



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

MAYKY FRANCLEY PEREIRA DE LIMA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE ALHO NOBRE LIVRE DE
VÍRUS EM FUNÇÃO DO TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO DE
PLANTIO EM REGIÃO DE ALTITUDE DO SEMIÁRIDO**

MOSSORÓ

2019

MAYKY FRANCLEY PEREIRA DE LIMA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE ALHO NOBRE LIVRE DE
VÍRUS EM FUNÇÃO DO TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO DE
PLANTIO EM REGIÃO DE ALTITUDE DO SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia
do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof^ª. D. Sc. Maria Zuleide de
Negreiros

Coorientador: D. Sc. Welder de Araújo Rangel
Lopes

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L732d Lima, Mayky Francley Pereira de.
Desempenho agrônomo e qualidade de alho nobre livre de vírus em função do tamanho do bulbilho e espaçamento de plantio em região de altitude do semiárido / Mayky Francley Pereira de Lima. - 2019.
107 f. : il.

Orientador: Maria Zuleide de Negreiros.
Coorientador: Welder de Araújo Rangel Lopes.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em , 2019.

1. Allium sativum L.. 2. Rentabilidade. 3. Densidade de plantio. 4. Índice industrial. 5. Pungência. I. Negreiros, Maria Zuleide de , orient. II. Lopes, Welder de Araújo Rangel, coorient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MAYKY FRANCLEY PEREIRA DE LIMA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE ALHO NOBRE LIVRE DE
VÍRUS EM FUNÇÃO DO TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO DE
PLANTIO EM REGIÃO DE ALTITUDE DO SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia
do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

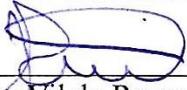
Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

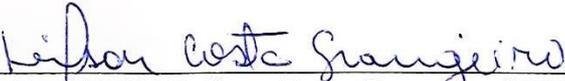
Defendida em: 18 / 02 / 2019

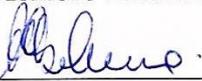
BANCA EXAMINADORA


Profª. D. Sc. Maria Zuleide de Negreiros (UFERSA)
Presidente


D. Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes (UFERSA)
Co-orientador


D. Sc. Francisco Vilela Resende (EMBRAPA)
Membro Examinador


Prof. D. Sc. Leilson Costa Grangeiro (UFERSA)
Membro Examinador


Profª. D. Sc. Lindomar Maria da Silveira (UFERSA)
Membro Examinador


Profª. D. Sc. Elizangela Cabral dos Santos (UFERSA)
Membro Examinador

À minha mãe, pai, irmão,
esposa e a minha querida
filha. Família sempre foi a
base da minha educação e
formação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Neste momento mais que especial, gostaria de externar a minha gratidão...

A Deus, por estar sempre comigo, nos momentos felizes e tristes e por ter me dado força, coragem, saúde para a conclusão do curso, obrigado Senhor!

Aos meus pais, Antônia Heidenir (Dadê) e Leovigildo (Leó), os responsáveis por minha existência, por estarem sempre comigo compartilhando os momentos fáceis e difíceis da vida, dando-me seus ensinamentos, conselhos, carinho e amor durante todos esses anos. Sou eternamente grato, sem vocês eu nada seria. Amo muito vocês!

À minha esposa Jéssica Paloma, pelo amor, companheirismo, paciência e por estar sempre ao meu lado.

À minha filha Maria Cecília, por ser acima de tudo o melhor presente de Deus. Te amo!!!

Ao meu irmão Rayner, pela amizade, preocupação e ajuda durante toda minha vida.

À toda minha família, por acreditarem em mim e pelas palavras de incentivo e carinho que sempre recebi.

À UFERSA, pela oportunidade de me tornar um profissional qualificado, por meio de um programa de pós-graduação conceituado.

Ao CNPq, pela aprovação do projeto e apoio financeiro à pesquisa.

A Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

À professora e orientadora Zuleide, uma verdadeira mãe para os seus orientados! Palavras me faltam para expressar tamanha gratidão e respeito, e o exemplo de profissionalismo e humanidade a ser seguido.

Ao meu co-orientador Welder Lopes, pelos ensinamentos, conselhos, incentivos e acima de tudo grande amigo pela orientação indispensável em todas as etapas deste trabalho e principalmente pela simplicidade e amizade.

Ao Dr. Francisco Vilela, por suas orientações, pela disponibilidade sempre que procurado.

Aos membros da banca examinadora: Prof. Leilson Grangeiro, Prof^a Elizangela Cabral e Dra. Lenita Haber, por suas contribuições à melhoria deste trabalho.

Ao professor José Francismar, pela imediata colaboração sempre que procurado.

Ao professor Saulo Tasso, pela ajuda no monitoramento climático durante a realização da pesquisa.

Ao pessoal do Grupo Alho: Otaciana, Renan, Ramon (fera), Hiago, Adriano, Tamires, Laíza e Márcio, pela incansável ajuda antes, durante e após a realização desta pesquisa. Foram fundamentais para que o projeto fosse posto em prática. Ao lado de vocês, os longos e cansativos dias de trabalho se tornaram agradáveis.

A seu Xavier e família, pelo apoio à realização do experimento.

Ao pessoal do CPVSA/UFERSA: Bruno, Christiane, Juliana, Paulo e Priscila, pela ajuda sempre que solicitados, pelos momentos de descontração.

Ao pessoal da Horta do DCAF/UFERSA, em especial ao senhor Antônio, pela ajuda na realização das atividades de campo.

Enfim, a todos e todas que de alguma maneira contribuíram para que esse trabalho fosse concluído. Deus dará a recompensa.

Muito obrigado a todos!!!!

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez”.

George Bernard Shaw

RESUMO

LIMA, Mayky Francley Pereira de. **Desempenho agrônômico e qualidade de alho nobre livre de vírus em função do tamanho do bulbilho e espaçamento de plantio em região de altitude do semiárido**. 2019. 107f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2019.

No Brasil, o alho é uma hortaliça de elevada importância econômica e social, devido à área plantada e à grande necessidade de mão-de-obra. No entanto, apesar da produtividade brasileira ter aumentado nos últimos anos, ainda há uma dependência do alho importado para atender a demanda interna. Dessa forma, com o intuito de mudar esse panorama, práticas de manejo como a manipulação do arranjo espacial de plantas, através de alterações de espaçamentos entre plantas, bem como o uso de alho-semente livre de vírus e associado ao tamanho de bulbilho-semente, torna-se uma alternativa promissora para garantir níveis mais elevados de produtividade e qualidade do alho. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar características de produção, qualidade e rentabilidade de alho convencional e livre de vírus em função do tamanho de bulbilho-semente e espaçamento entre plantas. Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente, utilizando alho livre de vírus e convencional, em Portalegre-RN. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelo tamanho dos bulbilhos: grande e pequenos. As subparcelas foram compostas por quatro espaçamentos entre plantas: 7,5; 10,0; 12,5 e 15,0 cm. Os dados dos experimentos foram submetidos às análises de variância conjunta. Foram avaliados: emergência, número de folhas, altura de plantas, estande final, ciclo cultural, percentagem de superbrotamento, massa média de bulbos, produtividade total e comercial, classificação dos bulbos, número de bulbilhos por bulbos, classificação dos bulbilhos, custo operacional, receita bruta e receita líquida, diâmetro de bulbo, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, acidez titulável, relação SS/AT, pungência, sólidos totais e índice industrial. O uso de alho-semente livre de vírus e bulbilho grande proporcionaram maior crescimento vegetativo, produtividade e retorno econômico. A combinação entre o alho-semente livre de vírus, bulbilho de tamanho grande e espaçamento de 12,5 cm entre plantas resultou em maior produtividade comercial (11,1 t ha⁻¹) e receita líquida (R\$ 85.151,00 ha⁻¹). Para o alho convencional, sugere-se a utilização de bulbilhos grandes com espaçamento de 7,5 cm entre plantas (R\$ 25.815,00 ha⁻¹). Para os atributos de qualidade, o alho livre de vírus, bem como os espaçamentos entre 12,5 e 15,0 cm promoveram maior diâmetro de bulbos, acidez titulável, pungência e índice industrial, possibilitando a produção de bulbos com melhor qualidade e com boas perspectivas para a industrialização.

Palavras-chave: *Allium sativum* L. Rentabilidade. Densidade de plantio. Índice industrial. Pungência.

ABSTRACT

LIMA, Mayky Francley Pereira de. **Agronomic performance and quality of noble free-virus garlic as a function of clove size and planting spacing in the semiarid region altitude.** 2019. 107f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Crop Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2019.

In Brazil, the garlic is a vegetable of great economic and social importance, due to the planted area and the great need of labor. However, although Brazilian productivity has increased in recent years, there is still dependence on imported garlic to meet domestic demand. Thus, in order to change this scenario, management practices such as the manipulation of the spatial arrangement of plants, through changes in spacing between plants, as well as the use of garlic free of virus and associated with clove size, becomes a promising alternative to ensure higher levels of productivity and quality of garlic. Therefore, the objective of this work is to evaluate the production, quality and profitability characteristics of conventional and virus-free garlic as a function of clove size and plant spacing. Two experiments were conducted simultaneously using virus-free and conventional garlic in Portalegre-RN. The experimental design was a randomized block design with four replications. The treatments were arranged in split-plots, the plots being represented by the clove size: large and small. The subplots were composed of four spacings between plants: 7.5, 10.0, 12.5 and 15.0 cm. The data of the experiments were submitted to analyzes of joint variance. Have been evaluated: emergence, number of leaves, height of plants, final stand, cultural cycle, percentage of secondary bulb growth, average bulb mass, total and commercial productivity, bulb classification, number of cloves per bulb, cloves classification, operational cost, gross revenue and net revenue, diameter of bulb, soluble solids, total soluble sugars, titratable acidity, SS/AT ratio, pungency, total solids and industrial index. The use of bulb-free garlic and large clove provided greater vegetative growth, productivity and economic return. The combination of virus-free garlic, large clove and 12.5 cm spacing between plants resulted in higher commercial productivity (11.1 t ha^{-1}) and net revenue (R\$ 85,151.00 ha^{-1}). For conventional garlic, the use of large cloves with spacing of 7.5 cm between plants (R \$ 25,815.00 ha^{-1}) is suggested. For the quality attributes, vírus-free garlic, as well as the spacings between 12.5 and 15.0 cm promoted greater bulb diameter, titratable acidity, pungency and industrial index, allowing the production of bulbs with better quality and with good prospects for industrialization.

Keywords: *Allium sativum* L. Profitability. Density of planting. Industrial index. Pungency.

CAPÍTULO I

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Temperatura do ar média, mínima e máxima, na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 30
- Figura 2 - Umidade relativa do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 31
- Figura 3 - Precipitação pluviométrica na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 31
- Figura 4 - Representação gráfica da subparcela experimental de alho nobre submetido a diferentes tamanhos de bulbilhos e densidade de plantio. Portalegre-RN, UFERSA, 2017 33
- Figura 5 - Número de folhas (NF) por planta de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 39
- Figura 6 - Altura de plantas de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 41
- Figura 7 - Ciclo cultural de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 43
- Figura 8 - Percentagem de superbrotamento de plantas (PSB) de alho convencional (CON) e livre de vírus (LV) em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 46
- Figura 9 - Massa média de bulbos (MMB) de alho livre de vírus (LV) (A) e convencional (CON) (B), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho-semente (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 ..49
- Figura 10 - Produtividade total (PTB) (A) e produtividade comercial (PBC) (B) de alho livre de vírus submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 201753
- Figura 11 - Produtividade total (PTB) (A) e produtividade comercial (PBC) (B) de alho convencional submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 201755

Figura 12 Receita bruta e receita líquida de alho livre de vírus (A) e convencional (B), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017 65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Valores médios de emergência e estande final de plantas de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 37
Tabela 2	- Valores médios de número de folhas por planta de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 37
Tabela 3	- Valores médios de número de folhas por planta de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 38
Tabela 4	- Valores médios de altura de plantas de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017 40
Tabela 5	- Valores médios do ciclo cultural de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 42
Tabela 6	- Valores médios de Percentagem de superbrotamento de plantas de alho nobre em função da sanidade do alho-semente, em cada espaçamento de plantio. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 44
Tabela 7	- Valores médios de massa média de bulbos de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017 48
Tabela 8	- Valores médios de Produtividade total e produtividade comercial de bulbos de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017 51
Tabela 9	- Classificação de bulbos de alho nobre convencional (COM) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017 57
Tabela 10	- Valores médios de número de bulbilhos por bulbo de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017 59
Tabela 11	- Classificação de bulbilhos de alho nobre convencional (CON) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017 60
Tabela 12	- Custo Operacional Total do alho nobre convencional (CON) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017 62

Tabela 13 - Valores médios de receita bruta e receita líquida de bulbos de alho nobre convencional (CON) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas (ESP). Portalegre, RN. UFERSA, 2017	63
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO II

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Temperatura do ar média, mínima e máxima na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	77
Figura 2	- Umidade relativa do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	78
Figura 3	- Precipitação pluviométrica na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	78
Figura 4	- Representação gráfica da subparcela experimental de alho nobre submetido a diferentes tamanhos de bulbilhos e densidade de plantio. Portalegre-RN, UFERSA, 2017	80
Figura 5	- Diâmetro de bulbos de alho convencional (COM) e livre de vírus (LV) em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	85
Figura 6	- Sólidos solúveis (A) e açúcares solúveis totais (AST) (B) de bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	86
Figura 7	- Acidez titulável em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	89
Figura 8	- Relação SS/AT em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	91
Figura 9	- Pungência em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	93
Figura 10	- Sólidos totais em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	94
Figura 11	- Índice industrial em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Valores médios de diâmetro de bulbos de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	83
Tabela 2	- Valores médios de diâmetro de bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente, em cada espaçamento de plantio. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	84
Tabela 3	- Valores médios de acidez titulável em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	88
Tabela 4	- Valores médios de acidez titulável de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	89
Tabela 5	- Valores médios da relação SS/AT em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	90
Tabela 6	- Valores médios da relação SS/AT em bulbos de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	90
Tabela 7	- Valores médios de pungência em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	92
Tabela 8	- Valores médios de sólidos totais em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	94
Tabela 9	- Valores médios de índice industrial em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.....	95

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	19
	REFERÊNCIAS	23
	CAPÍTULO I - VIABILIDADE DO CULTIVO DE ALHO EM FUNÇÃO DA SANIDADE, TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO	26
	RESUMO	26
	ABSTRACT	27
1	INTRODUÇÃO	28
2	MATERIAL E MÉTODOS	30
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1	EMERGÊNCIA E ESTANDE FINAL	36
3.2	NÚMERO DE FOLHAS	37
3.3	ALTURA DE PLANTAS	39
3.4	CICLO CULTURAL	42
3.5	PERCENTAGEM DE SUPERBROTAMENTO DE PLANTAS	44
3.6	MASSA MÉDIA DE BULBOS	46
3.7	PRODUTIVIDADE TOTAL E COMERCIAL DE BULBOS	50
3.8	CLASSIFICAÇÃO DE BULBOS	56
3.9	NÚMERO DE BULBILHOS POR BULBO E CLASSIFICAÇÃO DOS BULBILHOS	58
3.10	CUSTO OPERACIONAL TOTAL	61
3.11	RECEITA BRUTA E LÍQUIDA	62
4	CONCLUSÕES	66
	REFERÊNCIAS	67
	CAPÍTULO II - QUALIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DA SANIDADE, TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS	73
	RESUMO	73
	ABSTRACT	74
1	INTRODUÇÃO	75
2	MATERIAL E MÉTODOS	77

3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
3.1	DIÂMETRO DE BULBOS	83
3.2	SÓLIDOS SOLÚVEIS E AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS	86
3.3	ACIDEZ TITULÁVEL	88
3.4	RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ TITULÁVEL (SS/AT)	89
3.5	PUNGÊNCIA	91
3.6	SÓLIDOS TOTAIS	93
3.7	ÍNDICE INDUSTRIAL	94
4	CONCLUSÕES	97
	REFERÊNCIAS	98
	APÊNDICE	102

INTRODUÇÃO GERAL

O alho (*Allium sativum* L.) é a quarta hortaliça em importância econômica no Brasil, ficando atrás apenas do tomate, batata e cebola. É uma hortaliça rica em amido e substâncias aromáticas de alto valor condimentar e possui ação fitoterápica com diversas propriedades farmacológicas, sendo o seu consumo tanto na forma in natura como industrializada (CUNHA, 2011; LENCHA e BUKE, 2017).

A produção mundial de alho em 2017 atingiu 28.164.055 toneladas, com média de produtividade de 17,85 t ha⁻¹. Os maiores produtores são, pela ordem, China, Índia, Bangladesh, Coreia do Sul, Espanha, Egito e Rússia que detém aproximadamente 90% da produção mundial (FAO, 2018).

No Brasil, em 2017, foram colhidos 10.588 hectares e produzidos 120.897 toneladas de alho, com rendimento médio de 11,4 t ha⁻¹, classificando-se em décimo sexto lugar entre os países produtores desta hortaliça (FAO, 2018). A região Centro-Oeste foi responsável por 26,3% enquanto que as regiões Sul e Sudeste por 32,2 e 37,9%, respectivamente. O Nordeste contribuiu apenas com 3,5% da produção nacional. Os maiores estados produtores no Brasil são na ordem: Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Bahia, que somaram aproximadamente 95% de toda produção nacional (IBGE, 2017).

O Rio Grande do Norte atualmente depende da importação do alho para atender sua demanda interna mesmo apresentando áreas com condições favoráveis para o cultivo de alho, como as microrregiões de altitude do Estado, que permitem o cultivo em temperaturas mais amenas, que são condições adequadas para o seu desenvolvimento. Até o fim da década de 1980, mesmo já sendo limitada a área de cultivo e a quantidade de alho produzido, o Estado conseguia abastecer parte da sua demanda na época da safra, que ocorria entre os meses de agosto a dezembro utilizando a cultivar regional Branco Mossoró (LOPES, 2016). Entretanto, essa cultivar, apesar de ser rústica, tornou-se desvantajosa ao longo dos anos, devido à alta degeneração por vírus e ao baixo valor comercial, pois além de produzir cabeças pequenas com grande número de bulbilhos, o plantio era realizado sob condições de cultivo bastante rudimentares (SOARES, et al., 2015).

Apesar da produtividade brasileira ter aumentado nos últimos anos, a dependência do alho importado vem crescendo nas últimas décadas. Em 1990, o alho nacional abrangia 90% da demanda do país, porém, com a abertura de mercado, os produtores nacionais reduziram a área plantada fazendo com que as importações aumentassem consideravelmente (ANUÁRIO

BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2013). Desde 2011 a importação tem aumentado, apesar do crescimento da produção. Este fato é estimulado pela entrada do alho importado da Argentina, Espanha e China que se apresentam principalmente com melhor aparência em termos de tamanho dos bulbos e com preços mais baixos que o alho nacional.

Dessa forma, com o intuito de mudar esse panorama, recentemente, produtores de várias regiões tem adotado o uso do alho-semente livre de vírus que garante uma boa qualidade da lavoura, e aumenta a classificação comercial do alho, garantindo, assim, maior renda ao produtor. Além disso, pode promover aumento na produção que pode variar de 30% a 100% (ALMEIDA; VILELA, 2008).

De acordo com Silva et al. (2010), todas as cultivares livre de vírus apresentam maior produtividade em relação às cultivares de multiplicação convencional ao longo de pelo menos nove gerações de multiplicação, comprovando a eficiência dessa técnica. No entanto, observaram também uma redução gradativa e constante da produtividade destes materiais livres de vírus ao longo de sucessivos ciclos de exposição destes materiais a condições de reinfecção em campo aberto.

Pavan (1998) com a utilização de alho-semente livre de vírus para as cultivares Caçador e Quitéria, obteve aumento na produção de 67 e 71%, respectivamente. Resende et al. (2000) observaram aumento médio de 63% da produtividade de plantas provenientes livre de vírus para as plantas multiplicadas via convencional. Melo Filho et al. (2006), cultivando variedades convencionais e livre de vírus, registraram aumento de 140% da produção em plantas livres de vírus em relação às convencionais no primeiro ciclo e 50% no quinto ciclo.

Pesquisas mostram ainda que as plantas livres de vírus apresentam maior altura de plantas e acúmulo de matéria seca comparada às plantas convencionais. Resende et al. (1999) observaram que o acúmulo de matéria seca da parte aérea e a altura aumentaram em 80% e 29% respectivamente, nas plantas livres de vírus em relação às plantas convencionais. Nesse sentido plantas livres de vírus têm maior potencial para a produção de bulbos, visto que apresenta maior vigor vegetativo das plantas (MARODIN, 2014).

Além disso, devem ser desenvolvidas outras práticas no manejo da cultura que possibilitem a utilização pelos produtores e que contribuam para o aumento da produtividade e da qualidade do alho produzido.

Dessa forma, uma alternativa promissora para garantir níveis elevados de produtividade é o manejo da densidade de plantio, através da adequação do espaçamento entre plantas. Pesquisas com adoção de diferentes densidades de plantio têm aumentado em atividades agrícolas no Brasil, visando principalmente elevar a produtividade, rentabilidade e

a qualidade do produto. Segundo Lencha e Buke (2017), o uso de adensamento do sistema de plantio, através de menores espaçamentos tem gerado incrementos na produção e de rentabilidade, visto que, o aumento da densidade de plantio pode contribuir para a correta exploração tanto do ambiente quanto da cultivar, tendo como consequência o aumento da produtividade (VIDYA, 2015).

Entretanto, se as plantas estiverem muito próximas umas das outras e a folhagem se sobrepuser em grande extensão, ocorrerá sombreamento mútuo prejudicando o crescimento vegetativo do alho devido à competição, principalmente por luz que não será mais suficiente para manter positivo o balanço de CO₂, conseqüentemente, haverá menor taxa fotossintética e o rendimento da cultura será reduzido (MORAVČEVIĆ et al., 2011).

Por isso, deve-se adotar o melhor espaçamento que maximize a exploração dos fatores de produção, garantindo maior produtividade e bulbos de maior tamanho, que tem maior valor comercial e preferência dos consumidores. De acordo com Awas et al. (2010), o uso da população ótima tem duas grandes vantagens onde evita forte competição entre plantas por fatores de crescimento quando o adensamento é excessivo e permite o uso eficiente da terra agrícola disponível sem desperdício.

Olfati et al. (2016), avaliando três espaçamentos entre linhas (15, 25 e 35 cm), observaram que o menor espaçamento entre linhas proporcionou aumento de 78% no rendimento total de bulbos em comparação ao maior espaçamento. Asgharipour e Arshadi (2012) observaram que a variação no espaçamento entre plantas de 8,0 cm para 12,0 cm não apresentou diferença sobre produtividade comercial, porém a variação no espaçamento entre linhas de 40,0 para 20,0 m proporciona aumento de 84% (8,17 para 15,03 t ha⁻¹). Por outro lado, Pereira et al. (2009), utilizando a cultivar Gigante Roxo, observaram que, na medida em que se aumentou o espaçamento entre plantas de 8 cm para 12 cm, houve um aumento de 15% no rendimento de bulbos, devido a maior qualidade de bulbos nesse maior espaçamento, o qual promoveu maior massa média de bulbos, sendo suficiente para compensar a menor população de plantas e proporcionar maior produtividade.

O tamanho do bulbilho utilizado no plantio é outro fator no manejo da cultura que pode influenciar em todo o ciclo do alho desde a intensidade de brotação, passando pela fase de crescimento vegetativo e atingindo a maturação dos bulbos. Em geral, quanto maior o tamanho do bulbilho utilizado no plantio maior é a produção do alho, devido a maior quantidade de reservas nutricionais (CASTELLANOS et al., 2004; NASIR et al. (2017; AHMED et al., 2017). Apesar de ser notória a interferência do tamanho de bulbilhos na

produção de alho, têm-se poucos relatos sobre a interação do tamanho de bulbilhos com a qualidade dos bulbos formados.

Mahadeen (2011) observou a produção de bulbos 75% superior quando foi utilizado bulbilhos de maior tamanho de 3,1 a 4 g bulbilho⁻¹ (19,2 t ha⁻¹) comparado a bulbilhos pequenos de <1 g bulbilho⁻¹ (11 t ha⁻¹). Gautan et al. (2014) observaram produção de bulbos comerciais de alho com aumento de 187% em resposta ao aumento do bulbilho-semente (1,0 - 1,5 para 3,6-4,0 g bulbilho⁻¹).

O alho-semente tem gerado alto custo no cultivo da hortaliça nos últimos anos, pois produtores têm utilizado preferencialmente bulbos e bulbilhos cada vez maiores para o plantio, além de altas densidades de plantio. Desta forma, tem sido procurado pelo setor produtivo, o 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 diminuir o rendimento final da cultura.

Portanto, fica evidente a necessidade de estudar e conhecer todos os aspectos relacionados a densidade de plantio e tamanho de bulbilho-semente de alho vernalizado, principalmente em cultivares livres de vírus, por seu maior potencial produtivo, a fim de se determinar o melhor espaçamento associado ao tamanho do bulbilho, que possibilitem maiores produtividades, melhores aspectos qualitativos e maior retorno econômico para o produtor de alho. Desse modo, a realização deste trabalho teve como objetivo avaliar características de produção, rentabilidade e qualidade de alho convencional e livre de vírus em função do tamanho de bulbilho-semente e espaçamento entre plantas.

REFERÊNCIAS

- AHMED I.; KHAN, M. A.; KHAN, N.; AHMED, N.; WAHEED, A.; SALEEM, F. Y.; KHAN, S.; ASLAM, S. Impact of plant spacing on garlic rust (*puccinia allii*), bulb yield and yield component of garlic (*Allium sativum*). **Pakistan Journal of Agricultural Research**, v. 30, n. 4, p. 380-385, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2017/30.4.380.385>>.
- 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.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. 2013. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 88p.
- 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.
- AWAS, G.; ABDISA, T.; TOLESA, K.; CHALI, A. Effect of intra-row spacing on yield of three onion (*Allium cepa* L.) varieties at Adami Tulu agricultural research center (mid rift valley of Ethiopia). **Journal of Horticulture and Forestry**, v. 2, n. 1, p. 7-11, 2010. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1379757412_Awas%20et%20al.pdf>.
- CASTELLANOS, J.Z; VARGAS-TAPIA, P.; OJODEAGUA J.L.; HOYOS G.; Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. **HortScience**, v. 39, n. 6, p. 1272-1277, 2004. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/39/6/1272.abstract>>.
- CUNHA, C. P. **Desenvolvimento de marcadores microssatélites e caracterização da diversidade genética molecular de acessos de alho (*Allium sativum* L.)**. 2011. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciências), ESALQ, Piracicaba, SP, 2011.
- FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- GAUTAM N.; KUMAR D.; KUMAR R.; KUMAR S.; SHARMA S.; DOGRA B. Growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by clove weight and plant growth regulators. **International Journal of Farm Sciences**, v. 4, n. 3, p. 49-57, 2014. Disponível em: <<http://www.sadhnahp.org/index.php/international-journal-of-farm-sciences>>.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Brasília-DF: IBGE, 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 jan. 2018

LENCHA, B.; BUKE, T. Effects of clove size and plant density on the bulb yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) in Sodo Zuria Woreda, southern wolaita zone. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 7, n. 21, p. 1-7, 2017. Disponível em: <<https://iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/view/39928>.>

LOPES, W. A. R. et al. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 231-238, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v34n2/1806-9991-hb-34-02-00249.pdf>.>

MAHADEEN, A. Y. Influence of clove weight on vegetative growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) grown under drip irrigation. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 1, p. 44-50, 2011. Disponível em: <<https://journals.ju.edu.jo/JJAS/article/view/2282>.>

MARODIN, J. C. **Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do alho-semente e da densidade de plantio**. 2014. 97p. Tese (Doutorado em Agronomia) - UFPA, Lavras, MG, 2014.

MELO FILHO, P. A.; RESENDE, R. O.; CORDEIRO, C. M. T.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; DUSI, A. N. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 116, n. 2, p. 95-101, 2006. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/188337/1/ID278821.pdf>.>

MORAVČEVIĆ, D.; BJELIĆ, V.; SAVIĆ, D.; VARGA, J. G.; BEATOVIĆ, D.; JELAČIĆ, S.; ZARIĆ, V. Effect of plant density on the characteristics of photosynthetic apparatus of garlic (*Allium sativum* var. *vulgare* L.). **African Journal of Biotechnology**, v.10, n. 71, p. 15861-15868, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.105>.>

NASIR, S.; REGASA, T.; YIRGU, M. Influence of clove weight and planting depth on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.). **American-Eurasian Journal of Agricultural e Environmental Sciences**, v. 17, n. 4, p. 315-319, 2017. Disponível em: <[http://idosi.org/aejaes/aejaes17\(4\)17.htm](http://idosi.org/aejaes/aejaes17(4)17.htm).>

OLFATI, J.; NAJAFABADI, M. M.; RABIEE M. Between-row spacing and local accession on the yield and quality of garlic. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 112-121, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.865>.>

PAVAN, M. A. **Viroses em alho nobre: identificação, estabelecimento de métodos eficientes para obtenção de plantas livres de vírus, seleção de clones assintomáticos em campo e avaliação comparativa do desempenho em condições controladas**. 1998. 116 f. Tese (Livre docência disciplina de fitopatologia Geral) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

PEREIRA, W. R.; SOUZA, R. J. DE; PEREIRA, A. J.; YURI, J. E.; SCALCO, M. S. Estudo da densidade de plantio em alho na região de Inconfidentes/MG. **Revista Agroambiental**, v. 1, n. 1, p. 43-50, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v1n12009234>.>

RESENDE, F. V.; SOUZA, R. J.; FAQUIN, V.; RESENDE, J. T. V. 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, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05361999000200009>>

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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162000000100011&script=sci_abstract&tlng=pt>

SILVA, E. C.; SOUZA, R. J.; PASQUAL, M. Yield of garlic cultivars for nine consecutive years after the tissue culture. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 692-697, 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7171>>

SOARES, A. M. et al. Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN, Brasil. **Revista Agroambiente**, v. 9, n. 4, p. 423-430, 2015. Disponível em: <<https://revista.ufrn.br/agroambiente/article/viewFile/2553/1880>>

Vidya, G. Effect of planting time and plant densities on yield and yield contributing characters in garlic (*Allium sativum* L.) Cv. Jamnagar. **Plant Archives**, v. 15, n. 2, p. 947-952, 2015. Disponível em: <[http://plantarchives.org/pdf%2015-2/947-952%20\(3082\).pdf](http://plantarchives.org/pdf%2015-2/947-952%20(3082).pdf)>

CAPÍTULO I

VIABILIDADE DO CULTIVO DE ALHO EM FUNÇÃO DA SANIDADE, TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO

RESUMO

O alho é uma hortaliça de grande importância econômica para o Brasil. No entanto, apesar da produtividade brasileira ter aumentado nos últimos anos, ainda há uma dependência do alho importado para atender a demanda interna. Dessa forma, práticas de manejo e o uso de alho-semente livre de vírus, torna-se uma alternativa promissora para garantir maiores produtividades e rentabilidade. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar características de produção e rentabilidade do cultivo de alho convencional e livre vírus em função do tamanho de bulbilho-semente e espaçamento entre plantas. Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente, utilizando alho livre de vírus e convencional, em Portalegre-RN. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelo tamanho dos bulbilhos: grande e pequenos. As subparcelas foram compostas por quatro espaçamentos entre plantas: 7,5, 10,0, 12,5 e 15,0 cm. Os dados dos experimentos foram submetidos às análises de variância conjunta. Foram avaliados: emergência, número de folhas, altura de plantas, estande final, ciclo cultural, percentagem de superbrotamento, massa média de bulbos, produtividade total e comercial, classificação dos bulbos, número de bulbilhos por bulbos, classificação dos bulbilhos, custo operacional, receita bruta e receita líquida. A combinação entre o alho-semente livre de vírus, bulbilho de tamanho grande e espaçamento de 12,5 cm entre plantas resultou em maior produtividade comercial (11,1 t ha⁻¹) e receita líquida (R\$ 85.151,00 ha⁻¹). Para o alho convencional, sugere-se a utilização de bulbilhos grandes com espaçamento de 7,5 cm entre plantas (R\$ 25.815,00 ha⁻¹).

Palavras-chave: *Allium sativum* L., rentabilidade, densidade de plantio.

VIABILITY OF GARLIC CULTIVATION AS A FUNCTION OF SANITY, CLOVE SIZE AND SPACING

ABSTRACT

The garlic is a vegetable of great economic importance for Brazil. However, although Brazilian productivity has increased in recent years, there is still dependence on imported garlic to meet domestic demand. Thus, management practices and the use of virus-free garlic, becomes a promising alternative to ensure greater productivity and profitability. Therefore, this work aimed to evaluate the production characteristics and profitability of conventional cultivation garlic and virus-free as a function of clove size and plant spacing. Two experiments were conducted simultaneously, using virus-free and conventional garlic, in Portalegre-RN. The experimental design was a randomized block design, with four replications. The treatments were arranged in split-plots, the plots being represented by the size of the cloves: large and small. The subplots were composed of four spacings between plants: 7.5, 10.0, 12.5 and 15.0 cm. The data of the experiments were submitted to analyzes of joint variance. Have been evaluated: emergence, number of leaves, height of plants, final stand, cultural cycle, percentage of secondary bulb growth, average bulb mass, total and commercial productivity, bulb classification, number of cloves per bulb, cloves classification, operational cost, gross revenue and net revenue. The combination of virus-free garlic, large clove and 12.5 cm spacing between plants resulted in higher commercial productivity (11.1 t ha⁻¹) and net income (R\$ 85,151.00 ha⁻¹). For conventional garlic, is suggested, the use of large clove with spacing of 7.5 cm between plants (R\$ 25,815.00 ha⁻¹).

Keywords: *Allium sativum* L., profitability, planting density

1 INTRODUÇÃO

O alho é uma das hortaliças de maior importância econômica no Brasil. Atualmente, a produtividade média nacional é de 11,61 t ha⁻¹, e apesar de ter evoluído nos últimos anos, a produção ainda é insuficiente para suprir a demanda do mercado interno, necessitando importar de outros países, principalmente da China, Argentina e Espanha (IBGE, 2017). No entanto, a incorporação de novas tecnologias como a utilização de cultivares nobres, a tecnologia da vernalização e principalmente a adoção de alho-semente livre de vírus, tem proporcionado aumento significativo na produtividade e qualidade do alho cultivado no Brasil, bem como, a expansão do cultivo para outras regiões do país (SOUZA et al., 2011).

Recentemente, o uso de alho-semente livre de vírus tem se tornado um grande avanço tecnológico para o desenvolvimento da cadeia produtiva dessa hortaliça no Brasil, possibilitando a exploração do seu máximo potencial produtivo, devido ao sucesso na erradicação das viroses do material convencional (infectado), obtendo plantas mais vigorosas e altamente produtivas em relação ao material convencional. De acordo com Resende et al. (1999), plantas de alho provenientes de material livre de vírus podem aumentar em até 100% a produtividade em comparação às plantas oriundas de multiplicação convencional.

Além disso, outras estratégias empregadas no manejo da cultura podem contribuir para o aumento da produtividade e rentabilidade, e tornar o mercado nacional de alho mais competitivo. Dentre elas, destaca-se a adequação do espaçamento entre plantas e o tamanho do bulbilho-semente utilizado no plantio.

O espaçamento de plantio é um fator muito importante no cultivo de alho, que pode refletir diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas. Sua modificação altera a eficiência da interceptação luminosa pelas folhas, absorção de água e nutrientes pelas raízes, o que leva a modificações na produtividade e no tamanho dos bulbos produzidos (MORAVČEVIĆ et al., 2011).

Geralmente, a utilização de espaçamentos reduzidos propicia maior produção de bulbos por área, porém, menor tamanho de bulbos (VIDYA, 2015). Ao contrário, em espaçamentos maiores entre plantas, devido a maior área em torno de cada planta e a menor competição, tem-se obtido bulbos maiores com melhor classificação comercial (MUNEER et al., 2017) o que gera ao final da produção maior renda para o produtor.

O tamanho do bulbilho-semente utilizado no plantio é outro fator que tem um papel importante no rendimento final da cultura, pois, os bulbos maiores têm promovido maiores produtividades em função do maior crescimento vegetativo devido à maior quantidade de

reserva nutricional presente na semente (MAHADEEN, 2011). Segundo Castellanos et al. (2004), o emprego de bulbilhos maiores resultou em maior produtividade de alho, melhorou a qualidade dos bulbos e obteve maior receita líquida em relação aos bulbilhos menores.

Na prática, a definição do tamanho ou peso do bulbilho a ser utilizado no plantio pode variar com a densidade de plantas. Desta forma, é imprescindível estabelecer uma população ótima associada ao tamanho do bulbilho-semente, que maximize a exploração dos fatores de produção, garantindo maior produtividade e renda para o produtor de alho. Em função disto, objetivou-se avaliar a produção e rentabilidade do cultivo de alho convencional e livre vírus, em função do tamanho de bulbilho-semente e espaçamento entre plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa constou de dois experimentos, sendo um constituído com alho livre de vírus e outro com alho convencional, desenvolvidos simultaneamente no período de maio a setembro de 2017, no município de Portalegre-RN. A área experimental está localizada a 520 m de altitude, 6°1'20"S de latitude e 38°1'45"W de longitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, clima tropical chuvoso, com inverno seco e com a estação chuvosa prolongando-se até o mês de julho, com médias pluviométricas anuais situando-se entre 800 e 1.200 mm (SEPLAN, 2014).

As condições de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica observadas durante a pesquisa estão expostas nas figuras 1, 2 e 3.

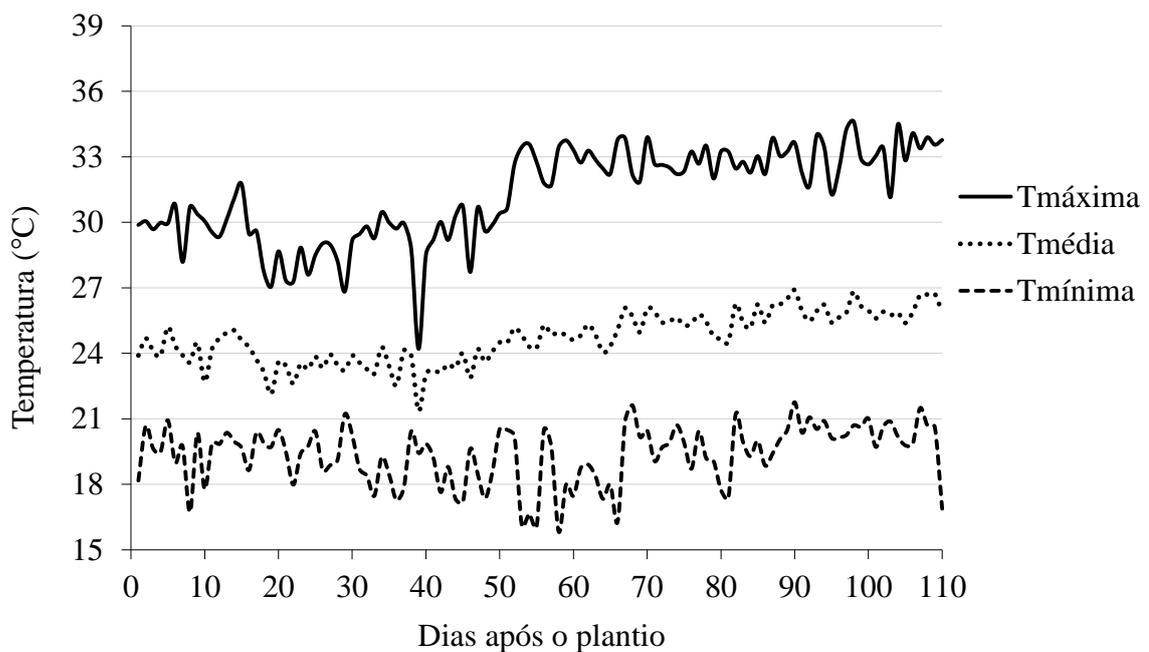


Figura 1. Temperatura do ar média, mínima e máxima, na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

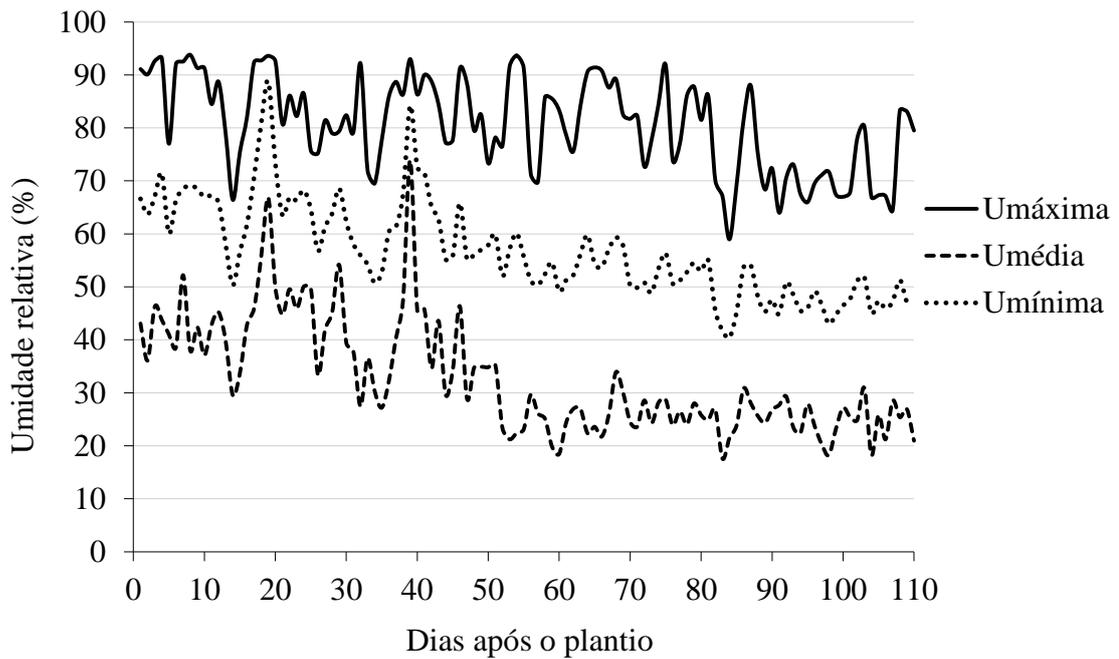


Figura 2. Umidade relativa do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

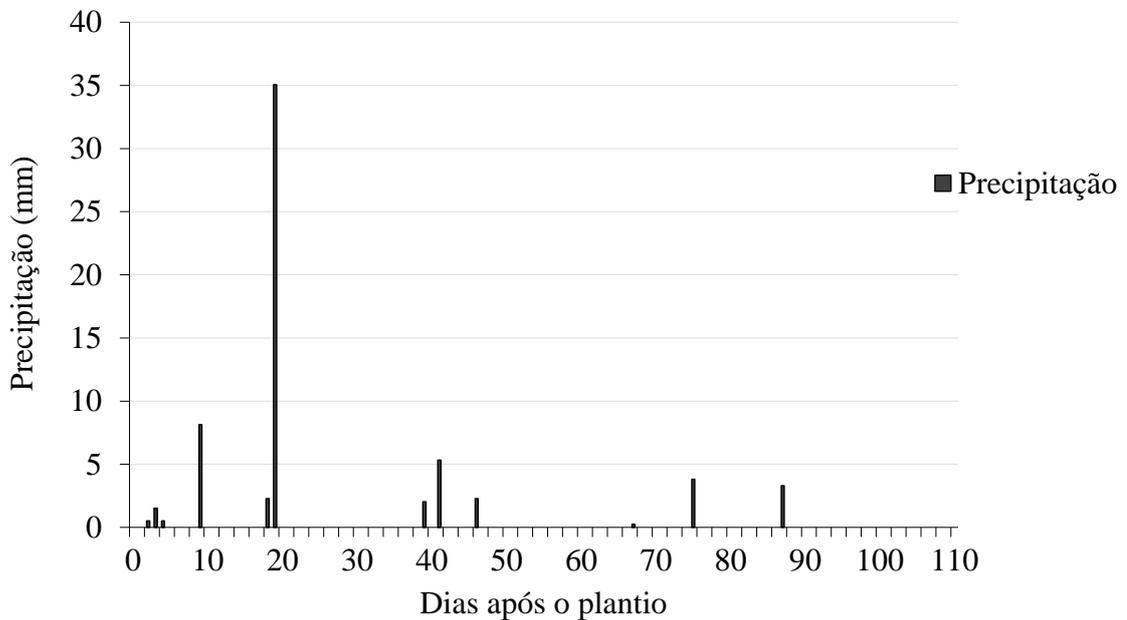


Figura 3. Precipitação pluviométrica na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

O solo da área experimental é classificado como Litossolo Eutrófico com A fraco de textura média (EMBRAPA, 2018), cuja análise química apresentou os seguintes resultados:

pH (H₂O) = 4,60; MO = 4,97 g Kg⁻¹; N = 0,07 g kg⁻¹; P = 5,3 mg dm⁻³; K = 79,7 mg dm⁻³; Na = 8,9 mg dm⁻³; Ca = 2,6 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,3 cmol_c dm⁻³; Al = 0,1 cmol_c dm⁻³; (H + Al) = 2,31 cmol_c dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições para cada experimento. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelo tamanho dos bulbilhos: grandes, formado pelos bulbilhos retidos nas peneiras 1 e 2 (malhas de 15 x 25 mm e 10 x 20 mm, respectivamente) e bulbilhos pequenos, retidos nas peneiras 3 e 4 (malhas de 8 x 17 mm e 5 x 17 mm respectivamente), e as subparcelas pelos espaçamentos entre plantas: 7,5; 10; 12,5 e 15 cm, sendo fixado o espaçamento de 20 cm entre linhas, correspondendo as densidades de plantio 500.000, 375.000, 300.000 e 250.000 plantas ha⁻¹, respectivamente.

No alho-semente livre de vírus os bulbilhos de tamanho grande e pequeno, possuíam massa média variando de 1,51 a 2,32 g e 0,83 a 0,98 g, respectivamente. Enquanto no alho convencional, os bulbilhos continham uma massa média de 1,87 a 2,61 g e 0,91 a 1,28 g, respectivamente, do tamanho grande e pequeno.

Antes do plantio, os bulbos-sementes passaram pelo processo de vernalização durante 50 dias em uma câmara fria à temperatura de 4 °C ± 2 °C e umidade relativa de aproximadamente 70%. Os bulbos foram retirados da câmara fria um dia antes do plantio, para a realização da debulha. Depois de debulhados, os bulbilhos foram classificados por tamanho, de acordo com Regina e Rodrigues (1970) e plantados de acordo com os tratamentos adotados. Antes do plantio os bulbilhos foram tratados com solução de 2,5% de Iprodione, para prevenir possível ataque de patógenos de solo.

A cultivar utilizada foi a Roxo Pérola de Caçador. As subparcelas foram constituídas por canteiros de 0,2 m de altura, 1,0 m de largura e 1,50, 2,00, 2,50 e 3,00 m de comprimento, respectivamente, para os espaçamentos de 20 x 7,5 cm, 20 x 10 cm, 20 x 12,5 cm e 20 x 15 cm, com cinco linhas de plantio totalizando 100 plantas. A área útil de cada subparcela foi formada pelas três fileiras centrais, descartando-se uma planta de cada extremidade das fileiras, resultando em uma população de 54 plantas (Figura 4).

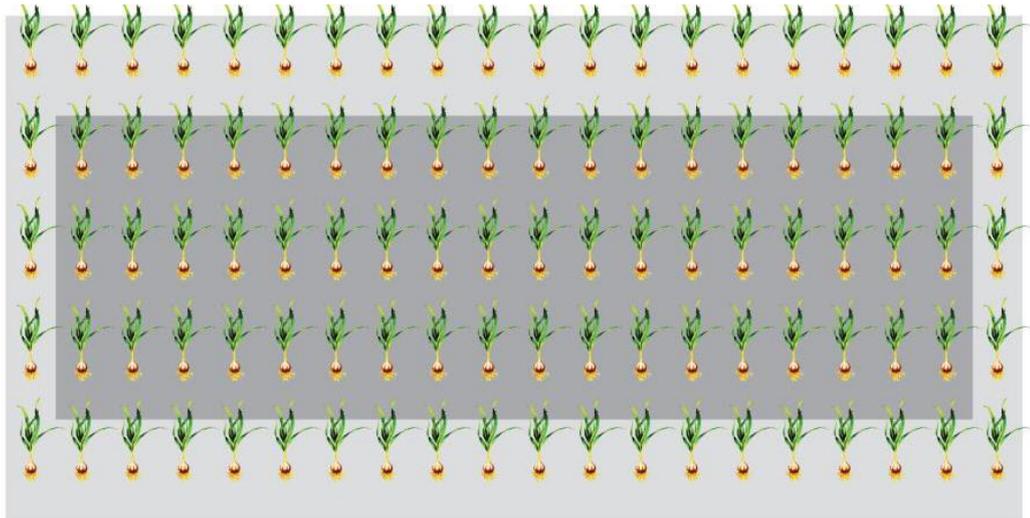


Figura 4. Representação gráfica da subparcela experimental de alho nobre submetido a diferentes tamanhos de bulbilhos e densidade de plantio. Portalegre, RN, UFERSA, 2017.

O preparo do solo foi efetuado com uma aração e uma gradagem, seguido do levantamento manual dos canteiros. A correção da acidez do solo foi feita por ocasião da confecção dos canteiros incorporando 400 kg ha^{-1} de Ca(OH)_2 (Cal Extinta). Em seguida, a adubação de plantio foi realizada com base na análise química do solo e sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende et al. (2004), constando de 30 kg ha^{-1} de N (Nitrato de Cálcio), 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Superfosfato simples), 60 kg ha^{-1} de K_2O (Cloreto de Potássio), 15 kg ha^{-1} de Mg (Sulfato de Magnésio), 12 kg ha^{-1} de Zn (Sulfato de Zinco), $1,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de B (Ácido bórico) e 75 t ha^{-1} de Pole Fértil® (à base de esterco bovino e de galinha), com 1% de N total, 15% de C orgânico, 50% de umidade, pH 6,0 e CTC de $80 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

As adubações em cobertura foram realizadas em duas aplicações, a primeira aos 20 e a segunda aos 50 dias após o plantio, utilizando 30 e 60 kg ha^{-1} de N, com nitrato de cálcio e ureia, respectivamente.

O controle fitossanitário foi realizado com produtos à base de mancozeb, para mancha púrpura, e à base de Clorfenapir para pragas como tripes e ácaro. O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais sempre que necessário.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 40 L h^{-1} para uma pressão de 200 KPa. A irrigação foi suspensa três dias antes da colheita, ao sinal de maturação das plantas, caracterizado pelo amarelecimento e secamento parcial da parte aérea. A colheita foi realizada manualmente. Em seguida, as plantas foram submetidas ao processo de "pré-cura", permanecendo por três dias expostas ao sol. Posteriormente foi realizada a cura

à sombra, por um período de 17 dias em local seco e arejado. Após o processo de cura, foi efetuado a limpeza e beneficiamento dos bulbos.

Durante o ciclo da cultura foram avaliadas as seguintes características:

- a) Emergência de plantas (%): obtido por meio da contagem do número de plantas emergidas aos 40 dias após o plantio (DAP).
- b) Altura de plantas (cm): medida a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais comprida, em uma amostra de dez plantas da área útil, aos 60 DAP;
- c) Número de folhas por planta: obtido através da contagem de folhas fotossinteticamente ativas de uma amostra de dez plantas da área útil, aos 60 DAP;
- d) Ciclo da cultura (dias): determinado pelo número de dias entre o plantio e a colheita;
- e) Estande final (%): obtido pelo número de plantas colhidas em relação à população inicial.

Após a cura, as características avaliadas foram:

- f) Massa média de bulbos (g): obtido por meio da relação entre a massa e o número total de bulbos após o processo da cura;
- g) Percentagem de superbrotamento de plantas (%): determinada por meio da relação entre o número de plantas superbrotadas ao final do ciclo e o número de plantas normais;
- h) Produtividade total de bulbos ($t\ ha^{-1}$): através da pesagem dos bulbos de cada subparcela, após o processo completo de cura;
- i) Produtividade comercial ($t\ ha^{-1}$): composta por bulbos das classes comerciais (portaria nº 242 de 17/9/1992 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA), com diâmetro transversal acima de 32 mm e não superbrotados.
- j) Classificação dos bulbos de acordo com a portaria Nº 242 de 17/09/1992 do MAPA: 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). Os bulbos de cada classe foram pesados, e os dados expressos em percentagem de cada classe em relação à produção total de bulbos;
- k) Número de bulbilhos por bulbo: relação entre a quantidade de bulbilhos e o número total de bulbos;
- l) Classificação dos bulbilhos: de acordo com Regina e Rodrigues (1970), a partir das quais foram definidos como grandes os bulbilhos retidos na peneira 1 (malha 15 x 25 mm); médios, retidos na peneira 2 (malha 10 x 20 mm); médios pequenos, retidos na

peneira 3 (malha 8 x 17 mm); pequenos, retidos na peneira 4 (malha 5 x 17 mm) e palitos, os que passam pela peneira 4.

A análise econômica foi realizada mediante os cálculos dos custos de produção propostos por Martin et al. (1998). Os preços nominais de todos os itens foram cotados no período de maio a novembro de 2017, sendo os preços com insumos e custos das operações de máquinas obtidos na região de Portalegre e Mossoró, e o custo da mão de obra por meio do salário mínimo (R\$ 937,00) e encargos sociais que equivalem a 10% do valor do salário, resultando no custo-hora de R\$ 5,15.

Desta forma, para determinar a lucratividade dos tratamentos envolvidos, foram calculados os seguintes itens:

- m) Custo operacional total (R\$ ha⁻¹): obtida por meio à soma de todos os valores de custos para a obtenção do produto final;
- n) Receita bruta (R\$ ha⁻¹): produto do preço de venda de cada classe de bulbo pela produtividade de cada classificação. Os valores dos preços do alho de cada classificação foram considerados do mês da colheita, de acordo com a CEASA-RN;
- o) Receita líquida (R\$ ha⁻¹): obtido através da diferença entre a receita bruta e o custo operacional total.

Os dados foram submetidos às análises de variância, para cada experimento isoladamente. Observados os pressupostos para homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros entre os experimentos, os dados foram submetidos às análises de variância conjunta, sendo as médias referentes aos tamanhos dos bulbilhos e a sanidade do material comparadas pelo teste t ($P \leq 0,05$), com o auxílio do programa estatístico SISVAR[®] versão 5.4 (FERREIRA, 2011) e as médias referentes aos espaçamentos entre plantas comparadas por meio de análises de regressões, pelo teste F ($P \leq 0,05$), por meio do software Sigmaplot versão 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo da análise da variância das características avaliadas está apresentado no apêndice. Verificou-se efeito significativo da interação tripla entre os fatores espaçamento entre plantas, sanidade do alho-semente e tamanho de bulbilho-semente para massa média de bulbos, produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, receita bruta e líquida. Efeito da interação entre os fatores tamanho de bulbilho-semente e sanidade de alho-semente para altura de plantas, e de espaçamento x sanidade de alho-semente para percentagem de superbrotamento. Efeitos significativos isolados de sanidade do alho-semente para emergência, número de folhas, ciclo cultural, estande final e número de bulbilhos por bulbo; de tamanho de bulbilhos para o número de folhas; e de espaçamento para altura de plantas, número de folhas e ciclo cultural (Tabelas 1A, 2A e 3A).

3.1 EMERGÊNCIA E ESTANDE FINAL

A emergência de plantas foi influenciada apenas pela sanidade do material propagativo. Desta forma, verificou-se que a percentagem de plantas emergidas foi maior no alho livre de vírus, sendo 5,7% superior, quando comparado ao alho convencional (Tabela 1). Esses dados confirmaram os resultados de Marodin (2014) que, estudando a sanidade do alho-semente da cultivar Chonan, observou aumento de 9,1% na percentagem de emergência do material livre de vírus em relação ao convencional. Trabalhos apontam que o alho-semente livre de vírus atinge, geralmente, maior velocidade de brotação e percentagem de emergência em relação aos materiais convencionais dependendo do manejo utilizado na cultura (CONCI et al., 2003; SILVA et al., 2010; ÁVILA, 2018).

Assim como a emergência de plantas, o estande final de plantas foi influenciado apenas pela sanidade do alho-semente, de modo que o alho livre de vírus se destacou, sendo mais alta em relação ao material convencional em 10,3% (Tabela 1). Estes dados corroboram com Oliveira (2018), que estudou diferentes cultivares de alho nobre livre de vírus e convencional em Portalegre-RN e observou que o estande final das cultivares livre de vírus foi aproximadamente 10% superior às convencionais. O vírus em plantas de alho convencionais não é suficiente para levar a morte das mesmas, porém, por estarem degeneradas, tornam-se mais suscetíveis às condições adversas do ambiente e ao ataque de outras doenças e pragas, reduzindo a capacidade de sobrevivência de algumas plantas e,

consequentemente, prejudicando a emergência e o estande final da cultura (RESENDE et al., 1995; FERNADES et al., 2013).

Tabela 1. Valores médios de emergência e estande final de plantas de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Emergência de plantas (%)	Estande Final (%)
Convencional	91,59 b	87,21 b
Livre de vírus	96,81 a	96,18 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

3.2 NÚMERO DE FOLHAS

Em função da sanidade do alho-semente, mesmo com pouca diferença, o alho-semente livre de vírus resultou em maior número de folhas por planta (6,18), quando comparado ao alho convencional (5,89) (Tabela 2).

Esse comportamento está relacionado com o maior aspecto vigoroso das plantas isentas de viroses que além disso, obtiveram maior largura das folhas e coloração verde mais intensa nas plantas livre de vírus.

Resende et al. (2000b) observaram que o número de folhas por planta não variou significativamente no período do máximo crescimento vegetativo, entretanto os mesmos autores encontraram diferença estatística apenas ao final do ciclo, devido a senescência precoce das plantas convencionais.

Tabela 2. Valores médios de número de folhas por planta de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Número de folhas (folhas planta ⁻¹)
Convencional	5,89 b
Livre de vírus	6,18 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

Em relação ao tamanho de bulbilho-semente, o número de folhas por planta foi maior em plantas provenientes de bulbilhos de tamanho grande (Tabela 3). Esse comportamento pode ser explicado porque os bulbilhos grandes têm mais reservas de energia, produzindo plantas vigorosas com mais emissões de folhas por planta e se desenvolvendo melhor, do que as plantas provenientes de bulbilhos pequenos (STAHLSCHMIDT E CAVAGNARO, 1997; MHAZO et al., 2014).

Mahadeen (2011) avaliando diferentes pesos de bulbilho-semente em Al-Karak na Jordânia, também verificou um aumento no número de folhas por planta quando utilizou os bulbilhos de maior peso nos dois anos de cultivo. Por outro lado, Nasir et al. (2017), não encontraram diferença significativa no número de folhas em relação ao peso de bulbilho-semente utilizado no plantio.

Tabela 3. Valores médios de número de folhas por planta de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Tamanho de bulbilho	Número de folhas (folhas planta ⁻¹)
Pequeno	5,88 b
Grande	6,20 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade

O número de folhas por planta registrou comportamento sigmoide em função do espaçamento entre plantas com mínimo estimado de 5,84 no espaçamento de 7,5 cm, quando então aumentou até o máximo estimado de 6,20 e 6,21 folhas por planta nos espaçamentos de 12,5 e 15,0 cm respectivamente (Figura 5). Este resultado está de acordo com o observado por Hussena et al. (2014) em alho. Gaikwad et al. (2018) também relataram que o maior número de folhas por planta foi encontrado nos maiores espaçamentos entre plantas. Isto se deve ao fato de que plantas em espaçamentos mais amplos produzem mais ramificações axiais do que plantas espaçadas em espaçamentos mais próximos (KARAYE e YAKUBU, 2006; GAIKWAD et al., 2018).

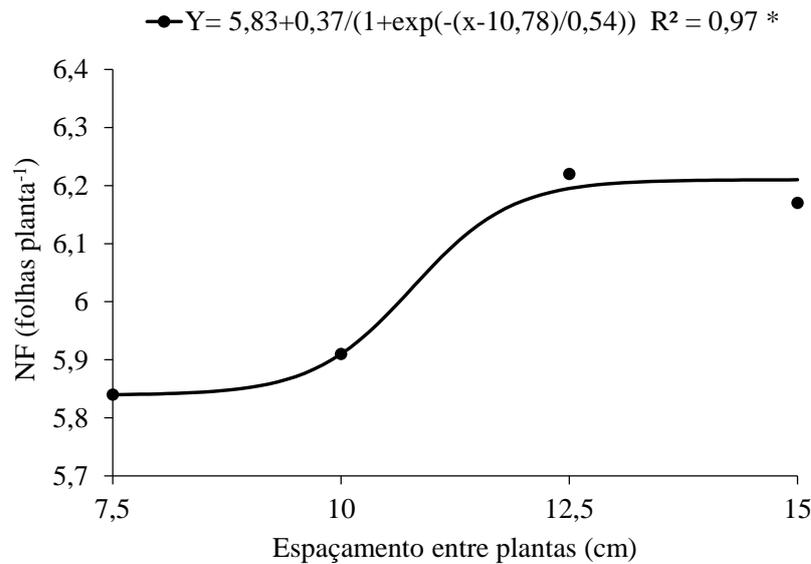


Figura 5. Número de folhas (NF) por planta de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Todavia, apesar da diferença significativa observada entre as sanidades, tamanhos de bulbilhos e espaçamentos entre plantas, o que se observa normalmente em vários trabalhos é a pequena ou nenhuma variação no número de folhas em função desses tratamentos, possivelmente por ser uma característica de maior controle genético que ambiental (RESENDE et al., 1999; MARODIN, 2014; OLIVEIRA, 2018).

O número de folhas por planta, apesar de ser uma característica mais genética, é um fator importante para a obtenção de bons resultados na produção agrícola e principalmente, associado à altura da planta no desempenho assimilatório durante todo o ciclo da cultura, podendo estar diretamente relacionados à produção final de bulbos de alho (MORAVČEVIĆ et al., 2011; LOPES et al., 2016).

3.3 ALTURA DE PLANTAS

A altura das plantas livres de vírus foi superior à das convencionais, independentemente do tamanho do bulbilho plantado, com um aumento de 13,5% e 20% ao utilizar o bulbilho-semente pequeno e grande respectivamente (Tabela 4).

Em geral, o cultivo de alho livre de vírus proporciona maior vigor vegetativo das plantas em relação às provenientes de multiplicação convencional (infectado). Esse fato tem sido observado durante os estádios fenológicos da cultura e principalmente no período de

maior crescimento vegetativo, como constatado por outros pesquisadores (RESENDE et al., 2000a; 2000b). Por isso, tem-se observado entre os sintomas de infecções virais em alho, a degenerescência gradativa da cultura, e como consequência a redução do seu vigor vegetativo (MELO FILHO et al., 2006).

Resende et al. (2000b), estudando o crescimento e a produção da cultivar Gravatá oriunda de cultura de tecidos e de propagação convencional em Marília-SP, observaram máxima altura de plantas aos 90 DAP e nessa época, as plantas livres de vírus foram 21% maiores que as de propagação convencional.

As plantas provenientes de material convencional e livre de vírus registraram as maiores médias com o uso de bulbilho-semente de tamanho grande (Tabela 4). Isso pode ser resultado do efeito positivo da maior quantidade de reservas nutritivas disponíveis nos bulbilhos maiores, o que torna as plantas mais vigorosas e mais estabelecidas em seu crescimento e desenvolvimento, resultando no maior porte (Mahadeen, 2011). Isso está de acordo com os resultados relatados por Lencha e Buke (2017), que verificaram maior altura nas plantas de alho com bulbilho-semente maior (2,0 – 2,5 g) em relação a bulbilho-semente menor (1,0 – 1,5 g).

Tabela 4. Valores médios de altura de plantas de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Altura de plantas (cm)	
	Tamanho de bulbilho	
	Pequeno	Grande
Convencional	51,98 Bb	54,57 Ab
Livre de vírus	59,01 Ba	65,46 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

A altura de plantas em função do espaçamento de plantio registrou uma média mínima estimada de 55,4 cm, no espaçamento de 7,5 cm, aumentando significativamente até 59,5 cm, no espaçamento de 12,5 cm, com tendência à estabilização até o máximo estimado de 59,6 cm no espaçamento de 15 cm (Figura 6). Esse maior crescimento em altura nos espaçamentos

mais amplos possivelmente se deve ao melhor aproveitamento das plantas por luz, água e nutrientes, e, por conseguinte, em maior atividade fotossintética.

Resultados semelhantes foram relatados por Muneer et al. (2017), os quais, avaliando características de crescimento de alho, com espaçamentos entre plantas variando entre 3 e 11 cm, também observaram que os espaçamentos menos adensados proporcionaram maiores altura de plantas.

Alam et al. (2010) verificaram que o aumento dos espaçamentos entre plantas também proporcionam acréscimos na altura das plantas de alho. De acordo com os mesmos autores, no espaçamento entre plantas mais amplo houve maior área em torno de cada planta, diminuindo a competição entre plantas (intraespecífica) pelos principais recursos do meio.

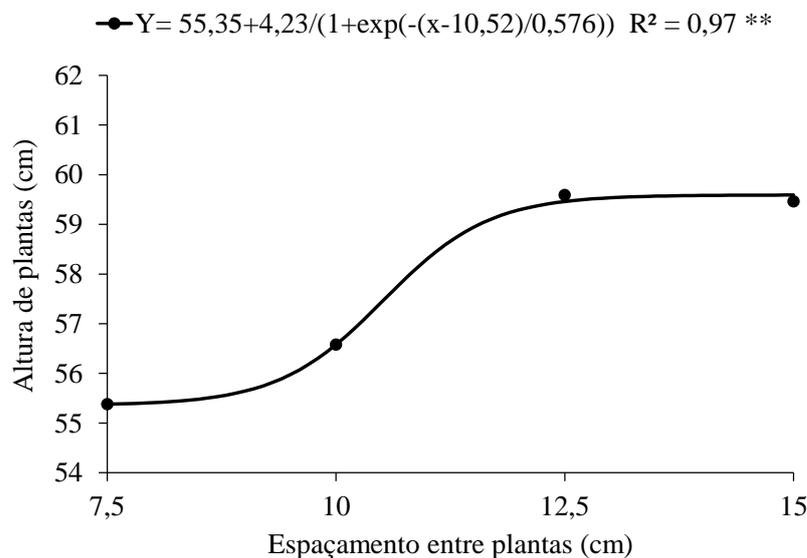


Figura 6. Altura de plantas de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

A altura de plantas é uma das variáveis mais eficientes para se estimar a atividade fotossintética de plantas, pois é com uma área foliar adequada que a interceptação dos raios solares será mais eficiente e conseqüentemente sua atividade fotossintética será maior (YAO et al., 2015). Em plantas de alho nobre, principalmente em regiões semiáridas, por não crescerem tanto ao longo do ciclo, em torno de 60 a 70 cm em sua máxima atividade por volta dos 60 DAP, esta característica se torna ainda mais importante para o ponto de vista de alta produção de fotoassimilados.

3.4 CICLO CULTURAL

O ciclo da cultura variou em função da sanidade do alho-semente, sendo que as plantas livre de vírus tiveram menor ciclo (100 dias) em relação às plantas convencionais (108 dias) (Tabela 5). Embora na literatura registre principalmente nas tradicionais regiões produtoras de alho do Brasil que plantas livre de vírus o ciclo cultural é mais longo que em plantas convencionais, na presente pesquisa o resultado foi diferente. Nas plantas livre de vírus, por terem maior vigor e serem mais desenvolvidas que as plantas convencionais, ocorreu maior competição intraespecífica, o que possivelmente acelerou o processo de senescência foliar e consequentemente o início da colheita.

Além disso, nas condições climáticas do município de Portalegre, mesmo sendo em região serrana, há temperatura superior às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, promovendo uma aceleração do ciclo das cultivares livre de vírus dado seu vigor elevado (OLIVEIRA, 2018).

Oliveira (2018) avaliando alho-semente livre de vírus e convencional em quatro cultivares nobres no município de Portalegre-RN, também verificou uma redução no ciclo cultural nas cultivares livres de vírus, sendo em média seis dias a menos em relação às convencionais. No entanto, Resende et al. (1999), trabalhando com a cultivar seminobre Gigante Roxão oriunda de multiplicação convencional e livre de vírus em Lavras-MG, observaram que as plantas de multiplicação convencional atingiram o ponto de colheita aos 157 DAP, enquanto as plantas livre de vírus alcançaram este estágio somente aos 170 DAP, prolongando seu ciclo em 13 dias em relação às plantas convencionais.

Tabela 5. Valores médios do ciclo cultural de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Ciclo cultural (dias)
Convencional	108 a
Livre de vírus	100 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

O ciclo cultural em função do espaçamento entre plantas seguiu comportamento semelhante aos observados para o número de folhas (Figura 5) e altura de plantas (Figura 6). Desse modo, alcançou uma média mínima estimada de 102 dias no espaçamento de 7,5 cm,

aumentando até atingir valores superiores a partir do espaçamento de 12,5 cm (107 dias) e se mantendo estável até o espaçamento de 15,0 cm (Figura 7).

Esse comportamento pode ser devido à redução na competição entre as plantas nos espaçamentos maiores, que tiveram melhor condição ambiental, possibilitando maior disponibilidade de água, nutrientes e luz para o crescimento das plantas em menor densidade. Por isso, os espaçamentos com maior densidade de plantas exigiram menor número de dias para atingir a maturidade. Resultados semelhantes a este estudo foram encontrados por Vidya (2015), que trabalhando com a cultivar Jamnagar e seis densidades de plantio, verificaram que aumentando a densidade de 300.000 (20 x 7,5 cm) para 600.000 plantas ha⁻¹ (15 x 5 cm) houve redução no ciclo de 122 para 113 dias.

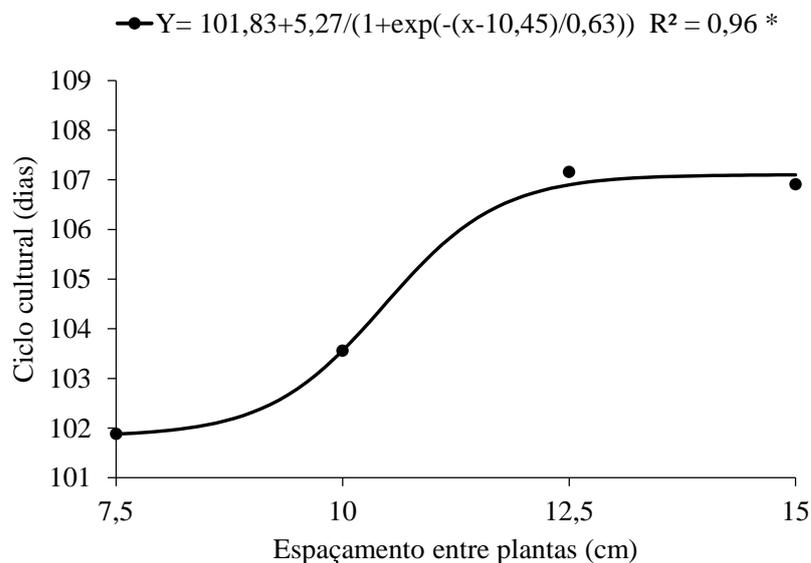


Figura 7. Ciclo cultural de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Em geral, as elevações no ciclo, observadas com o aumento do espaçamento entre plantas, estão em acordo com observações feitas em outras regiões de cultivo do alho nobre vernalizado convencional e livre de vírus. Porém, de acordo com Lopes et al. (2016), devido a temperaturas médias mais elevadas na área experimental em relação as regiões tradicionais Sul e Sudeste, os valores do ciclo observados desta pesquisa estão abaixo dos relatados por outros autores, onde na região Sul, o ciclo dessa mesma cultura são 180 dias, na região do cerrado de Minas Gerais e Goiás varia de 115 a 120 dias e já na Chapada Diamantina-BA é em torno de 100 a 110 dias como observado em Portalegre.

3.5 PERCENTAGEM DE SUPERBROTAMENTO DE PLANTAS

A sanidade do alho-semente influenciou a incidência de superbrotamento de plantas, de modo que as plantas convencionais obtiveram maiores índices em relação às livres de vírus, independente do espaçamento entre plantas. A maior diferença foi observada no espaçamento de 12,5 cm entre plantas, onde a percentagem de superbrotamento do material convencional foi de 40,16%, diferentemente à do livre de vírus, registrando apenas 4,35% (Tabela 6).

Essas diferenças de percentagem de superbrotamento, observadas entre os materiais propagativos, estão em acordo com observações feitas por outros autores em cultivo do alho vernalizado. Oliveira et al. (2018), trabalhando com dois tipos de alho vernalizados, sendo um convencional e outro livre de vírus com a mesma cultivar Roxo Pérola de Caçador, observaram que também no alho convencional houve uma maior percentagem de superbrotamento, sendo 20,5% a mais que o alho livre de vírus. Da mesma forma, Oliveira (2018), no município de Portalegre-RN, utilizando as cultivares Chonan, Quitéria, Ito e Caçador, convencionais e livre de vírus, verificou maior ocorrência desse distúrbio fisiológico nos materiais convencionais. Souza e Macêdo (2004), trabalhando com alhos nobres provenientes de cultura de meristemas, encontraram valores de superbrotamento bem baixo para três cultivares, 0% de superbrotamento para Chonan e Quitéria e 4,20% para Roxo Pérola de Caçador, entretanto, esses autores usaram o estresse hídrico para reduzir esta anormalidade.

Tabela 6. Valores médios de Percentagem de superbrotamento de plantas de alho nobre em função da sanidade do alho-semente, em cada espaçamento de plantio. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Percentagem de superbrotamento de plantas (%)			
	Espaçamentos entre plantas (cm)			
	7,5	10	12,5	15
Convencional	22,51 a	23,31 a	40,16 a	40,89 a
Livre de vírus	1,24 b	1,57 b	4,35 b	6,47 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

O superbrotamento é uma anomalia de causas genético-fisiológicas que diminui a qualidade dos bulbos, tanto do alho para consumo como para o plantio, sendo que diversos fatores têm sido relacionados a esse distúrbio, como a irrigação (MACEDO et al., 2006), fotoperíodo (PARK e LEE, 1979), fitormônios (MOON e LEE, 1980), temperatura (PEDROSA, 2015), nitrogênio (BÜLL et al., 2002), cultivar (SOUZA e MACÊDO, 2004) e também o material propagativo. O material livre de vírus, em relação ao convencional, é menos sensível a esse distúrbio, pois, o mesmo após o processo de limpeza, têm as concentrações, disponibilidade e interação dos reguladores vegetais auxina, giberelinas e citocininas mais equilibrados do que o alho infectado. Este último é mais propenso a promover ao desbalanço hormonal devido a influencia dos vírus, ocasionando a germinação antecipada dos bulbilhos ainda no bulbo das plantas durante o ciclo (BURBA, 1983; SOUZA e MACÊDO, 2009; TAIZ e ZEIGER, 2013), já que os hormônios estão diretamente ligados a germinação e brotação dos bulbilhos (BURBA, 1983).

O superbrotamento é um dos distúrbios mais temidos pelos produtores de alho nacional, podendo depreciar a qualidade de bulbos, uma vez que inviabiliza o alho comercialmente, e prejudica seu uso como alho-semente para cultivos sucessivos, por reduzir o tamanho e a massa dos bulbilhos (COSTA et al., 1993; MARODIN, 2014). Desta forma, o seu controle torna-se de grande importância principalmente para garantir a melhor comercialização do produto, atribuindo aos bulbos melhor aspecto visual.

Os espaçamentos entre plantas influenciaram a percentagem de superbrotamento apenas para o alho convencional, com menor média ajustada (22,5%) no espaçamento de 7,5 cm, permanecendo praticamente estável até 10 cm, aumentando significativamente até atingir 40,3% no espaçamento de 12,5 cm e permanecendo basicamente constante até o máximo estimado de 40,9% quando o alho foi plantado no espaçamento de 15 cm. Para o alho-semente livre de vírus, a média de percentagem de superbrotamento foi de 3,41% (Figura 8).

De acordo com Reghin et al. (2004), as plantas submetidas a um espaçamento menor, isto é, uma maior densidade populacional, sujeitas à maior concorrência por espaço, luz, nutrição e principalmente umidade, geralmente formam bulbos menores, os quais têm menor predisposição ao superbrotamento. Os mesmos autores, trabalhando com a cultivar convencional Roxo Pérola de Caçador em Ponta Grossa-PR, localizada a altitude de 880 m, observaram resultados semelhantes, onde a medida que se aumentou a densidade de plantio, houve decréscimo na porcentagem de superbrotamento, sendo que na densidade de 250.000 plantas ha⁻¹, equivalente ao espaçamento de 15 cm entre plantas desta pesquisa, chegou a atingir 30,5% de superbrotamento.

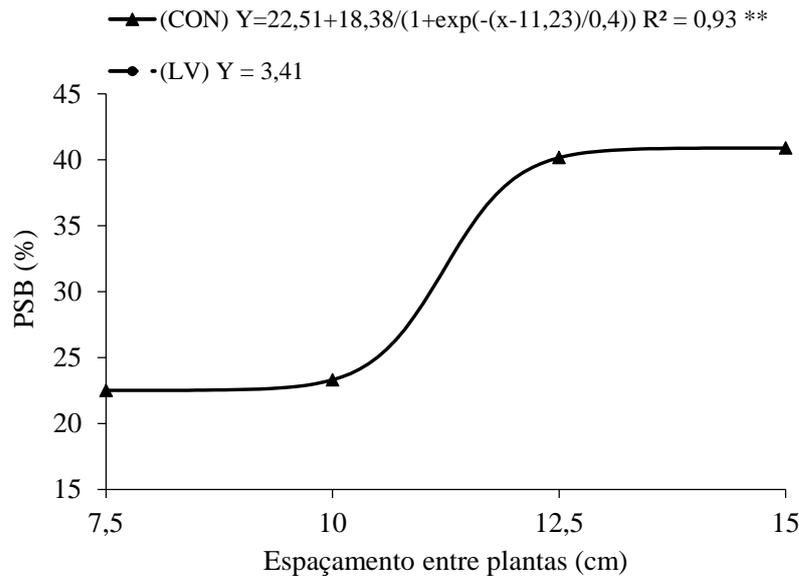


Figura 8. Percentagem de superbrotamento de plantas (PSB) de alho convencional (CON) e livre de vírus (LV) em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Vale frisar que a maioria dos bulbos com superbrotamento não chegaram a romper totalmente a película de proteção dos bulbos (túnica), de forma que os bulbilhos dificilmente ficaram expostos, principalmente no alho-semente livre de vírus. Esse fato sucedeu provavelmente pode ter ocorrido já no final de ciclo da cultura.

3.6 MASSA MÉDIA DE BULBOS

A massa média de bulbos (MMB) obtidos de bulbilhos-sementes de tamanho grande foi superior à obtida com bulbilhos-sementes pequenos em ambas as sanidades de plantas e em todos os espaçamentos de plantio. Assim, considerando o alho-semente convencional e livre de vírus, as plantas provenientes de bulbilhos grandes promoveram um aumento médio na MMB de 16 e 29%, respectivamente, em relação às plantas provenientes de bulbilhos pequenos (Tabela 7).

O ganho na MMB com uso do bulbilho-semente grande no plantio tem sido amplamente relatado em trabalhos de pesquisa e plantios comerciais. Esse comportamento pode ser explicado porque os bulbilhos grandes têm maior quantidade de reserva de carboidratos e minerais, a qual melhora a divisão e alongamento celular, produzindo plantas mais vigorosas, se desenvolvendo melhor e podendo manter por mais tempo folhas fotossinteticamente ativas, contribuindo mais em fotoassimilados para os bulbos, do que as

plantas provenientes de bulbilhos menores (MAHADEEN, 2011; MARODIN, 2014). Lencha e Buke (2017) complementam ainda que, os bulbilhos de maior tamanho têm mais reserva nutricional para que os brotos emergentes a utilizem e se estabeleçam mais rapidamente e utilizem os recursos naturais de forma mais eficiente durante o período de crescimento e desenvolvimento, em comparação aos bulbilhos menores.

Este resultado está em conformidade com o relatado por Nasir et al. (2017) que observaram aumento de 23% na MMB comerciais de alho em resposta ao aumento do bulbilho-semente de 1,5 - 2,5 g para 2,6 - 3,5 g bulbilho⁻¹. Da mesma forma, Ahmed et al. (2017) relataram que o plantio com bulbilhos maiores (2 – 3 cm) resultou em maior massa média de bulbos (28%) em relação ao plantio com bulbilhos menores (menor que 2 cm).

É importante ressaltar que, a MMB é uma característica de extrema relevância para a comercialização do alho, visto que, além de estar diretamente ligada a produção final, os maiores bulbos recebem as melhores cotações nos mercados consumidores.

Ao se comparar a sanidade de plantas em cada tamanho de bulbilho-semente em cada espaçamento, verificou-se que as plantas livres de vírus proporcionaram maior MMB. É importante destacar que esse aumento das plantas livres de vírus em relação às convencionais foi de 41 e 57%, respectivamente, considerando o bulbilho-semente de tamanho pequeno e grande (Tabela 7).

A maior MMB é consequência do vigor de plantas e do crescimento vegetativo, mensurado pela altura de plantas, resultando principalmente em maior fotossíntese líquida. Resende et al. (1999) verificaram que a utilização de alho-semente oriundo de cultura de tecidos proporcionou um aumento de aproximadamente 109% na MMB em relação ao convencional, utilizando a cultivar Gigante Roxão, corroborando com os dados encontrados no presente trabalho quando empregou-se bulbilho grande. Enquanto Resende et al. (2000b), trabalhando com quatro cultivares (Gigante Roxão, Gravatá, Lavínia e Gigante Roxo) encontraram aumentos na MMB variando de 16,4% a 95,9%.

Tabela 7. Valores médios de massa média de bulbos de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Massa média de bulbos (g planta ⁻¹)			
Espaçamentos entre plantas (cm)	Sanidade	Tamanho de bulbilho	
		Pequeno	Grande
7,5	Convencional	13,65 Bb	16,04 Ab
	Livre de vírus	16,58 Ba	19,10 Aa
10	Convencional	15,95 Bb	18,46 Ab
	Livre de vírus	22,07 Ba	26,29 Aa
12,5	Convencional	17,76 Bb	19,53 Ab
	Livre de vírus	27,94 Ba	37,77 Aa
15	Convencional	17,13 Bb	20,94 Ab
	Livre de vírus	24,59 Ba	34,84 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas, compara os tamanhos de bulbilhos para cada sanidade, dentro de cada espaçamento e médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, compara a sanidade para cada tamanho de bulbilho, dentro de cada espaçamento, utilizando o teste t de Student a 5% de probabilidade.

Para MMB em função dos espaçamentos entre plantas, observou-se que nas plantas livres de vírus, a menor média estimada foi de 19,1 e 16,58 g, respectivamente, nos bulbilhos de tamanho grande e pequeno, no espaçamento de 7,5 cm. A partir daí, nos bulbilhos de tamanho grande, a MMB aumentou até o máximo estimado de 36,84 g no espaçamento de 15,0 cm entre plantas. Nos bulbilhos de tamanho pequeno, a máxima estimada foi 26,59 g no mesmo espaçamento entre plantas (Figura 9A). Nas plantas convencionais, as menores MMB estimadas foram de 16,04 e 13,65 g, respectivamente, nos bulbilhos de tamanho grande e pequeno, no espaçamento de 7,5 cm, aumentando até o máximo estimado de 20,4 g nos bulbilhos de tamanho grande, e de 17,65 g nos de tamanho pequeno, no espaçamento de 15,0 cm entre plantas (Figura 9B).

Em geral, a massa do bulbo foi maior em cultivos com menor densidade populacional, estando diretamente relacionado à altura de plantas, a qual apresentou comportamento semelhante (Figura 6). Desta forma, com o aumento do número de plantas por unidade de área, a competição por água, luz e nutrientes no ambiente cultivado, foi mais intensa,

ocasionando menor acúmulo de fotoassimilados e conseqüentemente, um menor acúmulo de biomassa nos bulbos de alho. Muneer et al., (2017) ainda relatam que plantas de alho cultivadas em menores densidades de plantio, proporcionam bulbos maiores devido a maior disponibilidade de espaço para o crescimento e desenvolvimento da parte aérea e principalmente, para os bulbos se expandirem mais.

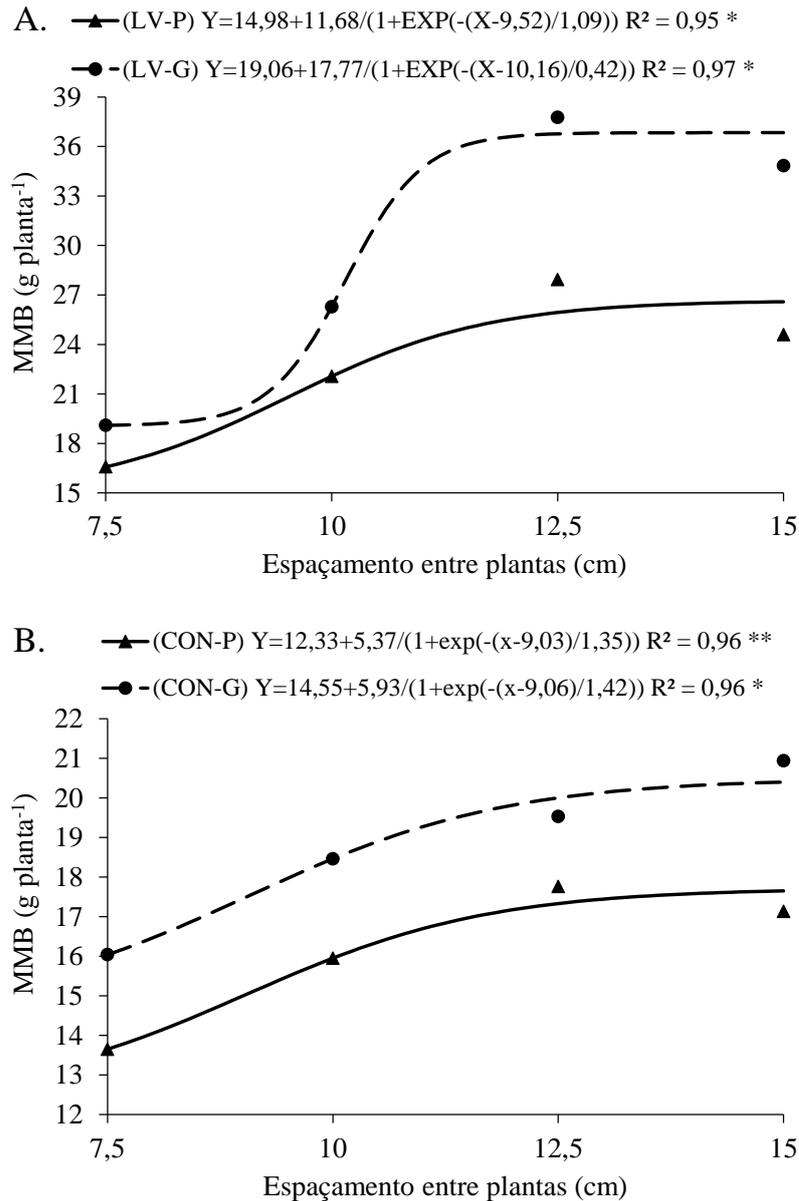


Figura 9. Massa média de bulbos (MMB) de alho livre de vírus (LV) (A) e convencional (CON) (B), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho-semente (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Marodin (2014), que trabalhando com a cultivar Chonan livre de vírus e convencional e avaliando cinco espaçamentos (210, 260, 300, 360 e 390 cm² planta⁻¹), notaram que o maior espaçamento de plantas (390 cm² planta⁻¹) obteve a maior MMB para os clones livres de vírus (41,6 g bulbo⁻¹) e para o clone convencional (26,6 g bulbo⁻¹). Ahmed et al. (2017), utilizando um espaçamento entre linhas de 30 cm e avaliando três espaçamentos entre plantas (10, 15 e 20 cm), observaram que o aumento do espaçamento de 10 para 20 cm proporcionou acréscimos 33% na MMB.

3.7 PRODUTIVIDADE TOTAL E COMERCIAL DE BULBOS

A produtividade total (PTB) e comercial de bulbos (PBC) provenientes de bulbilhos grandes, em plantas convencionais ou livres de vírus, foram superiores às de bulbilhos pequenos, com exceção das plantas convencionais no espaçamento de 12,5 cm, onde não observou-se diferença em relação ao tamanho dos bulbilhos (Tabela 8). O aumento da PTB e PBC está relacionado com o aumento na massa média de bulbos. O tamanho do material propagativo utilizado no plantio resultou em maior MMB em função do maior crescimento vegetativo das plantas de alho, em termos de altura. Assim, quanto maior a área foliar, maior é a interceptação de radiação e, conseqüentemente, os níveis de fotossíntese líquida, resultando em maior acúmulo de matéria seca pelas plantas (CASTELLANOS et al., 2004; AHMED et al., 2017).

Os resultados deste trabalho estão de acordo com os observados em outros estudos, que relataram maior rendimento de alho com o uso de bulbilho-semente grande. Gautam et al. (2014) observaram que a produção de bulbos de alho aumentou 78% em resposta ao aumento do tamanho do bulbilho de 1 - 1,5 para 1,6 - 2 g bulbilho⁻¹, porém a partir de 3,1 g bulbilho⁻¹ a produção de bulbos não teve aumento significativo. Nasir et al. (2017) observaram aumento de 20% na PTB e 24% na PBC de alho em resposta ao aumento do peso do bulbilho-semente de 1,5 - 2,5 para 2,6 - 3,5 g bulbilho⁻¹.

Desta forma, o tamanho do bulbilho-semente utilizado torna-se extremamente importante na lavoura de alho, principalmente na fase inicial da cultura, pois, as reservas nutritivas do bulbilho são responsáveis parcialmente para suprir as necessidades da planta e são essenciais durante e após a emergência, sobretudo no estabelecimento inicial da cultura, que implicará no maior rendimento de bulbos.

Ao se comparar a sanidade para cada tamanho de bulbilho, dentro de cada espaçamento entre plantas, de modo semelhante ao observado para MMB, verificou-se a

superioridade das plantas livre de vírus sobre as convencionais em PTB e PBC (Tabela 8). Desse modo, considerando o tamanho pequeno e grande dos bulbilhos, as plantas livre de vírus promoveram um aumento de PTB de 54 e 68%, respectivamente, em relação às plantas convencionais. Para a PBC esse aumento das plantas livres de vírus em relação às convencionais foi de 83 e 87%, respectivamente, para os bulbilhos de tamanho pequeno e grande.

Tabela 8. Valores médios de Produtividade total e produtividade comercial de bulbos de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Espaçamento (cm)	Sanidade	Produtividade total (t ha ⁻¹)		Produtividade comercial (t ha ⁻¹)	
		Tamanho de bulbilho		Tamanho de bulbilho	
		Pequeno	Grande	Pequeno	Grande
7,5	Convencional	5,88 Bb	6,98 Ab	4,60 Bb	5,99 Ab
	Livre de vírus	7,95 Ba	9,01 Aa	6,96 Ba	8,46 Aa
10	Convencional	5,24 Bb	6,08 Ab	4,30 Bb	5,57 Ab
	Livre de vírus	8,03 Ba	9,38 Aa	8,00 Ba	9,38 Aa
12,5	Convencional	4,47 Ab	5,02 Ab	3,73 Ab	4,35 Ab
	Livre de vírus	7,87 Ba	11,0 Aa	7,85 Ba	11,01 Aa
15	Convencional	3,69 Bb	4,59 Ab	2,95 Bb	4,05 Ab
	Livre de vírus	5,81 Ba	8,67 Aa	5,76 Ba	8,67 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas, compara os tamanhos de bulbilhos para cada sanidade, dentro de cada espaçamento e médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, compara a sanidade para cada tamanho de bulbilho, dentro de cada espaçamento, utilizando o teste t de Student a 5% de probabilidade.

Em geral, as plantas livres de vírus proporcionaram maior crescimento vegetativo, e por consequência, maior MMB, o que justifica o ganho de PTB e PBC em relação às convencionais. Este fato é evidenciado por Ahmed et al. (2017), quando afirmam que, a produção de bulbos no alho está fortemente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da planta, e que plantas de maior porte apresentam maior potencial para produzir bulbos maiores, devido a maior translocação de nutrientes e fotoassimilados das folhas e do pseudocaule para

os bulbos. Além disso, a presença de vírus nas plantas de alho geralmente reduz índices de crescimento, tais como altura, número de folhas e área foliar, provavelmente em função de uma série de distúrbios metabólicos, sobretudo a inibição da fotossíntese, o que afeta a síntese e transporte de assimilados, além de afetar a ação de reguladores de crescimento vegetal (VICENTE, 1979).

Resultado semelhante foi encontrado por Resende et al. (2000b), avaliando quatro cultivares convencionais e livre de vírus, constataram que, em todas as características relacionadas à produção, as plantas provenientes de alho-semente livre de vírus superaram as convencionais, resultando num aumento em média de 46% e 63% na PTB e PBC, respectivamente.

Desempenhos produtivos superiores de plantas provenientes de alho-semente livre de vírus em relação ao mesmo material multiplicado de forma convencional, também foram observados em outras pesquisas, com aumentos de 39% (MARODIN, 2014), 84% (RESENDE et al., 2000a) e 100% (TANABE, 1999).

A PTB obteve comportamento diferente em função dos espaçamentos entre plantas em cada tamanho de bulbilho-semente com o material propagativo livre de vírus. No plantio de bulbilhos pequenos, a PTB aumentou com o aumento do espaçamento entre plantas até um máximo estimado de 8,22 t ha⁻¹ no espaçamento de 10,0 cm, decrescendo posteriormente até um mínimo de 5,9 t ha⁻¹ no espaçamento de 15,0 cm. Enquanto no plantio de bulbilhos grandes, a PTB aumentou até um máximo estimado de 11,09 t ha⁻¹ no espaçamento de 12,5 cm, decrescendo até um mínimo de 8,74 t ha⁻¹ no espaçamento de 15,0 cm (Figura 10A).

Considerando a PBC em função do espaçamento entre plantas, no clone livre de vírus oriundo de bulbilhos de tamanho pequeno e grande, observou-se comportamentos semelhantes ao da PTB. Assim, no plantio de bulbilho pequeno a PBC aumentou com o aumento do espaçamento entre plantas até alcançar no espaçamento de 10,5 cm, o máximo estimado de 8,16 t ha⁻¹, decrescendo até o mínimo de 5,8 t ha⁻¹ no espaçamento de 15,0 cm. No plantio de bulbilho grande, a PBC mínima estimada foi de 8,4 t ha⁻¹ no espaçamento de 7,5 cm, aumentando posteriormente até o máximo de 11,07 t ha⁻¹ no espaçamento de 12,7 cm, e decresceu até 8,74 t ha⁻¹ no espaçamento de 15,0 cm entre plantas (Figura 10B).

Normalmente têm se observado que menores espaçamentos entre as plantas proporcionam maiores médias de produtividade, devido principalmente ao maior número de bulbos de alho por unidade de área. No entanto, ao utilizar bulbilho-semente de tamanho grande neste estudo, os menores espaçamentos entre plantas (7,5 e 10 cm) proporcionaram uma maior competição entre as plantas, promovendo menor produção de massa total de

bulbos e aliado a isto, o expressivo incremento na MMB no espaçamento de 12,5 cm, compensou a redução na população de plantas e promoveu maior PTB e PBC. Por outro lado, a partir do espaçamento de 12,5 cm, praticamente não houve aumento na MMB e com isso, a redução de plantas por unidade de área foi responsável pela redução da PTB e PBC (MENGESHA e TESFAYE, 2015; VIDYA, 2015).

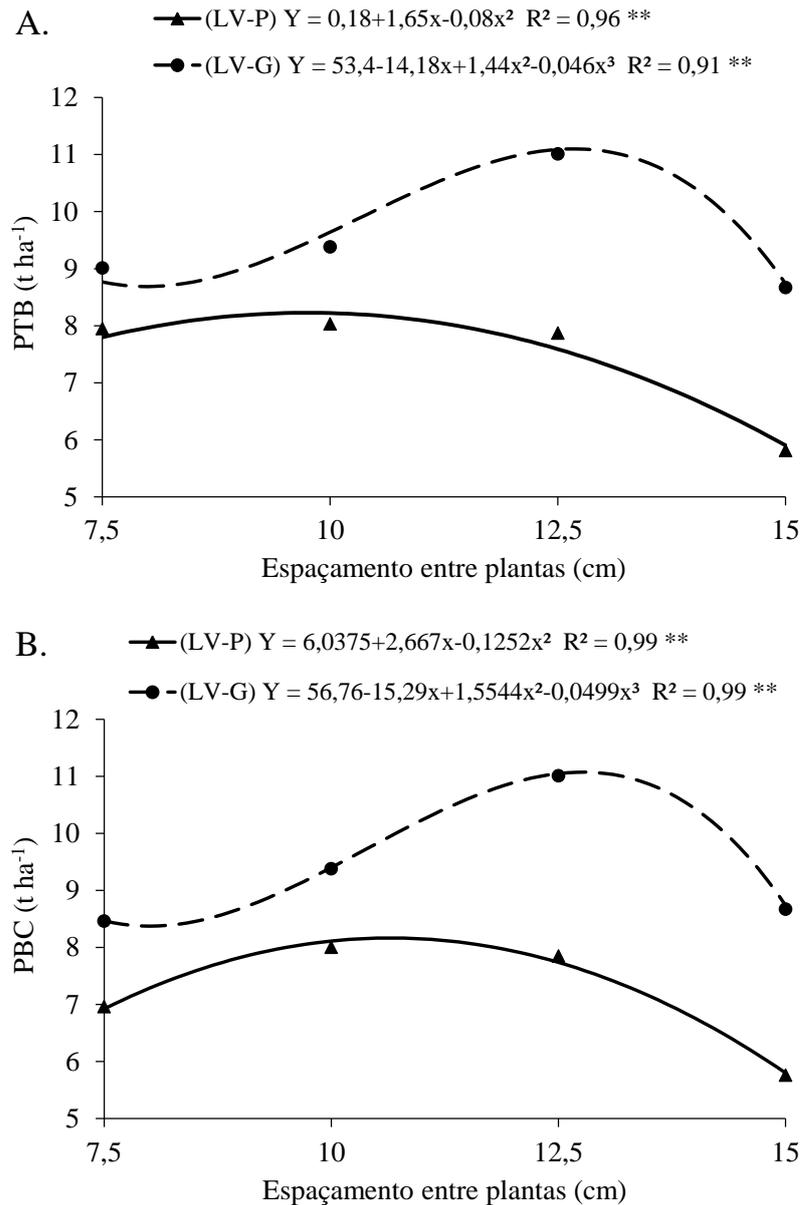


Figura 10. Produtividade total (PTB) (A) e produtividade comercial (PBC) (B) de alho livre de vírus submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Com o uso de bulbilho-semente livre de vírus de tamanho pequeno, o aumento da massa média dos bulbos, a partir do espaçamento de 10 cm, não compensou a redução da população de plantas e conseqüentemente, reduziu a produtividade total e comercial. Sendo assim, o espaçamento de 10 cm entre plantas o de maior rendimento de bulbos nestas condições.

Resultados parcialmente semelhantes foram encontrados por Pereira et al. (2009), quando utilizando a cultivar Gigante Roxo proveniente de multiplicação convencional, observaram que, na medida em que se aumentou o espaçamento entre plantas de 8 cm para 12 cm, houve um aumento de até 15% no rendimento de bulbos. Segundo os autores, os espaçamentos de 10 e 12 cm entre plantas correspondem aqueles que os produtores do Brasil com maior tecnologia adotam nas condições atuais. Em contrapartida, Marodin (2014) avaliando os espaçamentos 210, 260, 300, 360 e 390 cm² planta⁻¹, com a cultivar Chonan livre de vírus e convencional em Lavras-MG, observou redução linear com o aumento do espaçamento das plantas nos dois materiais de propagação.

Nas plantas convencionais, a PTB obteve comportamento semelhante em função dos espaçamentos entre plantas para ambos os tamanhos de bulbilho-semente, com decréscimos a medida em que se aumentou o espaçamento de plantio, com máximos estimados de 5,89 e 6,79 t ha⁻¹ no espaçamento de 7,5 cm, e, mínimos de 3,68 e 4,26 t ha⁻¹ no espaçamento de 15,0 cm no plantio dos bulbilhos de tamanho pequeno e grande, respectivamente (Figura 11A).

A PBC, nas plantas convencionais em função do espaçamento entre plantas, no plantio de bulbilhos pequeno e grande, seguiu praticamente os mesmos comportamentos da PTB. Assim, houve diminuição na PBC com o aumento do espaçamento entre plantas. Sendo que, no plantio de bulbilhos pequeno e grande obteve-se produtividade comercial máxima, respectivamente, de 4,60 e 5,99 t ha⁻¹, no espaçamento de 7,5 cm entre plantas, a qual decresceu até o espaçamento de 15,0 cm, com mínimo estimado de 2,95 e 4,05 t ha⁻¹ (Figura 11B).

As plantas de alho convencionais promoveram menor crescimento vegetativo, por isso, o aumento da MMB a partir do espaçamento de 7,5 cm não foi suficiente para compensar a redução da densidade de plantas, desta forma, independente do tamanho de bulbilho plantado, o maior rendimento em altos níveis de densidade de plantas pode ser atribuído ao efeito compensatório do número de plantas por unidade de área que predominou sobre o desempenho das plantas individualmente (VIDYA, 2015).

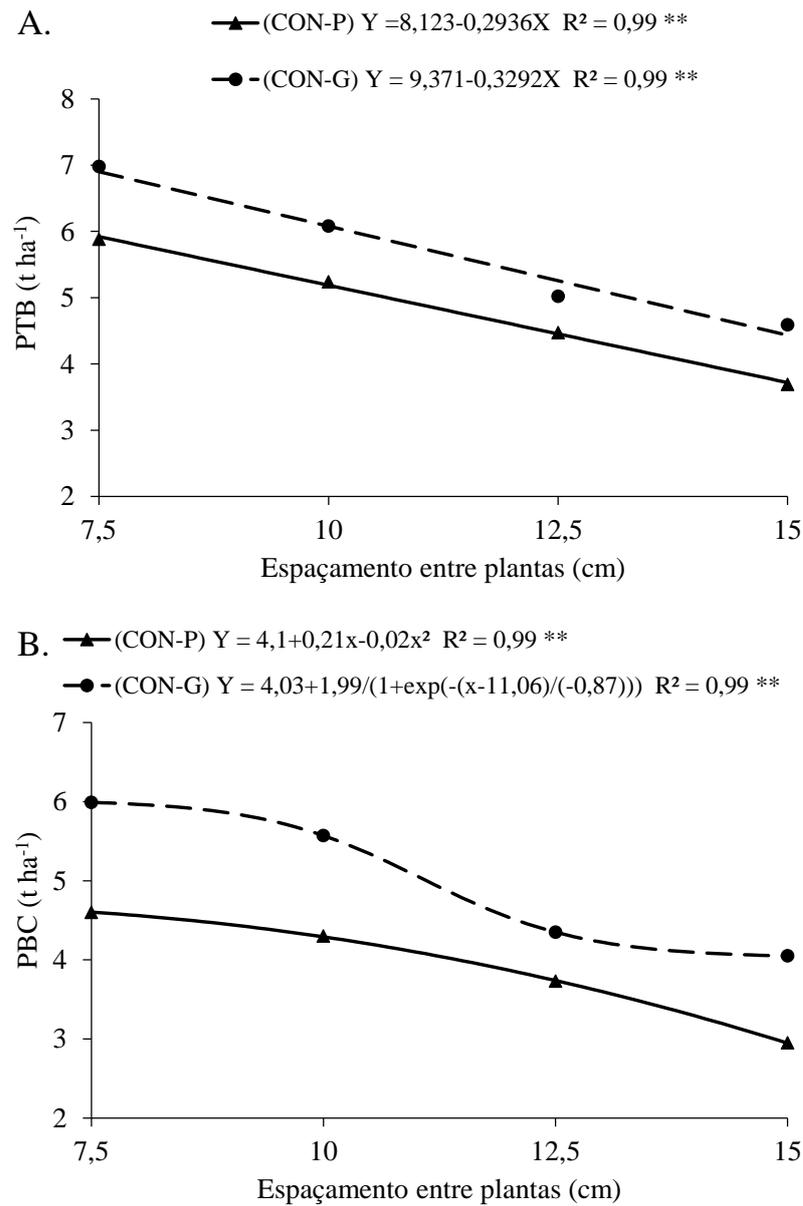


Figura 11. Produtividade total (PTB) (A) e produtividade comercial (PBC) (B) de alho convencional submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Este resultado está de acordo com os observados de Ahmed et al. (2017), que trabalhando com a cultivar convencional China, no Paquistão, observaram que a maior produção de bulbos foi registrada com espaçamento de 10 cm entre plantas, enquanto a menor produção foi observada com 20 cm de espaçamento. Olfati et al. (2016), avaliando três espaçamentos entre linhas (15, 25 e 35 cm), observaram que o menor espaçamento proporcionou aumento de 78% no PTB em comparação ao maior.

Mengesha e Tesfaye (2015), avaliando três espaçamentos entre plantas (10, 15 e 20 cm), com espaçamento entre linhas de 30 cm, verificaram aumento na produtividade de 38% com o aumento do espaçamento de 10 ($4,85 \text{ t ha}^{-1}$) para 20 cm ($7,87 \text{ t ha}^{-1}$).

Vale salientar que, essas maiores produtividades obtidas foi devido a ocorrência de temperaturas mínimas entre 15 e 20° C (Figura 1) na área experimental durante o cultivo, o que permitiu a diferenciação dos bulbilhos e consequentemente, a produção de alho na região serrana.

3.8 CLASSIFICAÇÃO DE BULBOS

Em relação a classificação de bulbos, em linhas gerais, verificou-se que o material livre de vírus proporcionou maior percentagem de bulbos nas classes 5 e 6, ou seja, bulbos de maior tamanho, quando comparado ao material convencional, com exceção do espaçamento de 7,5 cm que não obteve bulbos na classe 6. No entanto, para a percentagem de bulbos não comercial (classe <3) e na classe 3, tem-se uma situação inversa, no qual o material convencional apresentou maior porcentagem de bulbos nessas classes em relação ao alho-semente livre de vírus (Tabela 9).

Desta forma, a degenerescência dos materiais convencionais (infectados) tem promovido a redução do tamanho dos bulbos, sendo estes, classificados em classes inferiores. Entretanto, em cultivares de alho livres de vírus tem-se observado maiores produtividades, estando diretamente relacionada com a maior massa, tamanho e proporção de bulbos nas classes superiores (WALKEY; ANTILL, 1989). Walkey e Antill (1989), utilizando a cultivar Printanor livre de vírus observaram além do aumento de 44% na produtividade, maior proporção de bulbos em classes de tamanho superiores, comparadas às plantas provenientes de material convencional. Marodin (2014) observou que a cultivar Chonan livre de vírus possui superioridade na proporção de bulbos maiores (classes 5 e 6), quando comparado à mesma cultivar convencional.

Os bulbilhos grandes de alho utilizados no plantio também produziram bulbos de melhor qualidade, com maior massa e classificados em maior proporção em classes comerciais de maior tamanho, onde possui maior valor comercial. No alho livre de vírus, os bulbilhos de tamanho grande proporcionaram maior percentagem de bulbos na classe 6, em relação aos bulbilhos de tamanho pequeno. E a maior percentagem de bulbos refugo e da classe 3 foi proporcionado pelos bulbilhos de tamanho pequeno (Tabela 9). Este fato é indesejável, pois, bulbos menores têm menor valor comercial. Da mesma forma, no material

convencional, a maior percentagem de bulbos da classe 5 foi observada nos bulbilhos de tamanho grande. Esses resultados foram concordantes com os de Vázquez et al. (2014), ao utilizar o material propagativo de menor tamanho, para a cultivar Taiwan Tacatzcuaro, observaram aumento na proporção de bulbos nas classes inferiores (28 – 35 mm) e redução nas classes superiores (52 – 59 mm).

A utilização de baixas populações, também contribuiu para melhorar a aparência e o tamanho dos bulbos. No geral, espaçamentos maiores entre plantas proporcionaram menores percentagens de bulbos nas menores classes e maiores nas classes superiores (Tabela 9).

Tabela 9. Classificação de bulbos de alho nobre convencional (CON) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Classificação dos bulbos (%)							
Sanidade	Tamanho	Espaçamento	Classe*				
			<3	3	4	5	6
LV	P	7,5	12,66	43,6	27,21	16,53	0,00
		10	0,35	29,21	31,26	37,15	2,04
		12,5	0,16	3,19	19,38	62,80	14,46
		15	0,76	16,20	31,26	41,97	9,81
	G	7,5	6,20	37,79	24,63	31,38	0,00
		10	0,00	9,45	26,76	53,13	10,66
		12,5	0,00	0,00	0,97	38,81	60,21
		15	0,00	0,00	3,26	40,49	56,25
CON	P	7,5	19,77	62,44	15,58	2,21	0,00
		10	15,91	43,56	36,24	4,28	0,00
		12,5	3,91	42,75	42,52	9,73	1,09
		15	3,98	47,98	41,44	5,75	0,85
	G	7,5	11,91	47,70	31,23	9,15	0,00
		10	6,26	40,31	35,66	17,77	0,00
		12,5	3,97	30,24	37,01	25,98	2,79
		15	2,92	29,68	34,80	27,46	5,13

* <3 (<32mm); 3 (> 32 até 37mm); 4 (> 37 até 42mm); 5 (> 42 até 47 mm) e 6 (>47 até 52 mm).

O espaçamento mais amplo facilitou o desenvolvimento adequado da planta para uma menor competição intraespecífica pela utilização dos recursos disponíveis, resultando em bulbos maiores (ASGHARIPOUR e ARSHADI, 2012). Resultados semelhantes foram encontrados por Ahmed et al. (2017) que utilizando espaçamentos maiores, obtiveram maior tamanho de bulbo. Moravcevic et al. (2011) considerando o plantio mais denso, o rendimento foi maior, mas a qualidade do bulbo também foi a mais baixa, produzindo bulbos menores. Marodin (2014) também relata que o clone livre de vírus responde ao maior espaçamento, produzindo bulbos de maior classe comercial.

Destaca-se ainda a combinação entre o clone livre de vírus, bulbilho-semente de tamanho grande e os espaçamentos entre plantas de 12,5 cm, pois, além de ser o tratamento com maior produtividade comercial (11,01 t ha⁻¹), foi por meio desta combinação que se obteve maior percentual de bulbos das classes maiores, com médias de 38,81 e 60,21% nas classes 5 e 6, respectivamente.

3.9 NÚMERO DE BULBILHOS POR BULBO E CLASSIFICAÇÃO DOS BULBILHOS

O número de bulbilhos por bulbo não sofreu influência dos tamanhos do bulbilho-semente e dos espaçamentos entre plantas. Entretanto, em relação a sanidade do alho-semente, observou-se que as plantas livre de vírus promoveram menor média em relação as plantas convencionais, indicando que embora essa característica seja de caráter genético, pode ser influenciada pela sanidade do alho-semente (Tabela 10).

A maior percentagem de superbrotamento do material convencional em relação ao alho livre de vírus, além de depreciar a qualidade do produto, estimula o aumento no número de bulbilhos por bulbo. De acordo com Burba (1983), o superbrotamento nas plantas de alho resulta no aparecimento de brotações laterais entre as bainhas das folhas normais, originadas pelo alongamento das folhas de proteção dos bulbilhos. Desta forma, as plantas ficam com aspecto de touceira, produzindo vários pseudobulbos na mesma planta e por consequência aumentando o número de bulbilhos por bulbo, tornando-os menores e com baixo valor comercial ou até mesmo inadequado para o comércio.

Oliveira (2018), trabalhando no município de Portalegre-RN com quatro cultivares, não observou diferença no número de bulbilhos por bulbo entre o material isento de vírus e o convencional, provavelmente devido a baixa incidência de superbrotamento ocorrido nos materiais. Lencha e Buke (2017), estudando três espaçamentos entre plantas (5,0; 7,5 e 10 cm) e três pesos de bulbilho-semente (1 – 1,49, 1,5 – 1,99 e 2,0 – 2,50g), verificaram

resultados semelhantes com este estudo, de forma que o tamanho dos bulbilho-semente plantados e os espaçamentos entre plantas não afetaram o número de bulbilhos por bulbo.

Em geral, essa é uma característica inerente a cada cultivar, por isso geralmente não é influenciada pelos tratamentos. Além disso, o número de bulbilhos observado nesta pesquisa apresentou o comportamento esperado para os alhos do grupo nobre, quando se refere ao número máximo de bulbilhos por bulbo independentemente dos fatores estudados (RESENDE et al., 2017). Além do mais, existe uma maior preferência por bulbos de tamanho maior e com pequeno número de bulbilhos por bulbo pelo mercado consumidor de alho, uma vez que o menor número de bulbilhos está associado a bulbilhos de maior tamanho, fato este, muito importante para a comercialização, quando bulbos com estas características alcançam os preços mais elevados (LOPES et al., 2016).

Tabela 10. Valores médios de número de bulbilhos por bulbo de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Número de bulbilhos (bulbilhos bulbo ⁻¹)
Convencional	12,21 a
Livre de vírus	9,81 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

Em relação a distribuição dos bulbilhos por classe/peneira, observou-se em geral que no material livre de vírus a maior parte dos bulbilhos ficou retido nas peneiras 2 e 3, diferentemente do alho-semente convencional que ficou retido nas peneiras 3 e 4, ou seja, bulbilhos de menor tamanho. Além disso, no material livre de vírus chegou a reter bulbilhos da peneira 1, classe de maior tamanho de bulbilhos, fato que não ocorreu no alho convencional (Tabela 11). De acordo com Fernandes et al. (2013), o acúmulo de viroses em cultivos sucessivos provoca, entre outros sintomas, a redução do peso dos bulbos dada a redução no vigor vegetativo das plantas e conseqüentemente, a redução do tamanho dos bulbilhos. Assim, o acúmulo de viroses presente no alho resultou no menor tamanho de bulbos e bulbilhos.

Vale ressaltar que o maior percentual de bulbilhos pequenos e miúdos (peneiras 3 e 4, respectivamente), registrado pelo material propagativo convencional em relação ao material livre de vírus, contribuíram para reduzir a massa média de bulbos e diminuir a produtividade.

Quando se utilizou o alho-semente livre de vírus, observou-se que os espaçamentos de 12,5 e 15 cm proporcionaram maior percentagem de bulbilhos da peneira 1 em relação aos espaçamentos de maior densidade (7,5 e 10 cm). Contudo, na peneira 4, a situação foi inversa, com os espaçamentos de 7,5 e 10 cm proporcionando maior percentagem de bulbilhos nessa peneira quando comparado aos espaçamentos de 12,5 e 15 cm (Tabela 11).

Tabela 11. Classificação de bulbilhos de alho nobre convencional (CON) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

		Classificação (%)*				
Sanidade	Tamanho	Espaçamento	Peneira 1 (Grande)	Peneira 2 (Médio)	Peneira 3 (Pequeno)	Peneira 4 (Miúdo)
LV	P	7,5	0,00	27,36	49,09	23,55
		10	4,15	34,46	45,07	16,33
		12,5	9,12	43,72	35,96	11,20
		15	10,74	38,27	39,30	11,68
	G	7,5	4,55	31,65	45,32	18,49
		10	3,74	43,60	38,45	14,21
		12,5	15,46	49,47	29,63	5,45
		15	14,84	45,59	30,95	8,63
CON	P	7,5	0,00	5,58	50,62	43,80
		10	0,00	4,54	44,35	51,11
		12,5	0,00	5,25	53,27	41,48
		15	0,00	4,84	52,76	42,40
	G	7,5	0,00	8,83	49,44	41,73
		10	0,00	10,68	48,58	40,74
		12,5	0,00	13,23	46,26	40,51
		15	0,00	13,20	42,48	44,32

* Percentagem do número de bulbilhos em cada classe em relação ao número total de bulbilhos.

Da mesma forma, Lawande et al. (1994) encontraram no alho que, com o aumento do espaçamento entre plantas, o tamanho dos bulbos e a proporção de bulbilhos maiores

aumentaram gradualmente. Os autores afirmam ainda que esse maior espaçamento favoreceu maior crescimento das plantas e por consequência, um maior desenvolvimento dos bulbos.

Para os tamanhos de bulbilho-semente, não foi observado comportamento padrão de distribuição dos bulbilhos por classe/peneira.

3.10 CUSTO OPERACIONAL TOTAL

O custo operacional total de produção é dividido em insumos, Adubos, serviços e semente, sendo esses dois últimos variáveis. Os serviços variaram de acordo com espaçamento utilizado, pois quanto maior a densidade de plantas maior número de horas de serviços em algumas práticas culturais. O preço do alho-semente também variou em função da quantidade utilizada, da sanidade e do tamanho (Tabela 12).

A combinação entre alho livre de vírus com bulbilho-semente de tamanho grande e espaçamento de 7,5 cm entre plantas destaca-se das demais com o COT mais elevado. A diferença está nos custos de mão de obra empregada nos serviços e no preço investido no alho-semente, pois o preço do alho livre de vírus e bulbilhos maiores é mais alto, além da necessidade de maior quantidade de bulbilhos (500.000 bulbilhos ha⁻¹).

É importante ressaltar que nos anos seguintes de cultivo, o produtor terá uma redução nos custos de produção, pois, não será preciso adquirir o alho-semente, visto que, poderá utilizar por pelo menos 5 anos parte do alho produzido como alho-semente, reduzindo o custo operacional em aproximadamente 25% a 30%.

Tabela 12. Custo Operacional Total do alho nobre convencional (CON) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho (pequeno-P e grande-G) e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Custo Operacional Total (COT)							
Sanidade	Tamanho	Espaçamento	Custos (R\$ ha ⁻¹)				COT
			Insumos*	Adubos	Serviços	Semente	
LV	P	7,5	9.726,20	5.676,50	7.824,00	18.000,00	41.226,70
		10	9.726,20	5.676,50	7.352,70	13.500,00	36.255,40
		12,5	9.726,20	5.676,50	6.881,50	10.800,00	33.084,20
		15	9.726,20	5.676,50	6.567,40	9.000,00	30.970,10
	G	7,5	9.726,20	5.676,50	7.824,00	20.000,00	43.226,70
		10	9.726,20	5.676,50	7.352,70	15.000,00	37.755,40
		12,5	9.726,20	5.676,50	6.881,50	12.000,00	34.284,20
		15	9.726,20	5.676,50	6.567,40	10.000,00	31.970,10
CON	P	7,5	9.726,20	5.676,50	7.824,00	9.000,00	32.226,70
		10	9.726,20	5.676,50	7.352,70	6.750,00	29.505,40
		12,5	9.726,20	5.676,50	6.881,50	5.400,00	27.684,20
		15	9.726,20	5.676,50	6.567,40	4.500,00	26.470,10
	G	7,5	9.726,20	5.676,50	7.824,00	10.000,00	33.226,70
		10	9.726,20	5.676,50	7.352,70	7.500,00	30.255,40
		12,5	9.726,20	5.676,50	6.881,50	6.000,00	28.284,20
		15	9.726,20	5.676,50	6.567,40	5.000,00	26.970,10

* Insumos incluem: Material de irrigação, defensivos químicos e energia.

3.11 RECEITA BRUTA E LÍQUIDA

A Receita Bruta (RB) e Líquida (RL) obtiveram comportamento semelhante ao observado para produtividade comercial. Essas receitas provenientes de bulbilhos de tamanho grande, em plantas convencionais ou livres de vírus, foram superiores às de bulbilhos pequenos. E ao comparar a sanidade dentro de cada tamanho de bulbilho, para cada espaçamento entre plantas, observou-se a superioridade das plantas livre de vírus sobre as convencionais na RB e RL de bulbos de alho (Tabelas 13). Vale frisar que a diferença na RL entre as sanidades estudadas variou de R\$ 14.391,74 a R\$ 66.739,97 e a diferença entre os tamanhos de bulbilhos entre R\$ 6.076,87 e R\$ 35.476,64 ha⁻¹.

Apesar dos materiais livres de vírus e bulbilho-semente de tamanho grande apresentarem um aumento médio no COT de 22 e 4% (Tabela 11), respectivamente, em relação ao material convencional e ao bulbilho-semente de tamanho pequeno, o incremento observado na produtividade desses materiais compensou esse acréscimo do custo.

Tabela 13. Valores médios de receita bruta e receita líquida de bulbos de alho nobre convencional (CON) e livre de vírus (LV), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas (ESP). Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

ESP (cm)	Sanidade	Receita Bruta (R\$ ha ⁻¹)		Receita Líquida (R\$ ha ⁻¹)	
		Tamanho de bulbilho		Tamanho de bulbilho	
		Pequeno	Grande	Pequeno	Grande
7,5	Convencional	44.184,81 Bb	59.042,26 Ab	11.958,11 Bb	25.815,56 Ab
	Livre de vírus	67.576,55 Ba	84.135,69 Aa	26.349,85 Ba	40.908,99 Aa
10	Convencional	41.985,00 Bb	55.660,08 Ab	12.479,60 Bb	25.404,68 Ab
	Livre de vírus	80.694,73 Ba	98.982,25 Aa	44.439,33 Ba	61.226,85 Aa
12,5	Convencional	41.618,50 Bb	48.295,37 Ab	13.934,30 Bb	20.011,17 Ab
	Livre de vírus	84.358,70 Ba	121.035,34 Aa	51.274,50 Ba	86.751,14 Aa
15	Convencional	33.934,38 Bb	44.848,35 Ab	7.464,28 Bb	17.878,25 Ab
	Livre de vírus	59.730,72 Ba	95.089,79 Aa	28.760,62 Ba	63.119,69 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas, compara os tamanhos de bulbos para cada sanidade, dentro de cada espaçamento e médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, compara a sanidade para cada tamanho de bulbilho, dentro de cada espaçamento, utilizando o teste t de Student a 5% de probabilidade

Ao avaliar a lucratividade de diferentes tamanhos de bulbilho-semente, Castellanos et al. (2004) constataram que aqueles de maior tamanho (10 g bulbilho⁻¹) proporcionaram maior custo de plantio e maior a renda bruta (US\$ 25.335,00 ha⁻¹). Porém, o maior lucro (US\$ 13.461,00) foi obtido com sementes pesando entre 3,6 e 6,5 g bulbilho⁻¹, pois, sementes de tamanho muito grande requerem maiores quantidades de bulbos, o que, por sua vez, aumenta muito os custos de produção e, embora obtenha a maior receita bruta, a receita líquida é menor.

Considerando a RB e RL em função do espaçamento entre plantas, com o clone livre de vírus, e utilizando bulbilhos de tamanho grande, observa-se que a RB e a RL aumentaram com o aumento do espaçamento entre plantas até o máximo estimado de R\$ 119.958,00 e R\$ 85.151,00 ha⁻¹, respectivamente, no espaçamento de 12,5 cm. No plantio de bulbilhos pequenos, a RB e a RL também aumentaram até alcançar, no espaçamento de 12,0 cm, o máximo estimado de R\$ 85.100,00 e R\$ 51.322,00 ha⁻¹, decrescendo posteriormente (Figura 12A).

Nas plantas convencionais, o comportamento foi diferente. A RB e RL em função dos espaçamentos entre plantas, para o tamanho de bulbilho-semente grande, diminuíram com o aumento do espaçamento, com máximos estimados de R\$ 58.832,00 e R\$ 25.815,00 ha⁻¹, respectivamente, no espaçamento de 7,5 cm. Para o bulbilho-semente de tamanho pequeno, a RB decresceu a medida em que se aumentou o espaçamento entre plantas, com máximo estimado de R\$ 44.887,00 no espaçamento de 7,5 cm. Já a RL obteve um ligeiro aumento a partir do espaçamento de 7,5 até o máximo estimado de R\$ 11.743,00 no espaçamento de 12,5 cm (Figura 12B).

A exploração do cultivo do alho apresenta resultados favoráveis em diversos índices de eficiência econômica. No geral, os espaçamentos que proporcionaram as maiores produtividades totais e comerciais, também obtiveram os maiores lucros. Destaca-se ainda a combinação entre o material livre de vírus, bulbilho-semente de tamanho grande e os espaçamentos entre plantas de 12,5 cm (300.000 plantas ha⁻¹), pois, além de ser o tratamento com maior produtividade comercial (11 t ha⁻¹), foi o que se obteve maior receita líquida (R\$ 85.151,00 ha⁻¹).

Além disso, os produtores comerciais de alho tem adotado estandes entre 300.000 e 350.000 plantas ha⁻¹, mostrando que os resultados do trabalho estão de acordo com a realidade dos agricultores.

Esses resultados foram concordantes com os de Castellanos et al. (2004), que observaram que a densidade de 600.000 plantas ha⁻¹ resultou na maior produtividade e no maior custo de plantio, porém, a lucratividade foi 15% inferior a densidade populacional de 300.000 plantas ha⁻¹ no segundo ano de cultivo, devido a maior produção de bulbos maiores, ou seja, maior valor de mercado, que compensou o baixo rendimento da baixa densidade populacional, além do aumento no custo de produção nos tratamentos de maior densidade, devido ao maior gasto de sementes.

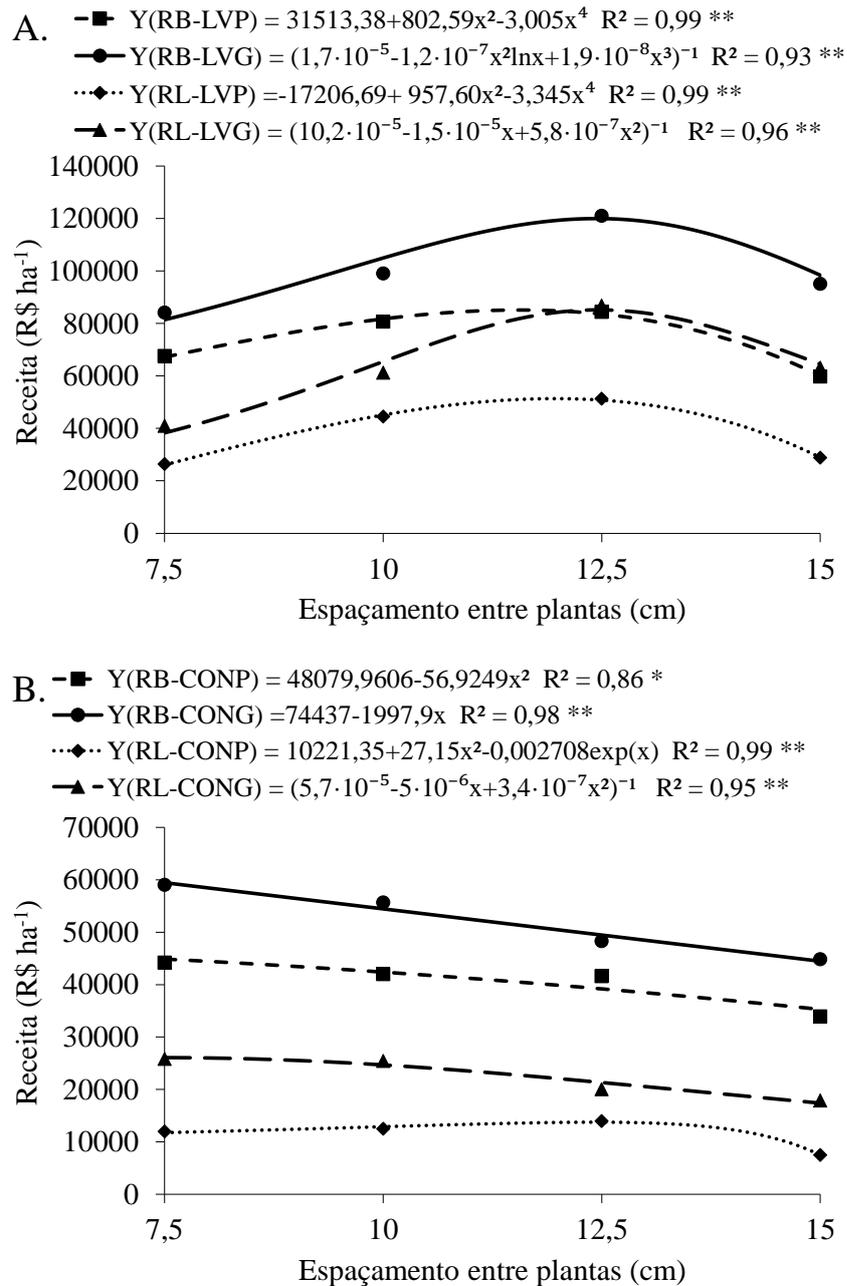


Figura 12. Receita bruta e receita líquida de alho livre de vírus (A) e convencional (B), submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

Desta forma, a cultura do alho mostrou-se lucrativa analisando-se puramente os custos envolvidos e o seu retorno econômico. Além disso, é importante que a adoção do alho livre de vírus por produtores seja assessorada, uma vez que, mesmo que esses materiais livres de vírus tenham um grande potencial produtivo e elevado retorno econômico, os mesmos, se não manejados de forma correta principalmente em cultivos sucessivos, podem sofrer degenerescência e acarretar em queda na produção.

4 CONCLUSÕES

O uso de alho-semente livre de vírus e bulbilho grande proporcionaram maior crescimento vegetativo, produtividade e retorno econômico.

A combinação entre o alho-semente livre de vírus, bulbilho de tamanho grande e espaçamento entre plantas de 12,5 cm resultou em maior produtividade comercial (11,1 t ha⁻¹) e receita líquida (R\$ 85.151,00 ha⁻¹).

Para o alho convencional, sugere-se a utilização de bulbilhos grandes com espaçamento de 7,5 cm entre plantas (R\$ 25.815,00 ha⁻¹).

REFERÊNCIAS

AHMED I.; KHAN, M. A.; KHAN, N.; AHMED, N.; WAHEED, A.; SALEEM, F. Y.; KHAN, S.; ASLAM, S. Impact of plant spacing on garlic rust (*puccinia allii*), bulb yield and yield component of garlic (*Allium sativum*). **Pakistan Journal of Agricultural Research**, v. 30, n. 4, p. 380-385, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2017/30.4.380.385>>

ALAM, M. S.; RAHIM, M. A.; BHUYAN, M. A. H.; SIMON, P. W.; MALEK, M. A. 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. Disponível em: <[https://pas.cseas.kyotou.ac.jp/activity/HP_SPIRITS/Brahmaputra/data/JAE_ALL/ASFBpdf/8.AFSB4\(2\)pdf/35.%20Mithu-5.pdf](https://pas.cseas.kyotou.ac.jp/activity/HP_SPIRITS/Brahmaputra/data/JAE_ALL/ASFBpdf/8.AFSB4(2)pdf/35.%20Mithu-5.pdf)>

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

ÁVILA, V. T. **Produtividade de alho vernalizado proveniente de cultura de meristema**. 2017. 46 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

BÜLL, L.T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, v. 61, n. 3, p. 247-255, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052002000300006>

BURBA, J. L. Efeitos do manejo de alho-semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção do cultivar 'Chonan'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p.629-635, 2006. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/7290>>

CASTELLANOS, J. Z; VARGAS-TAPIA, P.; OJODEAGUA J. L.; HOYOS G. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. **HortScience**, v. 39, n. 6, p. 1272-1277, 2004. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/39/6/1272.abstract>>

CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco. 2008. 198p.

CONCI, V. C.; CANAVELLI, A.; LUNELLO, P.; DI RIENZO, J.; NOME, S. F.; ZUMELZU, G.; ITALIA, R. Yield losses associated with virus-infected garlic plants during five successive years. **Plant Disease**, v. 87, p. 1411-1415, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.12.1411>>

COSTA, T. M. P.; SOUZA, R. J.; SILVA, A. M. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L. cv. Juréia). **Ciência e Prática**, v. 17, n. 3, p. 239- 246, 1993.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília-DF: Embrapa, 2018. 590p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERNANDES, F. R.; DUSI, A. N.; RESENDE, F. V. Viroses do alho no Brasil: importância e principais medidas de controle. **Circular técnica** n. 122, 9p. Brasília, Embrapa - CNPH, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84849/1/ct-122.pdf>>

GAIKWAD, D. G.; SHINDE, S. J.; PANCHAL, K. N.; MOKLIKAR, M. S. Studies on Influence Response of Plant Density on Growth and Yield of Garlic (*Allium sativum* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, p. 2891-2897, 2018. Disponível em: <<https://www.ijcmas.com/special/6/D.%20G.%20Gaikwad,%20et%20al.pdf>>

GAUTAM N.; KUMAR D.; KUMAR R.; KUMAR S.; SHARMA S.; DOGRA B. Growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by clove weight and plant growth regulators. **International Journal of Farm Sciences**, v. 4, n. 3, p. 49-57, 2014. Disponível em: <<http://www.sadhnahp.org/index.php/international-journal-of-farm-sciences>>

HUSSENA, S.; MEDHINBS, F.; TADESSE, A. Effect of intra-row spacing on growth performance of garlic (*Allium sativum*). **European Journal of Agriculture and Forestry Research**, v. 2, n. 4, p. 54-61, 2014. Disponível em: <<http://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Effect-of-Intra-row-Spacing-on-Growth-Performance-of-Garlic-Allium-sativum-at-the-experimental-site-of-Wollo-University-South-Wollo-Ethiopia.pdf>>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 12, p. 1-82, 2017.

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**, v. 5, n. 3, p. 260-264, 2006. Disponível em: <<http://10.5897/AJB05.325>>

LAWANDE, K.E.; PAWAR, R. D.; SUPE, V. S.; KALE, P. M. 1994. Effects of spacing on yield and yield contributing in garlic. In: **First International Symposium on Edible Alliaceae**, Mendoza, p. 14 -18, 1994.

LENCHA, B.; BUKE, T. Effects of clove size and plant density on the bulb yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) in Sodo Zuria Woreda, southern wolaita zone. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 7, n. 21, p. 1-7, 2017. Disponível em: <<https://iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/view/39928>>

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V.; LUCENA, R. R. M.; SOARES, A. M. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 231-238, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200013>>

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, G. M. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.629-635, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400012>>

MAHADEEN, A. Y. Influence of clove weight on vegetative growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) grown under drip irrigation. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 1, p. 44-50, 2011. Disponível em: <<https://journals.ju.edu.jo/JJAS/article/view/2282>>

MARODIN, J. C. **Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do alho semente e da densidade de plantio**. 2014. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de Concentração em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ANGELO, J.A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. São Paulo: IEA, 1998. 22p.

MELO FILHO, P. A.; RESENDE, R. O.; CORDEIRO, C. M. T.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; DUSI, A. N. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 116, n. 2, p. 95-101, 2006. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-006-9042-3>>

MENGESHA, W.; TESFAYE, A. Effect of spacing in incidence and severity of garlic rust (*Puccinia allii*) and bulb yield and related traits of garlic at eastern Ethiopia. **Plant Pathology and Microbiology**, v. 6, n. 10, p. 314-317, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000314>>

MHAZO M. L.; NGWERUME F. C; MASARIRAMBI M. T. Garlic (*Allium sativum*) propagation alternatives using bulblets and cloves of different sizes in a semi-arid sub-tropical environment. **Annual Research & Review in Biology**, v. 4, n. 1, p. 238-245, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedomain.org/abstract/2187>>

MOON, W.; LEE, B. Y. Influences of short day treatment on the growth and levels of endogenous growth substances in garlic plants (*Allium sativum* L.). **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v. 21, p. 109-113, 1980. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=KR19820742700>>

MORAVČEVIĆ, D.; BJELIĆ, V.; SAVIĆ, D.; VARGA, J.G.; BEATOVIĆ, D.; JELAČIĆ, S.; ZARIĆ, V. Effect of plant density on the characteristics of photosynthetic apparatus of garlic (*Allium sativum* var. *vulgare* L.). **African Journal of Biotechnology**, v.10, n. 71, p. 15861-15868, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.105>>

MUNEER, N.; HUSSAIN, M.; AHMAD, M. J.; KHAN, N.; HUSSAIN, N.; HUSSAIN, B. Effect of planting density on growth, yield and quality of Garlic at Rawalakot, Azad Kashmir. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research**, v. 10, n. 1, p. 42-51, 2017. Disponível em: <<https://innspub.net/ijaar/effect-of-planting-density-on-growth-yield-and-quality-of-garlic-at-rawalakot-azad-kashmir/>>

NASIR, S.; REGASA, T.; YIRGU, M. Influence of clove weight and planting depth on yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.). **American-Eurasian Journal of**

Agricultural e Environmental Sciences, v. 17, n. 4, p. 315-319, 2017. Disponível em: <[http://idosi.org/aejaes/aejaes17\(4\)17.htm](http://idosi.org/aejaes/aejaes17(4)17.htm).>

OLFATI, J.; NAJAFABADI, M. M.; RABIEE M. Between-row spacing and local accession on the yield and quality of garlic. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 112-121, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.865>.>

OLIVEIRA, F. L. et al. Características agronômicas de cultivares de alho em Diamantina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 355-359, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/hb/v28n3/v28n3a19.pdf>>

OLIVEIRA, P. R. H. **Avaliação de cultivares de alho nobre em função da sanidade do material propagativo em Portalegre-RN**. 2018. 35 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

PARK, Y. B.; LEE, B. Y. Study on the growth and bulb formation of garlic plants (*Allium sativum* L.). The effect of day-length on the bulb formation and secondary growth in 6 cloved garlic plants. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v. 20, p. 1-4, 1979.

PEDROSA, C. E. **Produção de alho-semente e degenerescência em material propagativo livre de vírus**. 2015. 74 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de Concentração em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

PEREIRA, W. R.; SOUZA, R. J. DE; PEREIRA, A. J.; YURI, J. E.; SCALCO, M. S. Estudo da densidade de plantio em alho na região de Inconfidentes/MG. **Revista Agroambiental**, v. 1, n. 1, p. 43-50, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v1n12009234>.>

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; ZAGONEL, J.; PRIA, M. D.; VINNE, J. V. D. Respostas produtivas do alho a diferentes densidades de plantas e peso de bulbilho-semente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 87-94, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000100011>.>

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

RESENDE, F.V.; SOUZA,R.J.; PASQUAL, M. Comportamento, em condições de campo, de clones de alho obtidos por cultura de meristema. **Horticultura Brasileira**, v. 13, p. 44-46, 1995.

RESENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R. J. Efeito da adubação nitrogenada no crescimento e na produção de alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 49-57, 2000a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000100007>.>

RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, 2000b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000100011>.>

RESENDE, F. V.; SOUZA, R. J.; FAQUIN, V.; RESENDE, J. T. V. 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, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05361999000200009>>

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Comunicado Técnico 22. Embrapa/CNPH. Brasília, 2004, 12p.

RESENDE, F. V.; NASSUR, R. C. M. R.; HABER, L. L. Cultivares recomendados. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Alho: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2017. cap. 5, p. 67-90.

SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do RN. **Perfil do Rio Grande do Norte**. Natal: SEPLAN, 2014.197p.

SILVA, E. S.; SOUZA, R. J.; PASQUAL, M. Diferenças de produtividade entre cultivares de alho obtidas por cultura de tecidos e multiplicação convencional, em um período de nove anos consecutivos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 692-697, 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7171>>

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. Vernalização de cultivares de alho nobre na região de Lavras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-654, 2004.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. J. Anomalias fisiológicas. In: SOUZA RJ; MACÊDO FS (Ed.) **Cultura do alho**. Tecnologias modernas de produção. Lavras: UFLA. 2009, p. 39-51.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. 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, 2011. Disponível em: <http://cms.horticulturabrasileira.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=121&artigo=http://cms.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/29_4/20112949.pdf>

STAHLSCHMIDT, O. M.; CAVAGNARO, J. B.; BORGIO R. Influence of planting date and seed clove size on leaf area and yield of two garlic cultivars (*Allium sativum* L.). **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 433, n. 1, p. 519-522, 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.433.56>>

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TANABE, C. M. N. **Avaliação da degenerescência em campo causada por fitovirose na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1999. 91f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

VÁZQUEZ, J.; LUCIO, J. A R.; ELOS, M. M.; ORTÍZ, F. C.; REYES, J. G. R. Efecto de tamaño del bulbo/bulbillo y densidad de plantación en la emergencia, rendimiento y calidad

de ajo (*Allium sativum* L.). **Phyton**, Buenos Aires, v. 83, n. 1, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572014000100011.>

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

VIDYA, G. Effect of planting time and plant densities on yield and yield contributing characters in garlic (*Allium sativum* L.) Cv. Jamnagar. **Plant Archives**, v. 15, n. 2, p. 947-952, 2015. Disponível em: <[http://plantarchives.org/pdf%2015-2/947-952%20\(3082\).pdf](http://plantarchives.org/pdf%2015-2/947-952%20(3082).pdf). 12 Nov. 2018.

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. Disponível em: <<http://10.1080/14620316.1989.11515927>.>

YAO, H.; ZHANG, Y.; YI, X.; HU, Y.; LUO, H.; GOU, L.; ZHANG, W. Plant density alters nitrogen partitioning among photosynthetic components, leaf photosynthetic nitrogen use efficiency in field-grown cotton. **Field Crops Research**, v. 184, p. 39-49, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.09.005>.>

CAPÍTULO II

QUALIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DA SANIDADE, TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS

RESUMO

O alho é uma hortaliça que possui grande importância econômica mundial, podendo ser consumido de forma *in natura* ou industrializado. Mesmo assim, poucos trabalhos envolvendo análise de qualidade pós-colheita são encontrados. Desta forma, é necessário estabelecer práticas e métodos de cultivo que visem à obtenção não só do aumento da produtividade, mas também, de um produto de melhor qualidade pós-colheita. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade de bulbos de alho nobre convencional e livre vírus em função do tamanho de bulbilho e espaçamento entre plantas. Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente, utilizando alho livre de vírus e convencional, em Portalegre-RN. O delineamento experimental adotado, em ambos os experimentos, foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelo tamanho dos bulbilhos: grande e pequenos. As subparcelas foram compostas por quatro espaçamentos entre plantas: 7,5, 10,0, 12,5 e 15,0 cm. O uso de bulbilho grande proporcionou maior diâmetro de bulbo e acidez titulável. Os teores de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, relação SS/AT e sólidos totais diminuíram com o aumento dos espaçamentos entre plantas. O alho livre de vírus e os espaçamentos entre 12,5 e 15,0 cm promoveram maior diâmetro de bulbos, acidez titulável, pungência e índice industrial, possibilitando a produção de bulbos com melhor qualidade e com boas perspectivas para a industrialização.

Palavras-chave: *Allium sativum*. Sólidos solúveis. Pungência. Índice industrial.

QUALITY OF GARLIC AS A FUNCTION OF SANITY, CLOVE SIZE AND PLANT SPACING

ABSTRACT

The garlic is a vegetable that has great economic importance worldwide, and can be consumed in an in natura or industrialized way. Even so, few papers involving postharvest quality analysis are found. Thus, it is necessary to establish practices and methods of cultivation that aim not only to increase productivity but also to produce a better postharvest quality. So, the objective of this study was to evaluate the postharvest quality of bulbs of conventional garlic and free virus as a function of clove size and plant spacing. Two experiments were conducted simultaneously, using virus-free and conventional garlic, in Portalegre-RN. The experimental design adopted in both experiments was randomized blocks, with four replications. The treatments were arranged in split-plots, the plots being represented by the size of the cloves: large and small. The subplots were composed of four spacings between plants: 7.5, 10.0, 12.5 and 15.0 cm. The use of large clove provided greater bulb diameter and titratable acidity. Soluble solids contents, total soluble sugars, SS/AT ratio and total solids decreased with increasing spacings between plants. The virus-free garlic and the spacings between 12.5 and 15.0 cm promoted greater bulb diameter, titratable acidity, pungency and industrial index, allowing the production of bulbs with better quality and with good prospects for industrialization.

Keywords: *Allium sativum*. Soluble solids. Pungency. Industrial index.

1 INTRODUÇÃO

O alho é uma hortaliça bem apreciada mundialmente devido a suas características de sabor, aroma, propriedades condimentares e medicinais (OLIVEIRA et al., 2010).

No Brasil, a maior parte do alho é comercializada na forma *in natura*, porém nos últimos anos têm sido introduzidos, com grande aceitação no mercado, produtos industrializados, como as pastas de alho e o alho desidratado, os quais agregam valor ao produto final.

Devido ao aumento na exigência do mercado consumidor de alimentos, é imprescindível que a adoção de novas tecnologias, como o alho-semente livre de vírus, e práticas culturais durante a fase de campo possibilite que o alho chegue ao mercado com melhor qualidade para o consumo.

Com a adoção do alho-semente livre de vírus, devido principalmente a ausência da degenerescência causada pelo vírus, tem-se observado maior vigor das plantas e conseqüentemente maior rendimento de bulbos em relação ao material de propagação convencional, podendo proporcionar, além disso, bulbos com melhores aspectos qualitativos, com boas perspectivas à industrialização, como forma de agregar maior valor ao produto comercial (RESENDE et al., 2013).

Para análise da qualidade, é muito importante a determinação da pungência dos bulbos de alho, pois essa depende da concentração de ácido pirúvico, que é responsável pelo sabor e aroma característico do alho. Nesse caso, faz-se necessário o uso de bulbos com altos teores de ácido pirúvico, uma vez que esses constituintes são os responsáveis pelo maior rendimento industrial (índice industrial), que é um fator essencial na escolha da matéria-prima, pois quanto maior, mais pungentes são o sabor e aroma do produto final, o que é desejado pelo mercado consumidor (VARGAS et al., 2010; LUCENA et al., 2016).

Além disso, outros fatores empregados no manejo da cultura podem contribuir para uma melhoria na qualidade dos bulbos. Dentre eles, destaca-se o espaçamento entre plantas e o tamanho do bulbilho-semente utilizado no plantio. Alguns pesquisadores têm relatado que diferentes populações de plantas, assim como, diferentes tamanhos de bulbilho-semente podem promover diferentes aspectos relacionados à conservação pós-colheita e a qualidade comercial dos bulbos de alho, indicando os tratamentos mais apropriados para processamento e desidratação à indústria.

Segundo Randle (1997) a composição química e as características sensoriais de sabor e aroma dependem mais do fator genético do que das condições de cultivo, porém, a

composição química do bulbo e a intensidade do sabor são também dependentes das condições do meio de desenvolvimento da planta, bem como as práticas de manejo empregadas na cultura como, por exemplo, a densidade de plantio e o tamanho do bulbilho empregado no plantio.

Alguns estudos, em diversas regiões produtoras no Brasil, têm avaliado apenas o crescimento das plantas e a produtividade do alho em função da população de plantas e o tamanho do bulbilho-semente, no entanto, trabalhos relacionados à avaliação da qualidade pós-colheita não são encontrados com a mesma frequência. Esses fatores, também são extremamente importantes na seleção da cultivar, no manejo da cultura e aceitação pelo mercado consumidor, que é cada vez mais exigente. Desse modo, objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de bulbos de alho nobre convencional e livre vírus em função do tamanho de bulbilho-semente e espaçamento entre plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram implantados dois experimentos, sendo um constituído com o alho convencional (infectado por vírus) e o outro com o alho livre de vírus, desenvolvidos simultaneamente no período de maio a setembro de 2017, no município de Portalegre-RN (6°1'20"S, 38°1'45"W, 520 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Aw, clima tropical chuvoso, com inverno seco e com a estação chuvosa prolongando-se até o mês de julho, com médias pluviométricas anuais situando-se entre 800 e 1.200 mm (SEPLAN, 2014).

As condições de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica observadas durante a pesquisa estão expostas nas figuras 1, 2 e 3.

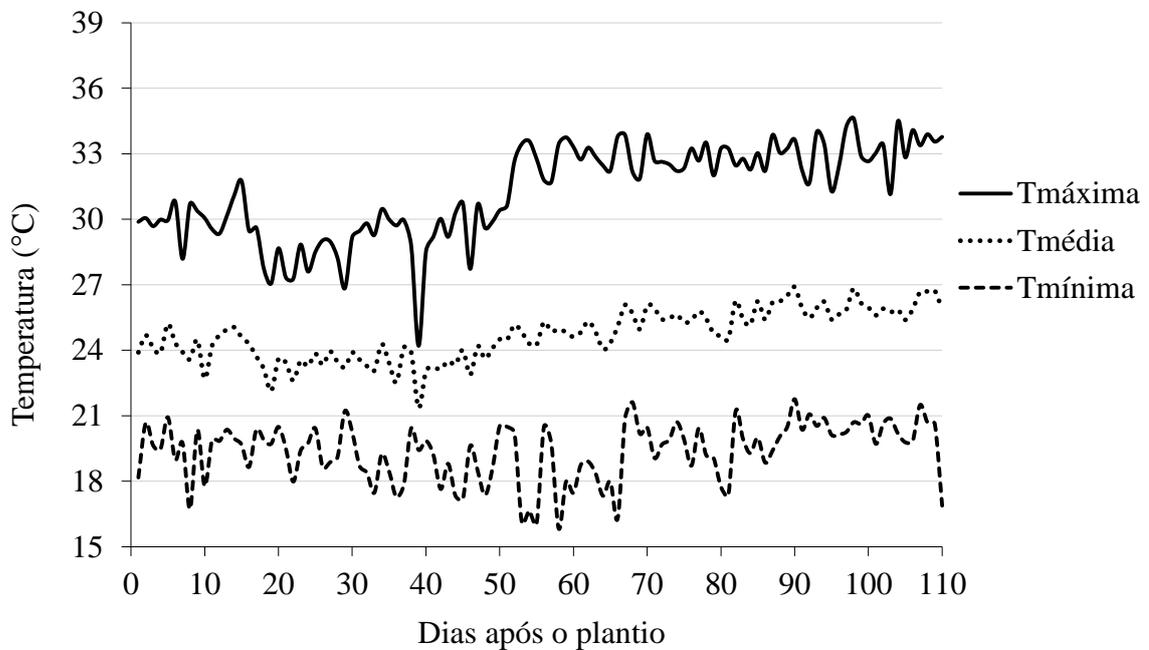


Figura 1. Temperatura do ar média, mínima e máxima, na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

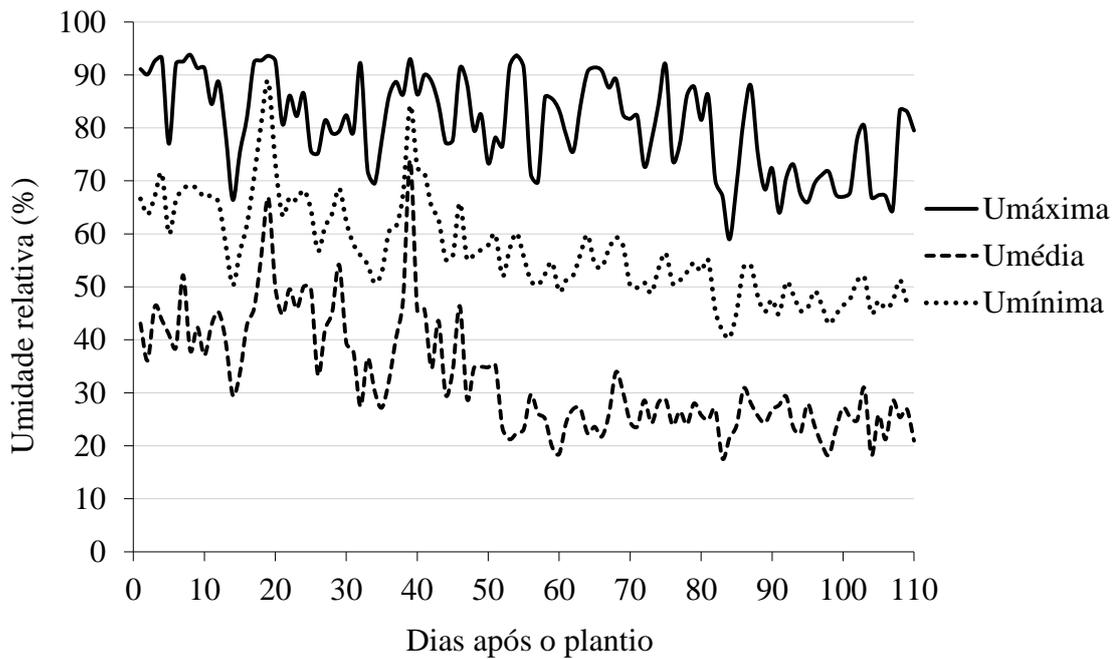


Figura 2. Umidade relativa do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

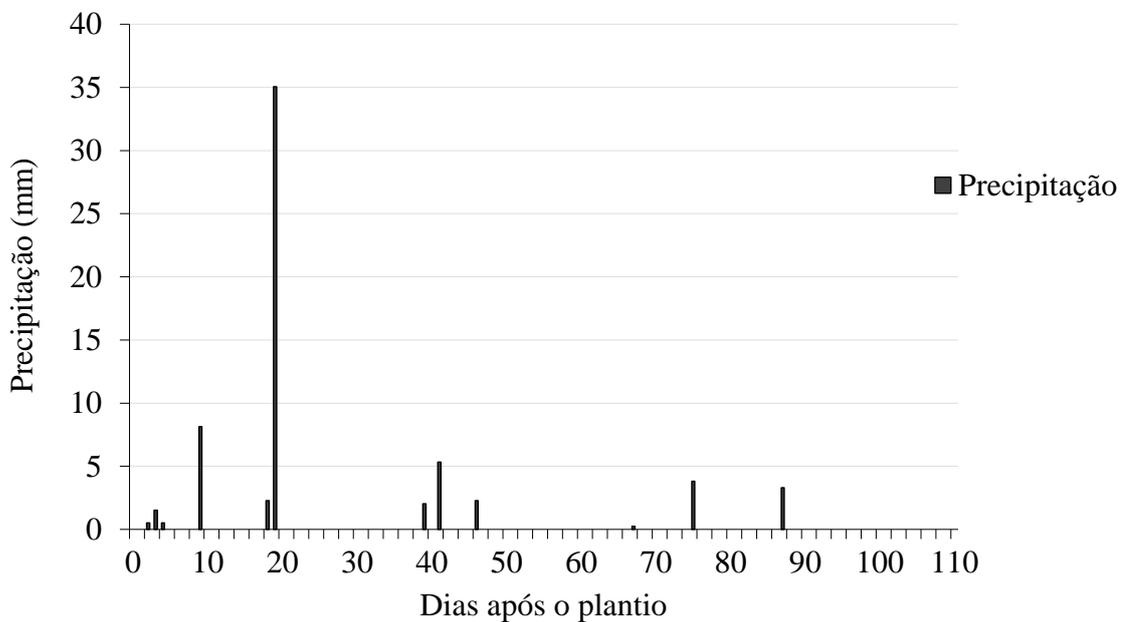


Figura 3. Precipitação pluviométrica na área durante o período de cultivo do alho. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

O solo do local onde foi produzido o alho foi classificado como Litossolo Eutrófico com A fraco de textura média (EMBRAPA, 2018), cuja análise química apresentou as

seguintes características: pH (H₂O) = 4,60; MO = 4,97 g Kg⁻¹; N = 0,07 g kg⁻¹; P = 5,3 mg dm⁻³; K = 79,7 mg dm⁻³; Na = 8,9 mg dm⁻³; Ca = 2,6 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,3 cmol_c dm⁻³; Al = 0,1 cmol_c dm⁻³.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelo tamanho dos bulbilhos: grandes, formado pelos bulbilhos retidos nas peneiras 1 e 2 (malhas de 15 x 25 mm e 10 x 20 mm, respectivamente) e bulbilhos pequenos, retidos nas peneiras 3 e 4 (malhas de 8 x 17 mm e 5 x 17 mm respectivamente), e as subparcelas pelos espaçamentos entre plantas: 7,5, 10, 12,5 e 15 cm, sendo fixado o espaçamento de 20 cm entre linhas, correspondendo as densidades de plantio 500.000, 375.000, 300.000 e 250.000 plantas ha⁻¹, respectivamente.

No alho-semente livre de vírus os bulbilhos de tamanho grande e pequeno, possuíam uma massa média variando de 1,51 a 2,32 g e 0,83 a 0,98 g, respectivamente. Enquanto que no alho convencional os bulbilhos continham uma massa média de 1,87 a 2,61 g e 0,91 a 1,28 g, respectivamente, do tamanho grande e pequeno.

A cultivar utilizada foi a Roxo Pérola de Caçador. Antes do plantio, os bulbos-sementes passaram pelo processo de vernalização durante 50 dias em uma câmara fria à temperatura de 4 °C ± 2 °C e umidade relativa de aproximadamente 70%. Os bulbos foram retirados da câmara fria um dia antes do plantio, para a realização da debulha. Depois de debulhados, os bulbilhos foram classificados por tamanho, de acordo com Regina e Rodrigues (1970) e plantados de acordo com os tratamentos adotados. Antes do plantio os bulbilhos foram tratados com solução de 2,5% de Iprodione, para prevenir possível ataque de patógenos de solo.

As subparcelas foram constituídas por canteiros de 0,2 m de altura, 1,0 m de largura e 1,50, 2,00, 2,50 e 3,00 m de comprimento, respectivamente, para os espaçamentos de 20 x 7,5 cm, 20 x 10 cm, 20 x 12,5 cm e 20 x 15 cm, com cinco linhas de plantio totalizando 100 plantas. A área útil de cada subparcela foi formada pelas três fileiras centrais, descartando-se uma planta de cada extremidade das fileiras, resultando em uma população de 54 plantas (Figura 4).

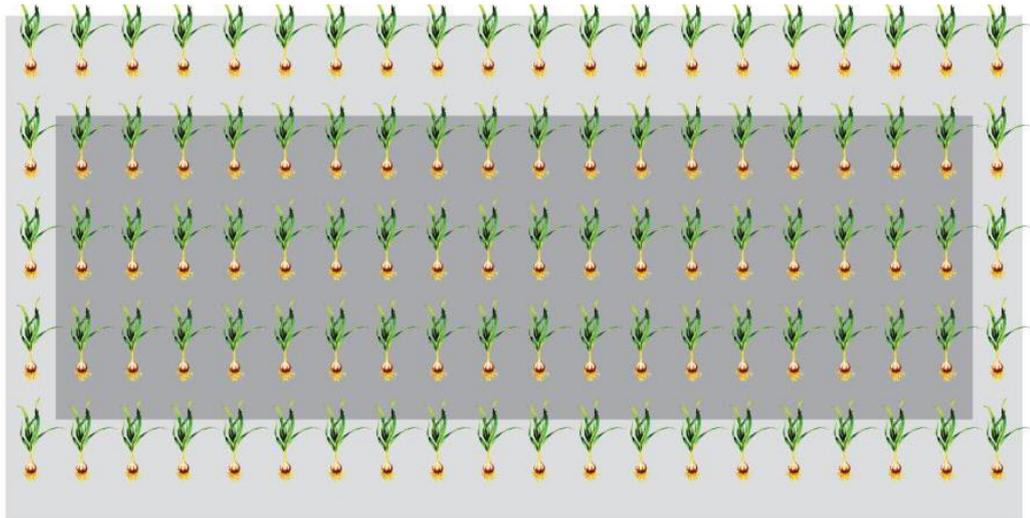


Figura 4. Representação gráfica da subparcela experimental de alho nobre submetido a diferentes tamanhos de bulbilhos e densidade de plantio. Portalegre-RN, UFERSA, 2017.

No preparo do solo realizou-se uma aração e uma gradagem, seguido do levantamento dos canteiros. A correção da acidez do solo foi feita por ocasião da confecção dos canteiros incorporando uniformemente 400 kg ha^{-1} de Ca(OH)_2 (Cal Extinta). Com base na análise química do solo e sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende et al. (2004), a adubação de plantio foi realizada constando de 30 kg ha^{-1} de N (Nitrato de Cálcio), 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Superfosfato simples), 60 kg ha^{-1} de K_2O (Cloreto de Potássio), 15 kg ha^{-1} de Mg (Sulfato de Magnésio), 12 kg ha^{-1} de Zn (Sulfato de Zinco), $1,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de B (Ácido bórico) e 40 t ha^{-1} de Pole Fértil[®] (à base de esterco bovino e de galinha), com 1% de N total, 15% de C orgânico, 50% de umidade, pH 6,0 e CTC de $80 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

As adubações em cobertura foram realizadas em duas aplicações, a primeira aos 20 e a segunda aos 50 dias após o plantio, utilizando 30 e 60 kg ha^{-1} de N, com nitrato de cálcio e ureia, respectivamente.

O controle de plantas daninhas foi realizado com capinas manuais sempre que necessário, de modo que as plantas permaneceram sempre no limpo. O controle fitossanitário foi realizado com produtos à base de mancozeb, para mancha púrpura. Para o controle de pragas, como tripses e ácaros, foi efetuado mediante pulverizações com produtos à base Clorfenapir.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 40 L h^{-1} para uma pressão de 200 KPa , sendo os microaspersores espaçados em $1,0 \text{ m}$ de comprimento nas subparcelas. A irrigação foi suspensa três dias antes da colheita, ao sinal de maturação das

plantas, caracterizado pelo amarelecimento e secamento parcial da parte aérea. A colheita foi realizada manualmente em torno de 104 dias \pm 4 dias após o plantio, em seguida as plantas foram submetidas ao processo de "pré-cura", permanecendo por três dias expostas ao sol. Posteriormente foi realizada a cura à sombra, por um período de 17 dias em local seco e arejado. Após o processo de cura, foi efetuado a limpeza e beneficiamento dos bulbos.

Após a limpeza, foram medidos os diâmetros de uma amostra de 10 bulbos por subparcela, em seguida, realizou-se a debulha. Todos os bulbilhos dessa amostra foram descascados manualmente e triturados com o auxílio de um processador, a partir de onde foram realizadas as análises. Foram analisadas as seguintes características:

a) Diâmetro de bulbo (mm): obtido por meio da média dos diâmetros transversais de dez bulbos de cada subparcela.

b) Sólidos solúveis (SS): determinado diretamente do suco de alho homogeneizado, filtrado em tecido fait, 100% poliéster, através de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, LTDA. Japan). Os resultados foram expressos em % (AOAC, 2002).

c) Açúcares solúveis totais (AST): quantificado por meio do método da Antrona, descrito por Yemm e Willis (1954). Diluiu-se 0,2 g da pasta de alho em água destilada, em balão volumétrico, até o volume de 100 mL, posteriormente, filtrou-se o material para obtenção do extrato. Em um tubo de ensaio, foram adicionados 50 μ L do extrato e 950 μ L de água destilada. Posteriormente, os tubos foram submetidos a um banho de gelo, onde permaneceram enquanto adicionava-se a solução de antrona (2 mL). Em seguida, os tubos foram agitados e retornados imediatamente para o banho de gelo, e em seguida, submetidos à banho-maria em ebulição por oito minutos. Resfriou-se em água gelada. Utilizou-se solução de glicose nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 mg L⁻¹ para obtenção da curva padrão. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 620 nm e os resultados expressos em g 100 g⁻¹ de pasta (%);

d) Acidez titulável (AT): utilizou-se 1 g de pasta de alho, diluída em água destilada até o volume de 50 mL. Adicionou-se duas gotas de fenolftaleína alcoólica à 1%. Realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1N, até o ponto de viragem caracterizada pela cor rosa, os resultados foram expressos em mEq H₃O⁺ 100⁻¹ g (IAL, 2005);

e) Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT): quantificada pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável;

f) Pungência: estimada por meio da determinação do ácido pirúvico, utilizando-se o reagente 2,4-Dinitrofenilhidrazina (DNPH), pelo método colorímetro descrito por Schwimmer e Weston (1961). Em Erlenmeyer foi adicionado 0,2 mL do suco do alho, 1,5 mL de ácido

tricloroacético 5% e 18,3 mL de água destilada, para obtenção do extrato. Agitou-se o material. Em tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato, 1 mL da solução de 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) e 1 mL de água destilada. O material foi agitado em vortex. Posteriormente, os tubos de ensaio foram levados à banho-maria a 37 °C durante 10 minutos. Resfriou-se o material em banho de gelo e adicionou-se 5 mL de NaOH 0,6N, por tubo de ensaio. Agitou-se em vortex, e manteve-se em repouso por cinco minutos para desenvolver a cor amarela. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro a 420 nm. O piruvato de sódio foi usado como padrão. O cálculo de pungência foi realizado pela elaboração da curva padrão do piruvato de sódio em sete concentrações (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 mmol L⁻¹). Os resultados foram expressos em µMoles de ácido pirúvico por mL de suco de alho;

g) Sólidos totais (ST): os bulbilhos de uma amostra de dez bulbos foram levados à uma estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 65 °C até atingirem massa constante. Os sólidos totais foram calculados pela diferença entre 100 e o teor de umidade dos bulbilhos, e os resultados expressos em g de sólidos totais/100 g de alho (%) (IAL, 2005);

h) Índice industrial (II): calculado pela fórmula $II = (\text{Sólidos totais} \times \text{ácido pirúvico}) 100^{-1}$, conforme Carvalho et al. (1991).

Os dados foram submetidos às análises de variância, para cada experimento isoladamente proveniente do campo. Observados os pressupostos para homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros entre os experimentos, os dados foram submetidos às análises de variância conjunta, sendo as médias referentes aos tamanhos dos bulbilhos e a sanidade do material comparadas pelo teste t ($P \leq 0,05$), com o auxílio do programa estatístico SISVAR[®] versão 5.4 (FERREIRA, 2011) e as médias referentes aos espaçamentos entre plantas comparadas por meio de análises de regressões, pelo teste F ($P \leq 0,05$), por meio do software Sigmaplot versão 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo da análise da variância das características avaliadas está apresentado no apêndice. Verificou-se interação significativa entre o espaçamento e sanidade de plantas para o diâmetro de bulbos. Efeito significativo isolado de sanidade sobre a acidez titulável, relação SS/AT, pungência, sólidos totais e índice industrial. Efeito do tamanho de bulbilho sobre a acidez titulável, relação SS/AT e diâmetro de bulbo e efeito isolado do espaçamento sobre a acidez titulável, sólidos solúveis, relação SS/AT, açúcares solúveis totais, pungência, sólidos totais e índice industrial (Tabelas 4A, 5A e 6A).

3.1 DIÂMETRO DE BULBOS

Constatou-se que o diâmetro de bulbos (DB) do alho proveniente de bulbilho grande (41,83 mm) foi superior ao de bulbilho pequeno (39,17 mm) (Tabela 1). Isto ocorre, pois, a planta oriunda de bulbilho-semente grande é capaz de desenvolver um índice de área foliar maior do que aquelas de um bulbilho-semente menor, o que, por sua vez, é refletido em maior acúmulo de fotoassimilados, resultando em maior DB (CASTELLANOS et al., 2004). Vale ressaltar que maiores reservas de carboidratos e minerais nos bulbilhos maiores produzem uma planta vigorosa que se estabelece mais rapidamente e se desenvolve mais do que as de menor tamanho (LENCHA e BUKE, 2017). Da mesma forma, Mahadeen (2011) relatou que o menor peso de bulbilho-semente afetou severamente o comprimento e o DB. Stahlschmit e Cavagnaro (1997) também verificaram que os bulbilhos maiores proporcionaram maior proporção de bulbos com maior diâmetro.

Tabela 1. Valores médios de diâmetro de bulbos de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Tamanho de bulbilho	Diâmetro de bulbos (mm)
Pequeno	39,17 b
Grande	41,83 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

A sanidade do alho-semente também influenciou o DB, sendo que as plantas livres de vírus, em todos os espaçamentos entre plantas, registraram maiores médias em relação ao material convencional, com bulbos distribuídos principalmente nas classes 4 (> 37 até 42 mm) e 5 (> 42 até 47 mm) (Tabela 2). Essa diferença entre as sanidades se justifica pelo maior vigor das plantas livres de vírus, com maior altura e número de folhas (dados não publicados), e provavelmente, com intensa taxa assimilatória líquida, o que resultou em bulbos de maior diâmetro transversal. De acordo com Henriques (2016), o aumento do DB está relacionado ao número e comprimento de folhas, bem como, à altura de plantas, desse modo, plantas com maior área foliar tem, por consequência, maior produção e translocação de fotoassimilados para o crescimento do bulbo.

Este resultado está concordante com o relatado por Resende et al. (2000), que também constataram superioridade no tamanho dos bulbos de cultivares de alho livre de vírus. Marodin (2014), em Planaltina-DF, relata que ao utilizar alho-semente livre de vírus houve aumento de 100% na proporção de bulbos grandes (diâmetro superior a 52 mm) comparadas às plantas convencionais e, com o uso do alho-semente convencional houve maior produção de bulbos não comerciais, isto é, com diâmetros inferiores a 32 mm.

Tabela 2. Valores médios de diâmetro de bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente, em cada espaçamento de plantio. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Diâmetro de bulbos (mm)			
	Espaçamentos entre plantas (cm)			
	7,5	10	12,5	15
Convencional	36,48 b	36,93 b	38,60 b	38,55 b
Livre de vírus	39,41 a	42,94 a	45,95 a	45,14 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

O DB, em função do espaçamento entre plantas, obteve comportamento crescente em ambas as sanidades de alho-semente, com mínimos de 36,36 (convencional) e 39,32 mm (livre de vírus) no espaçamento de 7,5 cm, e máximos estimados de 38,73 e 45,65 mm, no espaçamento de 15,0 cm, respectivamente, nas plantas convencionais e livre de vírus respectivamente (Figura 5).

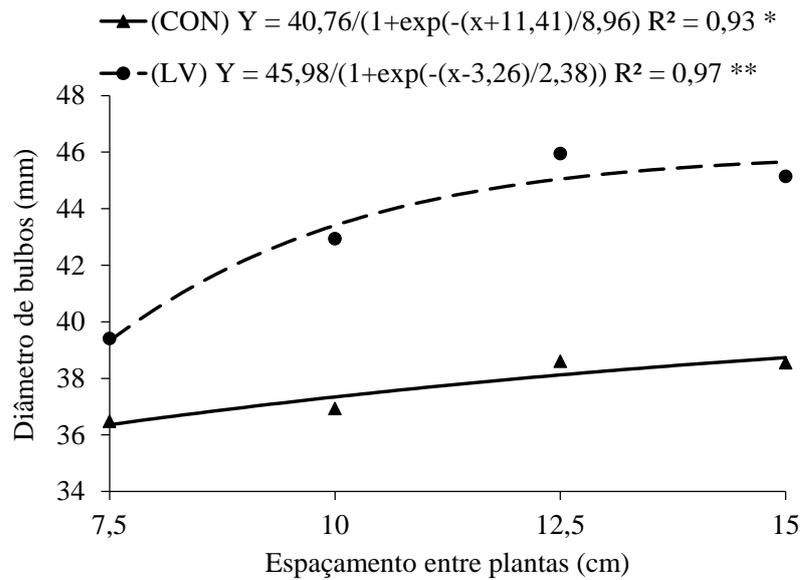


Figura 5. Diâmetro de bulbos de alho convencional (CON) e livre de vírus (LV) em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Esse aumento no tamanho do DB em densidades menores tem sido relatado por outros pesquisadores. Baixas densidades ou espaçamento entre plantas mais amplo permite maior captação de luz solar, para maior taxa fotossintética e principalmente menor competição por nutrientes e água entre as plantas, que por consequência, proporciona maior crescimento vegetativo, resultando em bulbos maiores e de maior diâmetro (KARAYE; YAKUBU, 2006; MORAVČEVIĆ et al., 2011).

Os resultados obtidos estão em conformidade com os encontrados por Mengesha e Tesfaye, (2015), que trabalhando com a cultivar Chiro (variedade local da Etiópia), com espaçamento fixo entre linhas e três espaçamentos entre plantas (10, 15 e 20 cm), verificaram que o DB aumentou com o aumento do espaçamento, com o maior DB (34,59 mm) obtido no espaçamento de 20 cm entre plantas e o menor diâmetro (30,44 mm) no espaçamento de 5 cm. Entretanto, Doro (2012), comparando quatro espaçamentos entre plantas (5, 10 15 e 20 cm), observou que não houve variação no DB entre os espaçamentos 10 e 15 cm, ao passo que, o espaçamento de 20 cm proporcionou DB maior em relação aos espaçamentos de 5 e 10 cm.

O mercado consumidor de alho prefere bulbos maiores e com menor número de bulbilhos por bulbo, isto é, bulbos de melhor qualidade que reflete diretamente na comercialização, onde bulbos com estas características alcançam as cotações mais elevadas.

3.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS E AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

O teor de sólidos solúveis (SS), em função do espaçamento entre plantas, registrou maior média (34,93 %) no espaçamento de 7,5 cm decrescendo até o mínimo de 34,02 % no espaçamento de 15,0 cm (Figura 6A).

Assim como para os SS, para os açúcares solúveis totais (AST) houve redução no teor com o aumento do espaçamento entre plantas, com máximo e mínimo estimados de 24,39 e 22,85%, nos espaçamentos de 7,5 e 15,0 cm, respectivamente (Figura 6B).

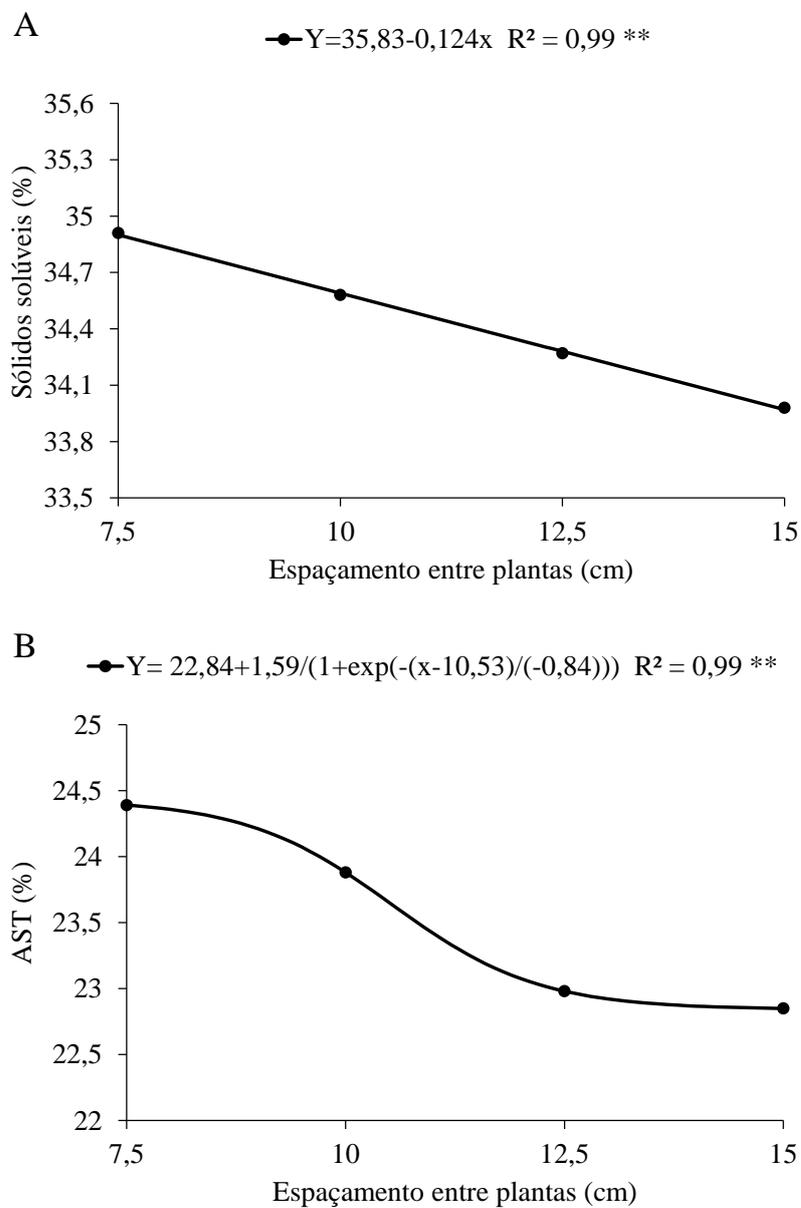


Figura 6. Sólidos solúveis (A) e açúcares solúveis totais (AST) (B) de bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

A redução nos SS e AST com o aumento do espaçamento entre plantas está relacionada com a maior massa média dos mesmos nos maiores espaçamentos, o que possivelmente ocorreu por efeito de diluição, reduzindo, portanto as suas médias. Além disso, de acordo com Vidya et al. (2013), essa redução pode ser devido a maior transpiração devido ao maior espaçamento, mantendo-se fotossinteticamente ativa onde há um maior gasto energético, em comparação às plantas em menor espaçamento e menor transpiração, e como resposta para isso, utiliza os carboidratos armazenados, resultando em menor produção sólidos solúveis.

Os teores de SS do bulbo de alho variam mais em função, principalmente, da interação cultivar x ambiente, bem como, o grau de maturação dos bulbos por ocasião da colheita, visto que, com a maturação e o amadurecimento dos bulbos, ocorre a hidrólise do amido e os açúcares complexos vão se transformando em açúcares simples (CHITARRA; CHITARRA, 2005; MATOS, 2007). Mas, podendo também variar discretamente em função de tratos culturais empregados antes, durante e após a colheita, como ocorreu neste estudo com a variação da densidade de plantas.

Vidya et al. (2013), avaliando cinco densidades de plantio na cultura do alho, verificaram que o teor máximo de SS (27,17 %) ocorreu no menor espaçamento entre as plantas (10 x 5 cm) e o mínimo (25,95 %) foi registrado no maior espaçamento (20 x 7,5 cm). Nesse trabalho, os autores observaram o mesmo comportamento para AST, com a maior média (7,8%) no espaçamento de 20 x 7,5 cm, abaixo dos que foram encontrados na presente pesquisa. Vale salientar que o elevado teor de açúcares, principalmente dos açúcares redutores, como a glicose e a frutose, é valorizado quando se visa à produção do chamado “alho negro”. Alhos com altos teores de frutose são os mais indicados para a produção desse tipo de alho e seu sabor é característico (adocicado), havendo atenuação no odor característico do alho durante o tratamento térmico (BOTREL; OLIVEIRA 2012).

Olfati et al. (2016), também avaliando características físico-químicas do alho em diferentes espaçamentos entre plantas (15, 25 e 35 cm), não verificaram diferença no teor de SS entre os espaçamentos, indicando assim, que a partir do espaçamento de 15 cm, não há influência sobre esta característica nos bulbos de alho.

Os SS são constituídos de açúcares e outras substâncias dissolvidas na seiva vacuolar, tais como vitaminas, pectinas, fenólicos e ácidos orgânicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para o alho, aproximadamente 60% dos SS são constituídos por açúcares, podendo atingir cerca de 90% dessa característica (BECKLES, 2012; LOPES et al., 2016).

3.3 ACIDEZ TITULÁVEL

Para a acidez titulável (AT), constatou-se que o alho proveniente de bulbilho-semente grande ($6,06 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100\text{g}^{-1}$) foi superior ao obtido de bulbilho-semente pequeno ($5,69 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100\text{g}^{-1}$) (Tabela 3). Analisando a sanidade do material, verificou-se que as plantas livres de vírus proporcionaram maior AT ($6,01 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100\text{g}^{-1}$), em relação às plantas convencionais ($5,74 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100\text{g}^{-1}$) (Tabela 4). Para os espaçamentos entre plantas, observou-se elevação dos teores de AT com o aumento dos espaçamentos, passando de $5,51$ ($7,5 \text{ cm}$) para $6,13 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100 \text{ g}^{-1}$ (15 cm) (Figura 7).

Tem-se observado por outros autores que as variações na AT estão mais relacionadas às características genéticas do material (cultivares) e ao ambiente de cultivo. Soares (2013) observou valores médios de AT entre $5,33$ e $7,76 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100 \text{ g}^{-1}$ ao avaliar onze cultivares no município de Governador Dix-sept Rosado-RN. Lucena et al. (2016), utilizando a cultivar BRS Hozan, observaram variações na AT entre $5,82$ e $6,54 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100 \text{ g}^{-1}$ em alho cultivado em Governador Dix-sept Rosado, RN, ao passo que em Baraúna, RN, a variação foi de $4,64$ a $8,44 \text{ mEq H}_3\text{O}^+ 100 \text{ g}^{-1}$.

A AT é um fator importante especialmente para indústria, pois quanto maior for a acidez, melhor é a característica industrial do alho (CHAGAS et al., 2003), visto que a AT tem uma relação direta com a concentração de ácidos orgânicos presentes nos produtos hortícolas, sendo um dos indicativos para avaliar o seu sabor e aroma (BESSA et al., 2017).

Tabela 3. Valores médios de acidez titulável em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Acidez titulável ($\text{mEq H}_3\text{O}^+/100\text{g}$)
Convencional	5,74 b
Livre de vírus	6,01 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Valores médios de acidez titulável de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Tamanho de bulbilho	Acidez titulável (mEq H ₃ O ⁺ /100g)
Pequeno	5,69 b
Grande	6,06 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

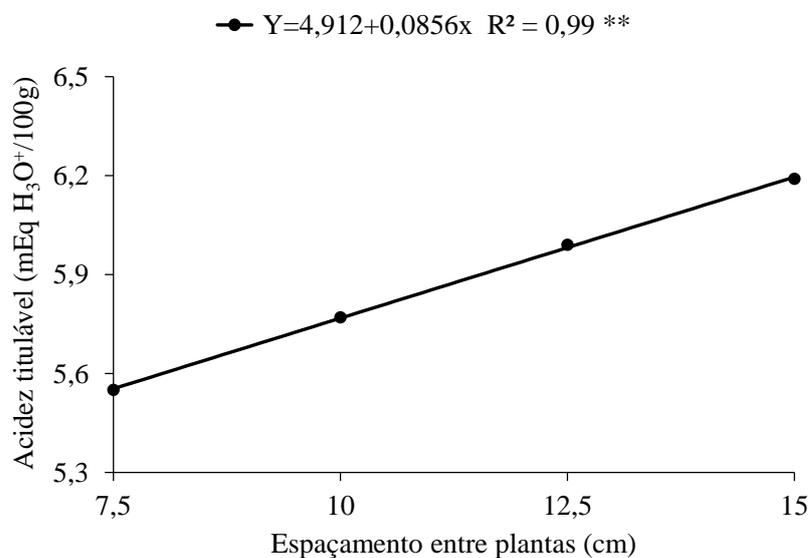


Figura 7. Acidez titulável em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

3.4 RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ TITULÁVEL (SS/AT)

Considerando a relação SS/AT, observou-se que o bulbilho-semente pequeno proporcionou relação SS/AT (6,10) superior ao bulbilho-semente grande (5,71) (Tabela 5). Considerando a sanidade do material, as plantas livres de vírus obtiveram menores relações SS/AT (5,75), em relação às plantas convencionais (6,06) (Tabela 6). Para os espaçamentos entre plantas, a relação SS/AT teve comportamento semelhante ao observado para sólidos solúveis, com máximo (6,35) e mínimo (5,56), respectivamente, nos espaçamentos de 7,5 e 15,0 cm (Figura 8).

As reduções na relação SS/AT em função do uso do alho-semente livre de vírus, do tamanho do bulbilho-semente grande e do aumento do espaçamento entre plantas ocorreram

devido principalmente ao aumento da acidez nesses tratamentos, visto que o teor de sólidos solúveis não diferiu para a sanidade do alho-semente e nem para o tamanho do bulbilho-semente e diminuiu com o aumento do espaçamento entre plantas.

A relação SS/AT é uma característica importante para se avaliar a qualidade pós-colheita das hortaliças, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos como critério de avaliação do aroma e sabor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Variação entre 4,42 e 5,91 na relação SS/AT foi observada por Lopes et al. (2016), com a cultivar Roxo Pérola de Caçador em Baraúna-RN e valores de 3,96 a 6,16 na relação SS/AT foram encontrados por Soares (2013), avaliando onze cultivares de alho.

Tabela 5. Valores médios da relação SS/AT em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	SS/AT
Convencional	6,06 a
Livre de vírus	5,75 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Valores médios da relação SS/AT em bulbos de alho nobre em função do tamanho do bulbilho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Tamanho de bulbilho	SS/AT
Pequeno	6,10 a
Grande	5,71 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

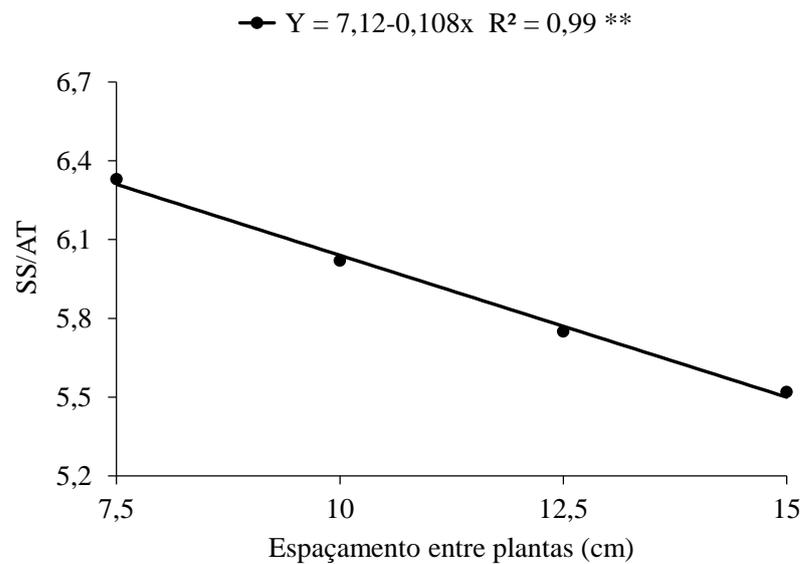


Figura 8. Relação SS/AT em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

3.5 PUNGÊNCIA

A pungência variou em função da sanidade do alho-semente, sendo que as plantas livres de vírus proporcionaram maior média (85,97 μMols de ácido pirúvico mL^{-1}) em comparação às plantas convencionais (78,29 μMols de ácido pirúvico mL^{-1}) (Tabela 7).

Houve aumento da pungência com o aumento do espaçamento entre plantas, com mínima estimada de 79,59 μMols de ácido pirúvico mL^{-1} , no espaçamento de 7,5 cm, aumentando principalmente, a partir do espaçamento de 10,0 até 12,5 cm, com o máximo de 84,55 μMols de ácido pirúvico mL^{-1} , no espaçamento de 15,0 cm entre plantas (Figura 9).

As maiores concentrações de ácido pirúvico nos bulbos foram obtidas nos tratamentos que possibilitaram melhor aclimação das plantas às condições de cultivo, quando também se observou maior vigor vegetativo em campo.

Taiz e Zeiger (2013) relatam que durante a fotossíntese a planta, através da energia da luz solar, utiliza dióxido de carbono e água, para obter glicose, que por sua vez é quebrada, ocorrendo a glicólise e a produção de ácido pirúvico. Tal informação pode ser confirmada pela combinação feita ao utilizar material livre de vírus e os espaçamentos entre plantas mais amplos, quando observou-se plantas com maior vigor vegetativo no campo, e por consequência obteve-se maior concentração de ácido pirúvico nos bulbos.

O grau de pungência no alho é diretamente proporcional ao teor de ácido pirúvico formado, pois, a determinação do teor de ácido pirúvico nos extratos de alho é uma das formas mais simples para se aferir a intensidade de pungência (VARGAS et al., 2010; SOARES, 2013), o que é um fator importantíssimo na escolha da matéria-prima, pois, segundo Feimberg (1973), quanto maior a pungência da matéria prima, mais pungente é o produto final, ou seja, bulbos com maiores teores de ácido pirúvico produzirão produtos industriais com melhores características de sabor e aroma, o que é desejado pelos consumidores.

Valores menores de pungência em relação a este estudo foram encontrados por Chagas et al. (2003) em Lavras, MG, que verificaram médias entre 46,20 e 55,01 μMols de ácido pirúvico g^{-1} utilizando cultivares seminobres. Porém, Lopes et al. (2016), também com cultivar Roxo Pérola de Caçador, verificaram valores mais próximos dos observados nesta pesquisa, com variações entre 80,59 a 99,40 μMoles de ácido pirúvico mL^{-1} . Variações mais expressivas estão relacionadas com a interação genótipo x ambiente, que pode influenciar fortemente a pungência (VARGAS et al., 2010), como foi verificado por Lucena et al. (2016), onde utilizando a cultivar Gigante do Núcleo observaram que quando cultivado em Governador Dix-sept Rosado-RN, obteve uma pungência média de 76,32 μMoles de ácido pirúvico mL^{-1} , ao passo que em Baraúna-RN, a pungência foi de 95,59 μMoles de ácido pirúvico mL^{-1} . Os dois municípios apresentam variações na altitude em torno de 90 m entre si, portanto, condições climáticas distintas.

Tabela 7. Valores médios de pungência em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Pungência (μMols de ácido pirúvico mL^{-1})
Convencional	78,29 b
Livre de vírus	85,97 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

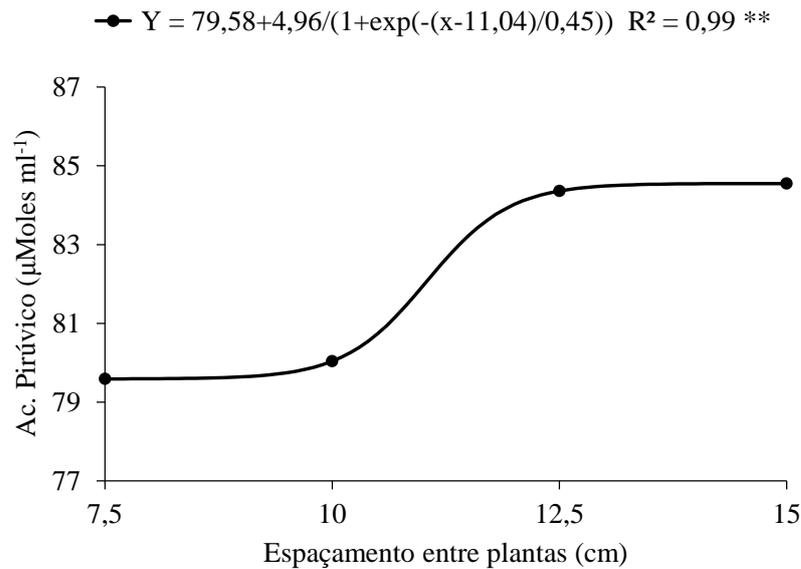


Figura 9. Pungência em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

3.6 SÓLIDOS TOTAIS

Com relação ao teor de sólidos totais (ST), observou-se que as plantas livres de vírus proporcionaram menor teor (34,32 %) em relação às plantas convencionais (35,21%) (Tabela 8).

Verificou-se comportamento exponencial decrescente de sólidos totais em função dos espaçamentos entre plantas, com máximo e mínimo estimados de 35,35 e 34,62%, respectivamente, nos espaçamentos de 7,5 e 15,0 cm (Figura 10). Essa redução pode estar relacionada a maior massa média dos bulbos das plantas proveniente de material livre de vírus e nos maiores espaçamentos entre plantas, traduzida, certamente, pela quantidade de água contida nos mesmos, o que reduziu a concentração de ST. Entretanto, obteve-se na presente pesquisa, em todos os tratamentos elevadas teores de sólidos totais, acima de 30%, considerado desejável quando se visa o processamento, proporcionando maior rendimento industrial (STRINGHETA E MENEZES SOBRINHO, 1986; CHAGAS et al., 2003).

Nesse sentido, Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que bulbos com altos teores de sólidos totais, acima de 30%, apresentam melhor capacidade de conservação pós-colheita. Os resultados obtidos demonstram que o alho produzido em Portalegre-RN apresenta, além do elevado potencial de armazenamento pós-colheita devido aos altos teores de ST, também oferece boas perspectivas para a industrialização.

Tabela 8. Valores médios de sólidos totais em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Sólidos totais (%)
Convencional	35,21 a
Livre de vírus	34,71 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

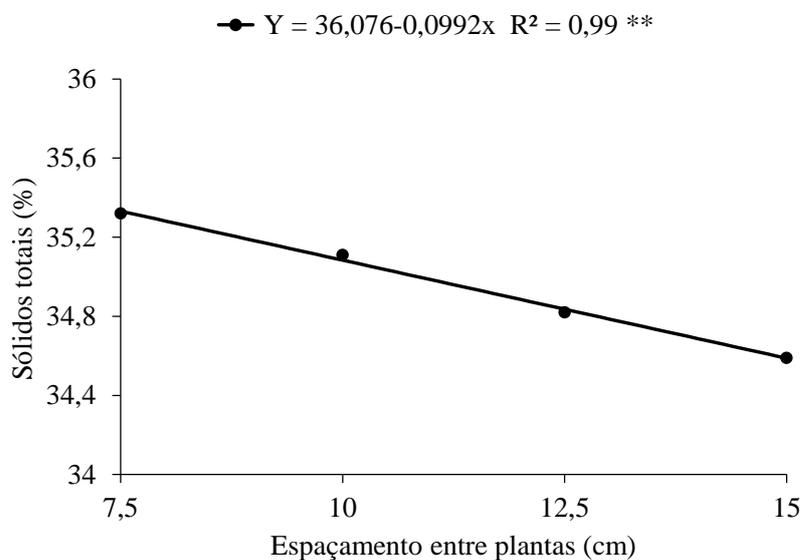


Figura 10. Sólidos totais em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

3.7 ÍNDICE INDUSTRIAL

Para o índice industrial (II), verificou-se que o melhor resultado foi proporcionado pelas plantas provenientes de material livre de vírus (29,83) em comparação às plantas convencionais (27,57) (Tabela 9).

Analisando os espaçamentos entre plantas, assim como para pungência (Figura 3A), o II seguiu o modelo sigmoide com um mínimo estimado de 28,09 no espaçamento de 7,5 cm entre plantas, aumentando, especialmente, a partir de 10,0 cm até atingir 29,22 no espaçamento de 12,5 cm, com tendência à estabilização, até o máximo estimado de 29,44 quando o alho foi plantado no espaçamento de 15 cm (Figura 11).

O II é uma característica muito importante principalmente quando se deseja obter alho para a desidratação. Essa característica é constituída da associação dos teores de ST com ácido pirúvico (LUCENA, et al., 2016). Assim, apesar do menor teor de ST para os bulbos provenientes do material livre de vírus, bem como para os maiores espaçamentos, as maiores médias de ácido pirúvico (pungência) para esses tratamentos foram mais expressivos, proporcionando maior II, que por sua vez, refletirá em maior rendimento e produtos com aroma mais acentuado.

O aroma do produto processado está diretamente relacionado aos teores iniciais de ácido pirúvico dos bulbos, onde no final do processo irá contribuir para uma melhor aceitação dessa hortaliça como condimento, seja na forma *in natura* ou industrializada.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que independentemente da sanidade do alho-semente, do tamanho de bulbilho-semente utilizado no plantio e do espaçamento entre plantas, o alho produzido na região também pode ser recomendado para a indústria, com boas características de sabor e aroma, por apresentar principalmente, elevados teores de pungência e índice industrial.

Tabela 9. Valores médios de índice industrial em bulbos de alho nobre em função da sanidade do alho-semente. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

Sanidade	Índice industrial
Convencional	27,57 b
Livre de vírus	29,83 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

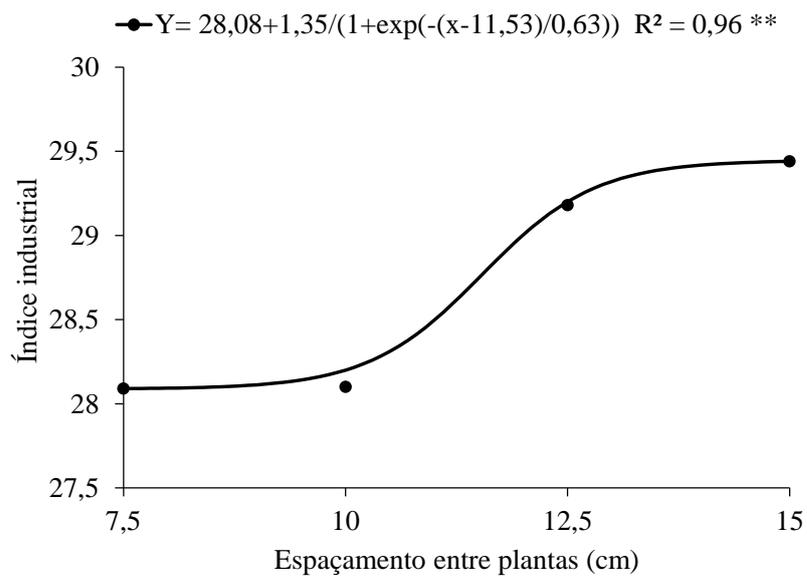


Figura 11. Índice industrial em bulbos de alho nobre em função do espaçamento entre plantas. Portalegre-RN. UFERSA, 2017.

4 CONCLUSÕES

O uso de bulbilho-semente grande proporcionou maior diâmetro de bulbo e acidez titulável.

Os teores de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, relação SS/AT e sólidos totais diminuíram com o aumento dos espaçamentos entre plantas.

O alho livre de vírus e os espaçamentos entre 12,5 e 15,0 cm promoveram maior diâmetro de bulbos, acidez titulável, pungência e índice industrial, possibilitando a produção de bulbos com melhor qualidade e com boas perspectivas para a industrialização.

REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Washington: AOAC, 2002. 1115p.
- BECKLES, D. M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 63, p. 129-140, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.05.016>>
- BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R.; SILVA, O. M. P.; LIMA, M. F. P.; OLIVEIRA, P. R. H.; SOUSA, H. C.; AGUIAR, A. F.; NEGREIROS, M. Z. Caracterização físico-química de alho ‘BRS Hozan’ e ‘Roxo Pérola de Caçador’ em função do tempo de armazenamento. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, Tunja, v. 11, n. 2, p. 368-377, 2017. . Disponível em: <<https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i2.5758>>
- BOTREL, N.; OLIVEIRA, V. R. Cultivares de cebola e alho para processamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52, 2012, Salvador. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Horticultura, 2012. p. S8420-S8434.
- CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; ABREU, C. M. P.; CHAGAS, S. J. R. Tempo de armazenamento na qualidade do alho cv. Amaranthe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 10, p. 1679-1684, 1991. . Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/21279/1/pab12_out_91.pdf>
- CASTELLANOS, J. Z.; VARGAS-TAPIA, P.; OJODEAGUA J. L.; HOYOS G. Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1272-1277, 2004. . Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/39/6/1272.abstract>>
- CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco. 2008. 198p.
- CHAGAS, S. J. R.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, L. V. Características qualitativas de cultivares de Alho no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição Especial, p. 1584-1588, 2003. . Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162450/1/Milanez.pdf>>
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita e frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. UFLA: ESAL/FAEPE, 2005, 785p.
- 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. . Disponível em: <<https://10.17582/journal.pjar/2017/30.4.380.385>>
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília-DF: Embrapa, 2018. 590p.

FEIMBERG, B. **Vegetables**. In: ARSDEL, W.B.V. et al. (Eds.). Food Dehydration. New York: AVI, v.2, p.43-55, 1973.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

HENRIQUES, G. P. S. A. **Resposta do alho nobre vernalizado à adubação nitrogenada nas condições de cultivo do semiárido tropical**. 2016. 94 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de Concentração em Práticas Culturais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo-SP, 2005. 533p.

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**, v. 5, n. 3, p. 260-264, 2006. . Disponível em: <<http://10.5897/AJB05.325>>

LENCHA, B.; BUKE, T. Effects of clove size and plant density on the bulb yield and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) in Sodo Zuria Woreda, southern wolaita zone. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 7, n. 21, p. 1-7, 2017. . Disponível em: <<https://iiste.org/Journals/index.php/JNSR/article/view/39928>>

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V.; LUCENA, R. R. M.; SOARES, A. M. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 231-238, 2016. . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200013>>

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MORAIS, P. L. D.; LOPES, W. A. R.; SOARES, A. M. Qualitative analysis of vernalized semi-noble garlic cultivars in western Rio Grande do Norte State, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 764–773, 2016. . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n329rc>>

MAHADEEN, A. Y. Influence of clove weight on vegetative growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) grown under drip irrigation. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 1, p. 44-50, 2011. . Disponível em: <<https://journals.ju.edu.jo/JJAS/article/view/2282>>

MARODIN, J. C. **Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do alho semente e da densidade de plantio**. 2014. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de Concentração em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MATOS, C. B. **Caracterização física, química, físico-química de cupuaçus (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng) Schum.) com diferentes formatos**. 2007. 41p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

MENGESHA, W.; TESFAYE, A. Effect of spacing in incidence and severity of garlic rust (*Puccinia allii*) and bulb yield and related traits of garlic at eastern Ethiopia. **Plant Pathology and Microbiology**, v. 6, n. 10, p. 314-317, 2015. . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4172/2157-7471.1000314>>

MORAVČEVIĆ, D.; BJELIĆ, V.; SAVIĆ, D.; VARGA, J.G.; BEATOVIĆ, D.; JELAČIĆ, S.; ZARIĆ, V. Effect of plant density on the characteristics of photosynthetic apparatus of garlic (*Allium sativum* var. *vulgare* L.). **African Journal of Biotechnology**, v.10, n. 71, p. 15861-15868, 2011. . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.105>>

OLFATI, J.; NAJAFABADI, M. M.; RABIEE M. Between-row spacing and local accession on the yield and quality of garlic. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 1, p. 112-121, 2016. . Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.865>>

OLIVEIRA, F. L.; DORIA, H.; TEODORO, R. B.; RESENDE, F. V. Características agronômicas de cultivares de alho em Diamantina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 355-359, 2010. . Disponível em: <<https://10.1590/S0102-05362010000300019>>

RANDLE, W. M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. **ACM Symposium Series**, Washington, v. 660, p. 41-42, 1997. . Disponível em: <<https://10.1021/bk-1997-0660.ch005>>

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

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Comunicado Técnico 22. Embrapa/CNPH. Brasília, 2004, 12p.

RESENDE, J. T. V. MORALES, R. G. F; ZANIN, D. S; RESENDE, F. V; PAULA, J. T; DIAS, D. M; GALVÃO, A. G. Caracterização morfológica, produtividade e rendimento comercial de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 157-162, 2013. . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000100025>>

RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 57, n. 1, 2000. . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000100011>>

SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 4, n. 9, p. 303-304, 1961. . Disponível em: <<https://10.1021/jf60116a018>>

SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do RN. **Perfil do Rio Grande do Norte**. Natal: SEPLAN, 2014.197p.

SOARES, A. M. **Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN**. 2013. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Área de Concentração em Práticas Culturais) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

STAHLSCHMIDT, O. M.; CAVAGNARO, J. B.; BORGIO R. Influence of planting date and seed clove size on leaf area and yield of two garlic cultivars (*Allium sativum* L.). **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 433, n. 1, p. 519-522, 1997. . Disponível em: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.433.56>>

STRINGHETA, P. C.; MENEZES SOBRINHO, J. A. Desidratação do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 50-55, 1986.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

VARGAS, V. C. S.; GONZÁLEZ, R. E.; SANCE, M. M.; BURBA, J. L.; CAMARGO, A. B. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la expresión del contenido de allicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum* L.). **Revista FCA UNCuyo**. Mendoza, v. 42, n. 2, p. 15-22, 2010. . Disponível em: <http://revista.fca.uncu.edu.ar/images/stories/pdfs/2010-02/T42_2_02_Soto.pdf>

VIDYA, G.; PADMA, M.; RAJKUMAR, M. Effect of planting time and plant densities on yield, quality and cost of production in garlic (*Allium sativum* L.) cv. Jamnagar. **The Asian Journal of Horticulture**, Nova Delhi, v. 8, n. 2, p. 552-555, 2013. . Disponível em: <http://www.researchjournal.co.in/upload/assignments/8_552-555.pdf>

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954. . Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1269789/>>

APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo da análise de variância para emergência (E), estande final (EF), número de folhas (NF) e altura de plantas (ALT) de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes densidades de plantio e tamanho de bulbilho. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

FV	GL	Quadrado médio			
		E	EF	NF	ALT
Bloco (Sanidade)	6	7,911	9,133	0,475	13,083
Sanidade (S)	1	435,765**	1287,1**	1,322**	1284,326**
Tamanho (T)	1	6,890 ^{ns}	15,494 ^{ns}	1,690**	327,157**
T x S	1	0,140 ^{ns}	0,488 ^{ns}	0,010 ^{ns}	59,482**
Erro 1	6	6,307	6,133	0,080	4,022
Espaçamento (E)	3	6,307 ^{ns}	5,906 ^{ns}	0,562**	71,217**
E x S	3	4,182 ^{ns}	3,764 ^{ns}	0,077 ^{ns}	11,513 ^{ns}
E x T	3	7,640 ^{ns}	9,634 ^{ns}	0,017 ^{ns}	1,906 ^{ns}
E x S x T	3	4,473 ^{ns}	6,635 ^{ns}	0,031 ^{ns}	2,005 ^{ns}
Erro 2	36	5,845	7,486	0,089	8,691
CV 1		2,67	2,70	4,68	3,47
CV 2		2,57	2,98	4,94	5,10

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 2A - Resumo da análise de variância para ciclo cultural (CC), percentagem de superbrotamento (PBS), número de bulbilhos por bulbos (NBB) e massa média de bulbos (MMB) de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes densidades de plantio e tamanho de bulbilho. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

FV	GL	Quadrado médio			
		CC	PSB	NBB	MMB
Bloco (Sanidade)	6	10,973	6,039	0,425	1,7
Sanidade (S)	1	984,39**	12823**	92,16**	1215,13**
Tamanho (T)	1	0,39 ^{ns}	48,146 ^{ns}	15,602 ^{ns}	347,775**
T x S	1	4,515 ^{ns}	33,828 ^{ns}	1,960 ^{ns}	66,728**
Erro 1	6	4,786	35,473	1,503	1,248
Espaçamento (E)	3	106,682**	630,028**	1,842 ^{ns}	284,064**
E x S	3	14,682 ^{ns}	248,427**	1,218 ^{ns}	93,087**
E x T	3	1,765 ^{ns}	51,125 ^{ns}	0,422 ^{ns}	17,941**
E x S x T	3	1,89 ^{ns}	48,948 ^{ns}	0,401 ^{ns}	14,216**
Erro 2	36	10,782	22,193	0,669	1,75
CV 1		2,09	33,92	11,14	5,13
CV 2		3,13	26,83	7,43	6,07

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 3A - Resumo da análise de variância para a produtividade total de bulbos (PTB), produtividade de bulbos comerciais (PBC), receita bruta (RB) e receita líquida (RL) de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes densidades de plantio e tamanho de bulbilho. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

FV	GL	Quadrado médio			
		PTB	PBC	RB	RL
Bloco (Sanidade)	6	0,261	0,401	$5,7 \cdot 10^7$	$5,7 \cdot 10^7$
Sanidade (S)	1	166,248**	233,363**	$2,6 \cdot 10^{10}$ **	$1,8 \cdot 10^{10}$ **
Tamanho (T)	1	35,002**	44,438**	$5,8 \cdot 10^9$ **	$5,2 \cdot 10^9$ **
T x S	1	6,306**	5,238**	$9,2 \cdot 10^8$ **	$8,4 \cdot 10^8$ **
Erro 1	6	0,103	0,158	$2,1 \cdot 10^7$	$2,2 \cdot 10^7$
Espaçamento (E)	3	10,063**	7,331**	$7,2 \cdot 10^8$ **	$8,4 \cdot 10^8$ **
E x S	3	4,78**	5,956**	$7,6 \cdot 10^8$ **	$9,2 \cdot 10^8$ **
E x T	3	0,81*	0,434 ^{ns}	$5,9 \cdot 10^7$ *	$6,8 \cdot 10^7$ *
E x S x T	3	1,499**	1,506*	$2 \cdot 10^8$ *	$2 \cdot 10^8$ *
Erro 2	36	0,285	0,431	$5,1 \cdot 10^7$	$5,1 \cdot 10^7$
CV 1		4,70	6,28	7,00	13,00
CV 2		7,80	10,35	10,81	10,06

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 4A - Resumo da análise de variância para diâmetro de bulbos (DB), sólidos solúveis (SS) e açúcares solúveis totais (AST) de bulbos de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

FV	GL	Quadrado médio		
		DB	SS	AST
Bloco (Sanidade)	6	3,74	0,17	3,33
Sanidade (S)	1	523,26**	0,68 ^{ns}	14,62 ^{ns}
Tamanho (T)	1	113,47**	0,02 ^{ns}	6,13 ^{ns}
T x S	1	0,01 ^{ns}	0,20 ^{ns}	18,41 ^{ns}
Erro 1	6	2,25	0,08	1,60
Espaçamento (E)	3	63,12**	2,56**	8,69**
E x S	3	15,02**	0,30 ^{ns}	2,02 ^{ns}
E x T	3	0,15 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,58 ^{ns}
E x S x T	3	1,23 ^{ns}	0,02 ^{ns}	3,51 ^{ns}
Erro 2	36	2,86	0,18	1,37
CV 1		3,71	0,83	5,38
CV 2		4,18	1,25	4,98

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{ns} Não significativo.

Tabela 5A - Resumo da análise de variância para acidez titulável (AT) e relação SS/AT de bulbos de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

FV	GL	Quadrado médio	
		AT	SS/AT
Bloco (Sanidade)	6	0,13	0,09
Sanidade (S)	1	1,13*	1,56*
Tamanho (T)	1	2,15*	2,49**
T x S	1	0,64 ^{ns}	0,53 ^{ns}
Erro 1	6	0,17	0,16
Espaçamento (E)	3	1,20**	1,92**
E x S	3	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}
E x T	3	0,27 ^{ns}	0,32 ^{ns}
E x S x T	3	0,26 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Erro 2	36	0,11	0,12
CV 1		7,01	6,92
CV 2		5,65	6,03

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade;

^{ns} Não significativo.

Tabela 6A - Resumo da análise de variância para sólidos totais (ST), pungência (PUNG) e índice industrial (II) de bulbos de alho nobre convencional e livre de vírus, submetido a diferentes tamanhos de bulbilho e espaçamentos entre plantas. Portalegre, RN. UFERSA, 2017.

FV	GL	Quadrado médio		
		ST	PUNG	II
Bloco (Sanidade)	6	0,17	33,72	4,06
Sanidade (S)	1	4,14*	942,49**	82,35*
Tamanho (T)	1	1,99 ^{ns}	7,11 ^{ns}	0,06 ^{ns}
T x S	1	0,07 ^{ns}	27,43 ^{ns}	4,02 ^{ns}
Erro 1	6	0,67	20,86	4,20
Espaçamento (E)	3	1,65**	115,33**	8,09*
E x S	3	0,74 ^{ns}	7,79 ^{ns}	2,17 ^{ns}
E x T	3	0,22 ^{ns}	18,75 ^{ns}	1,47 ^{ns}
E x S x T	3	0,22 ^{ns}	9,97 ^{ns}	1,89 ^{ns}
Erro 2	36	0,35	16,13	2,11
CV 1		2,35	5,56	7,14
CV 2		1,70	4,89	5,06

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade;

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo