

**RAFAELLA RAYANE MACEDO DE LUCENA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALITATIVO DE  
CULTIVARES DE ALHO SEMI-NOBRE VERNALIZADO  
NA MESORREGIÃO OESTE POTIGUAR**

**MOSSORÓ-RN  
2015**

RAFAELLA RAYANE MACEDO DE LUCENA

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE  
ALHO SEMI-NOBRE VERNALIZADO NA MESORREGIÃO OESTE  
POTIGUAR**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia para obtenção do título de Doutora em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADORA:  
Prof<sup>a</sup>. D.Sc. MARIA ZULEIDE DE NEGREIROS

MOSSORÓ-RN  
2015

**O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seu autor**

**Catálogo na Fonte  
Catálogo de Publicação na Fonte.  
UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ**

Lucena, Rafaella Rayane Macedo de.

Desempenho produtivo e qualitativo de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar / Rafaella Rayane Macedo de Lucena. - Mossoró, 2015.

126f: il.

1. Alho. 2. Frigorificação. 3. Hortaliça - cultivo de alho. 4. Vernalização. 5. Qualidade e produção - alho. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/382  
L935d

CDD: 635.26

RAFAELLA RAYANE MACEDO DE LUCENA

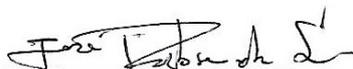
**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALITATIVO DE CULTIVARES DE  
ALHO SEMI-NOBRE VERNALIZADO NA MESORREGIÃO OESTE  
POTIGUAR**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia para obtenção do título de Doutora em Agronomia: Fitotecnia.

**APROVADA EM: 24 / 02 / 2015**



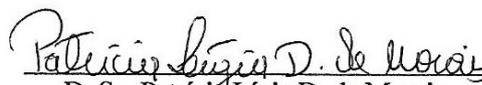
D. Sc. Francisco Vilela Resende  
EMBRAPA Hortaliças  
Conselheiro



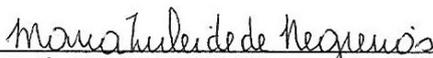
D. Sc. José Robson da Silva  
EMPARN  
Conselheiro



D. Sc. José Francismar de Medeiros  
UFERSA  
Conselheiro



D. Sc. Patrícia Lígia D. de Moraes  
UFERSA  
Conselheira



D. Sc. Maria Zuleide de Negreiros  
UFERSA  
Orientadora

Aos meus queridos pais, Lucena e Selma,  
pela excelente educação, dedicação, amor  
e, acima de tudo, por terem me ensinado  
que a felicidade está na simplicidade da  
vida.

### **DEDICO**

À verdadeira torcedora do bom êxito deste  
estudo, professora Maria Zuleide.

### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde e pela proteção; por ter me guiado pelo caminho certo durante todas as etapas de minha vida e, principalmente, por ter me aberto uma janela sempre que uma porta se fechava.

À UFRSA, pela transmissão de conhecimentos, contribuindo para minha formação acadêmica e qualificação profissional.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida durante o curso de doutorado.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

À EMBRAPA Hortaliças, em especial ao D. Sc. Francisco Vilela, pela disponibilidade de materiais, sobretudo por suas valiosas contribuições e ensinamentos.

À professora Maria Zuleide de Negreiros, pela excelente orientação, pelo apoio, amizade e, principalmente, pela eterna disposição em partilhar seus conhecimentos e experiências. Um verdadeiro exemplo de Mestre!

Aos professores Glauber Henrique, Leilson Grangeiro, Elisângela Cabral, José Espínola e Saulo Tasso pela colaboração sempre que solicitados.

A Fazenda Santa Luzia (Baraúna/RN) e à Fazenda Santana (Governador Dix-sept Rosado/RN), pelo apoio logístico à realização dos experimentos.

A todos da Horta do DCV/UFRSA, principalmente ao senhor Antônio, pela ajuda na realização das atividades de campo, bem como a todos do CPVSA/UFRSA, pela ajuda na realização das atividades de laboratório.

Aos conselheiros José Francismar, Patrícia Lígia e José Robson, pela participação na banca examinadora e pelas sugestões para elaboração desta tese.

Aos colegas de trabalho que se tornaram grandes amigos, Welder Lopes, Alinne Menezes, Otaciana Maria, Gabrielly Paula e Felipe Bruno, pela colaboração no decorrer dos experimentos, mas acima de tudo pela prazerosa amizade. Com vocês o

que era trabalho se tornava em resultados, o que era cansaço se tornava em resistência e o que era estresse se tornava em sorrisos. Grandes recordações!

Aos amigos que compartilharam dessa mesma jornada, Thaíza Mabelle, Saulo de Tarcio, Márcio Gledson, Paula Gracielly e Ana Carolina, pela amizade e pelos momentos de descontrações inesquecíveis.

Ao meu esposo, Jefferson Cunha da Silva, pelo amor, incentivo e companheirismo. Com toda certeza, tê-lo ao meu lado tornou essa jornada mais agradável.

Aos meus pais, João Batista de Lucena Filho e Selma Lopes Macedo de Lucena, pelo amor incondicional, pela dedicação, pelos ensinamentos raros e pelo apoio constante em minha vida; e à minha irmã Rakel Dayanne Macedo de Lucena, pelo amor e afeto dedicado a mim sempre.

Enfim, a todos os que colaboraram para a concretização de mais um sonho e que por falha minha não foram citados anteriormente. Sem a ajuda de todos jamais teria chegado até aqui.

**Muito Obrigada!**

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”*

**JOSÉ DE ALENCAR**

## RESUMO

LUCENA, Rafaella Rayane Macedo de. **Desempenho produtivo e qualitativo de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar**. 2015. 126p. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

O alho é uma das hortaliças de grande relevância econômica e social no Brasil. Entre os estados consumidores, o Rio Grande do Norte, especialmente, apesar de apresentar regiões com condições favoráveis ao cultivo de alho, atualmente, depende da importação deste produto para atender a sua demanda interna. A introdução de cultivares mais produtivas e de qualidade, com melhor aceitação de mercado, e ajustes da tecnologia de vernalização, ponto fundamental para adaptação de novas cultivares, são mecanismos que podem contribuir para revitalização do alho em regiões, anteriormente produtoras desta hortaliça. Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento, produção e qualidade de cultivares de alho semi-nobre, submetidas a diferentes períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente em dois municípios da Mesorregião Oeste Potiguar, desenvolveram-se dois experimentos, simultaneamente, em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, entre os meses de abril e novembro de 2012. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas cultivares semi-nobres Gigante do Núcleo e BRS Hozan e as subparcelas constituídas pelos períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente à  $4 \pm 1$  °C: 0, 10, 20 e 30 dias. Foram avaliados: emergência de plantas, altura de plantas, número de folhas, ciclo cultural, estande final, massa fresca total, percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos, número de bulbilhos, classificação de bulbilhos, massa média de bulbos, produtividade total, classificação de bulbos, diâmetro de bulbos, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, pungência, sólidos totais e índice industrial. A vernalização não proporcionou aumentos significativos na produtividade, entretanto o uso de 10 dias de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente possibilitou incrementos na qualidade do alho semi-nobre produzido em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado. As cultivares Gigante do Núcleo ( $4,56 \text{ t ha}^{-1}$ ) e BRS Hozan ( $4,42 \text{ t ha}^{-1}$ ) apresentaram maior produtividade em Baraúna. Neste município, o alho produzido apresentou maior diâmetro, além de pungência e sólidos totais, com índice industrial mais elevado e, portanto, melhor qualidade para industrialização (processamento ou desidratação).

**Palavras-chave:** *Allium sativum* L. Frigorificação. Produção. Qualidade.

## ABSTRACT

LUCENA, Rafaella Rayane Macedo de. **Productive and qualitative performance of semi-noble garlic cultivars vernalized in Mesoregion West Potiguar**. 2015. 126p. Thesis (Doctorate in Agronomy: Crop Science) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

Garlic is one of the vegetables of great economic and social relevance in Brazil. Among the consumer states, Rio Grande do Norte, especially, despite having regions with favorable conditions for growing garlic, currently, depends on imports of this product to meet its domestic demand. The introduction of more productive and quality cultivars, better market acceptance, and adjustments of vernalization technology, a key issue for adaptation of new cultivars, are mechanisms that can contribute to garlic revitalization in areas previously producing this vegetable. In order to evaluate the development, production and quality semi-noble garlic cultivars under different periods of pre-planting vernalization of seed bulbs in two city in the Mesoregion West Potiguar, we developed two experiments, simultaneously in Baraúna and Governador Dix-sept Rosado, between the months of April and November 2012. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in a split plot, being the plots represented by semi-noble cultivars Gigante do Núcleo and BRS Hozan and subplots consisted by periods of vernalization before planting the seed bulbs at  $4 \pm 1$  ° C: 0, 10, 20 and 30 days. We evaluated: plants emergency, plant height, leaf number, cultural cycle, final stand, mass fresh total, percentage of bulbs differentiation of bulbils, bulbils number, classification of bulbils, bulb average weight, yield total, classification bulbs, diameter of bulb, pH, titratable acidity, soluble solids, total soluble sugars, reducing sugars, pungency, total solids and industrial index. The vernalization did not provide increases significant in productivity, however, the use of 10 day of the vernalization pre-planting seed bulbs allowed in improving the quality of garlic semi-noble produced in Baraúna and Governador Dix-sept Rosado. The cultivars Gigante do Núcleo ( $4.56 \text{ t ha}^{-1}$ ) and BRS Hozan ( $4.42 \text{ t ha}^{-1}$ ) had higher yields in Baraúna. In this city, garlic produced showed greater diameter, pungency and total solids, with higher industrial index therefore better quality for industrialization (processing or dehydration).

**Keywords:** *Allium sativum* L. Frigorification. Production. Quality.

## CAPÍTULO II

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores médios de emergência de plantas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	53
Tabela 2 -	Valores médios de altura de plantas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	55
Tabela 3 -	Valores médios de estande final de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	61
Tabela 4 -	Valores médios de percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012..	65
Tabela 5 -	Valores médios de número de bulbilhos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	67
Tabela 6 -	Classificação de bulbilhos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e em Governador Dix-sept	

	Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	68
Tabela 7 -	Valores médios de produtividade total de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	72
Tabela 8 -	Classificação de bulbos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	73

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Temperatura média do ar da área experimental cultivada com alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	46
Figura 2 -	Umidade relativa média do ar da área experimental cultivada com alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	46
Figura 3 -	Precipitação pluviométrica da área experimental cultivada com alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	47
Figura 4 -	Representação gráfica da subparcela experimental de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, RN, UFERSA, 2012.....	48
Figura 5 -	Emergência de plantas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	52
Figura 6 -	Altura de plantas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	54
Figura 7 -	Número de folhas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.....	56

Figura 8 -	Número de folhas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	56
Figura 9 -	Ciclo cultural de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.....	58
Figura 10 -	Ciclo cultural de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	58
Figura 11 -	Estande final de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	60
Figura 12 -	Massa fresca total de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, RN, UFERSA, 2012.....	62
Figura 13 -	Massa fresca total de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	63
Figura 14 -	Massa média de bulbos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.....	70
Figura 15 -	Massa média de bulbos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	70

### CAPÍTULO III

#### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores médios de diâmetro de bulbos de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	92
Tabela 2 -	Valores médios de diâmetro de bulbos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	93
Tabela 3 -	Valores médios de pH de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	94
Tabela 4 -	Valores médios de acidez titulável de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	95
Tabela 5 -	Valores médios de açúcares solúveis totais de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	99
Tabela 6 -	Valores médios de açúcares redutores de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-	

	Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	100
Tabela 7 -	Valores médios de pungência de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	102
Tabela 8 -	Valores médios de índice industrial de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	107

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Sólidos solúveis de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.....	97
Figura 2 -	Sólidos solúveis de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.....	97
Figura 3 -	Sólidos totais de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.....	104
Figura 4 -	Sólidos totais de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado /RN. UFERSA, 2012.....	105

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>21</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>24</b>
2.1 ASPECTOS GERAIS DO ALHO.....	24
2.2 CULTIVO DO ALHO.....	25
<b>2.2.1 Exigências Climáticas.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2 Cultivares.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3 Vernalização.....</b>	<b>30</b>
2.3 QUALIDADE DO ALHO.....	32
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO II – DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE ALHO SEMI-NOBRE VERNALIZADO NA MESORREGIÃO OESTE POSTIGUAR.....</b>	<b>40</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>40</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>41</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>52</b>
3.1 EMERGÊNCIA DE PLANTAS.....	52
3.2 ALTURA DE PLANTAS.....	53
3.3 NÚMERO DE FOLHAS.....	55
3.4 CICLO CULTURAL.....	57
3.5 ESTANDE FINAL.....	59
3.6 MASSA FRESCA TOTAL.....	61

3.7 PERCENTAGEM DE BULBOS COM DIFERENCIAÇÃO DE BULBILHOS.....	64
3.8 NÚMERO DE BULBILHOS E CLASSIFICAÇÃO DE BULBILHOS.....	66
3.9 MASSA MÉDIA DE BULBOS.....	69
3.10 PRODUTIVIDADE TOTAL E CLASSIFICAÇÃO DE BULBOS.....	71
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>

<b>CAPÍTULO III – DESEMPENHO QUALITATIVO DE CULTIVARES DE ALHO SEMI-NOBRE VERNALIZADO NA MESORREGIÃO OESTE POSTIGUAR.....</b>	<b>81</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>81</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>82</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>83</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>85</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>91</b>
3.1 DIÂMETRO DE BULBOS.....	91
3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) E ACIDEZ TITULÁVEL .....	93
3.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS.....	96
3.4 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS.....	98
3.5 AÇÚCARES REDUTORES.....	100
3.6 PUNGÊNCIA.....	102
3.7 SÓLIDOS TOTAIS.....	104
3.8 ÍNDICE INDUSTRIAL.....	106
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>108</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>114</b>

## CAPÍTULO I INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

Entre as hortaliças produzidas e consumidas no mundo, o alho tem se destacado nos últimos anos. Na alimentação humana, essa hortaliça tem sido encontrada na forma *in natura* ou na forma de condimentos e produtos industrializados e, atualmente, diversos estudos sobre suas propriedades medicinais são realizados, sendo verificada sua contribuição na prevenção de diversas doenças, incluindo as de origem cardíaca e até mesmo circulatórias.

O alho é uma hortaliça de grande importância econômica, sendo considerada a quarta mais produzida no mundo, superada apenas pelo tomate, batata e cebola. Em 2011, atingiu uma produção mundial de 23.769.746 toneladas, onde o Brasil foi responsável por 106.639 toneladas, classificando-se como o décimo terceiro produtor desta hortaliça, com valor de produção superior a R\$ 474 milhões em 2011 (FAO, 2014; IBGE, 2014).

Apesar da importância da cultura no cenário nacional, atualmente o Brasil é o maior importador mundial, com produtos vindos principalmente da China e Argentina (SPOTO; GUTIERREZ, 2012). Entretanto, a produtividade nacional tem apresentado aumento gradativo nos últimos anos graças ao desenvolvimento de novas tecnologias e cultivares nas áreas produtoras (OLIVEIRA et al., 2010).

No Brasil, há registros de plantios comerciais de alho em todas as regiões, com exceção da região Norte, onde o calor excessivo e a elevada pluviosidade impedem o cultivo desta hortaliça. A região Centro-Oeste é responsável por 34,6%, ao passo que as regiões Sul, Sudeste e Nordeste produzem 37,8%, 20,8% e 6,8%, respectivamente.

Dentre os estados produtores, destacam-se Goiás, Santa Catarina, Minas Gerais e Bahia como responsáveis por mais de 90% da produção nacional (IBGE, 2014).

O estado do Rio Grande do Norte, especialmente, apesar de apresentar regiões com condições favoráveis ao cultivo de alho, atualmente, depende da importação deste produto para atender a sua demanda interna. Até o final da década de 80, 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, dependendo da época de plantio.

O município de Governador Dix-sept Rosado foi o único produtor de alho no Rio Grande do Norte. Após o ano de 1988, observou-se um declínio brusco na produção, chegando posteriormente a sua total eliminação. O baixo nível tecnológico usado pelos produtores, associado às condições climáticas desfavoráveis ao alho da região, o aumento da importação deste produto, a falta de incentivo por parte dos órgãos governamentais e a degenerescência da cultivar Branco Mossoró, que era a única cultivar produzida na época, constituem-se nos principais fatores de queda acentuada na produção (SOUZA, 1994; SOARES, 2013).

Desta forma, desenvolver mecanismos que permitam transferir aos produtores de alho tecnologias que contribuam para a revitalização do alho em áreas do Rio Grande do Norte, anteriormente produtoras desta hortaliça, tem sido o foco do presente estudo.

A revitalização do alho no Rio Grande do Norte implica em duas questões principais: recuperar as cultivares adaptadas às baixas altitudes através da limpeza clonal (isenção de vírus) e identificar regiões de altitude (acima de 600 mm) para o cultivo do alho semi-nobre e nobre vernalizado.

Inicialmente, deve-se ter ciência que as exigências do alho com relação ao fotoperíodo e à temperatura são os fatores que mais condicionam o seu cultivo. A adoção da técnica de vernalização tem possibilitado o plantio de cultivares de alho mais exigentes, como as originadas da Argentina e do Sul do país, em regiões onde as

condições termo-fotoperiódicas não satisfazem às exigências da planta (MACÊDO et al., 2009).

Apesar de a utilização da técnica de vernalização em pré-plantio ter possibilitado a produção de alho nobre, como as cultivares Roxo Pérola de Caçador, Quitéria, Chonan, Jonas e Ito, em regiões que não estão adaptadas (fotoperíodo curto e temperatura elevada), verifica-se que as diferentes cultivares (nobres e semi-nobres) não apresentam respostas similares à vernalização.

Na indicação de uma cultivar de alho para determinada região, é importante verificar se as técnicas disponíveis, como a vernalização dos bulbos-semente, influenciam o desenvolvimento e a produtividade das plantas, assim como a qualidade do alho produzido, pois os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto ao sabor, aroma e aparência dos produtos que estão consumindo.

Assim, o presente estudo propôs avaliar o desenvolvimento, a produção e a qualidade de dois materiais do grupo semi-nobre, considerando diferentes períodos de frigorificação pré-plantio dos bulbos-semente na Mesorregião Oeste Potiguar.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ASPECTOS GERAIS DO ALHO

O alho é uma das espécies cultivadas mais antigas. Devido as suas acentuadas características de sabor e aroma, é muito utilizado como condimento na cozinha brasileira, e praticamente em quase todos os países do globo (RESENDE; PEREIRA, 2009).

Usado na alimentação, *in natura*, cozido, frito ou desidratado, apresenta substâncias benéficas à saúde, como oligossacarídeos, glicosídeos esteroidais, flavonóides, antocianinas, óleos essenciais, pectinas, frutanos, vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C e E, dentre outras. Mas é o alto conteúdo de compostos voláteis de enxofre, em grande parte na forma de alicina, o responsável por suas propriedades medicinais (CUNHA, 2011).

O centro de origem do alho, apesar de controverso, é considerado na Ásia Central, onde parentes selvagens do atual alho foram encontrados (ETOH; SIMON, 2002; SIMON; JENDEREK, 2003; BREWSTER, 2008). Vários foram os eventos de domesticação da espécie, o que explica a elevada diversidade genética e adaptações às diferentes condições edafoclimáticas. O segundo centro de origem da espécie é a região do Mediterrâneo, se espalhando, em seguida, para China e Europa Ocidental e levado para a América por colonizadores espanhóis, portugueses e ingleses (LISBÃO et al., 1993).

O alho pertence à classe Monocotiledoneae, ordem Asparagales, família Alliaceae, gênero *Allium*, espécie *Allium sativum* L. (CUNHA, 2011).

É uma planta herbácea, normalmente alcançando 50 cm de altura ou mais, dependendo da cultivar; as folhas são lanceoladas – alongadas, estreitas – e cerosas,

cujas bainhas formam o pseudocaule; o caule é pequeno e achatado, semelhante a um disco ou prato; as gemas foliares subterrâneas, em condições adequadas, se desenvolverão em bulbilhos, formados pelas folhas de proteção, de reserva e de brotação, os quais, envolvidos por brácteas, formam o bulbo; as raízes são pouco ramificadas, porém profundas. Em algumas variedades, o pedúnculo floral surge do centro do bulbo, formando uma inflorescência do tipo umbela; não forma semente botânica, mas sim bulbilhos aéreos (SILVA; SILVA, 2009).

## 2.2 CULTIVO DO ALHO

### 2.2.1 Exigências Climáticas

O alho é originário de zonas temperadas da Ásia, exigindo baixas temperaturas para que ocorra a bulbificação e sendo bastante tolerante à geadas. A temperatura e o fotoperíodo (comprimento do dia) são os fatores relacionados ao clima que mais influenciam a bulbificação do alho. Esses fatores climáticos condicionam, portanto, o cultivo e, conseqüentemente, a produtividade e o resultado econômico final da cultura (MACÊDO et al., 2009).

A faixa de temperatura média mensal mais indicada para o bom desenvolvimento das plantas varia entre 13 e 24 °C. Temperaturas entre 20 e 30 °C favorecem apenas a formação da parte aérea, podendo prejudicar a bulbificação, e acima de 30 °C não favorece a formação de bulbo com bom aspecto comercial (MENEZES SOBRINHO et al., 2008).

Segundo Resende et al. (2004), a cultura exige temperaturas amenas (18 a 20 °C) na fase inicial do ciclo, temperaturas mais baixas (10 a 15 °C) durante o período de bulbificação e temperaturas mais elevadas (20 a 25 °C) na fase de maturação.

Pesquisas revelaram que as temperaturas médias do dia e da noite influenciam diretamente o crescimento e desenvolvimento do alho. Temperaturas mais elevadas resultaram em menor período para a emergência de plantas, além de reduzir o tempo para o início da bulbificação e o ciclo total da cultura. Entretanto, em virtude disso, verificou-se redução da massa seca de bulbo, resultando em baixa produtividade. Por outro lado, com a adoção de temperaturas mais amenas, o ciclo da cultura tornou-se mais tardio, obtendo-se, porém, alta produtividade (MACÊDO et al., 2009).

Quanto ao fotoperíodo, pode-se dizer que o alho é fisiologicamente uma espécie de dias longos. O fotoperíodo, assim como a temperatura, influencia o desenvolvimento da planta e, nesse caso, determina em que região e época cada cultivar deve ser plantada. Em condições de fotoperíodo insuficiente, ocorre crescimento vegetativo sem formação de bulbos. As cultivares originárias do Sul do Brasil, tais como Chonan, Quitéria, Caçador, Jonas e Ito, que exigem mais de quatorze horas diárias de luz e temperaturas mais baixas, somente bulbificam nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste quando os bulbos-semente são submetidos à vernalização em pré-plantio (RESENDE et al., 2004).

Acredita-se que exista forte interação entre temperatura e fotoperíodo. Portanto, para a indução da bulbificação é necessário que o alho receba o estímulo de temperaturas baixas nos bulbos-semente (com o uso da vernalização) e na parte aérea das plantas, seguido de fotoperíodo crescente.

As regiões Sul e Sudeste do país são as mais propícias para o cultivo do alho, justamente por apresentarem temperaturas e fotoperíodo favoráveis. Entretanto, desde que se use a cultivar adequada, o plantio do alho é viável em quase todo o país, com exceção da região Norte, onde só se conhecem experiências favoráveis em algumas regiões de altitude dos estados de Roraima e Rondônia (MENEZES SOBRINHO et al., 2008).

### 2.2.2 Cultivares

Dentre os fatores que afetam a produção de alho, destacam-se as cultivares, devido à ação diferencial dos genes em diferentes condições climáticas. Neste sentido, a avaliação de cultivares quanto à produtividade e qualidade de bulbos deve merecer destaque nas regiões produtoras ou que vislumbrem a possibilidade de ter o cultivo de alho como atividade econômica (RESENDE et al., 2003).

No Brasil, existem diversas cultivares disponíveis ao produtor, que variam em produção, morfologia e fisiologia da planta e do bulbo. Essas cultivares são divididas em dois grandes grupos: *nobres* e *comum* (MOTA et al., 2004; MOTA et al., 2006; SILVA; SILVA, 2009; RESENDE; GUERRA, 2012).

As cultivares do grupo nobre produzem bulbos de alto valor comercial. São caracterizadas por possuírem bulbos redondos e uniformes, com túnica de coloração branca e bulbilhos com película de coloração roxa intensa, grandes e com ausência de palitos, com 8 a 12 bulbilhos por bulbo. Apresentam o ciclo cultural mais longo, atingindo seis meses ou mais. São mais exigentes em fotoperíodo (mínimo 13 horas) e em frio, e apenas na região Sul encontram-se condições de temperatura e fotoperíodo suficientes para o cultivo dessas cultivares, em condições normais. Para serem plantadas nas regiões do Centro-Oeste, Sudeste e microrregiões do Norte e Nordeste, essas cultivares precisam ser vernalizadas. As cultivares Chonan, Roxo Pérola Caçador, Quitéria, Jonas, Ito e San Valentin são alguns exemplos desse grupo.

O alho comum, também chamado de tropical ou semi-nobre, compreende as cultivares mais rústicas e menos exigentes em condições edafoclimáticas, que produzem bulbos de formato e aparência menos atrativa para o consumidor. As cultivares desse grupo possuem bulbos com formato irregular, com túnica de coloração que varia de branca a creme com presença de estrias de antocianina. Seus bulbilhos têm película branca ou rosa e produzem um maior número de bulbilhos, cerca de 20 bulbilhos por bulbo, geralmente com presença de palitos. Enquadram-se nesse grupo as

cultivares de ciclo precoce (até quatro meses) e de ciclo intermediário (igual ou superior a cinco meses), ambas não necessitam de vernalização para produzir bulbos em regiões tropicais. São exemplos desse grupo as cultivares Branco Mineiro, Juréia, Cateto Roxo, Amaranite, Gigante do Núcleo, Gigante Roxo, Gravatá, Gigante Curitibanos e Hozan, podendo ser boa opção para pequeno produtor e cultivo orgânico.

Fatores como baixo peso de bulbos, presença de anormalidades fisiológicas e grande número de bulbilhos/bulbo, são a causa do baixo valor comercial de muitas cultivares plantadas no Brasil. Entre as cultivares existem variações inerentes tanto à própria cultivar, principalmente em relação ao ambiente, como à produtividade e à qualidade comercial (RESENDE et al., 2003). Essas variações podem ser observadas quando se faz um simples levantamento de dados pelas regiões produtoras de alho.

No estado do Paraná, por exemplo, município de Guarapuava, Zanin et al. (2010) avaliando doze cultivares comuns e/ou semi-nobres (Amarante, Gigante Livínia, Gigante Roxão, Gravatá, Chinês Real, Chinês São Joaquim, Hozan, Caturra, Cateto Roxo, Gigante Roxo, Peruano e Gigante do Núcleo) e oito cultivares nobres (Chonan, Roxo Pérola de Caçador, Quitéria, Jonas, Ito, San Valentim, Bergamota e Roxo Caxiense), verificaram que a cultivar San Valentim foi superior às demais em produtividade total e produção comercial de bulbos. As cultivares Roxo Caxiense e Peruano apresentaram as menores médias de produção comercial de bulbos, não diferindo estatisticamente das cultivares Bergamota, Chinês Real, BRS Hozan e Gigante Roxo. A cultivar Peruano destacou-se pela alta porcentagem de bulbos perfilhados.

Em Minas Gerais, Oliveira et al. (2010), avaliando o comportamento de cultivares de alho nas condições edafoclimáticas do município de Diamantina, observaram que as cultivares Hozan, Gigante de Lavínia, Chinês Real e Peruano apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo inicial, com maiores valores em altura de plantas, até os 60 dias. Com relação ao número de bulbilhos/bulbo, destacaram-se as cultivares Gravatá (16,5), Cateto Roxo PFLv (15,75), Cateto Roxo

(15,25) e Chinês Real (15,25). A ‘Gigante de Lavínia’ destacou-se com a maior produtividade comercial (12,61 t ha<sup>-1</sup>), seguida pelas cultivares Gravatá (10,87 t ha<sup>-1</sup>), Chinês Real (10,65 t ha<sup>-1</sup>), Cateto Roxo Pf Lv (10,63 t ha<sup>-1</sup>) e Caturra (9,68 t ha<sup>-1</sup>). A Amarante Gouveia, cultivada na região, apresentou produtividade de 7,50 t ha<sup>-1</sup>, valor inferior à média nacional (8,47 t ha<sup>-1</sup>).

No Piauí, município de Picos, Veloso et al. (1999) avaliaram as cultivares Branco Mineiro, Centenário, Amarante, Chinês, Cateto Roxo, Mexicano II, Cateto Roxo Local e Branco Mossoró, concluindo que a cultivar Branco Mossoró apresentou maior altura de plantas aos 60 e 90 dias após o plantio. Quanto à produtividade de bulbos comerciais, a cultivar Branco Mossoró foi a mais promissora (4,63 t ha<sup>-1</sup>), porém, não diferindo estatisticamente das cultivares Cateto Roxo Local (3,94 t ha<sup>-1</sup>) e Cateto Roxo (3,46 t ha<sup>-1</sup>). A cultivar Branco Mineiro teve comportamento semelhante a cultivar Cateto Roxo Local e Cateto Roxo. As menores produtividades comerciais foram observadas para as cultivares Chinês, Centenário, Amarante e Mexicano II. A cultivar Chinês teve a maior percentagem de bulbos não comerciais (80,05%).

No Rio Grande do Norte, município de Mossoró, Honorato et al. (2013) avaliaram o desempenho agrônomo de onze cultivares (Amarante, Branco Mossoró, Caturra, Chinês Real, Chinês de São Joaquim, Cateto Roxo, Gravatá, Gigante do Núcleo, Gigante Lavínia, Gigante Roxo e Hozan), observaram que as cultivares apresentaram comportamento diferenciado quando comparado com o de outros trabalhos, provavelmente como consequência da interação genótipo x ambiente. As cultivares Branco Mossoró, Caturra, Cateto Roxo e Gravatá apresentaram maior percentagem de plantas com bulbo e com maior diâmetro, indicando maior adaptabilidade dessas cultivares às condições de Mossoró. A cultivar Branco Mossoró registrou maior produtividade total de bulbos diferenciados (2,39 t ha<sup>-1</sup>).

Segundo Trani et al. (2005), a estabilidade da produção da cultura do alho pode estar na diversidade de uso de materiais genéticos nas lavouras, pois as produtividades de diferentes cultivares de alho apresentam variações em função das condições

edafoclimáticas da região e dos tratos culturais empregados na lavoura, incluindo as técnicas utilizadas.

### **2.2.3 Vernalização**

No Brasil, o uso da técnica de vernalização ou frigorificação tem permitido o plantio de alhos nobres em novas regiões. Tem possibilitado colheitas precoces, contribuindo para um melhor abastecimento interno e redução das importações (SEDOGUCHI et al., 2002).

A técnica consiste em submeter bulbos-semente em pré-plantio à baixa temperatura. A vernalização estimula a acumulação de hormônios (auxinas, giberelinas e citocininas) durante o período de tratamento, modificando o balanço hormonal, que inclui o aumento de giberelinas livres e de citocininas. Essas mudanças químicas são favorecidas pelas baixas temperaturas e estimulam alterações bioquímicas e morfológicas. As alterações morfológicas estão relacionadas às exigências fotoperiódicas das cultivares, que são alteradas com a vernalização (PEREIRA, 2000).

Na vernalização, o bulbo-semente é armazenado em câmara com temperatura de 3 a 5°C, por um período de 40-60 dias, com umidade relativa do ar entre 70 e 80%, sendo retirado da câmara às vésperas do plantio, pois a permanência desses fora da câmara por um longo período pode resultar na desvernalização, afetando a bulbificação (MACÊDO et al., 2009).

Entre os fatores que afetam a produtividade do alho vernalizado, destacam-se a cultivar, tamanho, origem e qualidade do bulbo-semente, manejo da câmara fria, época de plantio e ciclo, bem como manejo da irrigação e da adubação. A origem da semente tem grande importância devido à questão da dormência. O controle da dormência está ligado aos hormônios inibidores e promotores do crescimento. Temperaturas acima de 25 °C e temperaturas ao redor de 0 °C inibem a quebra da dormência do alho. O ponto

ideal do plantio do alho vernalizado, depois de passar pela câmara para receber o estímulo do frio, é quando o índice visual de dormência (IVD) atinge 90% (LUCINI, 2009).

Nas condições das regiões Sudeste, Centro-Oeste e microrregiões do Nordeste, que apresentam fotoperíodo curto e temperatura elevada, essa técnica em pré-plantio possibilitou o plantio de cultivares nobres, como Roxo Pérola Caçador, Quitéria, Chonan, Jonas e Ito, de maior cotação comercial (MACÊDO et al., 2009).

Souza e Macêdo (2004) avaliaram cultivares de alho nobre (Caçador 30, Caçador 40, Caçador, Caxiense, Chonan, Contestado, Gigante do Núcleo, Quitéria e Quitéria obtida por cultura de tecidos (CT)) submetidas à vernalização (4°C) por 50 dias na região de Lavras (MG), não observaram diferenças significativas entre as cultivares em relação à altura de plantas aos 60 dias após o plantio. A cultivar Caxiense apresentou a maior produção total de bulbos. As maiores produções comerciais de bulbos foram obtidas com as cultivares Quitéria e Caçador. Não foram observadas diferenças significativas de peso médio de bulbos e número de bulbilhos por bulbo da produção comercial entre as cultivares. A cultivar Gigante do Núcleo apresentou maior peso médio de bulbilho da produção comercial quando comparada com as cultivares Contestado, Quitéria (CT) e Caçador 30, que não diferiram entre si.

Nas condições climáticas de Seropédica, RJ, avaliou-se o desempenho de cultivares de alho submetidas à vernalização. Comparando cinco cultivares: Contestado 12, Gigante do Núcleo, Chonan Takashi, Quitéria e Caçador 30 e o efeito da vernalização dos bulbilhos, a 0, 20 e 35 dias, sobre diversas características da planta, foi possível verificar que para estas cultivares a vernalização exerceu efeitos marcantes sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas. Aos 30 dias do plantio, observou-se que para a cultivar Gigante do Núcleo a vernalização por 20 e 35 dias afetou negativamente a altura das plantas, indicando que esta cultivar não necessitou de vernalização. A cultivar Contestado 12 apresentou altura média de plantas significativamente maior que as demais quando submetida a 35 dias de armazenamento

refrigerado. E aos 150 dias do plantio nenhuma cultivar apresentou bulbificação completa, demonstrando que 35 dias de vernalização foi insuficiente para que ocorresse a bulbificação das cultivares de alho nobre (SEDOGUCHI et al., 2002).

Silva et al. (2000) submetem as cultivares Juréia, Gigante Roxo, Gigante Lavínia, Gravatá e Gigante Curitibanos à frigidificação em câmara por  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 0, 10, 20, 30 e 40 dias. Verificaram a antecipação da bulbificação com o aumento no tempo de frigidificação, reduzindo, assim, o ciclo da cultura. Entretanto, com o aumento no tempo de exposição dos bulbilhos à baixa temperatura, houve decréscimo na produção e aumento na porcentagem de bulbos não comerciais e superbrotados.

Existem grandes diferenças entre as cultivares quanto às reações à vernalização. Observam-se diferenças no ciclo, no aspecto da planta, na predisposição ao pseudoperfilhamento, na conservação pós-colheita, na produtividade e qualidade comercial. Desta forma, cultivares de alho recomendadas para um determinado país ou região não servem para indicação segura para plantio em qualquer outra região, sem avaliação prévia.

### 2.3 QUALIDADE DO ALHO

Em geral, a qualidade de um produto agrícola engloba atributos que levam em consideração as propriedades sensoriais, o valor nutritivo e multifuncional decorrentes dos componentes químicos, as propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos do produto. A importância desses atributos varia de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização: armazenamento, consumo *in natura* ou processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Diâmetro de bulbos, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez titulável, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, sólidos totais,

pungência, índice industrial, dentre outros, são variáveis importantes para a determinação da qualidade do alho (SOARES, 2013; LOPES, 2014).

As características físicas dos bulbos de alho, como diâmetro de bulbos, assumem importância na qualidade. A melhoria da qualidade reflete-se diretamente no mercado consumidor, onde as maiores cotações ao nível de comercialização recaem sobre cultivares que apresentem bulbos de maior tamanho e com pequeno número de bulbilhos (RESENDE, 1997). A norma brasileira estabelece 05 classes de tamanho, de 03 a 07, que variam de 32 a mais que 56, com uma variação de 05 mm nas três primeiras classes e de 09 mm na classe 06, que vai de 47 a 56 mm (MAPA, 1992).

O pH é um indicativo de sabor de uma hortaliça, tendo relação inversa à acidez. Contudo, a capacidade-tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH, que pode ser observado na cultura do alho (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A acidez em produtos hortícolas é atribuída principalmente aos ácidos orgânicos, que contribuem para o aroma característico, por apresentar componentes voláteis, e ainda compostos fenólicos, que apresentam caráter ácido, podendo de certa forma contribuir para a acidez e adstringência. Vale ressaltar que quanto mais elevada for a acidez, melhor será a característica industrial do alho, de vez que sendo expressa em percentagem de ácido pirúvico, o bulbo deverá conter um alto teor de pungência (CHAGAS et al., 2003).

A determinação do teor de sólidos solúveis também é de grande importância, pois nesta fração encontram-se os açúcares responsáveis em parte pelo sabor característico do alho (CARVALHO et al., 1987). Os açúcares presentes nas espécies do gênero *Allium* são glicose (1,0 %), frutose (1,5 %) e sacarose (1-1,5 %), juntamente com uma série de oligossacarídeos (CARVALHO et al., 1987; BARREIROS et al., 2005; PUIATTI; FERREIRA, 2005). Valores dos sólidos solúveis de 33,98, 31,41 e 35,96%, respectivamente, para as cultivares Gigante Curitibanos, Gigante Lavínia e Gigante Roxo foram encontrados por Oliveira (1999), assim como 0,48%, 0,47% e 0,44% para acidez titulável (% de ácido pirúvico) e 6,53, 6,45 e 6,54 para pH.

Para industrialização, a principal característica do alho é seu teor de sólidos totais (MASCARENHAS et al., 1981). Assim, cultivares com elevado nível de sólidos totais proporcionam maior rendimento industrial, reduzindo sensivelmente os custos de produção, pois menor quantidade de água deverá ser removida do produto (STRINGHETA; MENEZES SOBRINHO, 1986). O valor de sólidos totais do alho em comparação com outras hortaliças (cebola, cenoura, pimentão, tomate) é bastante acentuado, apresentando as melhores perspectivas para a desidratação.

A pungência é um fator essencial na escolha da matéria-prima, pois quanto maior, mais pungente é o sabor e aroma do produto acabado, o que é desejado pelos consumidores. A determinação do teor de ácido pirúvico nos extratos de alho é um dos meios mais simples para se aferir a intensidade da pungência, pois o grau de pungência no alho é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado (CHAGAS et al., 2003; VARGAS et al., 2010).

Alhos com elevados teores simultaneamente de sólidos totais e de ácido pirúvico apresentam melhor qualidade para a desidratação. Deste modo, quando se visa à obtenção de alho desidratado, a utilização do índice industrial torna-se mais adequada por ser resultado dos teores dos dois constituintes. Para essa característica, Chagas et al. (2003), nas condições da região sul de Minas Gerais, obtiveram para as cultivares Chinesão, Gigante de Lavínia e Amarante os índices de 20,47, 21,03 e 19,42, os maiores observados no experimento, além de sólidos totais de 38,63, 38,24 e 37,02% e pungência (% de ácido pirúvico) de 0,61, 0,58 e 0,71%, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

BARREIROS, R. C.; BOSSOLAN, G.; TRINDADE, C. E. P. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 377-389, 2005.

BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetable Alliums**. 2 ed. Wallingford: CAB International, 2008, 432p.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G.; LEITE, I. P. Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas cultivares de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 22, p. 733-740, 1987.

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.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA: ESAL/FAEPE, 2005, 785p.

CUNHA, C. P. **Desenvolvimento de marcadores microsatélites e caracterização da diversidade genética molecular de acessos de alho (*Allium sativum* L.)**. 2011. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

ETOH, T.; SIMON, P. W. Diversity, fertility and seed production of garlic. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. (Ed.). **Allium crop science: recent advances**. Wallingford: CAB International, p. 101-114, 2002.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. **Produção de alho**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

HONORATO, A. R. F.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V.; LOPES, W. A. R.; SOARES, A. M. Avaliação de cultivares de alho na região de Mossoró. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 80–88, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 27, n. 10, p. 1-5, out. 2014.

LISBÃO, R. S.; SIQUEIRA, W. J.; FORNASIER, J. B.; TRANI, P. E. Alho. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, v. 1, p. 222-253, 1993.

LOPES, W. A. R. **Produção e qualidade de alho nobre submetido a diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio em Baraúna, RN**. 2014. 112p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN.

LUCINI, M. A. **Produção de alho nobre vernalizado**. Curitiba, SC. ANAPA. 13p. 2009. Disponível em: < <http://www.anapa.com.br/principal/index.php/producao-nacional/742-producao-nacional-no-cerrado>>. Acesso em: 07 abr. 2010.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; SILVA, E. C. Exigências climáticas. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Coordenadores). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, p. 29-38, 2009.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria Nº 242 de 17/09/1992**. 1992. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)> Acesso em: 11 dez. 2012.

MASCARENHAS, M. H. T.; PÁDUA, J. G.; CARVALHO, V. D.; SATURNINO, H. M. Características químicas de 20 cultivares de alho (*Allium sativum* L.) visando a possibilidade de desidratação do produto. I. Janaúba (MG)-1978. In: **Projeto Olericultura**, relatório 77/78. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 25-27, 1981.

MENEZES SOBRINHO, J. A.; LOPES, C. A.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; CHARCHAR, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; CARRIJO, O. A.; BARBOSA, S. (4ª imp.) **Coleção Plantar**: A cultura do alho. 2008. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/100672/1/00013200.pdf>> Acesso em: 13 jun. 2012.

MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. D.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. D.; PAIVA, L. V. Diversidade genética de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) por meio de marcador molecular RAPD. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 764-770, 2004.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G.M.; SOUZA, R. J. D. Similaridade genética de cultivares de alho pela comparação de caracteres morfológicos, físico-químicos, produtivos e moleculares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 156-160, 2006.

OLIVEIRA, C. M. **Determinação do ponto de colheita em cultivares de alho**. 1999. 51p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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.

PEREIRA, A. J. **Desenvolvimento e produção de alho submetido a diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio**. 2000. 66p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PUIATTI, M.; FERREIRA, F. A. Cultura do alho. In: FONTES, P. C. R. (eds.). **Olericultura**: teoria e prática. 1 ed. Viçosa: UFV, p. 299-322, 2005.

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.; GUERRA, J. G. M. Cultivares de alho para agricultura orgânica. **Nosso Alho**, Brasília, v. 12, n. 15, p. 26-32, dez. 2012.

RESENDE, G. M. Desempenho de cultivares de alho no Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 127-130, 1997.

RESENDE, G. M.; CHAGAS, S. J. R.; PEREIRA, L. V. Características produtivas e qualitativas de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 686-689, 2003.

RESENDE, G. M.; PEREIRA, A. J. Importância Econômica. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Coordenadores). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, p. 11-18, 2009.

SEDOGUCHI, E. T.; CARMO, M. G. F.; PARRAGA, M. S.; TOZANI, R.; ARAÚJO, M. L. Características morfológicas, de produção e efeitos da vernalização sobre cultivares de alho em duas épocas de plantio em Seropédica-RJ. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1/2, p. 42-47, 2002.

SILVA, E. C.; SILVA, R. J. Botânica e Cultivares. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Coordenadores). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, p. 19-28, 2009.

SILVA, E. C.; SOUZA, R. J.; SANTOS, V. S. Efeitos do tempo de frigorificação em cultivares de alho (*Allium sativum* L.) provenientes de cultura de meristemas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 939-946, 2000.

SIMON, P. W.; JENDEREK, M. M. Flowering, seed production and the genesis of garlic breeding. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 23, p. 211-244, 2003.

SOARES, A. M. **Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN**. 2013. 104p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN.

SOUZA, F. V. S. **A importância da cultura do alho no desenvolvimento do município de Governador Dix-sept Rosado-RN**. 1994. 53p. Monografia (Graduação em Agronomia), Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró, RN.

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

SPOTO, M. H. F.; GUTIERREZ, A. S. D. O poder de condimentação do alho. **Nosso Alho**, Brasília, v. 4, n. 13, p. 23-26, 2012.

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

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; FOLTRAN, D. E.; TIVELLI, S. W.; RIBEIRO, I. J. A. Avaliação dos acessos de alho pertencentes à coleção do Instituto Agronômico de Campinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 935-939, 2005.

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, Argentina, v. 42, n. 2, p. 15-22, 2010.

VELOSO, M. E. C.; DUARTE, R. L. R.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. B.; RIBEIRO, V. Q. Características comerciais de alho em Picos, PI. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 234-237, 1999.

ZANIN, D. S.; RESENDE, J. T. V.; GOUVEIA, A. M. S.; PAULA, J. T.; MARODIN, J. C.; MORALES, R. G. F. Avaliação de cultivares de alho nobre e seminobre na região Centro-Sul do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2 (Suplemento - CD Rom), p. S1599-S1605, 2010.

**CAPÍTULO II**  
**DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE ALHO SEMI-NOBRE**  
**VERNALIZADO NA MESORREGIÃO OESTE POTIGUAR**

**RESUMO**

Com o presente estudo, objetivou-se avaliar o desenvolvimento e a produção de cultivares de alho semi-nobre, submetidas a diferentes períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente em dois municípios da Mesorregião Oeste Potiguar. A pesquisa constou de dois experimentos desenvolvidos, simultaneamente, em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, entre os meses de abril e novembro de 2012. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan e as subparcelas constituídas pelos períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente à  $4 \pm 1$  °C: 0, 10, 20 e 30 dias. Foram avaliados: emergência de plantas, altura de plantas, número de folhas, ciclo cultural, estande final, massa fresca total, percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos, número de bulbilhos, classificação de bulbilhos, massa média de bulbos, produtividade total e classificação de bulbos. O uso da vernalização, embora tenha melhorado a adaptação das cultivares nos locais de plantio, favorecendo a emergência de plantas, a altura de plantas, o número de folhas e o estande final, não proporcionou aumentos significativos na produtividade, e, portanto, essa tecnologia não deve ser utilizada para produção deste tipo de alho na região. Em Baraúna, a cultivar Gigante do Núcleo mostrou-se adaptada, apresentando uma produtividade de  $4,56 \text{ t ha}^{-1}$  sem o uso da vernalização, enquanto a cultivar BRS Hozan obteve uma produtividade de  $4,42 \text{ t ha}^{-1}$  quando vernalizada por 10 dias em pré-plantio. Em Governador Dix-sept Rosado, a vernalização de até 10 dias melhorou a adaptação de ambas as cultivares, entretanto, sem aumentos significativos na produtividade.

**Palavras-chave:** *Allium sativum* L. Frigorificação. Bulbos com diferenciação de bulbilhos. Produtividade.

## PRODUCTIVE PERFORMANCE OF CULTIVARS OF GARLIC SEMI-NOBLE VERNALIZED IN MESOREGION WEST POTIGUAR

### ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the development and production of semi-noble garlic cultivars submitted to different periods of vernalization pre-planting of garlic seed in of two towns in Mesoregion West Potiguar. The study consisted of two experiments developed simultaneously in Baraúna and Governador Dix-sept Rosado, between April and November 2012. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in split plots with the plots represented by the cultivars 'Gigante do Núcleo' and 'BRS Hozan' and subplots consisting of the vernalization periods of pre-planting of garlic seed at  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ : 0, 10, 20 and 30 days. We evaluated: plants emergency, plant height, leaf number, cultural cycle, final stand, mass fresh total, percentage of bulbs differentiation of bulbils, bulbils number, classification of bulbils, bulb average weight, yield total and classification bulbs. The use of vernalization, though improved adaptation of the cultivars in planting sites, facilitating the emergence of plants, plant height, number of leaves and the stand final, provided no significant increases in yield, and therefore this technology should not be used for production of this type of garlic in the region. In Baraúna, cultivar Gigante do Núcleo proved to be adapted, with yield of  $4.56 \text{ t ha}^{-1}$  without the use of vernalization, while BRS Hozan obtained yield of  $4.42 \text{ t ha}^{-1}$  when vernalized by 10 days pre-planting. In Governador Dix-sept Rosado, vernalization of 10 days improved the adaptation of both cultivars, however, no significant increases in yield.

**Keywords:** *Allium sativum* L. Frigorification. Bulbs differentiation of bulbils. Yield.

## 1 INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça de grande relevância econômica e social no Brasil, principalmente por ser cultivada majoritariamente por pequenos agricultores e necessitar de mão de obra em grande escala (LIMA et al., 2008). O seu uso tem sido observado na farmacologia, na nutrição humana e animal, na agricultura, tanto na forma *in natura* como na industrializada, bem como no controle biológico de pragas (CUNHA, 2011).

Apesar da importância da cultura no cenário nacional, atualmente o Brasil é o maior importador mundial, sendo os principais fornecedores de alho a China e a Argentina (SPOTO; GUTIERREZ, 2012; LUCINI, 2014). Entretanto, a produtividade nacional tem apresentado um aumento gradativo nos últimos anos graças ao desenvolvimento de novas tecnologias e cultivares mais produtivas de alho, o que possibilitou a expansão do cultivo da hortaliça para novas áreas de plantio em algumas regiões do país (OLIVEIRA et al., 2010).

O Rio Grande do Norte, atualmente, depende da importação deste produto para atender a sua demanda interna. Até o final 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, dependendo da época de plantio.

O único produtor de alho do Estado, naquela época, era o município de Governador Dix-sept Rosado, onde o cultivo era realizado, principalmente, no leito do rio Mossoró, por produtores de baixo poder aquisitivo, utilizando técnicas ainda rudimentares. Assim, a época de plantio dependia do abaixamento das águas, o que ocorria, muitas vezes, no mês de setembro, quando as temperaturas em elevação comprometiam a produção e a qualidade dos bulbos produzidos, mesmo empregando a cultivar regional Branco Mossoró. Com a criação do MERCOSUL, que facilitou a

entrada de alho da Argentina, e posteriormente, importação de alho da China e de outras regiões do Brasil, aliado ao uso de cultivar de baixa qualidade e sistema de produção rudimentar, o alho deixou de ser produzido no Estado.

As exigências do alho com relação ao fotoperíodo e à temperatura são alguns dos fatores que mais condicionam o cultivo dessa hortaliça. As cultivares existentes diferem entre si quanto às exigências ao fotoperíodo e temperatura, permitindo, assim, certa flexibilidade quanto à época e local de plantio (MACÊDO et al., 2009).

Nos últimos anos, a adoção da prática de vernalização tem possibilitado o plantio de cultivares de alho nobre originado da Argentina e do Sul do país em regiões onde as condições termo-fotoperiódicas não satisfazem às exigências da planta (MACÊDO et al., 2009). Existem grandes diferenças entre as cultivares quanto às reações a vernalização. Observam-se diferenças no ciclo, no aspecto da planta, na predisposição ao pseudoperfilhamento, na conservação pós-colheita, na produtividade e na qualidade comercial.

Para as cultivares de alho comum e/ou semi-nobre, a vernalização tem se mostrado prejudicial nas regiões onde essas cultivares estão adaptadas. Neste caso, tem se observado reduções significativas no desenvolvimento e na produtividade da cultura. As cultivares semi-nobre, especialmente, apresentam pouca adaptação à região Nordeste, como foi verificado por Honorato et al. (2013) e Soares (2013), apresentando baixo índice de bulbos com diferenciação de bulbilhos e baixa produtividade. Assim, acredita-se que períodos curtos de vernalização (inferiores a 30 dias) possam aumentar a adaptabilidade do alho semi-nobre à região Nordeste, similarmente ao alho nobre, o qual, quando vernalizado, estendeu suas áreas de cultivo do Sul para outras regiões do Brasil.

A introdução de cultivares mais produtivas, com melhor aceitação de mercado, e ajustes da tecnologia de vernalização, ponto fundamental para adaptação de novas cultivares, são mecanismos que podem contribuir para revitalização do alho em regiões, anteriormente produtoras desta hortaliça.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o desenvolvimento e a produção de cultivares de alho semi-nobre, submetidas a diferentes períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente em dois municípios da Mesorregião Oeste Potiguar.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa constou de dois experimentos desenvolvidos simultaneamente e manejados igualmente, em dois locais da Mesorregião Oeste Potiguar, entre os meses de abril e novembro de 2012.

O primeiro experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, Comunidade de Juremal, município de Baraúna, RN, em solo classificado como Cambissolo Háptico de textura média (EMBRAPA, 2006), cuja análise química de amostras de solo coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou as seguintes características: pH H<sub>2</sub>O = 5,80, P = 2,70 mg dm<sup>-3</sup>, K = 216,00 mg dm<sup>-3</sup>, Na = 5,80 mg dm<sup>-3</sup>, Ca = 4,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 0,93 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al = 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e MO = 7,79 g kg<sup>-1</sup>. O município de Baraúna está localizado a 5°04' de latitude sul e longitude de 37°37' a oeste de Greenwich, e a 120 m de altitude, possuindo fotoperíodo com pouca variação, em torno de 12 horas, durante todo o ano.

O segundo experimento foi desenvolvido na Fazenda Santana, município de Governador Dix-sept Rosado, RN, em solo classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico de textura média (EMBRAPA, 2006), cuja análise química de amostras de solo coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou as seguintes características: pH H<sub>2</sub>O = 7,78, P = 382,40 mg dm<sup>-3</sup>, K = 153,2 mg dm<sup>-3</sup>, Na = 16,10 mg dm<sup>-3</sup>, Ca = 7,03 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 0,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al = 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e MO = 10,90 g kg<sup>-1</sup>. O município de Governador Dix-sept Rosado está localizado a 5°27' de latitude sul e longitude de 37°31' a oeste de Greenwich, e a 34 m de altitude, possuindo fotoperíodo com pouca variação, em torno de 12 horas, durante todo o ano.

As condições de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica observadas nos locais dos experimentos foram determinadas a partir de estações micrometeorológicas, e estão apresentadas nas figuras 1, 2 e 3, respectivamente.

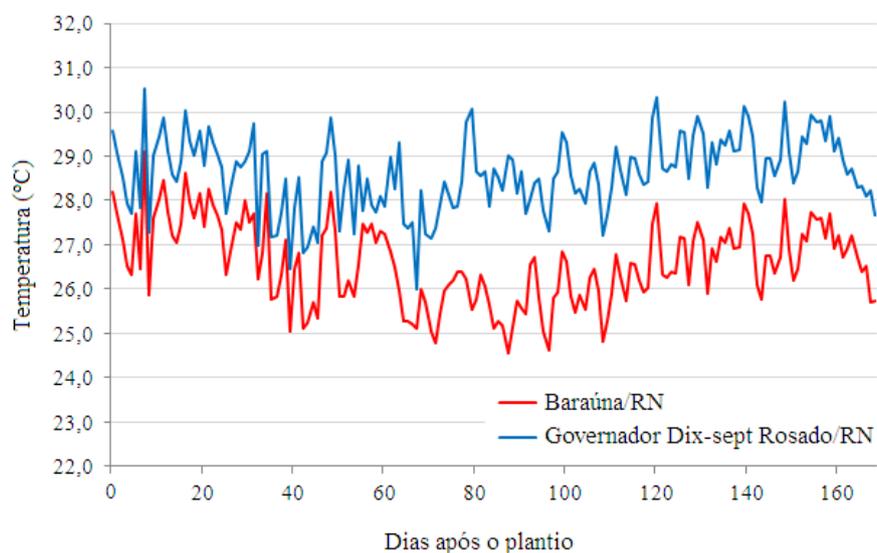


Figura 1 - Temperatura média do ar da área experimental cultivada com alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

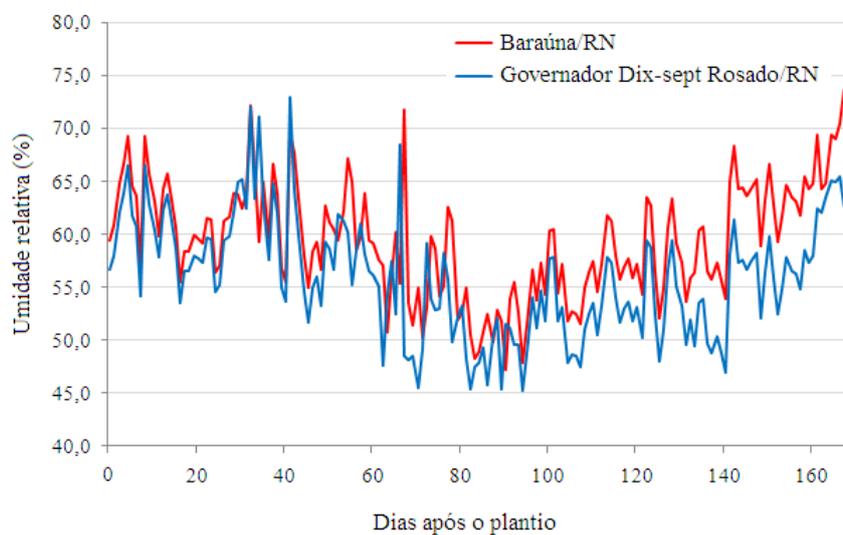


Figura 2 – Umidade relativa média do ar da área experimental cultivada com alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

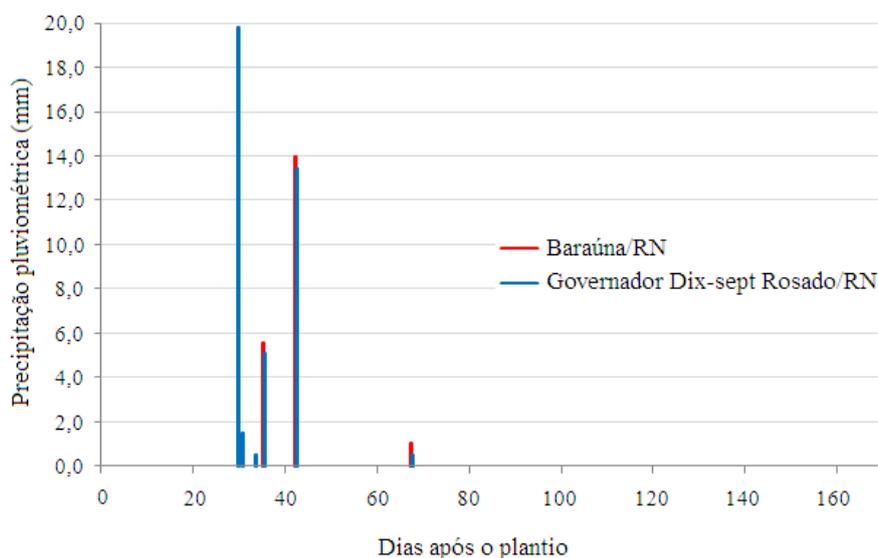


Figura 3 - Precipitação pluviométrica da área experimental cultivada com alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

O delineamento experimental adotado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan e as subparcelas constituídas pelos períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente: 0, 10, 20 e 30 dias.

As cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan pertencem ao grupo semi-nobre que apresenta as seguintes características: ciclo médio, colheita entre 130 a 150 dias; bulbos redondos com túnicas de cor creme com estrias de antocianina, conferindo um aspecto arroxeadado ao bulbo; bulbos com oito a quinze bulbilhos (dentes); bulbilhos rosados, alongados e perfeitamente encaixados na estrutura do bulbo.

Antes dos plantios, realizados nos dias 18 e 21 de maio de 2012 (Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, respectivamente), os bulbos-semente passaram pelo processo de vernalização em câmara fria à temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e umidade

relativa de 70-80 %. A entrada dos bulbos-semente de cada tratamento na câmara fria se fez de modo que o plantio dos bulbilhos de todas as subparcelas ocorresse no mesmo período. Concluído o período de vernalização, os bulbos-semente foram retirados da câmara fria para a realização da debulha e classificação dos bulbilhos (REGINA; RODRIGUES, 1970), sendo que os bulbilhos retidos nas peneiras 1 e 2 foram plantados nos blocos 1 e 2, e os retidos na peneira 3, plantados nos blocos 3 e 4, com o intuito de reduzir as variações dentro de cada bloco.

As subparcelas foram constituídas por canteiros de 0,20 m de altura, 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento, com cinco linhas de plantio. Os bulbilhos foram plantados a uma profundidade de 0,05 m, com espaçamento de 0,20 m entre linhas e 0,10 m entre plantas, com área total e útil de 2,0 m<sup>2</sup> e 1,08 m<sup>2</sup>, respectivamente, totalizando 100 plantas por subparcela, com 54 plantas úteis (Figura 4).

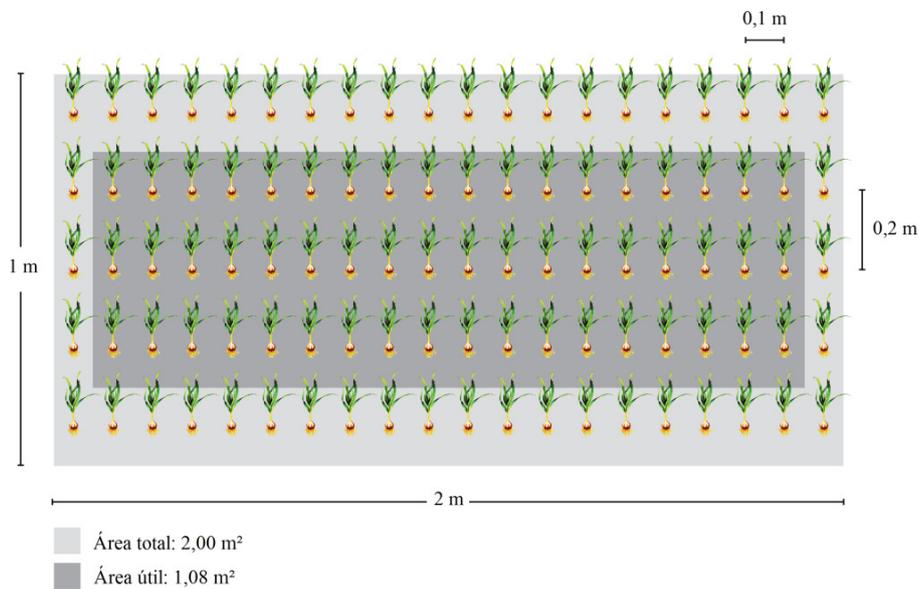


Figura 4 - Representação gráfica da subparcela experimental de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, RN, UFERSA, 2012.

O preparo do solo constou de uma aração e uma gradagem, seguido do levantamento dos canteiros, onde se realizou a adubação de plantio baseada na análise do solo de ambos os locais, e sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende et al. (2004) para a cultura do alho. Realizou-se a adubação de plantio com 40 t ha<sup>-1</sup> de Pole Fértil (à base de esterco bovino e de galinha), 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio), 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), 15 kg ha<sup>-1</sup> de Mg (sulfato de magnésio), 7 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (sulfato de zinco) e 1,7 kg ha<sup>-1</sup> de B (ácido bórico). As adubações de cobertura realizaram-se em duas aplicações, uma aos 30 dias após o plantio do alho, com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (uréia) e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), e outra aos 60 dias com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (uréia).

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 27 L h<sup>-1</sup> por microaspersor, pressão de 200 KPa, sendo dois microaspersores por subparcela, e a quantidade de água aplicada estimada de acordo com a evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998). Este método leva em consideração a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) e o Kc da cultura para cada estágio de desenvolvimento. A fim de monitorar a umidade do solo durante a condução dos experimentos, foram instalados tensiômetros a 0,15 e 0,30 m de profundidade, em duas repetições para cada experimento.

Visando a prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas pulverizações com produtos a base de Mancozeb (Manzate®, 2,5 g L<sup>-1</sup>) em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e/ou ácaros, foi efetuado mediante pulverizações alternadas em intervalos de quinze dias com produto à base de Clorfernapi (Pirate®, 0,5 mL L<sup>-1</sup>) ou Deltametrina (Decis®, 0,3 mL L<sup>-1</sup>). Já o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente nas subparcelas e com enxadas entre os canteiros, de modo que as plantas permanecessem sempre no limpo.

A colheita foi realizada à medida que as plantas apresentaram sinais de maturação, como amarelecimento e seca das folhas em cerca de 2/3 da parte aérea das plantas. Após a colheita, os bulbos foram submetidos ao processo de cura ao sol

durante três dias. Neste processo, as plantas foram dispostas em linhas, de forma que as folhas de uma planta cobrissem os bulbos da planta da linha seguinte, protegendo-as do sol. Posteriormente, procedeu-se a cura à sombra em uma área ampla e ventilada, por um período de sete dias. Após o processo de cura, realizou-se o toailete dos bulbos, destacando-se a parte aérea, a 1 cm dos bulbos, e as raízes do caule.

Foram avaliadas as seguintes características:

**Emergência de plantas (%)** - por meio da contagem do número de plantas emergidas aos 40 dias após o plantio (DAP).

**Altura de plantas (cm planta<sup>-1</sup>)** - determinada aos 73 DAP pela distância entre o nível do solo até a extremidade da folha mais comprida.

**Número de folhas (folhas planta<sup>-1</sup>)** - por meio da contagem do número de folhas fotossinteticamente ativas por planta aos 73 DAP.

**Ciclo cultural (dias)** - determinado pelo número de dias entre o plantio e a colheita.

**Estande final (plantas ha<sup>-1</sup>)** - por meio da contagem do número de plantas colhidas em relação ao estande inicial.

**Massa fresca total (t ha<sup>-1</sup>)** - obtida da pesagem de todas as plantas colhidas, considerando-se a parte aérea, bulbos e sistema radicular.

**Porcentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos (%)** - por meio da contagem do número de bulbos com diferenciação de bulbilhos.

**Número de bulbilhos (bulbilhos bulbo<sup>-1</sup>)** - relação entre a quantidade de bulbilhos e o número total de bulbos.

**Classificação de 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.

**Massa média de bulbos ( $\text{g bulbo}^{-1}$ )** - determinada pela relação entre a massa e o número total de bulbos após o processo de cura.

**Produtividade total ( $\text{t ha}^{-1}$ )** - obtida por meio da pesagem dos bulbos diferenciados de cada subparcela após o processo de cura.

**Classificação de bulbos (%)** - baseada no diâmetro transversal, de acordo com a portaria Nº 242 de 17/09/1992 do MAPA (1992): 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). Nesse caso, os bulbos de cada classe foram pesados, e os dados foram expressos em percentagem de cada classe em relação à produção total de bulbos.

Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância conjunta utilizando-se o *software* SISVAR v.5.3 (FERREIRA, 2007) e de regressão por meio do *software* do Table Curve 2D v5.01 (JANDEL SCIENTIFIC, 1991). A comparação de médias foi feita pelo teste t de Student para os locais de plantio e as cultivares, e pelo teste Tukey para os períodos de vernalização, neste caso quando não encontrado um modelo de equação significativo, obedecendo-se o nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo da análise de variância das características avaliadas está apresentado no apêndice (Tabelas 1A, 2A, 3A e 4A).

#### 3.1 EMERGÊNCIA DE PLANTAS

Houve interação significativa entre períodos de vernalização e cultivares para emergência de plantas. A vernalização pré-plantio dos bulbos-semente favoreceu a emergência de plantas apresentando comportamento quadrático para ambas as cultivares. A cultivar Gigante do Núcleo apresentou um aumento na emergência até 21 dias de vernalização atingindo o máximo estimado de 99,9% de plantas emergidas, ao passo que a cultivar BRS Hozan apresentou um aumento na emergência até 25 dias de vernalização, obtendo o máximo estimado de 99,1% de plantas emergidas (Figura 5).

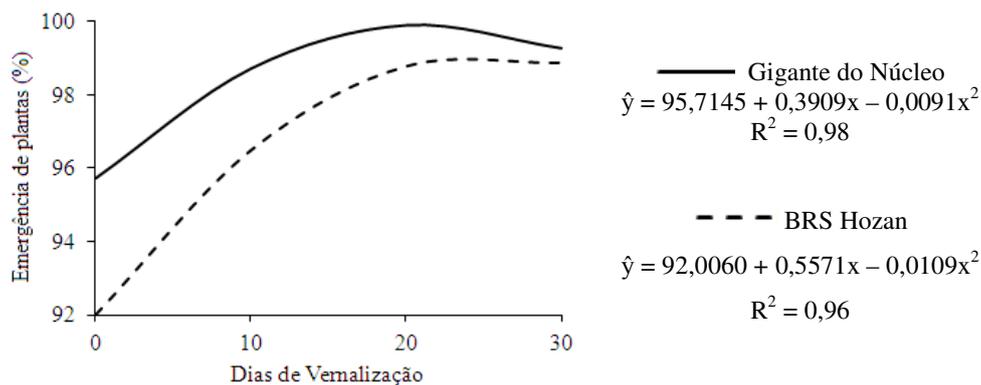


Figura 5 – Emergência de plantas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Observou-se diferença significativa entre as cultivares apenas nos tratamentos sem vernalização e com 10 dias de vernalização, nos quais a cultivar Gigante do Núcleo apresentou maior percentagem de plantas emergidas. Nos tratamentos com 20 e 30 dias de vernalização, apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre as cultivares, notou-se que a cultivar Gigante do Núcleo apresentou valores superiores aos obtidos pela cultivar BRS Hozan (Tabela 1). Comparando estes resultados com os encontrados por Honorato et al. (2013), no município de Mossoró/RN, sem o uso da vernalização, observa-se que para a cultivar Gigante do Núcleo a emergência de plantas até 45 DAP não atingiu 70%, e para a cultivar BRS Hozan até o mesmo período atingiu 80%, valores inferiores aos obtidos no presente estudo. Essa diferença entre os resultados deve-se a prática de exposição dos bulbos-semente às baixas temperaturas antes do plantio, que, segundo Burba (1983), estimula o acúmulo de hormônios durante o período de tratamento, modificando o balanço hormonal, com o aumento de giberelinas livres e citocininas, levando o bulbilho à brotação.

Tabela 1 – Valores médios de emergência de plantas aos 40 DAP (%) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
	0	10	20	30
Gigante do Núcleo	95,62	99,00	99,62	99,37
BRS Hozan	92,25	95,75	99,50	98,62

Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 2,6. Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

### 3.2 ALTURA DE PLANTAS

A altura de plantas foi influenciada significativamente pelos períodos de vernalização e pelas cultivares. Observou-se incremento na altura das plantas com o

uso da vernalização até o período de 10 dias com média máxima estimada de 49,63 cm, sendo a menor média de 41,34 cm quando os bulbos-semente foram vernalizados por 30 dias (Figura 6), indicando que períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente superiores a 10 dias são prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento das cultivares quando plantadas em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, já que proporcionam menor altura de plantas.

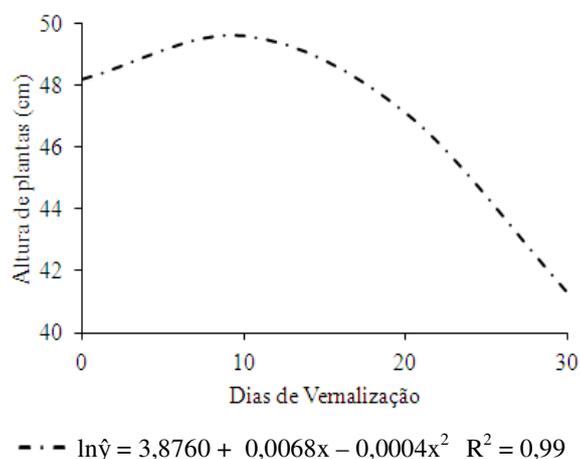


Figura 6 – Altura de plantas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Quanto ao efeito entre as cultivares, verificou-se que a cultivar BRS Hozan atingiu maior altura de plantas, sobressaindo-se da ‘Gigante do Núcleo’ (Tabela 2). Comportamento semelhante foi observado por Oliveira et al. (2010), que verificaram que a ‘BRS Hozan’ apresentou maior altura que a ‘Gigante do Núcleo’, sendo neste caso confirmado aos 60, 90 e 120 DAP. Honorato (2012), também observou que a ‘BRS Hozan’ foi superior a ‘Gigante do Núcleo’, apresentando maior altura aos 40, 60 e 120 DAP. Tais diferenças entre as cultivares estão relacionadas às características inerentes de cada cultivar. Em geral, a ‘Gigante do Núcleo’ apresenta porte médio e a

‘BRS Hozan’ é considerada de porte alto. Geralmente, plantas de porte alto apresentam potencial para produzir bulbos maiores, visto que a produção de bulbos de alho está relacionada ao crescimento vegetativo da planta, devido à translocação de nutrientes e fotoassimilados das folhas e pseudocaule para os bulbos.

Tabela 2 – Valores médios de altura de plantas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Cultivares	Altura de plantas (cm)
Gigante do Núcleo	43,69
BRS Hozan	49,47

Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 2,09. Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

### 3.3 NÚMERO DE FOLHAS

Houve interação significativa entre períodos de vernalização, cultivares e locais de plantio em relação à característica número de folhas. Notou-se que em Baraúna as cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan apresentaram comportamento semelhante em relação aos períodos de vernalização, com máximos estimados de 8,0 e 5,5 folhas planta<sup>-1</sup> aos 22 e 21 dias de vernalização, respectivamente (Figura 7), ao passo que em Governador Dix-sept Rosado a cultivar Gigante do Núcleo apresentou número de folhas crescente com o aumento do período de vernalização, atingindo o máximo estimado de 7,4 folhas planta<sup>-1</sup> quando os bulbos-semente foram frigorificados por 30 dias. A cultivar BRS Hozan apresentou comportamento quadrático e com menor número de folhas, obtendo o máximo estimado de 5,0 folhas planta<sup>-1</sup> aos 20 dias de vernalização dos bulbos-semente (Figura 8). Para esta cultivar, observou-se que períodos superiores a 20 dias de vernalização não contribuíram para uma maior produção de folhas fotossinteticamente ativas.

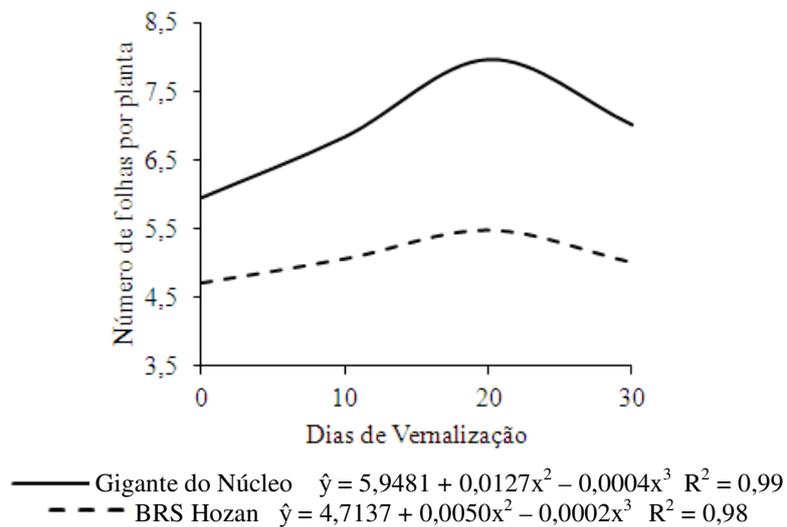


Figura 7 – Número de folhas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.

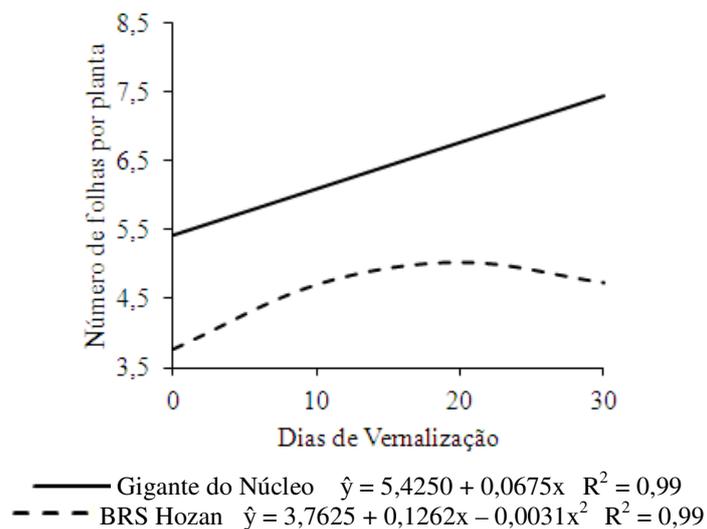


Figura 8 – Número de folhas de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Valores próximos dos obtidos no presente estudo para a ‘Gigante do Núcleo’ foi observado por Sedoguchi et al. (2002), os quais, avaliando características morfológicas de cultivares plantadas em Seropédica/RJ, observaram que esta cultivar também obteve um número superior a 7,0 folhas planta<sup>-1</sup> aos 75 dias após o plantio, neste caso sem o uso da vernalização. Para a ‘BRS Hozan’, Mercer et al. (2006), no Centro-Sul do Paraná, observaram uma média de 6,1 folhas planta<sup>-1</sup> aos 60 dias após a emergência, também sem o uso da vernalização dos bulbos-semente. De acordo com Lopes (2014), o número de folhas e sua disposição no pseudocaule, associados à altura da planta, são resultados do desempenho assimilatório durante certo período de tempo e estão associadas ao manejo empregado na cultura, podendo estar relacionados à produção final da planta.

### 3.4 CICLO CULTURAL

Efeito significativo da interação períodos de vernalização, cultivares e locais de plantio foi observado no ciclo cultural. Verificou-se uma redução no ciclo cultural com o aumento do período de vernalização dos bulbos-semente em ambos os locais de plantio e para as cultivares estudadas. Dessa forma, os ciclos máximos estimados foram de 141,9 e 151,7 dias em Baraúna e de 155,2 e 164,1 dias em Governador Dix-sept Rosado, para ‘Gigante do Núcleo’ e ‘BRS Hozan’, respectivamente, ambas sem vernalização. Os ciclos mínimos estimados foram de 83,1 e 74,3 dias em Baraúna e de 94,3 e 87,9 dias em Governador Dix-sept Rosado, para ‘Gigante do Núcleo’ e ‘BRS Hozan’, respectivamente, quando os bulbos-semente foram vernalizados por 30 dias (Figuras 9 e 10).

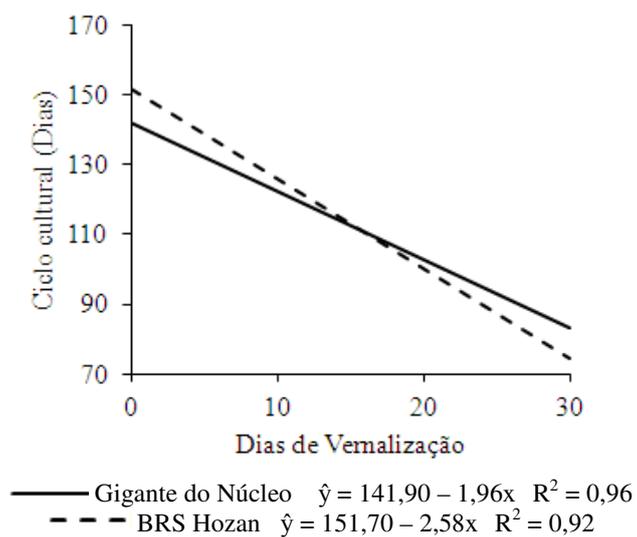


Figura 9 – Ciclo cultural de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.

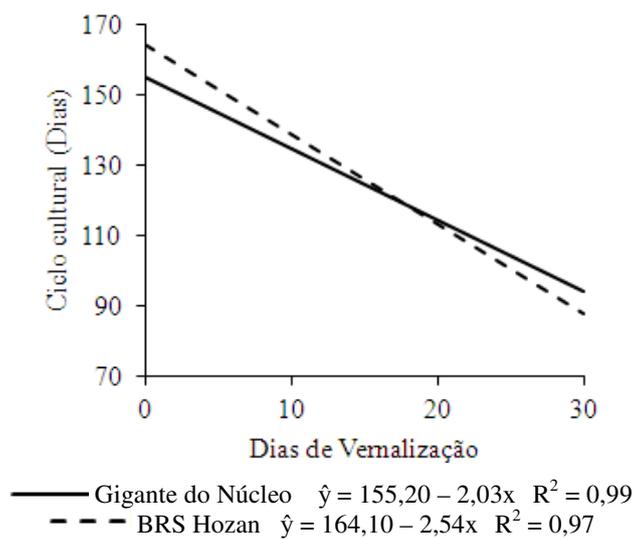


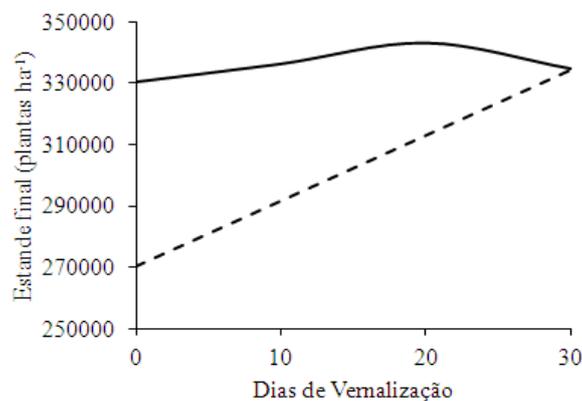
Figura 10 – Ciclo cultural de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Souza e Macêdo (2004), avaliando cultivares de alho vernalizado a 4 °C por 50 dias, em Lavras/MG, observaram que entre as cultivares estudadas a cultivar Gigante do Núcleo apresentou o menor ciclo cultural (115 dias), sendo este superior aos obtidos na Mesorregião Oeste Potiguar utilizando 30 dias de vernalização dos bulbos-semente.

Essa redução do ciclo observada com o uso da vernalização dos bulbos-semente também é observada em outras cultivares e em outras regiões de cultivo do alho vernalizado (LOPES, 2014), podendo ser interessante se pensar que na prática possa representar menos investimentos com irrigação, adubação, defensivos agrícolas, mão-de-obra etc, fatores encarecedores do cultivo dessa hortaliça. Por outro lado, uma redução drástica do ciclo, em virtude da precocidade na diferenciação bulbar como consequência do aumento do tempo de vernalização, pode levar à diminuição no tamanho dos bulbos, depreciando a produção, o que não é favorável (FERREIRA, 1989).

### 3.5 ESTANDE FINAL

Para estande final, verificou-se efeito significativo da interação entre períodos de vernalização e cultivares. Considerando-se uma população de 350.000 plantas ha<sup>-1</sup>, observou-se que a cultivar Gigante do Núcleo apresentou população máxima estimada de 343.166,2 plantas ha<sup>-1</sup> (98,0%) quando os bulbos-semente foram vernalizados por 21 dias, ao passo que a cultivar BRS Hozan apresentou população crescente com o uso da vernalização, atingindo a máxima estimada de 334.363,7 plantas ha<sup>-1</sup> (95,5%) com 30 dias de vernalização (Figura 11). Em geral, estandes populacionais superiores à 80% podem indicar sucesso do processo de vernalização na região.



— Gigante do Núcleo  $\hat{y} = 330612,27 + 83,77x^2 - 2,63x^3$   $R^2 = 0,88$   
 - - - BRS Hozan  $\hat{y} = 270439,75 + 2130,80x$   $R^2 = 0,98$

Figura 11 – Estande final de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Comparando-se as cultivares em cada período de vernalização para o estande final de plantas, verificou-se diferença significativa entre as cultivares nos tratamentos sem vernalização e com 10 e 20 dias de vernalização, destacando-se a cultivar Gigante do Núcleo, que obteve médias superiores às obtidas pela cultivar BRS Hozan (Tabela 3). Observa-se que com a vernalização dos bulbos-semente a diferença entre as cultivares é reduzida. Isso se deve à cultivar BRS Hozan que mostrou-se bem mais responsiva à essa técnica do que a cultivar Gigante do Núcleo, que apresentou pouca variação na população com o uso da vernalização.

Tabela 3 – Valores médios de estande final (plantas ha<sup>-1</sup>) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
	0	10	20	30
Gigante do Núcleo	332.176	333.797	344.329	334.607
BRS Hozan	267.361	294.097	317.593	330.556

Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 18.786,18. Teste t de Student (LSD), p<0,05.

Esses resultados mostram-se distintos dos obtidos por Honorato et al. (2013), que, trabalhando com a mesma população de plantas (350.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e sem o uso da vernalização, sequer alcançou 245.000 plantas ha<sup>-1</sup> (70,0%) da ‘Gigante do Núcleo’. Por outro lado, a ‘BRS Hozan’ atingiu as 346.354 plantas ha<sup>-1</sup> (98,9%), valor este superior ao máximo obtido em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado com o uso de 30 dias de vernalização dos bulbos-semente. Essa diferença entre os resultados pode estar associada às diferenças de IVD (Índice Visual de Dormência) no momento do plantio. No momento do plantio, os bulbilhos devem estar com IVD acima de 70%, pois quando este está abaixo pode ocorrer a podridão do bulbilho, afetando, assim, a folha de brotação (gema), resultando na redução do número de plantas por área.

### 3.6 MASSA FRESCA TOTAL

Houve interação significativa entre períodos de vernalização e cultivares, bem como entre períodos de vernalização e locais de plantio para a massa fresca total. Observou-se que a massa fresca total das cultivares apresentou comportamento decrescente com o aumento do período de vernalização, obtendo a ‘Gigante do Núcleo’ e a ‘BRS Hozan’, respectivamente, massas máximas estimadas de 9,8 e 6,2 t ha<sup>-1</sup> quando não vernalizadas e mínimas estimadas de 6,0 e 4,0 t ha<sup>-1</sup> com 30 dias de

vernalização (Figura 12). Assim, verifica-se que para essa característica a vernalização dos bulbos-sementes mostrou-se desvantajosa em virtude de proporcionar reduções na massa fresca das cultivares. A cultivar Gigante do Núcleo, além de apresentar maior massa fresca total, também apresentou maior número de folhas e maior número de plantas por hectare, o que provavelmente contribuiu para o resultado obtido.

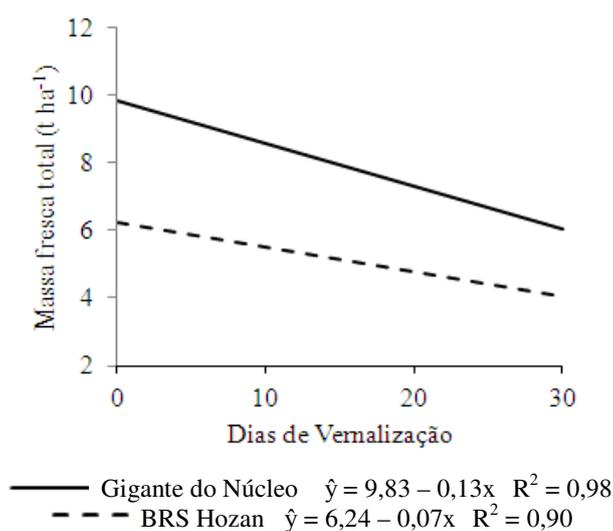


Figura 12 - Massa fresca total de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, RN. UFERSA, 2012.

Diferentemente do presente estudo, Mota et al. (2003) verificaram que o aumento do período de vernalização (40, 50, 60, 70, 80 e 90 dias) para a cv. Roxo Pérola de Caçador *in vitro* proporcionou aumentos na massa fresca total de plantas. Essa diferença entre os resultados é justificável, já que comprova que as cultivares nobres, como a Roxo Pérola de Caçador, são mais exigentes em temperaturas amenas e, portanto, a vernalização torna-se um ponto favorável ao desenvolvimento das plantas. No caso das cultivares semi-nobres, períodos superiores de vernalização para

algumas características, como altura de plantas, número de folhas, ciclo cultural e massa fresca total tornam-se prejudiciais, proporcionando os menores valores médios.

Comparando-se os resultados alcançados pelas cultivares estudadas com os obtidos por Soares (2013), observa-se que os valores para essa característica encontram-se na faixa, comprovando veracidade. Este autor avaliou as cultivares Amarante, Branco Mossoró, Cateto Roxo, Catiguá, Caturra, Centenário, Chileno PR, Chinês Real, Gravatá, Mexicano e Morano Arequipeno, sem o uso da vernalização no município de Governador Dix-sept Rosado, obtendo valores para massa fresca total entre 5,0 e 10,39 t ha<sup>-1</sup>, sendo a massa fresca total mínima obtida pela cultivar Morano Arequipeno e a máxima pela 'Branco Mossoró'.

Analisando-se os períodos de vernalização nos locais de plantio, verificou-se que em Baraúna a massa fresca total foi decrescente com o aumento do período de vernalização, atingindo as massas estimadas máxima e mínima de 9,5 e 5,1 t ha<sup>-1</sup>, com 0 e 30 dias de vernalização, respectivamente. Em Governador Dix-sept Rosado, houve um incremento na massa fresca total de plantas com o uso da vernalização até o período de sete dias, com média máxima estimada de 6,4 t ha<sup>-1</sup> e mínima estimada de 4,6 t ha<sup>-1</sup> quando os bulbos-semente foram vernalizados por 30 dias (Figura 13).

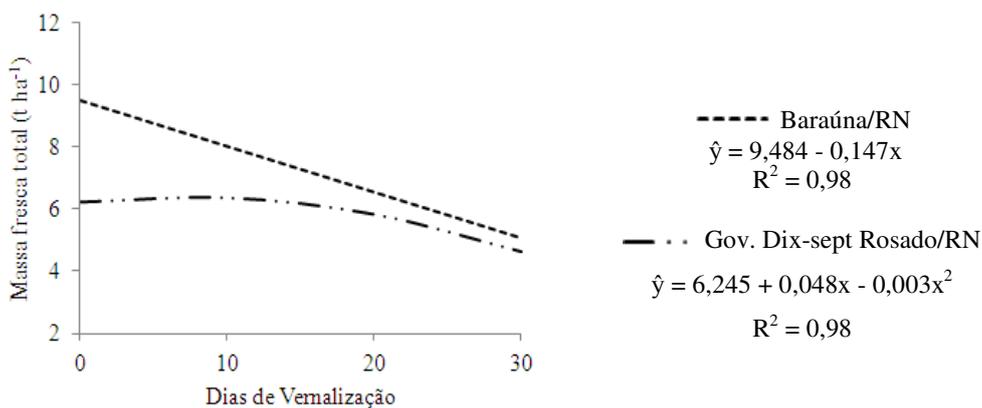


Figura 13 - Massa fresca total de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Esse comportamento diferenciado entre os locais de plantio para a massa fresca total deve estar associado à influência dos fatores climáticos de cada local, demonstrando que em locais cujas temperaturas são elevadas, como em Governador Dix-sept Rosado, há maior necessidade de utilizar a vernalização como forma de melhorar a adaptação e, conseqüentemente, o desenvolvimento e a produção das cultivares.

### 3.7 PERCENTAGEM DE BULBOS COM DIFERENCIAÇÃO DE BULBILHOS

Efeito significativo da interação períodos de vernalização, cultivares e locais de plantio foi verificado na percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos. Não foi encontrado modelo de equação ajustado para explicar o comportamento dessa característica em função dos períodos vernalização.

Analisando-se os períodos de vernalização na percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos para cada cultivar em cada local de plantio (Tabela 4), verificou-se que não houve efeito significativo quando a cultivar Gigante do Núcleo foi plantada em Baraúna, embora quando a mesma não foi vernalizada tenha obtido bulbos com diferenciação de bulbilhos em 100% das plantas. Entretanto, quando esta cultivar foi avaliada em Governador Dix-sept Rosado verificou-se efeito significativo dos períodos de vernalização, com destaque para os tratamentos sem vernalização e com 10 e 30 dias de vernalização, superiores ao tratamento de 20 dias de vernalização. Considerando o desempenho da cultivar BRS Hozan, verifica-se que, assim como para a ‘Gigante do Núcleo’, não se constatou diferença significativa entre os períodos de vernalização sobre a percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos no plantio em Baraúna, mas aos 10 e 30 dias de vernalização ocorreu 100% de formação de

bulbos com diferenciação de bulbilhos. Em Governador Dix-sept Rosado, a ‘BRS Hozan’ sem vernalização produziu apenas 12,82% de bulbos com diferenciação de bulbilhos, inferior aos tratamentos com 10, 20 e 30 dias de vernalização, sendo que os dois últimos também foram inferiores ao de 10 dias de vernalização.

Tabela 4 – Valores médios de percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos (%) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	100,00	88,70	96,72	87,12
	BRS Hozan	86,60	100,00	99,00	100,00
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	80,35	87,45	45,77	78,05
	BRS Hozan	12,82	82,45	51,17	62,47

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 19,33; Teste Tukey,  $p < 0,05$ . Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 18,95; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ . Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 18,95; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

Avaliando-se o comportamento de cultivares em cada período de vernalização e local de plantio na percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos (Tabela 4), verificou-se que a cultivar Gigante do Núcleo sem vernalização e com 10, 20 e 30 dias de vernalização no plantio de Baraúna foi estatisticamente semelhante à cultivar BRS Hozan. Entretanto, no plantio de Governador Dix-sept Rosado sem vernalização essa cultivar mostrou-se superior à ‘BRS Hozan’, obtendo 80,35 e 12,82% de bulbos com diferenciação de bulbilhos, respectivamente.

Confrontando esses resultados com os obtidos por Honorato et al. (2013) nas condições de Mossoró/RN, observaram-se valores inferiores ao presente estudo. ‘Gigante do Núcleo’ e ‘BRS Hozan’ alcançaram apenas 27,20 e 34,65%, respectivamente, de bulbos com diferenciação de bulbilhos, percentagens essas que poderiam ser elevadas se nesse local fosse utilizada a vernalização dos bulbos-semente, como foi verificado em Governador Dix-sept Rosado.

Acredita-se que a percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos seja o melhor indicativo de adaptabilidade e resposta à vernalização de cultivares de alho em determinado local de plantio. Baseando-se nesta característica, pode-se afirmar que a cultivar Gigante do Núcleo sem o uso da vernalização mostrou-se plenamente adaptada às condições edafoclimáticas de Baraúna, apresentando 100% de bulbos com diferenciação de bulbilhos, ao passo que a cultivar BRS Hozan demonstrou-se pouco adaptada aos locais de plantio, necessitando de vernalização para melhorar sua adaptação.

### 3.8 NÚMERO DE BULBILHOS E CLASSIFICAÇÃO DE BULBILHOS

Efeito significativo da interação períodos de vernalização, cultivares e locais de plantio foi verificado no número de bulbilhos. Não foi encontrado modelo de equação ajustado para explicar o comportamento dessa característica em função dos períodos vernalização.

Em relação ao número de bulbilhos, comparando-se os períodos de vernalização para cada cultivar em cada local de plantio (Tabela 5), observou-se que para a cultivar Gigante do Núcleo plantada em Baraúna o maior número de bulbilhos (3,75 bulbilhos bulbo<sup>-1</sup>) foi observado no tratamento sem vernalização, o qual obteve também maior percentagem de bulbilhos retidos nas peneiras 2 e 3, considerados como bulbilhos médios e médios pequenos (Tabela 6). No entanto, para esta cultivar plantada em Governador Dix-sept Rosado, não se verificaram diferenças entre os períodos de vernalização, apresentando em média 2,69 bulbilhos bulbo<sup>-1</sup>, neste caso, maior percentagem de bulbilhos médios, ou seja, retidos na peneira 2, obtida no tratamento com 30 dias de vernalização (Tabela 6). Para a cultivar BRS Hozan plantada em Baraúna, verificou-se diferença significativa entre os períodos de vernalização (Tabela

5), destacando-se o tratamento com 30 dias de vernalização (4,25 bulbilhos bulbo<sup>-1</sup>), que obteve mais de 90% dos bulbilhos retidos nas peneiras 3 e 4 (Tabela 6). Entretanto, em Governador Dix-sept Rosado não se detectou diferenças significativas entre os períodos de vernalização, sendo a maior média observada de 3,25 bulbilhos, quando se utilizou bulbos-semente com 10 dias de vernalização, neste caso mais de 70% dos bulbilhos retidos nas peneiras 3 e 4 (Tabela 6).

Tabela 5 – Valores médios de número de bulbilhos (bulbilhos bulbo<sup>-1</sup>) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	3,75	2,75	3,25	2,00
	BRS Hozan	3,50	3,25	3,75	4,25
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	2,50	3,00	2,75	2,50
	BRS Hozan	2,50	3,25	2,75	2,75

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 0,91; Teste Tukey, p<0,05. Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 0,71; Teste t de Student (LSD), p<0,05. Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 0,71; Teste t de Student (LSD), p<0,05.

Analisando-se cultivares em cada período de vernalização e local de plantio (Tabela 5), observou-se que em Baraúna houve diferença significativa entre as cultivares apenas no tratamento com 30 dias de vernalização, destacando-se a cultivar BRS Hozan com 4,25 bulbilhos bulbo<sup>-1</sup>. Em Governador Dix-sept Rosado, não se detectou diferenças entre as cultivares em nenhum tratamento, com média de 2,75 bulbilhos bulbo<sup>-1</sup>. Comparando-se os locais de plantio, observou-se ainda que tanto a cultivar Gigante do Núcleo como a cultivar BRS Hozan apresentaram maior número de bulbilhos por bulbo no município de Baraúna.

Esse número de bulbilhos observado na Mesorregião Oeste Potiguar está abaixo da média. Nas regiões em que as cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan estão adaptadas apresentam, em média, 12 bulbilhos por bulbo, o que significa que

tanto em Baraúna como em Governador Dix-sept Rosado, a diferenciação dessas cultivares foi incompleta, independentemente do uso de vernalização. Essa diferença pode ser atribuída à adaptabilidade dessas cultivares às condições climáticas locais, temperatura e fotoperíodo, embora outros fatores como fertilidade do solo, manejo de irrigação, possam interagir, refletindo-se, portanto, no desempenho final da cultura.

Tabela 6 – Classificação de bulbilhos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Dias de Vern.	Classificação de bulbilhos (%)*			
	Peneira 1 (Grandes)	Peneira 2 (Médios)	Peneira 3 (Médios pequenos)	Peneira 4 (Pequenos)
Gigante do Núcleo - Baraúna/RN				
0	11,30	40,19	30,82	17,69
10	4,74	39,63	32,13	23,50
20	3,82	33,58	36,72	25,88
30	4,47	50,09	33,17	12,27
BRS Hozan - Baraúna/RN				
0	21,58	39,38	33,29	5,75
10	7,97	28,73	47,96	15,34
20	0,31	8,59	58,17	32,93
30	0,00	7,33	52,29	40,38
Gigante do Núcleo - Governador Dix-sept Rosado/RN				
0	14,73	43,91	30,38	10,98
10	16,88	42,67	29,75	10,70
20	10,26	43,33	32,81	13,60
30	1,83	46,77	42,28	9,12
BRS Hozan - Governador Dix-sept Rosado/RN				
0	24,14	28,50	36,33	11,03
10	7,14	16,32	46,53	30,01
20	2,99	19,24	47,32	30,45
30	1,11	12,51	56,15	30,23

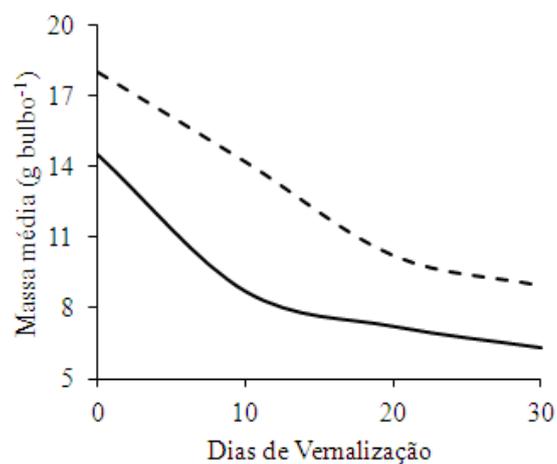
\* % do número de bulbilhos em cada classe em relação ao número total de bulbilhos.

O número de bulbilhos por bulbo e massa média de bulbos são características de grande importância para a comercialização do alho, visto que bulbos com pequeno número de bulbilhos e de maior tamanho recebem as melhores cotações nos mercados

consumidores. Entretanto, cultivares com número muito baixo de bulbilhos por bulbo são indesejáveis do ponto de vista dos produtores, pois reduzem sua capacidade de multiplicação e elevam o gasto de bulbos-semente por área (SOARES, 2013).

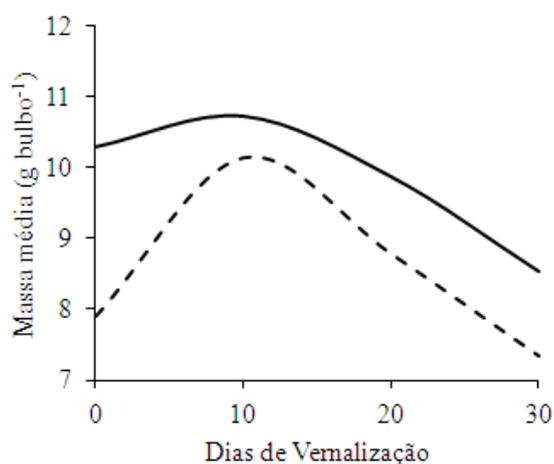
### 3.9 MASSA MÉDIA DE BULBOS

Para a massa média de bulbos, observou-se efeito significativo da interação períodos de vernalização, cultivares e locais de plantio. Verificou-se que em Baraúna as cultivares apresentaram comportamento semelhante em relação aos períodos de vernalização, ou seja, decréscimos na massa de bulbos na medida em que se aumentou o período de vernalização, com máximos estimados de 14,49 e 18,02 g sem vernalização e mínimos de 6,33 e 8,94 g quando os bulbos-semente foram vernalizados por 30 dias para as cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan, respectivamente (Figura 12). Em Governador Dix-sept Rosado, a massa de bulbos para Gigante do Núcleo e BRS Hozan foi crescente até atingir a média máxima estimada de 10,79 e 10,15 g, respectivamente, aos sete e 10 dias de vernalização, havendo decréscimos a partir daí em ambas as cultivares, atingindo aos 30 dias de vernalização os mínimos estimados de 8,53 e 7,35 g (Figura 13).



— Gigante do Núcleo  $\hat{y}^{-1} = 0,0690 + 0,0007x + 0,0121x^{0,5}$   $R^2 = 0,99$   
 - - - BRS Hozan  $\hat{y}^{-1} = 0,055483 + 0,000192x^2 - 0,000004x^3$   $R^2 = 0,99$

Figura 12 – Massa média de bulbos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.



— Gigante do Núcleo  $\hat{y}^{-1} = 0,0971 - 0,0018x + 0,0004x^{1,5}$   $R^2 = 0,89$   
 - - - BRS Hozan  $\hat{y}^{-1} = 0,1264 + 0,0046x - 0,0232x^{0,5}$   $R^2 = 0,92$

Figura 13 – Massa média de bulbos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Resultados inferiores ao presente trabalho para a massa média de bulbos foram encontrados por Honorato et al. (2013), que sem a vernalização dos bulbos-semente obtiveram para a ‘Gigante do Núcleo’ bulbos com 9,14 g e para a ‘BRS Hozan’ 9,11 g. Oliveira et al. (2010) obtiveram valores distintos em Diamantina/MG: a cultivar Gigante do Núcleo apresentou uma massa média de bulbos de 15,61 g e a ‘BRS Hozan’ apresentou 12,61 g, valores inferiores aos encontrados na Mesorregião Oeste Potiguar. Esses resultados reforçam a afirmação de que as cultivares apresentam diferenças em seu comportamento em função dos fatores edafoclimáticos às quais são submetidas.

### 3.10 PRODUTIVIDADE TOTAL E CLASSIFICAÇÃO DE BULBOS

Para produtividade total, verificou-se efeito significativo da interação entre períodos de vernalização, cultivares e locais de plantio. Não foi encontrado modelo de equação ajustado para explicar o comportamento da produtividade total em função dos períodos de vernalização.

Avaliando-se os períodos de vernalização para cultivar em cada local de cultivo (Tabela 7), constata-se que a ‘Gigante do Núcleo’ no plantio de Baraúna proporcionou maior produtividade total ( $4,56 \text{ t ha}^{-1}$ ) sem vernalização, estando os bulbos distribuídos comercialmente (Tabela 8) nas classes 3 (39,7%), 4 (19,14%) e 5 (3,87%). Em Governador Dix-sept Rosado, esta cultivar alcançou maior desempenho produtivo com 10 dias de vernalização, atingindo  $3,69 \text{ t ha}^{-1}$ , sendo 36,71% dos bulbos da classe 3, 5,53% da classe 4 e 1,07% da classe 5 (Tabela 8), embora significativamente apenas em relação ao tratamento com 30 dias de vernalização ( $2,76 \text{ t ha}^{-1}$ ). Considerando a cultivar BRS Hozan, no cultivo de Baraúna (Tabela 7), a maior produtividade foi alcançada com 10 dias de vernalização ( $4,42 \text{ t ha}^{-1}$ ). No entanto, em

Governador Dix-sept Rosado não se observou efeito significativo dos períodos de vernalização sobre a produtividade total, que atingiu, em média, 2,56 t ha<sup>-1</sup>. Para esta cultivar, assim como foi observado para a ‘Gigante do Núcleo’, o maior percentual de bulbos comerciais distribuídos nas classes 3 (51,03%), 4 (17,85%) e 5 (8,96%) foi verificado no plantio realizado em Baraúna sem a vernalização dos bulbos-semente (Tabela 8). Esse resultado difere do obtido em Mossoró/RN, onde a ‘BRS Hozan’ e a ‘Gigante do Núcleo’, sem a técnica da vernalização, apresentaram percentagem de bulbos comerciais inferior a 40%, conseqüentemente, uma percentagem de refugo (bulbos com diâmetro menor que 32 mm) superior a 60% (HONORATO et al., 2013).

Tabela 7 – Valores médios de produtividade total (t ha<sup>-1</sup>) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	4,56	2,82	2,57	2,06
	BRS Hozan	4,33	4,42	3,23	3,37
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	3,28	3,69	3,20	2,76
	BRS Hozan	2,28	2,82	2,70	2,43

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 0,61; Teste Tukey, p<0,05.  
Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 0,47; Teste t de Student (LSD), p<0,05.  
Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 0,47; Teste t de Student (LSD), p<0,05.

Tabela 8 – Classificação de bulbos de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Dias de Vern.	Classificação de bulbos (%)*			
	Refugio (<32mm)	Classe 3 (>32 até 37mm)	Classe 4 (>37 até 42mm)	Classe 5 (>42 até 47 mm)
<b>Gigante do Núcleo - Baraúna/RN</b>				
0	37,29	39,70	19,14	3,87
10	85,31	14,17	0,52	0,00
20	97,65	2,35	0,00	0,00
30	96,66	3,34	0,00	0,00
<b>BRS Hozan - Baraúna/RN</b>				
0	22,16	51,03	17,85	8,96
10	68,78	30,11	1,11	0,00
20	92,62	7,35	0,00	0,00
30	90,13	9,40	0,47	0,00
<b>Gigante do Núcleo - Governador Dix-sept Rosado/RN</b>				
0	64,28	31,65	4,07	0,00
10	56,69	36,71	5,53	1,07
20	74,01	24,22	1,77	0,00
30	90,22	9,78	0,00	0,00
<b>BRS Hozan - Governador Dix-sept Rosado/RN</b>				
0	49,85	50,15	0,00	0,00
10	95,02	4,98	0,00	0,00
20	100,00	0,00	0,00	0,00
30	99,27	0,73	0,00	0,00

\* % da produtividade de bulbos de cada classe em relação à produtividade total de bulbos.

Comparando-se as cultivares em cada período de vernalização e local de plantio na produtividade total (Tabela 7), observa-se que não houve diferença entre as cultivares quando não foram vernalizadas em Baraúna. Entretanto, com 10, 20 e 30 dias de vernalização a cultivar BRS Hozan obteve produtividades superiores a cultivar Gigante do Núcleo. Em Governador Dix-sept Rosado, as maiores produtividades foram alcançadas pela cultivar Gigante do Núcleo sem vernalização e com 10 e 20 dias de vernalização, sendo com 30 dias de vernalização semelhante estatisticamente à cultivar BRS Hozan. Verificou-se ainda que as cultivares obtiveram maior produtividade total em Baraúna. As produtividades totais obtidas pelas cultivares nos dois locais de plantio

estão próximas das observadas por Silva et al. (2008), que alcançaram para a ‘Gigante do Núcleo’ uma produtividade total de 4,86 t ha<sup>-1</sup> e para a ‘BRS Hozan’ uma produtividade total de 3,85 t ha<sup>-1</sup>, nas condições do Cerrado. Resende et al. (2013) obtiveram uma produtividade total de 4,1 t ha<sup>-1</sup> para a ‘Gigante do Núcleo’ e 3,1 t ha<sup>-1</sup> para a ‘BRS Hozan’. Neste caso, o comportamento produtivo superior das cultivares pode estar relacionado às baixas temperaturas (13,5 a 24,5 °C) e elevada altitude (1025 m) durante a condução do experimento da região onde foram cultivadas (Guarapuava/PR), muito diferentes das observadas em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado.

As diferenças entre as cultivares ocorrem em função das variações nas condições edafoclimáticas em que são cultivadas (TRANI et al., 2005). No presente estudo, variações climáticas nos locais de plantio foram observadas. As temperaturas médias registradas durante a condução dos experimentos foram em Baraúna de 26,6 °C e em Governador Dix-sept Rosado de 28,6 °C (Figura 1), uma diferença observada de 2,0 °C; a umidade relativa do ar foi de 59,1 % em Baraúna e 55,9 % em Governador Dix-sept Rosado (Figura 2), com diferença de 3,2 %; a altitude foi de 120 m em Baraúna e 34 m em Governador Dix-sept Rosado, diferença de 86 m. Comparando-se os locais de plantio, observa-se que essas diferenças certamente influenciaram os resultados, mas acredita-se que a altitude tenha sido um ponto relevante, já que ambas as cultivares mostraram-se mais adaptadas ao município de Baraúna, o qual apresentou a maior altitude, além das menores temperaturas e maior umidade relativa do ar durante o experimento. Isso comprova que sob elevadas temperaturas todo o desenvolvimento e produção das cultivares ficam comprometidos, fato observado no município de Governador Dix-sept Rosado, o qual apresentou a menor altitude e, conseqüentemente, maior temperatura e menor umidade relativa do ar.

A relevância do fator altitude sobre a produtividade do alho pode ser corroborada por Feitosa et al. (2009), os quais, avaliando a produtividade de dez cultivares de alho em diferentes localidades do Rio de Janeiro - Nova Friburgo

(altitude de 1.100 m), Petrópolis (altitude de 1.100 m), Paty do Alfeles (altitude de 700 m) e Seropédica (altitude de 30 m), observaram que as cultivares apresentaram produtividades diferentes em função das condições dos locais de plantio, sendo o fator altitude decisivo para a adaptabilidade de algumas cultivares. Todas as cultivares avaliadas apresentaram menor produção no local de menor altitude. A cultivar BRS Hozan em Seropédica, por exemplo, também avaliada no presente estudo, produziu apenas 2,08 t ha<sup>-1</sup>, valor inferior ao obtido em Baraúna e Governador de Dix-sept Rosado.

Acrescenta-se ainda que técnicas que proporcionam resultados satisfatórios em um local, como a vernalização dos bulbos-semente, não proporcionam o mesmo resultado em outro. Em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, reduções causadas pela vernalização fizeram com que as plantas não dispusessem de tempo suficiente para alcançar pleno desenvolvimento vegetativo. Conseqüentemente, características avaliadas, como a massa média de bulbos e a produtividade total foram inferiores às observadas em outras regiões produtoras dessa hortaliça. Isso pode indicar a necessidade de mais pesquisas para avaliar a adaptabilidade das cultivares de alho a essa técnica no Rio Grande do Norte.

#### 4 CONCLUSÕES

O uso da vernalização, embora tenha melhorado a adaptação das cultivares nos locais de plantio, favorecendo a emergência de plantas, a altura de plantas, o número de folhas e o estande final, não proporcionou aumentos significativos na produtividade, e, portanto, essa tecnologia não deve ser utilizada para produção deste tipo de alho na região.

Em Baraúna, a cultivar Gigante do Núcleo mostrou-se adaptada, apresentando produtividade de 4,56 t ha<sup>-1</sup> sem o uso da vernalização, ao passo que a cultivar BRS Hozan obteve produtividade de 4,42 t ha<sup>-1</sup> quando vernalizada por 10 dias em pré-plantio.

Em Governador Dix-sept Rosado, a vernalização de até 10 dias melhorou a adaptação de ambas as cultivares, entretanto sem aumentos significativos na produtividade.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BURBA, J. L. **Efeitos do manejo do alho semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção do cultivar Chonan**. 1983. 112p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

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), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306p.

FEITOSA, H. O.; JUNQUEIRA, R. M.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; RESENDE, F. V.; CARVALHO, C. M. Produtividade do alho em diferentes regiões do Rio de Janeiro, sob sistema orgânico de produção. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 30, n. 1, p. 13–20, 2009.

FERREIRA, D. F. **SISVAR Versão 5.3**. Departamento de Ciências Exatas. Lavras-MG: UFLA, 2007.

FERREIRA, F. A. **Desenvolvimento de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) submetidos à superação artificial da dormência.** 1989. 101p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

HONORATO, A. R. F. **Avaliação de cultivares de alho na região de Mossoró.** 2012. 59p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN.

HONORATO, A. R. F.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V.; LOPES, W. A. R.; SOARES, A. M. Avaliação de cultivares de alho na região de Mossoró. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 80–88, 2013.

JANDEL SCIENTIFIC. **Table Curve:** curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991, 280p.

LIMA, C. P.; BÜLL, L. T.; BACKES, C.; GODOY, L. J. G.; KIIL, T. A. M. Produtividade e características comerciais do alho vernalizado em função de doses de nitrogênio. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 48-55, 2008.

LOPES, W. A. R. **Produção e qualidade de alho nobre submetido a diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio em Baraúna, RN.** 2014. 112p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN.

LUCINI, M. A. Situação fitossanitária do alho no Brasil. **Nosso Alho**, Brasília, v. 4, n. 19, p. 22-29, 2014.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; SILVA, E. C. Exigências climáticas. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (org.). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção.** Lavras: UFLA, p. 29-38, 2009.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria Nº 242 de 17/09/1992.** 1992. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)> Acesso em: 11 dez. 2012.

MERCER, R. M.; RESENDE, J. T. V.; RESENDE, F. V.; FARIA, M. V.; NASCIMENTO, I. R.; BRINGHENTTI, R. M.; FILIPKOWSKI, J.; BAPTISTA, C. P. Performance produtiva de cultivares de alho seminobres na região Centro-Sul do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1 (Suplemento 1 CD-ROM), 2006.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M.; PASQUAL, M. Efeito de períodos de vernalização de alho (*Allium sativum* L.) sobre a cultivar Roxo Pérola de Caçador "in vitro". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2 (Suplemento 1 CD-ROM), 2003.

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.

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. 3, n. 1, p. 157-162, 2013.

SEDOGUCHI, E. T.; CARMO, M. G. F.; PARRAGA, M. S.; TOZANI, R.; ARAÚJO, M. L. Características morfológicas, de produção e efeitos da vernalização sobre cultivares de alho em duas épocas de plantio em Seropédica-RJ. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 1/2, p. 42-47, 2002.

SILVA, K. M. P.; LEITE, R. S. A.; RESENDE, F. V. Cultivares de alho comum para sistemas orgânicos de produção nas condições do cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2 (Suplemento 1 CD-ROM), 2008.

SOARES, A. M. **Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN**. 2013. 104p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN.

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

SPOTO, M. H. F.; GUTIERREZ, A. S. D. O poder de condimentação do alho. **Nosso Alho**, Brasília, v. 4, n. 13, p.23-26, 2012.

TRANI, P. E; PASSOS, F. A.; FOLTRAN, D. E.; TIVELLI, S. W.; RIBEIRO, I. J. A. Avaliação dos acessos de alho pertencentes à coleção do Instituto Agronômico de Campinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 935-939, 2005.

**CAPÍTULO III**  
**DESEMPENHO QUALITATIVO DE CULTIVARES DE ALHO SEMI-NOBRE**  
**VERNALIZADO NA MESORREGIÃO OESTE POTIGUAR**

**RESUMO**

Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar as características qualitativas de cultivares de alho semi-nobre, submetidas a diferentes períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente em dois municípios da Mesorregião Oeste Potiguar. A pesquisa constou de dois experimentos desenvolvidos, simultaneamente, em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, entre os meses de abril e novembro de 2012. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan e as subparcelas constituídas pelos períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente à  $4 \pm 1$  °C: 0, 10, 20 e 30 dias. Foram avaliados: diâmetro de bulbos, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, pungência, sólidos totais e índice industrial. O uso de 10 dias de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente possibilitou incrementos na qualidade do alho semi-nobre produzido em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado. O alho produzido em Baraúna apresentou maior diâmetro, além de pungência e sólidos totais, com índice industrial mais elevado e, portanto, melhor qualidade para processamento ou desidratação. As cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan, embora com bulbos de menor diâmetro, mostraram-se com boas perspectivas para industrialização, apresentando boas características de sabor e aroma.

**Palavras-chave:** *Allium sativum* L. Frigorificação. Pungência. Índice industrial.

## QUALITATIVE PERFORMANCE OF SEMI-NOBLE GARLIC CULTIVARS VERNALIZED IN MESOREGION WEST POTIGUAR

### ABSTRACT

The present aimed to evaluate the characteristics qualitative of semi-noble garlic cultivars submitted to different periods of vernalization pre-planting of garlic seed in two towns in Mesoregion West Potiguar. The study consisted of two experiments developed simultaneously in Baraúna and Governador Dix-sept Rosado, between April and November 2012. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in split plots with the plots represented by the cultivars 'Gigante do Núcleo' and 'BRS Hozan' and subplots consisting of the vernalization periods of pre-planting of garlic seed at  $4 \pm 1$  °C: 0, 10, 20 and 30 days. Bulbs diameter, pH, titratable acidity, soluble solids, total soluble sugars, reducing sugars, pungency, total solids and industrial index were evaluated. The use of 10 days vernalization pre-planting of the bulbs seed possible increments in quality garlic semi-noble produced in Baraúna and Governador Dix-sept Rosado. The garlic produced in Baraúna made larger diameter, pungency and total solids with higher industrial index therefore better quality processing or dehydration. The cultivars Gigante do Núcleo and BRS Hozan, although with smaller diameter bulbs, have come out with good prospects for industrialization, with good characteristics of flavor and aroma.

**Keywords:** *Allium sativum* L Frigorification. Pungency. Industrial index.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, grande parte do alho comercializado ocorre na forma *in natura*, porém nos últimos anos têm sido introduzidos com grande aceitação no mercado produtos industrializados, como as pastas de alho e, em menor proporção, o alho desidratado (OLIVEIRA et al., 2003).

Embora a cultura do alho tenha grande importância no cenário nacional, atualmente o Brasil é o maior importador mundial, com produtos vindos principalmente da China e Argentina (LUCINI, 2014). Entretanto, a produtividade nacional tem apresentado um aumento gradativo nos últimos anos graças ao desenvolvimento de novas tecnologias e cultivares mais produtivas de alho, o que tem possibilitado a expansão do cultivo da hortaliça para novas áreas de plantio em algumas regiões do país (OLIVEIRA et al., 2010; GUTIERREZ; ROCHA, 2014).

A adoção da tecnologia de vernalização tem permitido o plantio de cultivares de alho originado do Sul do país em regiões onde as condições termo-fotoperiódicas não satisfazem às exigências da planta (MACÊDO et al., 2009). Assim, diferenças entre as cultivares quanto às reações a vernalização podem ser observadas, como os aspectos relacionados à conservação pós-colheita e a qualidade comercial dos bulbos de alho (MUELLER; BIASI, 1989; PEREIRA et al., 2003).

Devido à crescente exigência do mercado consumidor de alimentos, é indispensável que as técnicas utilizadas em pré-plantio, como a vernalização, e durante a fase de campo, possibilitem que o alho chegue ao mercado com boa qualidade para o consumo.

Em geral, para a determinação da qualidade do alho são realizadas análises qualitativas que consideram atributos como: acidez titulável, pH, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez titulável, sólidos totais, açúcares solúveis totais, açúcares redutores, pungência, índice industrial, dentre outros (SOARES, 2013).

As informações geradas por meio das análises qualitativas do alho podem indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria, se tem potencial para armazenamento pós-colheita e também, de acordo com Oliveira et al. (2003), qual a melhor época para a realização da colheita.

Embora o Rio Grande do Norte, em especial o município de Governador Dix-sept Rosado, tenha sido produtor e exportador de alho, para estados vizinhos, como Pernambuco, Ceará, Maranhão e Pará, até o final da década de 1980 (HONORATO et al, 2013), não se encontram na literatura pesquisas sobre a cultura na região, principalmente com relação a qualidade do alho produzido no Estado.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar características que definem a qualidade de cultivares de alho, submetidas a diferentes períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente em dois municípios da Mesorregião Oeste Potiguar.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa constou de dois experimentos desenvolvidos simultaneamente e manejados igualmente, em dois locais da Mesorregião Oeste Potiguar, entre os meses de abril e novembro de 2012.

O primeiro experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, Comunidade de Juremal, município de Baraúna, RN, em solo classificado como Cambissolo Háptico de textura média (EMBRAPA, 2006), cuja análise química de amostras de solo coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou as seguintes características: pH H<sub>2</sub>O = 5,80, P = 2,70 mg dm<sup>-3</sup>, K = 216,00 mg dm<sup>-3</sup>, Na = 5,80 mg dm<sup>-3</sup>, Ca = 4,69 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 0,93 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al = 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e MO = 7,79 g kg<sup>-1</sup>. O município de Baraúna está localizado a 5°04' de latitude sul e longitude de 37°37' a oeste de Greenwich, e a 120 m de altitude, possuindo fotoperíodo com pouca variação, em torno de 12 horas, durante todo o ano.

O segundo experimento foi desenvolvido na Fazenda Santana, município de Governador Dix-sept Rosado, RN, em solo classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico de textura média (EMBRAPA, 2006), cuja análise química de amostras de solo coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade apresentou as seguintes características: pH H<sub>2</sub>O = 7,78, P = 382,40 mg dm<sup>-3</sup>, K = 153,2 mg dm<sup>-3</sup>, Na = 16,10 mg dm<sup>-3</sup>, Ca = 7,03 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 0,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al = 0,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e MO = 10,90 g kg<sup>-1</sup>. O município de Governador Dix-sept Rosado está localizado a 5°27' de latitude sul e longitude de 37°31' a oeste de Greenwich, e a 34 m de altitude, possuindo fotoperíodo com pouca variação, em torno de 12 horas, durante todo o ano.

Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar observados nos locais dos experimentos foram, respectivamente, em Baraúna de 26,6 °C e 59,1%, com precipitação pluviométrica total de 20,6 mm, e em Governador Dix-sept Rosado de

28,6 °C e 55,9%, com precipitação pluviométrica total de 40,9 mm (Figuras 1, 2 e 3 do Cap. II).

O delineamento experimental adotado foi em blocos completos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan e as subparcelas constituídas pelos períodos de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente: 0, 10, 20 e 30 dias.

As cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan pertencem ao grupo semi-nobre que apresenta as seguintes características: ciclo médio, colheita entre 130 a 150 dias; bulbos redondos com túnicas de cor creme com estrias de antocianina, conferindo um aspecto arroxeadado ao bulbo; bulbos com oito a quinze bulbilhos (dentes); bulbilhos rosados, alongados e perfeitamente encaixados na estrutura do bulbo.

Antes dos plantios, realizados nos dias 18 e 21 de maio de 2012 (Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, respectivamente), os bulbos-semente passaram pelo processo de vernalização em câmara fria à temperatura de  $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  e umidade relativa de 70-80%. A entrada dos bulbos-semente de cada tratamento na câmara fria se fez de modo que o plantio dos bulbilhos de todas as subparcelas ocorresse no mesmo período. Concluído o período de vernalização, os bulbos-semente foram retirados da câmara fria para a realização da debulha e classificação dos bulbilhos (REGINA; RODRIGUES, 1970), sendo que os bulbilhos retidos nas peneiras 1 e 2 foram plantados nos blocos 1 e 2, e os retidos na peneira 3, plantados nos blocos 3 e 4, com o intuito de reduzir as variações dentro de cada bloco.

As subparcelas foram constituídas por canteiros de 0,20 m de altura, 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento, com cinco linhas de plantio. Os bulbilhos foram plantados a uma profundidade de 0,05 m, com espaçamento de 0,20 m entre linhas e 0,10 m entre plantas, com área total e útil de  $2,0\text{ m}^2$  e  $1,08\text{ m}^2$ , respectivamente, totalizando 100 plantas por subparcela, com 54 plantas úteis (Figura 4 do Cap. II).

O preparo do solo constou de uma aração e uma gradagem, seguido do levantamento dos canteiros, onde se realizou a adubação de plantio baseada na análise do solo de ambos os locais, e sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende et al. (2004) para a cultura do alho. Realizou-se a adubação de plantio com 40 t ha<sup>-1</sup> de Pole Fértil (à base de esterco bovino e de galinha), 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio), 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), 15 kg ha<sup>-1</sup> de Mg (sulfato de magnésio), 7 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (sulfato de zinco) e 1,7 kg ha<sup>-1</sup> de B (ácido bórico). As adubações de cobertura realizaram-se em duas aplicações, uma aos 30 dias após o plantio do alho, com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (uréia) e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), e outra aos 60 dias com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (uréia).

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 27 L h<sup>-1</sup> por microaspersor, pressão de 200 KPa, sendo dois microaspersores por subparcela, e a quantidade de água aplicada estimada de acordo com a evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998). Este método leva em consideração a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) e o Kc da cultura para cada estágio de desenvolvimento. A fim de monitorar a umidade do solo durante a condução dos experimentos, foram instalados tensiômetros a 0,15 e 0,30 m de profundidade, em duas repetições para cada experimento.

Visando a prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas pulverizações com produtos a base de Mancozeb (Manzate®, 2,5 g L<sup>-1</sup>) em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e/ou ácaros foi efetuado mediante pulverizações alternadas em intervalos de quinze dias com produto a base de Clorfernapi (Pirate®, 0,5 mL L<sup>-1</sup>) ou Deltametrina (Decis®, 0,3 mL L<sup>-1</sup>). Já o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente nas subparcelas e com enxadas entre os canteiros, de modo que as plantas permanecessem sempre no limpo.

A colheita foi realizada na medida em que as plantas apresentaram sinais de maturação, como amarelecimento e seca das folhas em cerca de 2/3 da parte aérea das plantas. Após a colheita, os bulbos foram submetidos ao processo de cura ao sol

durante três dias. Neste processo, as plantas foram dispostas em linhas, de forma que as folhas de uma planta cobrissem os bulbos da planta da linha seguinte, protegendo-as do sol. Posteriormente, procedeu-se a cura à sombra em uma área ampla e ventilada, por um período de sete dias. Após o processo de cura, realizou-se o toailete dos bulbos, destacando-se a parte aérea, a 1 cm dos bulbos, e as raízes do caule.

Após o toailete, os bulbos foram debulhados, sendo retirada uma amostra de 100 bulbilhos por subparcela útil. Em seguida, esse material foi encaminhado ao laboratório de pós-colheita da Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFRSA para as realizações das análises. Os bulbilhos foram descascados e, com o auxílio de um processador, foram triturados até atingir uma consistência pastosa e homogênea. Este material foi filtrado em tecido fait, 100% poliéster, retirando-se o suco para realização das análises qualitativas.

Foram avaliadas as seguintes características:

**Diâmetro de bulbos (mm bulbo<sup>-1</sup>)** - obtido por meio da média dos diâmetros transversais de bulbos, utilizando-se o paquímetro no momento da colheita.

**Potencial hidrogeniônico (pH)** - o pH foi determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH = 7,0 e pH = 4,0, conforme recomendações dos métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

**Acidez titulável (AT)** - foi utilizado 1 g de pasta de alho, a qual foi completada para 50 mL com água destilada e três gotas de fenolftaleína alcoólica a 1%. A seguir, foi realizada a titulação com solução de NaOH 0,1 M, até o ponto de viragem, caracterizada pela cor rósea, expressando-se os resultados em mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/100 g. Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

**Sólidos solúveis (SS)** - os teores de SS foram determinados diretamente do suco de alho homogeneizado, por meio de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co, LTD. Japan) com compensação automática de temperatura. Os

resultados foram expressos em % (°Brix), de acordo com a metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists (2002).

**Açúcares solúveis totais** - foram determinados conforme Yemm e Willis (1954), a partir de 0,5 g da amostra, diluída com água destilada em balão volumétrico de 100 mL, em seguida foi filtrado para a realização da retirada do extrato. Em um tubo de ensaio, foram adicionados 30 µL do extrato e 970 µL de água destilada. Depois de colocar a amostra e a água, os tubos foram para um banho de gelo, onde permaneceram enquanto se colocava o reagente de antrona (2 mL). Depois de colocada a antrona, os tubos foram agitados e retornados imediatamente para o banho de gelo. Posteriormente, os tubos foram submetidos em banho-maria fervente por 8 minutos. Resfriou-se em água gelada. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm. Os resultados foram expressos em g/100 g de polpa.

**Açúcares redutores** - foram determinados segundo o método de Miller (1959). A partir de uma amostra de 4,0 g da pasta, diluída em balão volumétrico de 50 mL com água, em seguida foi filtrado para a realização da retirada do extrato. Depois foi adicionada uma alíquota de 1,5 mL em um tubo de ensaio e adicionado 1 mL de Dinitro-Salicílico, DNS. Após adição do reagente de DNS, os tubos foram agitados e levados para banho fervente em ebulição por cinco minutos. Em seguida, foram adicionados 7,5 mL de água destilada e resfriados (banho de gelo) para realização da análise. Os resultados foram expressos em percentagem de glicose por 100 g de pasta.

**Pungência** - quantificada em função do teor de ácido pirúvico. Foi estimada pelo método colorimétrico descrito por Schwimmer e Weston (1961). Em um erlenmeyer, foram adicionados 0,2 mL do suco do alho, 1,5 mL de ácido tricloroacético 5%, 18,3 mL de água destilada, agitados posteriormente, retirou-se 1 mL desta amostra e colocou-se em um tubo de ensaio, onde foram adicionados 1 mL de 2,4 - dinitrofenilhidrazina (DNPH), 1 mL de água destilada e agitados em vortex. Os tubos de ensaio foram colocados em banho-maria a 37 °C durante 10 minutos. Após esse período, foram resfriados em água e gelo, imediatamente após a retirada do

banho-maria. Adicionaram-se 5 mL de NaOH 0,6N, agitados em vortex, e deixados por cinco minutos para desenvolver a cor amarela. As absorvâncias 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<sup>-1</sup>). Os resultados foram obtidos em µmol de ácido pirúvico por mL de alho.

**Sólidos totais** - os bulbilhos foram colocados em uma estufa com circulação forçada de ar, com temperatura de 65 °C, até atingirem massa seca constante. Os sólidos totais foram calculados pela diferença entre 100 e o teor de umidade, dos bulbilhos, sendo os resultados expressos em g de sólidos totais/100 g, conforme recomendações dos Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

**Índice industrial** - o índice industrial foi avaliado pela fórmula:  $I_i = (\text{Sólidos totais} \times \text{ácido pirúvico})/100$ , de acordo com Carvalho et al. (1991).

Os dados dos experimentos foram submetidos à análise de variância conjunta utilizando-se o *software* SISVAR v.5.3 (FERREIRA, 2007) e de regressão por meio do *software* do Table Curve 2D v5.01 (JANDEL SCIENTIFIC, 1991). A comparação de médias foi feita pelo teste t de Student para os locais de plantio e as cultivares, e pelo teste Tukey para os períodos de vernalização, neste caso quando não encontrado um modelo de equação significativo, obedecendo-se o nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo da análise de variância das características avaliadas está apresentado no apêndice (Tabelas 5A, 6A, 7A e 8A). Houve efeito da interação entre períodos de vernalização, cultivares e locais de plantio para as características de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores, pungência, sólidos totais e índice industrial. O diâmetro de bulbos foi influenciado pela interação entre períodos de vernalização e locais de plantio, bem como pela interação entre cultivares e locais de plantio. Os açúcares solúveis totais foram influenciados significativamente pela interação entre cultivares e locais de plantio.

Para as características de diâmetro médio do bulbo, pH, acidez titulável, açúcares redutores, pungência e índice industrial, não foi encontrado modelo de equação ajustado para explicar o comportamento dessas características em função dos períodos de vernalização.

#### 3.1 DIÂMETRO DE BULBOS

Avaliando-se os efeitos dos períodos de vernalização em cada local de plantio, verificou-se que no cultivo de Baraúna as cultivares produziram bulbos com maior diâmetro quando não se utilizou a vernalização dos bulbos-semente (42,1 mm). Notou-se um decréscimo nas médias na medida em que se aumentou o período de vernalização (Tabela 1). Esse resultado também foi observado por Silva et al. (2000) nas cultivares Gigante de Lavínia, Juréia, Gigante Roxo, Gigante Curitibanos e Gravatá, indicando que essa técnica foi prejudicial às cultivares estudadas, já que o aumento do tempo de vernalização (0-40 dias) provocou um aumento na produção não-

comercial, ou seja, aumento no número de bulbos pequenos, com diâmetro inferior à 32 mm. Em Governador Dix-sept Rosado, o maior diâmetro médio do bulbo (34,8 mm) foi obtido quando os bulbos-semente foram vernalizados por um período de 10 dias, obtendo as menores médias após esse período (Tabela 1). Essa diferença observada no diâmetro de bulbos entre os locais de plantio pode estar associada à influência dos fatores climáticos de cada local, demonstrando que em locais cujas temperaturas são mais elevadas, como em Governador Dix-sept Rosado/RN, há maior necessidade de utilizar a vernalização como forma de melhorar a produção das cultivares e, conseqüentemente, o tamanho de bulbos. Apenas no tratamento sem a vernalização verificou-se diferença significativa entre os locais de plantio, destacando-se o município de Baraúna, com bulbos com diâmetro médio de 42,1 mm.

Tabela 1 – Valores médios de diâmetro de bulbos (mm bulbo<sup>-1</sup>) de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais de plantio	Períodos de vernalização (Dias)			
	0	10	20	30
Baraúna/RN	42,1	33,7	29,9	29,7
Gov. Dix-sept Rosado/RN	31,8	34,8	29,2	28,5

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 2,52; Teste Tukey,  $p < 0,05$ . Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 1,99; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

Considerando o comportamento das cultivares em cada local de plantio, observa-se que a ‘Gigante do Núcleo’ apresentou diâmetro de bulbo (33,9 mm) superior a ‘BRS Hozan’ (27,9 mm) apenas no cultivo em Governador Dix-sept Rosado, ao passo que em Baraúna obtiveram, em média, diâmetro de 34,15 mm. Ainda observou-se que a cultivar Gigante do Núcleo apresentou diâmetro de bulbos semelhante nos dois locais, porém ‘BRS Hozan’ obteve o maior diâmetro (34,5 mm) em Baraúna (Tabela 2). Esses resultados estão próximos dos encontrados por Oliveira et al. (2010) em Diamantina/MG, que obtiveram diâmetro médio de bulbos de 36,75 mm para a ‘Gigante do Núcleo’ e 31,50 mm para a ‘BRS Hozan’.

Tabela 2 – Valores médios de diâmetro de bulbos (mm bulbo<sup>-1</sup>) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Cultivares	Locais de plantio	
	Baraúna/RN	Gov. Dix-sept Rosado/RN
Gigante do Núcleo	33,8	33,9
BRS Hozan	34,5	27,9

Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 1,89; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ . Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 1,89; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

### 3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) E ACIDEZ TITULÁVEL

Avaliando-se os períodos de vernalização de cultivares em cada local de plantio, observa-se que a maior média de pH foi alcançada no tratamento com 20 dias de vernalização para a cultivar Gigante do Núcleo produzida em Baraúna. Verificou-se que no município de Baraúna a cultivar Gigante do Núcleo, apresentou pH (6,17) superior à ‘BRS Hozan’ (6,04). Porém, no plantio de Governador Dix-sept Rosado as duas cultivares registraram valores estatisticamente semelhantes (Tabela 3). Valores superiores foram relatados por Mota et al. (2003), em Lavras/MG, os quais, trabalhando com as cultivares Amarante, Cateto Roxo, Gigante Roxão, Gigante Roxo, Gravatá e Gigante Curitibanos, obtiveram pH variando entre 6,60 e 7,06. Chagas et al. (2003), nas condições do sul de Minas Gerais, encontraram valores inferiores aos do presente estudo, oscilando entre 5,67 e 5,80, desta vez com as cultivares Gigante Curitibanos, Chinesão, Amarante, Cará, Douradão de Castro, Gigante de Lavínia e Gigante Roxo.

Tabela 3 – Valores médios de pH de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	6,16	6,14	6,38	6,01
	BRS Hozan	5,99	6,04	6,08	6,05
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	5,95	6,05	6,02	6,02
	BRS Hozan	6,02	5,97	6,06	6,07

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 0,11; Teste Tukey,  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 0,08; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 0,08; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

Para as hortaliças que visam à industrialização, o pH é um indicativo essencial de sabor, além de figurar como um parâmetro de grande importância para seleção da presença microbiana e da ocorrência de interações químicas que define o rigor dos tratamentos industriais. Na maioria dos casos, apresenta relação inversa à acidez, contudo a capacidade-tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH (CECCHI, 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Isso foi observado no presente estudo, a elevada capacidade tamponante da pasta de alho provocou pequena variação no pH, que se situou na faixa de 5,95 a 6,38, em contrapartida aos maiores valores verificados na acidez.

Para a acidez, analisando-se os períodos de vernalização de cultivares em cada local de plantio, observou-se que a ‘Gigante do Núcleo’, em Baraúna, obteve maior acidez titulável (6,95 mEq  $H_3O^+$ /100 g) quando os bulbos-semente foram vernalizados por 10 dias. Porém, quando foi cultivada em Governador Dix-sept Rosado as maiores médias para essa característica foram registradas nos tratamentos com 10, 20 e 30 dias de vernalização, ao passo que a ‘BRS Hozan’ obteve maior média em Baraúna (8,44 mEq  $H_3O^+$ /100 g) com 20 dias de vernalização, e em Governador Dix-sept Rosado as maiores médias foram obtidas nos tratamentos sem vernalização e com 20 e 30 dias de vernalização, sendo os dois últimos semelhantes a 10 dias de vernalização (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios de acidez titulável (mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/100 g) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	6,30	6,95	5,96	5,79
	BRS Hozan	6,79	6,70	8,44	4,64
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	4,85	5,82	5,96	5,63
	BRS Hozan	6,54	5,82	6,21	6,33

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 0,53; Teste Tukey, p<0,05. Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 0,40; Teste t de Student (LSD), p<0,05. Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 0,40; Teste t de Student (LSD), p<0,05.

Diferenças significativas entre as cultivares na acidez titulável foram verificadas em Baraúna nos tratamentos sem vernalização e com 20 e 30 dias de vernalização, destacando-se com maior acidez observada a cultivar BRS Hozan (8,44 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/100 g) aos 20 dias de vernalização, bem como a cultivar Gigante do Núcleo (5,79 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/100 g), aos 30 dias de vernalização. Em Governador Dix-sept Rosado, a cultivar BRS Hozan apresentou maior acidez titulável nos tratamentos sem vernalização (6,54 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/100 g) e com 30 dias de vernalização (6,33 mEq H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/100 g), não sendo detectadas diferenças significativas entre as cultivares aos 10 e 20 dias de vernalização (Tabela 4). Verificou-se ainda que as cultivares obtiveram maior acidez titulável em Baraúna, provavelmente devido ao metabolismo menos intenso em função da temperatura (média de 26,6 °C) deste município, a qual foi mais baixa do que a temperatura (média de 28,6 °C) do município de Governador Dix-sept Rosado.

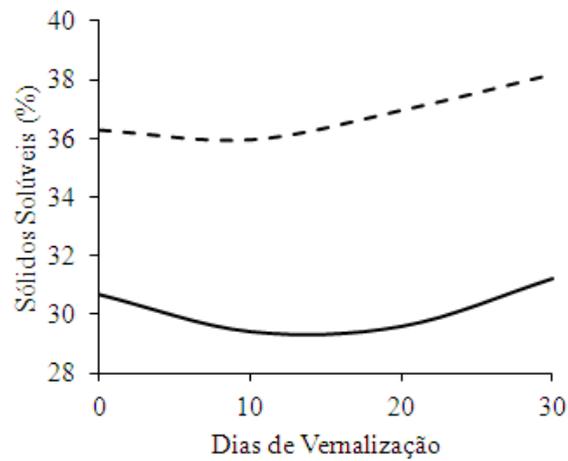
De acordo com Chagas et al. (2003), a acidez é um fator importante para industrialização: quanto mais elevada a acidez, melhor é a característica industrial do alho. Soares (2013), trabalhando com as cultivares Amarante, Branco Mossoró, Cateto Roxo, Catiguá, Caturra, Centenário, Chileno PR, Chinês Real, Gravatá, Mexicano e Morano Arequipeno, nas condições de Governador Dix-sept Rosado sem vernalização,

obteve acidez titulável variando entre 5,33 e 7,76, estando nesta faixa os valores obtidos no presente estudo.

Segundo Amorim et al. (2012), em análise de alimentos, a determinação de pH, juntamente com acidez titulável, é uma forma de avaliar a qualidade e a potencialidade do produto em derivados alimentícios, daí a importância de estudar tais características.

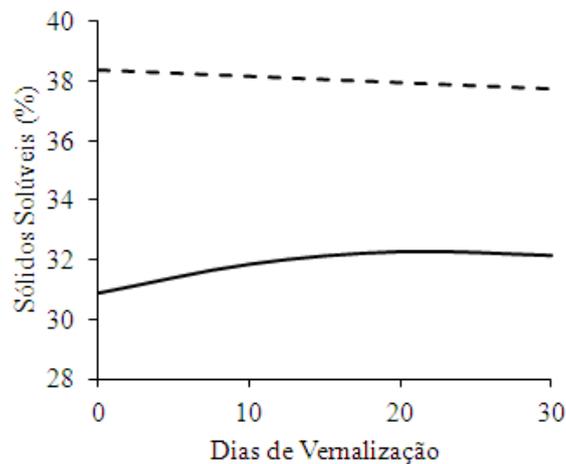
### 3.3 SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS)

Para os sólidos solúveis, verificou-se que, em função dos períodos de vernalização, tanto a cultivar Gigante do Núcleo como a ‘BRS Hozan’ apresentaram comportamento diferenciado em ambos os locais de plantio. Em Baraúna (Figura 1) e em Governador Dix-sept Rosado (Figura 2), a cultivar BRS Hozan apresentou, respectivamente, comportamento exponencial e linear decrescente em função dos períodos de vernalização dos bulbos-semente, atingindo valores máximos estimados de 38,20% aos 30 dias de vernalização em Baraúna e 38,40 % sem vernalização em Governador Dix-sept Rosado ao passo que a cultivar Gigante do Núcleo apresentou comportamento quadrático em ambos os locais, com valores máximos estimados de 31,21% em Baraúna aos 30 dias de vernalização e 32,29% em Governador Dix-sept Rosado aos 23 dias de vernalização.



— Gigante do Núcleo  $\hat{y} = 30,6655 - 0,1999x + 0,0073x^2$   $R^2 = 0,99$   
 - - - BRS Hozan  $\hat{y} = 36,2877 + 0,1974x - 0,7308x^{0,5}$   $R^2 = 0,95$

Figura 1 – Sólidos solúveis de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.



— Gigante do Núcleo  $\hat{y} = 30,8925 + 0,1232x - 0,0027x^2$   $R^2 = 0,86$   
 - - - BRS Hozan  $\hat{y} = 38,3980 - 0,0227x$   $R^2 = 0,78$

Figura 2 – Sólidos solúveis de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.

A diferença nos sólidos solúveis observada entre as cultivares na Mesorregião Oeste Potiguar pode estar relacionada às próprias características das cultivares, bem como ao grau de maturação dos bulbos utilizados na análise, pois neste caso, com o amadurecimento, o amido é hidrolisado e os açúcares complexos vão se transformando em açúcares simples (MATOS, 2007). Vale ressaltar ainda que os valores de sólidos solúveis podem variar em função do ambiente e dos tratos culturais empregados antes, durante e após a colheita (OLIVEIRA et al., 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005; BECKLES, 2012).

Prati et al. (2010), estudando em São Paulo as características físico-químicas das cultivares de alho Roxinho, Santa Catarina Roxo, Comercial (Chinês), Gigante de Curitiba e Assai, obtiveram valores de sólidos solúveis entre 30,83 e 33,84%, valores inferiores aos máximos obtidos no presente estudo. Mota et al. (2003), em Minas Gerais, também avaliando características físico-químicas de cultivares de alho, observaram variações nos sólidos solúveis entre 29,33 e 37,16%, valores semelhantes aos obtidos pelas cultivares de alho vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar.

Os sólidos solúveis representam a concentração de substâncias dissolvidas no conteúdo celular, entre as quais se destacam as vitaminas, pectinas, fenóis, ácidos orgânicos, pigmentos e, principalmente, os açúcares (em maior proporção), podendo constituir cerca de 90% desse parâmetro (CHITARRA; ALVES, 2001; BECKLES, 2012).

### 3.4 AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

Os açúcares solúveis totais, diferentemente das demais características avaliadas, não sofreram influência dos períodos de vernalização. Assim como observado para os sólidos solúveis (Figuras 1 e 2), verificou-se que tanto no município

de Baraúna como no município de Governador Dix-sept Rosado a cultivar BRS Hozan apresentou as maiores percentagens de açúcares solúveis totais. A cultivar Gigante do Núcleo obteve maior quantidade de açúcares (17,63%) em Governador Dix-sept Rosado e a cultivar BRS Hozan obteve maior média de açúcares (23,44%) em Baraúna, apesar de não se ter observado diferenças significativas entre os dois locais (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios de açúcares solúveis totais (%) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept-Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Cultivares	Locais de plantio	
	Baraúna/RN	Gov. Dix-sept Rosado/RN
Gigante do Núcleo	13,45	17,63
BRS Hozan	23,44	22,04

Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 2,63; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ . Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 2,63; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

Os valores médios de açúcares em hortaliças são de 2 a 5 %, mas em hortaliças como tomate e cebola esse valor pode estar próximo de 15%, dependendo da cultivar utilizada (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SILVA et al., 2011; BECKLES, 2012; BOTREL; OLIVEIRA 2012). Assim, baseando-se nessa informação, pode-se afirmar que o alho é rico em açúcares, em virtude de poder apresentar percentagens superiores a 20%, com quase todo o conteúdo sólido constituído de açúcares.

A maioria desses açúcares encontra-se na forma de dissacarídeos não-redutores, como a sacarose, o que minimiza o problema com relação ao escurecimento, que no caso de se utilizar esse alho para indústria pode dispensar o tratamento com inibidores destas reações (STRINGHETA; MENEZES SOBRINHO, 1986). Esta afirmação também é comprovada por Soares (2013), que observou percentagens de açúcares em alho que variaram de 20,42 a 28,48%, médias superiores às obtidas pelas cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan.

### 3.5 AÇÚCARES REDUTORES

Para os açúcares redutores, observou-se variação significativa em relação aos períodos de vernalização apenas na cultivar BRS Hozan, a qual apresentou o maior valor (1,10%) quando plantada no município de Baraúna utilizando 20 dias de vernalização dos bulbos-semente. Notou-se ainda que para esta mesma cultivar, em Governador Dix-sept Rosado, a maior média de açúcares redutores (0,83%) foi observada no tratamento cujos bulbos-semente sofreram uma vernalização de 30 dias (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios de açúcares redutores (%) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	0,38	0,37	0,38	0,31
	BRS Hozan	0,48	0,44	1,10	0,75
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	0,34	0,31	0,26	0,30
	BRS Hozan	0,68	0,39	0,69	0,83

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 0,13; Teste Tukey,  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 0,11; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 0,11; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

Valores inferiores aos do presente estudo foram verificados na cultura do alho por Chagas et al. (2003), que observaram açúcares redutores variando entre 0,21 e 0,48%. Os açúcares redutores encontrados para as cultivares de Gigante do Núcleo e BRS Hozan estão próximos dos encontrados para as cultivares de alho comum obtidos por Soares (2013), que variaram entre 0,32 e 0,87%.

Stringheta e Menezes Sobrinho (1986) descrevem que a presença de açúcares redutores, mesmo em níveis relativamente baixos, poderá influenciar na qualidade do alho desidratado. Açúcares redutores como a glicose e a frutose, quando presentes na

matéria prima e sob efeito de aquecimento durante a secagem, poderão sofrer caramelização, alterando a coloração do alho desidratado, tornando-o mais escuro, e suas propriedades funcionais, como a solubilidade, podendo reduzir drasticamente a aceitação e uso do produto desidratado.

No entanto, o elevado teor desses açúcares tem sido valorizado quando se visa à obtenção do chamado “alho negro”. Há muitos séculos que o “alho negro” é produzido nos países asiáticos, especialmente na Coreia e Japão, sendo consumido na culinária local devido ao seu sabor único, ou utilizado na medicina natural, como remédio. As reações químicas e bioquímicas que ocorrem no alho quando este é submetido à determinada condição de temperatura e umidade produzem melanoidinas, responsáveis pela coloração negra. Outros compostos, como os derivados da reação de Maillard, também podem estar envolvidos no escurecimento. Portanto, alhos com altos teores de frutose são os mais indicados para a produção do alho negro. Seu sabor é característico (adocicado), havendo atenuação no odor característico do alho durante o tratamento térmico (BOTREL; OLIVEIRA 2012).

Diante disso, pode-se afirmar que os baixos valores desses açúcares encontrados no presente estudo são vantajosos, quando comparados com os de outros pesquisadores como Prati et al. (2010), que obtiveram valores superiores (5,17 a 11,64%), demonstrando que as cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan podem ser interessantes quando se visa à obtenção do produto desidratado. A cultivar BRS Hozan, por apresentar maiores teores de açúcares redutores que a cultivar Gigante do Núcleo, pode ser indicada para a obtenção de “alho negro”. Nos estudos já realizados, observou-se que a atividade antioxidante do alho negro é aumentada em seis vezes em relação ao produto fresco (MACEDO et al., 2011).

### 3.6 PUNGÊNCIA

Para a pungência, observou-se que, em função dos períodos de vernalização, tanto a cultivar Gigante do Núcleo como a ‘BRS Hozan’ apresentaram comportamento diferenciado em ambos os locais de plantio, proporcionando os maiores valores no município de Baraúna (Tabela 7). No município de Baraúna, a ‘Gigante do Núcleo’ registrou maiores médias de pungência nos tratamentos sem vernalização ( $95,59 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ), com 10 ( $97,21 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ) e 20 dias de vernalização ( $90,98 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ), apesar desse último não diferir estatisticamente daquele de 30 dias de vernalização ( $87,72 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ). Em Governador Dix-sept Rosado, essa cultivar também obteve as maiores médias nesses tratamentos, porém o sem vernalização ( $76,32 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ) e com 20 dias de vernalização ( $78,38 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ) não diferiram do de 30 dias de vernalização ( $73,45 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ), que apresentou a menor média. Por outro lado, a ‘BRS Hozan’, quando cultivada em Baraúna, promoveu as maiores pungências com 10 ( $88,14 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ) e 30 dias de vernalização ( $90,45 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ), e em Governador Dix-sept Rosado nos tratamentos sem vernalização, com 10 e 30 dias de vernalização.

Tabela 7 – Valores médios de pungência ( $\mu\text{moles de ácido pirúvico mL}^{-1}$ ) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	95,59	97,21	90,98	87,72
	BRS Hozan	80,69	88,14	80,23	90,45
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	76,32	80,56	78,38	73,45
	BRS Hozan	75,85	75,72	67,32	76,10

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 6,65; Teste Tukey,  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 5,94; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 5,94; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

Diferenças significativas entre as cultivares na pungência foram verificadas em Baraúna nos tratamentos sem vernalização, com 10 e 20 dias de vernalização, destacando-se a cultivar Gigante do Núcleo com maiores pungências, e em Governador Dix-sept Rosado no tratamento com 20 dias de vernalização, onde a cultivar Gigante do Núcleo ( $78,38 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ) também foi superior à 'BRS Hozan' ( $67,32 \mu\text{mol mL}^{-1}$ ) (Tabela 6).

Soares (2013), estudando cultivares do mesmo grupo em Governador Dix-sept Rosado, sem vernalização, obteve pungência variando entre  $86,15$  e  $95,78 \mu\text{mol mL}^{-1}$ , valores superiores aos obtidos pelas cultivares de alho vernalizado no mesmo local. Os valores de pungência observados no presente trabalho estão acima dos encontrados por Chagas et al. (2003), os quais, avaliando sete cultivares em Minas Gerais obtiveram pungências entre  $46,20$  e  $55,01 \mu\text{mol g}^{-1}$ . Essas variações entre os resultados podem estar relacionadas com a interação genótipo x ambiente, que, segundo Vargas et al. (2010), influencia fortemente a pungência.

Para o alho, aliado aos altos teores de sólidos solúveis, o odor acentuado e característico é essencial tanto para finalidade industrial quanto para consumo *in natura*, de vez que sua utilização básica é como agente aromatizante (BOTREL; OLIVEIRA 2012). De acordo com Feimberg (1973), quanto maior a pungência da matéria prima, mais pungente é o produto acabado, ou seja, bulbos com maiores teores de ácido pirúvico darão produtos industriais com melhores características de sabor e aroma, o que é desejado pelos consumidores. Desse modo, pode-se inferir que em Baraúna as cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan, independentemente dos tratamentos com vernalização, apresentaram-se mais pungentes do que em Governador Dix-sept Rosado, podendo ser indicadas como mais adequadas à indústria, com melhores características de sabor e aroma.

### 3.7 SÓLIDOS TOTAIS

O teor de sólidos totais em função dos períodos de vernalização apresentou comportamento crescente em ambas as cultivares no município de Baraúna (Figura 3). Já em Governador Dix-sept Rosado a cultivar Gigante do Núcleo teve o teor de sólidos totais decrescente até próximo aos 20 dias de vernalização, e a partir daí obteve um aumento com a vernalização, ao passo que a 'BRS Hozan' apresentou teor de sólidos totais crescente com o aumento do período de vernalização (Figura 4). A cultivar BRS Hozan se sobressaiu em ambos os locais de plantio, atingindo valores máximos estimados de sólidos totais de 41,19%, em Baraúna, e 37,23%, em Governador Dix-sept Rosado, quando foram utilizados 30 dias de vernalização dos bulbos-semente. Para a cultivar Gigante do Núcleo, os valores máximos estimados foram 33,00% em Baraúna e 32,55% em Governador Dix-sept Rosado, utilizando 30 dias de vernalização.

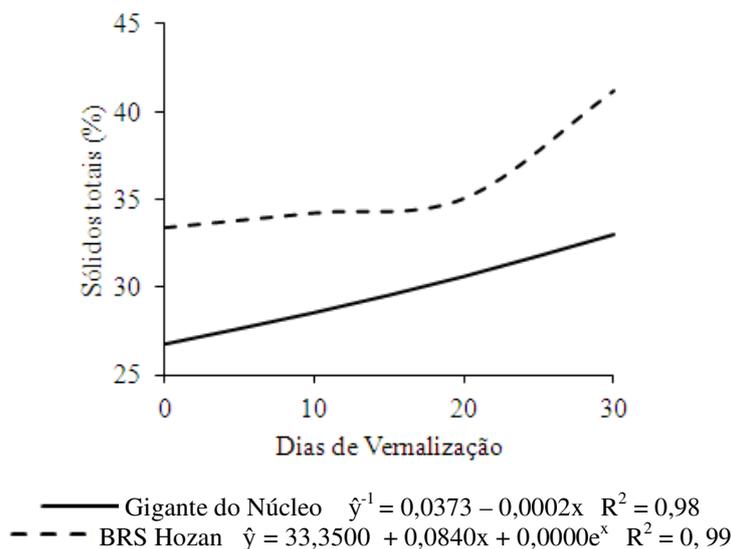
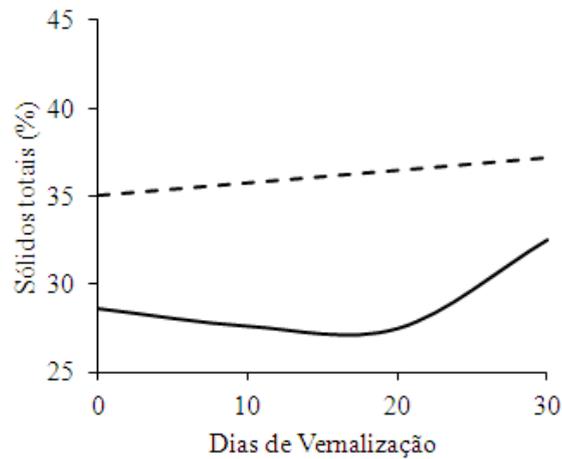


Figura 3 – Sólidos totais de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.



— Gigante do Núcleo  $\hat{y} = 28,5975 - 0,0173x^2 + 0,0007x^3$   $R^2 = 0,99$   
 - - - BRS Hozan  $\hat{y} = 35,0620 + 0,0722x$   $R^2 = 0,89$

Figura 4 – Sólidos totais de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Soares (2013) observou percentagens de sólidos totais variando entre 28,47 e 36,23%, inferiores às máximas obtidas pelas cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan no presente estudo. Chagas et al. (2003) afirmam que valores acima de 30% de sólidos totais são considerados elevados e aceitos para a industrialização. Segundo Stringheta e Menezes Sobrinho (1986), elevados níveis de sólidos totais proporcionam maior rendimento industrial, sendo, portanto, uma característica desejável quando se visa o processamento. Assim, pode-se afirmar que as cultivares produzidas em Baraúna, associadas à vernalização dos bulbos-semente, apresentam boas perspectivas para a industrialização.

### 3.8 ÍNDICE INDUSTRIAL

Considerando-se o efeito dos períodos de vernalização sobre o índice industrial, verifica-se que a cultivar Gigante do Núcleo plantada em Baraúna apresentou as maiores médias para esta característica nos tratamentos com 10 (28,46) e 30 (28,56) dias de vernalização, embora não tenha diferido significativamente daquele de 20 (27,82), que foi semelhante ao sem vernalização, o qual obteve um índice industrial de 25,42. No cultivo em Governador Dix-sept Rosado, essa cultivar obteve índice industrial semelhante entre os tratamentos, com média de 22,66. Para a cultivar BRS Hozan, o maior índice industrial (36,67) foi obtido no plantio de Baraúna utilizando 30 dias de vernalização dos bulbos-semente, e no cultivo de Governador Dix-sept Rosado sem vernalização (26,42), com 10 (26,91) e 30 dias de vernalização (28,07), sendo que os dois primeiros não diferiram do tratamento com 20 dias de vernalização, que apresentou o menor índice industrial (25,15). Comparando-se as cultivares em cada período de vernalização e local de plantio, verificou-se que em Baraúna nos tratamentos com 10 e 30 dias de vernalização, destacou-se a cultivar BRS Hozan com maior índice industrial. Em Governador Dix-sept Rosado, diferenças significativas entre as cultivares foram observadas em todos os tratamentos (0, 10, 20 e 30 dias de vernalização), tendo a cultivar BRS Hozan apresentado maior índice industrial (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios de índice industrial de cultivares de alho semi-nobre vernalizado em Baraúna/RN e Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

Locais	Cultivares	Períodos de vernalização (Dias)			
		0	10	20	30
Baraúna/RN	Gigante do Núcleo	25,42	28,46	27,82	28,56
	BRS Hozan	27,22	30,68	27,31	36,67
G. D. Rosado/RN	Gigante do Núcleo	22,28	23,05	21,41	23,90
	BRS Hozan	26,42	26,91	25,15	28,07

Diferença Mínima Significativa entre períodos de vernalização = 2,72; Teste Tukey,  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre cultivares = 2,03; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .  
Diferença Mínima Significativa entre locais de plantio = 2,03; Teste t de Student (LSD),  $p < 0,05$ .

Valores inferiores aos do presente estudo foram obtidos por Chagas et al (2003), que verificaram índice industrial variando entre 17,17 e 21,03. O índice industrial é uma característica muito importante quando se deseja obter alho para a desidratação, sendo essa característica resultado da associação dos teores de sólidos totais com ácido pirúvico. Assim, alhos com elevados teores, simultaneamente, de sólidos totais e de ácido pirúvico (pungência) apresentam maior índice industrial e, portanto, melhor qualidade para a desidratação.

Diante dos resultados obtidos, pode-se assegurar que a qualidade do alho é variável de acordo com a cultivar, com as condições ambientais, com os tratamentos culturais, incluindo as técnicas empregadas, dentre outros fatores. O estudo dessa composição é de fundamental importância, pois características como sabor e, principalmente, aroma contribuem para a aceitação dessa hortaliça como condimento, seja na forma *in natura* ou industrializada.

#### **4 CONCLUSÕES**

O uso de 10 dias de vernalização pré-plantio dos bulbos-semente possibilitou incrementos na qualidade do alho semi-nobre produzido em Baraúna e Governador Dix-sept Rosado.

O alho produzido em Baraúna apresentou maior diâmetro, além de pungência e sólidos totais, com índice industrial mais elevado e, portanto, melhor qualidade para processamento ou desidratação.

As cultivares Gigante do Núcleo e BRS Hozan, embora com bulbos de menor diâmetro, mostraram-se com boas perspectivas para industrialização, apresentando boas características de sabor e aroma.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998, 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

AMORIM, A. G.; SOUSA, T. A.; SOUZA, A. O. **Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*)**. VII CONNEPI, Palmas, TO, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1159/2840>> Acesso em: 11 fev. 2015.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. 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.

BOTREL, N.; OLIVEIRA, V. R. Cultivares de cebola e alho para processamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2 (Suplemento 1 CD-ROM), S8420-S8434, 2003.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M.; ABREU, C. M. P.; CHAGAS, S. J. R. Tempo de armazenamento na qualidade do alho cv. Amarante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 10, p. 1679-1684, 1991.

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

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2 ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003, 207p.

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.

CHITARRA, A. B.; ALVES, R. E. **Tecnologia de pós-colheita para frutos tropicais**. Fortaleza: Instituto Frutal/Sindifruta, 2001, 314p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita e frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. UFLA: ESAL/FAEPE, 2005, 785p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306p.

FEIMBERG, B. Vegetables. In: ARSDEL, W. B. V.; COPLEY, M. J.; MORGAN JÚNIOR, A. I. (org.). **Food Dehydration**, New York: AVI, v. 2, p. 43-55, 1973.

FERREIRA, D. F. **SISVAR Versão 5.3**. Departamento de Ciências Exatas, Lavras-MG: UFLA, 2007.

GUTIERREZ, A. S. D.; ROCHA, I. L. A produção de alho no Brasil. **Nosso Alho**, Brasília, v. 4, n. 19, p. 30-31, 2014.

HONORATO, A. R. F.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V.; LOPES, W. A. R.; SOARES, A. M. Avaliação de cultivares de alho na região de Mossoró. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 80-88, 2013.

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

JANDEL SCIENTIFIC. **Table Curve**: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991, 280p.

LUCINI, M. A. Situação fitossanitária do alho no Brasil. **Nosso Alho**, Brasília, v. 4, n. 19, p. 22-29, 2014.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J. D.; SILVA, E. C. Exigências climáticas. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Coordenadores). **Cultura do alho**: tecnologias modernas de produção. Lavras: UFLA, p. 29-38, 2009.

MACEDO, T. C.; MALDONADE, I. R.; MENDES, D. G.; FERREIRA, N. A. **Effect of process conditions on aged black garlic**. In: 2nd International ISEKI\_Food Conference, Milan, Italy. ISEKI\_Food 2011. Lisboa, Portugal: Escola Superior de Biotecnologia 1: 226, 2011.

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

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Estados Unidos, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C. Características físico-químicas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) do grupo semi-nobre, nas condições de Lavras, MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2 (Suplemento 1 CD-ROM), 2003.

MUELLER. S.; BIASI, J. Comportamento de cultivares de alho no Planalto Catarinense. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 7-9, 1989.

OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, R. J.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Determinação do ponto de colheita na produção de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 506-509, 2003.

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.

PEREIRA, A. J.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, W. R. Competição de cultivares de alho vernalizado na região de Inconfidentes-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, **Resumos...** Brasília: SOB, p. 1-4, 2003.

PRATI, P.; HENRIQUE, C.M.; MARTINS, C. P. C. C. Caracterização físico-química de cultivares de alho. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 7, n. 15, p. 1-6, 2010.

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.

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.

SILVA, E. C.; SOUZA, R. J.; SANTOS, V. S. Efeitos do tempo de frigorificação em cultivares de alho (*Allium sativum* L.) provenientes de cultura de meristemas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 939-946, 2000.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011.

SOARES, A. M. **Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN**. 2013. 104p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN.

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

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 alicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum* L.). **Revista FCA UNCuyo**, Mendoza, Argentina, v. 42, n. 2, p. 15-22, 2010.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, Grã-Bretanha, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.

## APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo da análise de variância das características emergência de plantas (EP), altura de plantas (AP) e número de folhas (NF) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio		
		EP	AP	NF
Bloco (Local)	6	8,61	112,78	2,10
Local (L)	1	0,00 <sup>ns</sup>	62,21 <sup>ns</sup>	5,06 <sup>**</sup>
Cultivar (C)	1	56,25 <sup>**</sup>	535,34 <sup>**</sup>	52,56 <sup>**</sup>
C x L	1	5,06 <sup>ns</sup>	19,03 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	1,91	11,64	0,35
Vernalização (V)	3	102,44 <sup>**</sup>	212,95 <sup>**</sup>	5,52 <sup>**</sup>
V x L	3	4,62 <sup>ns</sup>	2,11 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>**</sup>
V x C	3	11,29 <sup>*</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>**</sup>
V x C x L	3	4,35 <sup>ns</sup>	4,91 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>**</sup>
Erro 2	36	3,76	5,64	0,16
CV 1 (%)		1,42	7,33	10,41
CV 2 (%)		1,99	5,10	6,99

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Tabela 2A - Resumo da análise de variância das características ciclo cultural (CC), estande final (EF) e massa fresca total (MFT) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio		
		CC	EF	MFT
Bloco (Local)	6	0,00	816341262,31	3,52
Local (L)	1	2550,25**	53171441,02 <sup>ns</sup>	36,54**
Cultivar (C)	1	12,25**	18306394400,00**	125,50**
C x L	1	2,25**	478510156,27 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	0,00	309607532,52	2,61
Vernalização (V)	3	14184,25**	3853330250,00**	26,86**
V x L	3	132,92**	555527525,27 <sup>ns</sup>	7,60**
V x C	3	341,58**	2575526700,00**	3,07**
V x C x L	3	28,92**	532775839,85 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
Erro 2	36	0,00	357595557,04	1,01
CV 1 (%)		0,00	5,51	24,72
CV 2 (%)		0,00	5,92	15,42

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Tabela 3A - Resumo da análise de variância das características percentagem de bulbos com diferenciação de bulbilhos (PBDB) e número de bulbilhos (NB) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio	
		PBDB	NB
Bloco (Local)	6	407,03	0,44
Local (L)	1	16589,44**	5,06*
Cultivar (C)	1	1212,78 <sup>ns</sup>	3,06*
C x L	1	2292,02*	1,56 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	346,49	0,44
Vernalização (V)	3	1266,59**	0,19 <sup>ns</sup>
V x L	3	1473,43**	1,10**
V x C	3	1813,99**	1,35**
V x C x L	3	574,12**	0,94*
Erro 2	36	103,01	0,23
CV 1 (%)		23,66	21,82
CV 2 (%)		12,90	15,79

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Tabela 4A - Resumo da análise de variância das características massa média de bulbos (MMB) e produtividade total (PT) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio	
		MMB	PT
Bloco (Local)	6	0,59	0,07
Local (L)	1	52,42**	4,43**
Cultivar (C)	1	21,97**	0,10 <sup>ns</sup>
C x L	1	99,15**	9,16**
Erro 1	6	0,47	0,12
Vernalização (V)	3	75,32**	3,16**
V x L	3	52,17**	2,42**
V x C	3	4,23**	0,98**
V x C x L	3	2,32*	0,54**
Erro 2	36	0,80	0,10
CV 1 (%)		6,79	11,10
CV 2 (%)		8,88	10,15

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Tabela 5A - Resumo da análise de variância das características diâmetro de bulbos (DB) e pH de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio	
		DB	pH
Bloco (Local)	6	0,15	0,01
Local (L)	1	1,22**	0,12**
Cultivar (C)	1	1,81**	0,05*
C x L	1	1,89**	0,10**
Erro 1	6	0,05	0,00
Vernalização (V)	3	2,28**	0,04**
V x L	3	1,04**	0,03**
V x C	3	0,09 <sup>ns</sup>	0,02**
V x C x L	3	0,03 <sup>ns</sup>	0,03**
Erro 2	36	0,03	0,00
CV 1 (%)		6,72	0,99
CV 2 (%)		5,77	0,96

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Tabela 6A - Resumo da análise de variância das características acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio	
		AT	SS
Bloco (Local)	6	0,09	0,54
Local (L)	1	4,88**	30,87**
Cultivar (C)	1	4,45**	667,25**
C x L	1	0,29 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	0,09	1,35
Vernalização (V)	3	3,08**	2,78**
V x L	3	3,13**	3,56**
V x C	3	2,68**	0,10 <sup>ns</sup>
V x C x L	3	3,22**	2,99**
Erro 2	36	0,08	0,53
CV 1 (%)		4,77	3,40
CV 2 (%)		4,48	2,12

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Tabela 7A - Resumo da análise de variância das características açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio	
		AST	AR
Bloco (Local)	6	6,39	0,02
Local (L)	1	30,93 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Cultivar (C)	1	829,94 <sup>**</sup>	1,84 <sup>**</sup>
C x L	1	124,68 <sup>*</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	9,22	0,01
Vernalização (V)	3	4,57 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>**</sup>
V x L	3	8,84 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>**</sup>
V x C	3	3,00 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>**</sup>
V x C x L	3	7,51 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>**</sup>
Erro 2	36	5,31	0,00
CV 1 (%)		15,87	20,77
CV 2 (%)		12,04	13,77

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

Tabela 8A - Resumo da análise de variância das características pungência (PUNG), sólidos totais (ST) e índice industrial (II) de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na Mesorregião Oeste Potiguar. UFERSA, 2012.

FV	GL	Quadrado médio		
		PUNG	ST	II
Bloco (Local)	6	62,11	1,29	6,90
Local (L)	1	2879,93**	0,02 <sup>ns</sup>	305,42**
Cultivar (C)	1	522,24**	650,76**	189,72**
C x L	1	83,45 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	4,62 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	29,78	0,78	1,62
Vernalização (V)	3	102,45**	62,58**	56,10**
V x L	3	5,80 <sup>ns</sup>	8,93**	14,53**
V x C	3	137,31**	0,24 <sup>ns</sup>	14,66**
V x C x L	3	47,66*	19,67**	12,37**
Erro 2	36	12,17	0,50	2,00
CV 1 (%)		6,64	2,69	4,75
CV 2 (%)		4,25	2,16	5,27

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

<sup>ns</sup> Não significativo

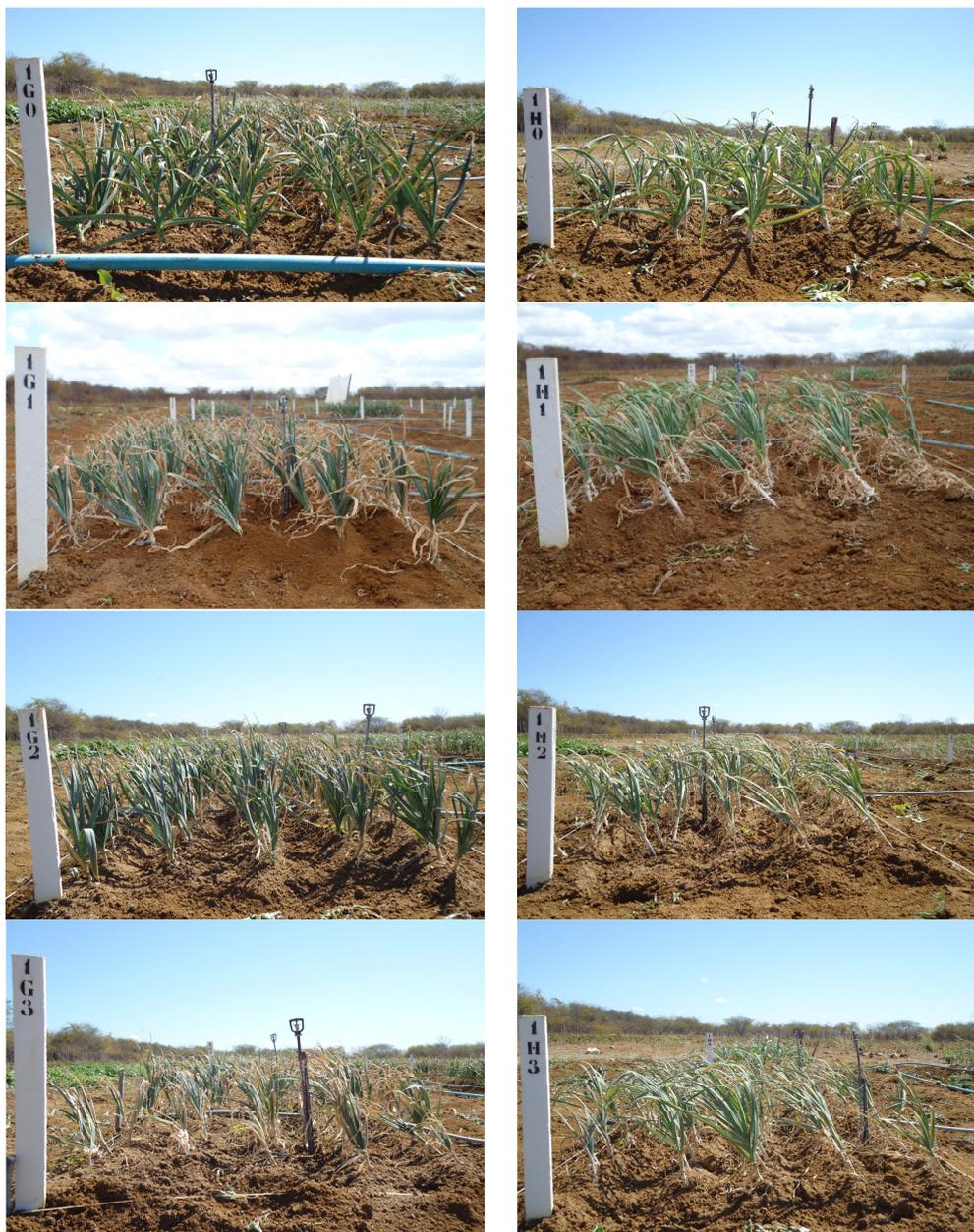


Figura 1A – Plantas de alho ‘Gigante do Núcleo’ (G) e ‘BRS Hozan’ (H) com 0, 10, 20 e 30 dias de vernalização aos 80 DAP em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.

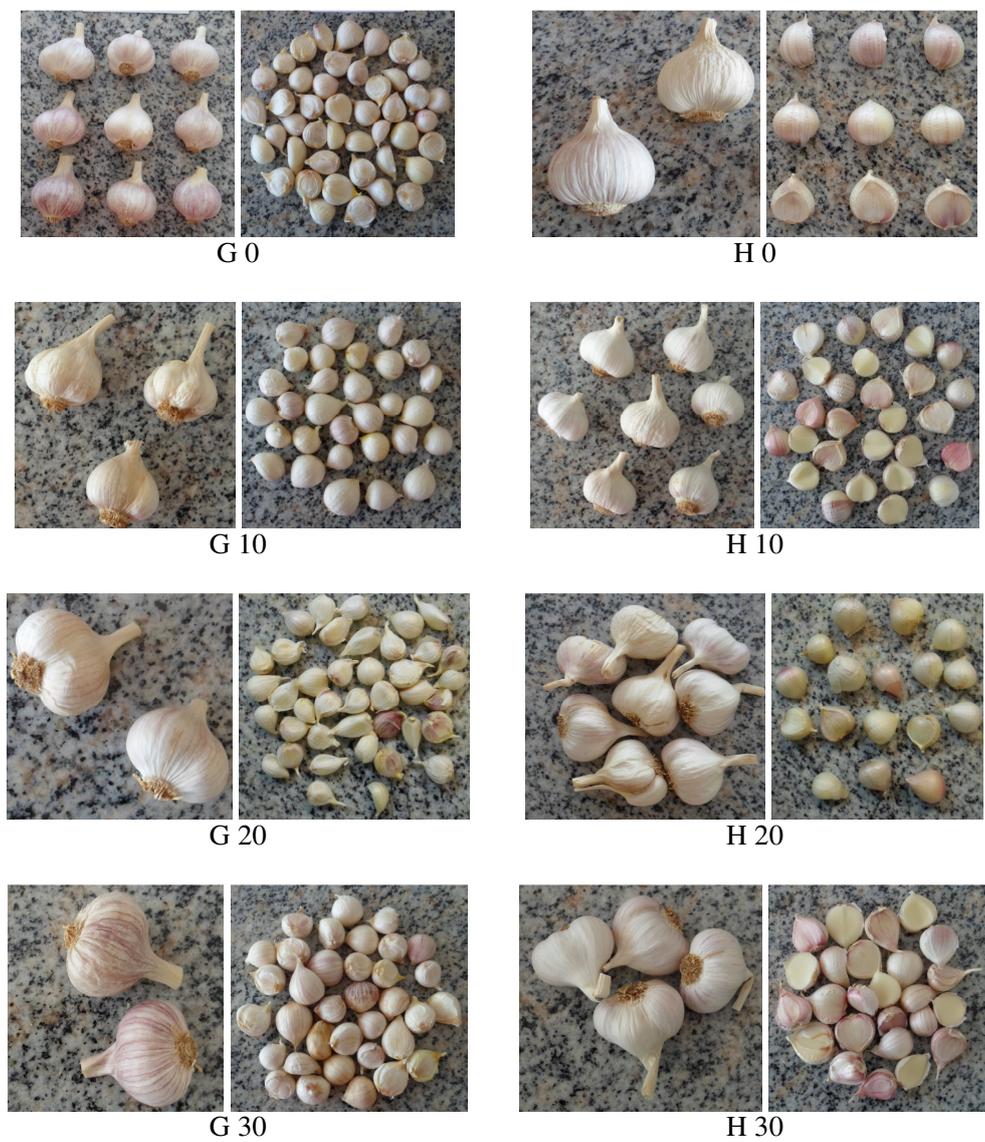


Figura 2A – Bulbos e bulbilhos de alho ‘Gigante do Núcleo’ (G) e ‘BRS Hozan’ (H) com 0, 10, 20 e 30 dias de vernalização após toalete em Baraúna/RN. UFERSA, 2012.



Figura 3A – Plantas de alho ‘Gigante do Núcleo’ (G) e ‘BRS Hozan’ (H) com 0, 10, 20 e 30 dias de vernalização aos 80 DAP em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.

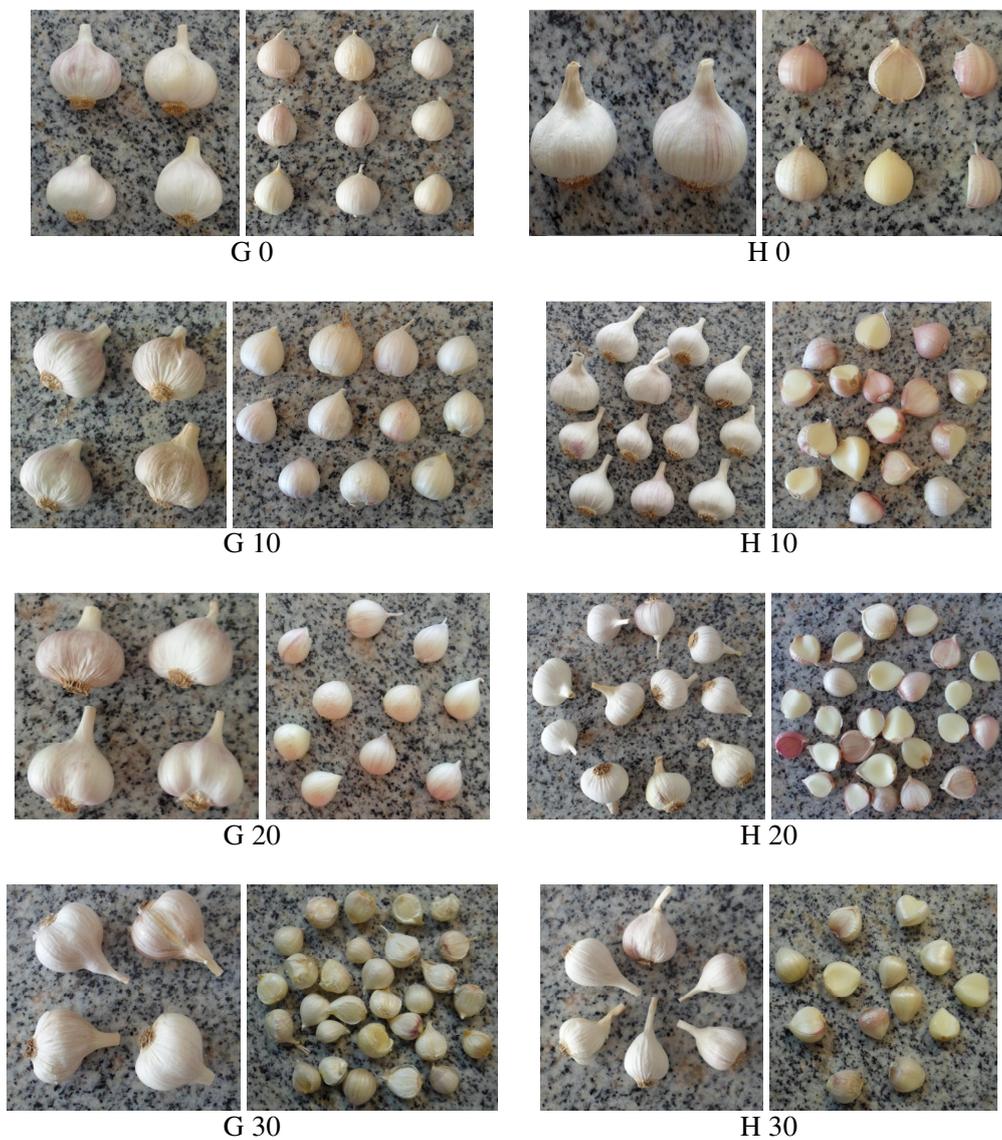


Figura 4A – Bulbos e bulbilhos de alho ‘Gigante do Núcleo’ (G) e ‘BRS Hozan’ (H) com 0, 10, 20 e 30 dias de vernalização após toaleta em Governador Dix-sept Rosado/RN. UFERSA, 2012.