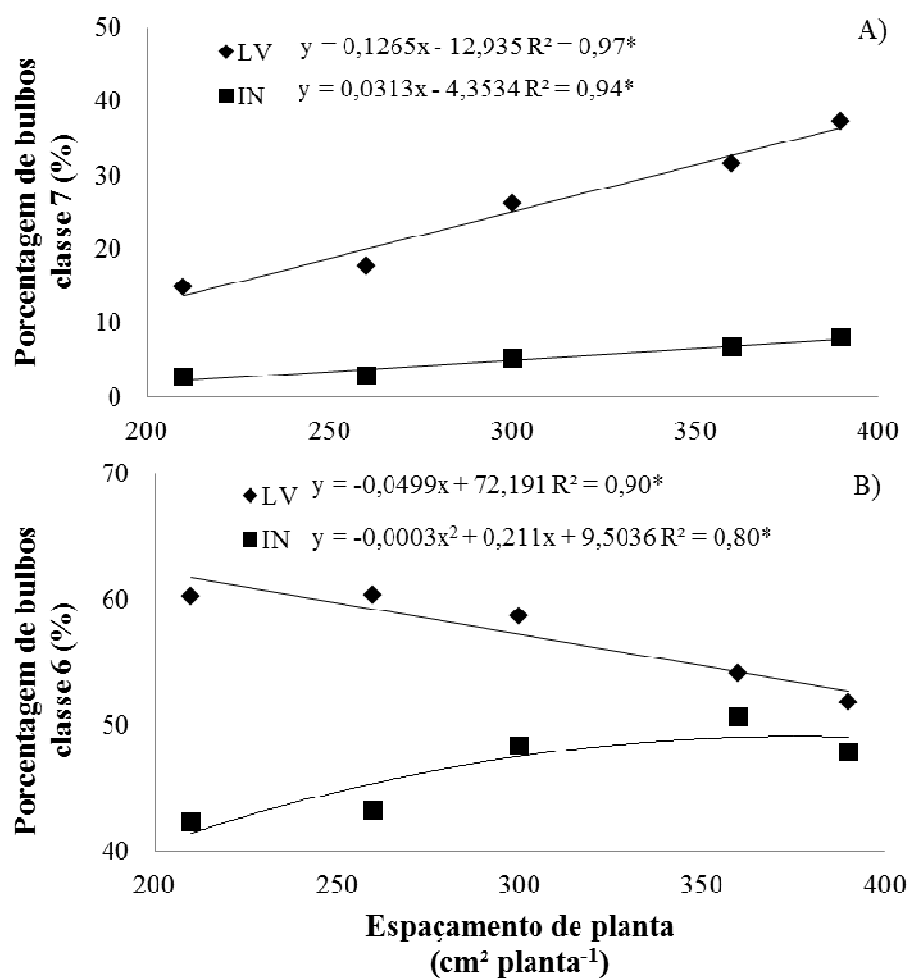


Figura 5. Porcentagem de bulbos na classe 7 (A) e porcentagem de bulbos na classe 6 (B) em função do espaçamento de planta para a cultivar Chonan livre de vírus (LV) e infectado (IN).

A melhor classificação comercial de bulbos pode ser observada utilizando maior espaçamento de plantas. Nestas condições, de acordo com Reghin et al. (2004), ocorre resposta linear crescente do rendimento de bulbos

em classes superiores de bulbos (7 e 6). Castellanos et al. (2004) ao avaliar o efeito da densidade de plantio, de 600 a 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> observaram aumento de 1375% na produção de alho na maior classe comercial. Tem sido relatado que a menor competição entre as plantas por luz, água e nutrientes proporciona plantas com maior crescimento vegetativo capaz de produzir bulbos de maior tamanho (ADEKPE et al., 2007).

A produção de bulbos de menor tamanho não é desejável, devido ao menor valor comercial. O valor de 27% de bulbos nas classes 4+3 pode ser observado, em clones infectados, em espaçamento de planta de 210 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> (Figura 6B). Por outro lado, em clones livres de vírus, utilizando maior espaçamento de planta (390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>), a porcentagem de bulbos na classe 5 (7,92%) apresenta redução de 55% em relação ao valor de 17,7% obtido no espaçamento de plantas de 210 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> (Figura 6A).

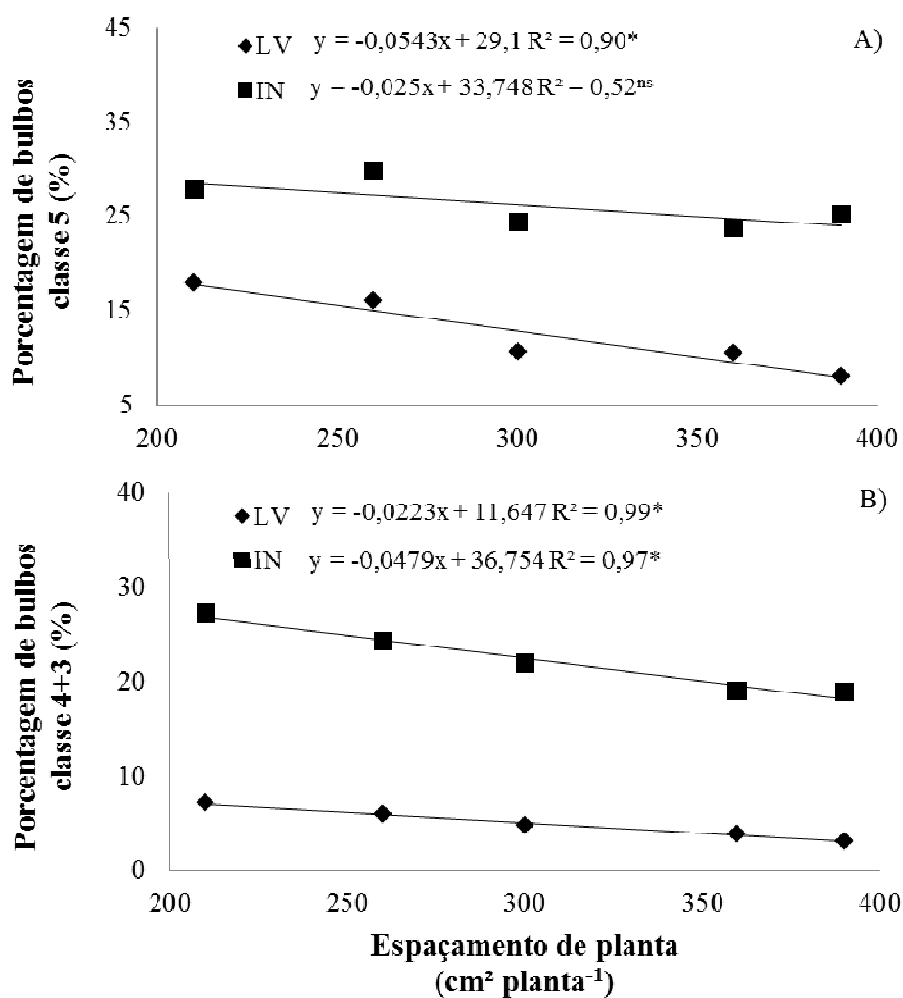


Figura 6. Porcentagem de bulbos na classe 5 (A) e porcentagem de bulbos nas classes 4+3 (B) em função do espaçamento de planta para a cultivar Chonan livre de vírus (LV) e infectado (IN).

Os dados obtidos estão de acordo com Reghin et al. (2004) que observaram rendimento dos bulbos em classes inferiores (4) com redução linear em função da diminuição da densidade de plantas.

A utilização de bulbilhos graúdos e menor espaçamento de planta promovem aumento no custo de produção, devido ao maior gasto de sementes. Ao avaliar a lucratividade entre as densidades de plantio, Castellanos et al. (2004) observaram que densidades de 600 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentam o maior custo de plantio e lucratividade 15% inferior à densidade de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e ainda, a utilização de bulbilhos medianos apresentam maior lucratividade.

#### 4 CONCLUSÕES

O clone livre de vírus apresenta maior produtividade comercial e maior massa média de bulbos do que o clone infectado, independente do tamanho de alho-semente e do espaçamento de planta.

O aumento do espaçamento de plantio no intervalo 210 para 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> permitiu aumento linear da massa média de bulbo, por outro lado leva ao decréscimo também linear da produtividade para alho livre e infectado por vírus.

A cultivar Chonan infectada apresenta a maior produtividade somente quando utiliza os maiores tamanhos de alho-semente.

O clone livre de vírus com espaçamento de 390 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> apresentou a mais alta porcentagem de bulbos na classe 7, independente do tamanho de alho-semente.

A diminuição da densidade de plantio aumenta de forma linear a porcentagem de bulbos nas classes 6 e 7 e reduz também de forma linear os bulbos nas classes 3 e 4.

## REFERÊNCIAS

ABADI, A. G. F.; NASSERI, A.; NOSRATI, A. E. Water use efficiency and yield of garlic responses to the irrigation system, intra-row spacing and nitrogen fertilization. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 8, n. 2, p. 344-346, 2010.

ADEKPE, D. I. et al. Yield responses of garlic (*Allium sativum* L.) to oxidation, date of planting and intra-row spacing under irrigation at Kadawa, Nigeria. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 12, p. 1785-1789, 2007.

ALAM, M. S. et al. Effect of spacing on growth and yield of two lines of garlic under dry land condition. **Journal of Agroforestry Environment**, Bangladesh, v. 4, n. 2, p. 151-154, 2010.

ANNA, F. d'; IAPICHINO, G.; MICELI, A. Effect of clove weight on yield and bulb quality of garlic grown for storage. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 533, p. 589-592, Oct. 2000.

ASGHARIPOUR, M. R.; ARSHADI, M. J. Effect of planting date and plant density on yield and yield components of garlic Infariman. **Advances in Environmental Biology**, Amman, v. 6, n. 3, p. 583-586, 2012.

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](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/alho242_92.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2013.

CASTELLANOS, J. Z. et al. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size. **Hortscience**, Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1272-1277, Feb. 2004.

DORO, A. K. Response of garlic (*Allium Sativum* L.) to intra-row spacing at Ajiwa irrigation site of Katsina State, Nigeria. **Journal of Research in National Development**, Owerri, v. 10, n. 2, p. 103-107, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FAYAD-ANDRE, M. de S.; DUSI, A. N.; RESENDE, R. O. Spread of viruses in garlic fields cultivated under different agricultural production systems in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 341-349, 2011.

GEDAMU, F. et al. Effects of clove size and plant density on the bulb yield and yield components of Ethiopian garlic (*Allium sativum* L.). **Pantnagar Journal of Research**, Cornell, v. 6, n. 2, p. 234-238, Dec. 2008.

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.

KARAYE, A. K.; YAKUBU, A. I. Influence of intra-row spacing and mulching on weed growth and bulb yield of garlic (*Allium sativum* L.) in Sokoto, Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 5, n. 3, p. 260-264, 2006.

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**, Jordan, v. 7, n. 1, p. 44-50, Aug. 2011.

MELO-FILHO, P. A. et al. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 116, n. 2, p. 95-101, June 2006.

MORAVČEVIĆ, D. et al. Effect of plant density on the characteristics of photosynthetic apparatus of garlic (*Allium sativum* L.). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 10, n. 71, p. 15861-15868, 2011.



REGHIN, M. Y. R. et al. Respostas produtivas do alho a diferentes densidades de plantas e peso de bulbilhos-semente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 87-94, jan./fev. 2004.

RESENDE, F. V. et al. Acúmulo de matéria seca e exigências nutricionais de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 220-226, 1999a.

RESENDE, F. V. et al. Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 118-124, 1999b.

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

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**, The Hague, n. 433, p. 519-526, Mar. 1997.

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