



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

GABRIELLY PAULA DE SOUSA AZEVEDO HENRIQUES

**RESPOSTA DO ALHO NOBRE VERNALIZADO À ADUBAÇÃO NITROGENADA
NAS CONDIÇÕES DE CULTIVO DO SEMIÁRIDO TROPICAL**

MOSSORÓ

2016

GABRIELLY PAULA DE SOUSA AZEVEDO HENRIQUES

**RESPOSTA DO ALHO NOBRE VERNALIZADO À ADUBAÇÃO NITROGENADA
NAS CONDIÇÕES DE CULTIVO DO SEMIÁRIDO TROPICAL**

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

Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Orientador: Maria Zuleide de Negreiros, Prof^ª. Dr^ª.

Coorientador: Welder de Araújo Rangel Lopes, Dr.

MOSSORÓ

2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

H518r Henriques, Gabrielly Paula de Sousa Azevedo.
Resposta do alho nobre vernalizado à adubação nitrogenada nas condições de cultivo do semiárido tropical / Gabrielly Paula de Sousa Azevedo Henriques. – 2016.
94 f. : il.

Orientadora: Maria Zuleide de Negreiros.
Coorientador: Welder de Araújo Rangel Lopes.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2016.

1. *Allium sativum* L.. 2. Frigorificação. 3. Adubação nitrogenada. 4. Produtividade. 5. Pós-colheita. I. Negreiros, Maria Zuleide de, orient. II. Lopes, Welder de Araújo Rangel, co-orient. III. Título.

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

GABRIELLY PAULA DE SOUSA AZEVEDO HENRIQUES

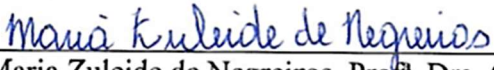
**RESPOSTA DO ALHO NOBRE VERNALIZADO À ADUBAÇÃO NITROGENADA
NAS CONDIÇÕES DE CULTIVO DO SEMIÁRIDO TROPICAL**

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

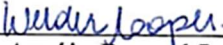
Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Defendida em: 24 / 02 / 2016.

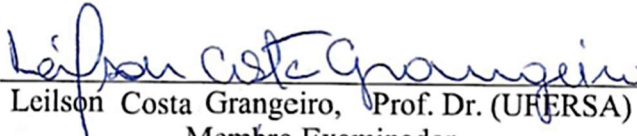
BANCA EXAMINADORA



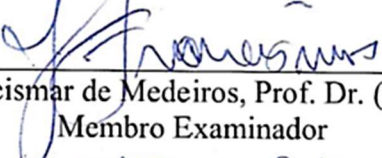
Maria Zuleide de Negreiros, Prof.^a Dra. (UFERSA)
Presidente



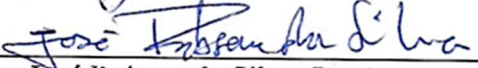
Welder de Araújo Rangel Lopes, Dr. (CAPES)
Membro Examinador



Leilson Costa Grangeiro, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



José Francismar de Medeiros, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



José Robson da Silva, Dr. (EMPARN)
Membro Examinador

*À minha querida avó Nercy de Azevedo Costa
(in memoriam) pelo amor e carinho e por ter
sido um exemplo de mulher forte, guerreira,
batalhadora e de fé.*

Ofereço

*Aos meus queridos pais, Ranieri e Ceuzinha,
pelo amor incondicional, dedicação,
educação e por serem exemplos para mim. Ao
meu amado esposo Renan, pelo amor, apoio,
incentivo e pela fundamental ajuda na
realização dos meus projetos pessoais e
profissionais*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, força e proteção; por todas as bênçãos derramadas sobre mim e minha família; por todas as graças alcançadas em minha vida; por sempre guiar meus passos e iluminar o meu caminho.

Aos meu pais Ranieri de Azevedo Henriques e Maria do Céu Paula de Sousa Azevedo Henriques, por toda a confiança que depositaram em mim, por todo amor e dedicação que sempre tiveram, pela educação e por todos os valores transmitidos. Às minhas irmãs Isabelly e Renata Paula de Sousa Azevedo Henriques, que sempre torceram e se alegraram por cada vitória minha.

Ao meu esposo Renan da Cruz Paulino, por todo amor, respeito, paciência, compreensão, incentivo, e principalmente pela importante ajuda nesse trabalho, bem como, em todos os meus projetos acadêmicos e pessoais.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de realização do meu trabalho, e pela importante contribuição na minha vida acadêmica e profissional.

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

À EMBRAPA Hortaliças, em especial ao D.Sc. Francisco Vilela Resende, pelas valiosas contribuições e ensinamentos

À minha orientadora Maria Zuleide de Negreiros, pelos ensinamentos, pela dedicação e pela entrega aos trabalhos de pesquisa, e principalmente por ser exemplo de pessoa e profissional.

Ao meu coorientador Welder de Araújo Rangel Lopes pela orientação, ensinamentos e paciência, e principalmente pela ajuda em todas as etapas de realização desse trabalho.

Aos membros da banca examinadora: D.Sc. José Robson, Prof. D.Sc. Leilson Grangeiro, Prof. D.Sc. José Francismar e D.Sc. Welder Lopes, por suas contribuições à melhoria deste trabalho.

À equipe de trabalho: Welder Lopes, Rafaella Rayane, Otaciana Maria, Tamires Bessa, Mayky Lima, Pedro Ramon, Adriano Fontes, Felipe Bruno e Thiago Pereira, pela ajuda e pelos momentos de descontração.

Ao Sr. Ivan, por ter permitido a realização do experimento em sua propriedade.

Aos funcionários da Horta do DCV/UFERSA, em especial ao Sr. Antônio, pela ajuda na realização das atividades de campo.

À Priscila de Oliveira por ter revisado as normas da língua portuguesa da tese.

À minha irmã Isabelly Azevedo e minha amiga Fernanda Medeiros por terem revisado as normas da língua inglesa da tese.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização desse trabalho ou que se fizeram presente nos momentos que precisei.

Muito Obrigada!

“Tudo é do pai/ Toda Honra e toda glória/ É Dele a vitória/ Alcançada em minha vida”.

(Frederico Cruz)

RESUMO

O alho é muito exigente em nitrogênio, sendo o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura. Atualmente, informações relacionadas a nutrição mineral de alho vernalizado na região do semiárido são escassas, dessa forma, há necessidade de se avaliar o comportamento produtivo e qualitativo dessa hortaliça quanto à adubação nitrogenada nas diferentes condições de clima e solo. Com o objetivo de avaliar a produção e qualidade de alho nobre vernalizado em função de doses de nitrogênio em regiões de altitude do semiárido tropical, realizou-se um experimento em Martins, RN, de maio a agosto de 2014. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados completos, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹. Os bulbos sementes da cultivar Jonas foram vernalizados por um período de 60 dias a temperatura de 4°C±1°C e umidade relativa de 65 a 70%. Foram avaliados: altura de plantas, número de folhas, razão bulbar, ciclo cultural, massa média de bulbos, produtividade total, comercial e não comercial de bulbos, porcentagem de superbrotamento, classificação dos bulbos e bulbilhos, e número de bulbilhos por bulbo, dose de maior eficiência econômica, diâmetro de bulbo, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, pH, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pungência, sólidos totais e índice industrial. A dose de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado em cobertura proporcionou as maiores médias de altura de plantas, número de folhas, massa média e produtividade total. A dose de máxima eficiência econômica foi a de 91 kg ha⁻¹ de N, a qual promoveu maior produtividade comercial de bulbos. As doses de nitrogênio não influenciaram as características: ciclo cultural, número de bulbilhos por bulbo, classificação de bulbilhos, sólidos solúveis, sólidos totais, açúcares solúveis totais e índice industrial. O incremento das doses de nitrogênio proporcionou aumento do pH, relação sólidos solúveis/acidez titulável e redução na acidez titulável. A pungência e o diâmetro de bulbo aumentaram até as doses de 65 e 94 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente.

Palavras-chave: *Allium sativum* L. Frigorificação. Adubação nitrogenada. Produtividade. Pós-colheita.

ABSTRACT

Garlic is very demanding in nitrogen, which is the nutrient required in larger amounts by culture. Currently, information related to mineral nutrition of vernalized garlic in the semi-arid region are scarce, thus it is necessary to evaluate the productive and qualitative behavior of this vegetable regarding nitrogen fertilization in different conditions of climate and soil. In order to evaluate the production and quality of noble garlic vernalized in function of nitrogen in elevated regions of semi-arid tropical, there was an experiment in the city of Martins, Rio Grande do Norte (RN), from May to August 2014. The experimental design was randomized complete block design with five repetitions. The treatments were five nitrogen rates applied in coverage: 0, 40, 80, 120, and 160 kg ha⁻¹. The seeds bulbs cultivate Jonas were vernalized during a period of 60 days at 4 ° C ± 1 ° C and relative humidity 65-70%. Were evaluated: plant height, leaf number, bulbar ratio, cultural cycle, average bulb weight, total yield, commercial yield and non-commercial yield bulbs, percentage of overbudding, classification of bulbs and bulbils, and number of cloves per bulb, dose with higher economic efficiency, bulb diameter, soluble solids, total soluble sugars, pH, titratable acidity, soluble solids/titratable acidity ratio, pungency, total solids and industrial index. The nitrogen rate of 90 kg ha⁻¹ applied for coverage provided the highest average plant height, leaf number, average weight and total yield. The maximum economic efficiency rate was 91 kg ha⁻¹ N, which promoted greater commercial yield bulbs. Nitrogen rates did not affect the characteristics: cultural cycle, bulbils number per bulb, bulbils classification, soluble solids, total solids, total soluble sugars and industrial index. The increase in nitrogen rates resulted in an increase in pH, soluble solids/titratable acidity and reduced acidity. Pungency and the bulb diameter increased until the doses of 65 and 94 kg ha⁻¹ of nitrogen, respectively.

Keywords: *Allium sativum* L. Frigorification. Nitrogen fertilization. Productivity. Yield. Postharvest.

CAPÍTULO II

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Número de bulbilhos por bulbo (NBB) e distribuição de bulbilhos por peneira, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	57
------------	--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Temperatura do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	38
Figura 2 -	Umidade relativa do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	39
Figura 3 -	Precipitação pluviométrica na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	39
Figura 4 -	Representação gráfica da parcela experimental de alho nobre submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014	40
Figura 5 -	Altura de plantas de alho, em função das épocas de avaliação, cultivado com as doses de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha ⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	45
Figura 6 -	Altura de plantas de alho, em função de doses de nitrogênio em cobertura, aos 30, 45, 60 e 75 DAP. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	46
Figura 7 -	Número de folhas por planta, em função de épocas de avaliação, nas doses de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha ⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	47
Figura 8 -	Número de folhas por planta, em função das doses de nitrogênio em cobertura, aos 30, 45, 60 e 75 DAP. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	48
Figura 9 -	Razão bulbar em função de épocas de avaliação e doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	49
Figura 10 -	Razão bulbar em função de doses de nitrogênio em cobertura e épocas de avaliação. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	50

Figura 11 -	Massa média de bulbo em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	52
Figura 12 -	Produtividade total (PTB) e comercial (PCB) de bulbos em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	53
Figura 13 -	Produtividade de bulbos por classe, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	56
Figura 14 -	Dose de máxima eficiência física (DMEF) e econômica (DMEE), em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014	58

CAPÍTULO III

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), sólidos totais (ST) e índice industrial (II) de bulbos de alho, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	78
------------	--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Temperatura do ar, média, mínima e máxima na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	69
Figura 2 -	Umidade relativa do ar, média, mínima e máxima na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	70
Figura 3 -	Precipitação pluviométrica na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	70
Figura 4 -	Representação gráfica da parcela experimental de alho nobre submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	71
Figura 5 -	Diâmetro médio de bulbo de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	77
Figura 6 -	Potencial hidrogeniônico de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	79
Figura 7 -	Acidez titulável de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	80
Figura 8 -	Relação SS/AT de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	81
Figura 9 -	Pungência de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.....	82

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 GENERALIDADES.....	18
2.2 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS.....	19
2.3 VERNALIZAÇÃO.....	20
2.4 ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO ALHO.....	22
2.5 ATRIBUTOS DE QUALIDADE.....	24
REFERÊNCIAS.....	28
CAPÍTULO II – PRODUÇÃO DE ALHO NOBRE VERNALIZADO SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO.....	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
1 INTRODUÇÃO.....	36
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.1 ALTURA DE PLANTAS.....	44
3.2 NÚMERO DE FOLHAS.....	46
3.3 RAZÃO BULBAR.....	48
3.4 CICLO CULTURAL.....	50
3.5 MASSA MÉDIA DE BULBO.....	51
3.6 PRODUTIVIDADE TOTAL E COMERCIAL DE BULBOS.....	52
3.7 PORCENTAGEM DE SUPERBROTAMENTO.....	54
3.8 PRODUTIVIDADE NÃO COMERCIAL E CLASSIFICAÇÃO DOS BULBOS.....	55
3.9 NÚMERO DE BULBILHOS POR BULBO E CLASSIFICAÇÃO DOS BULBILHOS..	56
3.10 DOSE DE NITROGÊNIO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA ECONÔMICA.....	57
4 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

CAPÍTULO III – QUALIDADE DE ALHO NOBRE VERNALIZADO SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO.....	65
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	66
1 INTRODUÇÃO.....	67
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
3.1 DIÂMETRO DE BULBOS.....	76
3.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS E AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS.....	77
3.3 pH.....	79
3.4 ACIDEZ TITULÁVEL.....	80
3.5 RELAÇÃO SS/AT.....	81
3.6 PUNGÊNCIA.....	81
3.7 SÓLIDOS TOTAIS.....	83
3.8 ÍNDICE INDUSTRIAL.....	83
4 CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS.....	85
APÊNDICE.....	89

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das hortaliças cultivadas a mais tempo pelo homem, em razão de suas propriedades condimentares, medicinais e de notável valor comercial. Além disso, é uma cultura de grande relevância econômica e social no Brasil, devido ser cultivada principalmente por pequenos agricultores e necessitar de mão de obra em grande escala.

A produção nacional de alho foi de 116.764 t em 2015, em uma área de 10.593 ha, com rendimento médio de 11,0 t ha⁻¹ (IBGE, 2016). 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 Sudeste foi a maior produtora com 36.969 t (31,7%), seguida pelo Sul com 36.722 t (31,4%), Centro-Oeste com 35.454 t (30,4%) e Nordeste com 7.619 t (6,5%).

No período compreendido entre os anos de 2006 e 2015, ocorreu aumento de produtividade em torno de 32% na produção brasileira, atingindo uma produtividade de 11,0 t ha⁻¹ (IBGE, 2016). Apesar dessa situação favorável, a produção nacional de alho não atende à crescente demanda e às exigências do mercado consumidor brasileiro, o que induz à importação do produto, especialmente da Argentina e China, com um preço, geralmente, abaixo dos custos de produção do alho nacional (GUIMARÃES, 2013).

O Rio Grande do Norte, apesar de apresentar regiões de altitude com condições favoráveis ao cultivo de alho nobre e semi-nobre, 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 (LOPES, 2014).

O município de Martins se encontra em uma região de altitude do Rio Grande do Norte. Apesar do fotoperíodo não ter variação em função das épocas do ano, a região serrana possui

temperaturas amenas, diferente das demais regiões do estado. Essa característica favorece o cultivo de alho semi-nobre e nobre vernalizado nessas microrregiões.

Por ser uma nova região com potencial de cultivo com condições climáticas e de solo distintas das tradicionais regiões produtoras, os ajustes no sistema de produção devem começar pelos estudos de nutrição e adubação. Neste contexto destaca-se o N por ser o nutriente mais absorvido pela cultura e por sua influência no crescimento, produção e qualidade do alho.

Nos últimos anos, 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., 2009a). Contudo, Resende et al. (2004) ressaltam que, para cultivares de alho nobre submetidas à vernalização, deve-se atentar para o manejo adequado da irrigação e da adubação nitrogenada, principais fatores relacionados à incidência de superbrotamento.

As informações atuais sobre a nutrição mineral de alho vernalizado são escassas, sendo que grande parte das pesquisas existentes com a cultura são relativas a épocas em que os níveis de tecnologia e produtividade eram bastante reduzidos. Com a introdução de cultivares nobres originárias do Sul do país e da Argentina em regiões de cultivo como Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, principalmente devido à adoção da técnica de vernalização, e à obtenção de alho livre de vírus, há a necessidade de se avaliar o comportamento desses materiais quanto à nutrição mineral nas diferentes condições de clima e solo (SOUZA et al., 2011).

Dentre os minerais, o nitrogênio é o nutriente que mais contribui para o aumento da produtividade de bulbos na cultura do alho, entretanto, é também o maior responsável pelo aparecimento do superbrotamento. Desta forma, a dose de nitrogênio a ser utilizada deve ser tão elevada o quanto possível para se obter o máximo de produtividade, sem, contudo, favorecer o aparecimento do superbrotamento (BÜLL et al., 2002).

A dose de nitrogênio recomendada para o cultivo do alho, deve proporcionar, além de, alta produtividade, boa qualidade aos bulbos, visto que, atualmente os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos produtos.

Desse modo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produção e qualidade de alho nobre vernalizado submetido a doses de nitrogênio em cobertura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

O alho é originário das zonas temperadas da Ásia Central. Afeganistão, Irã e Paquistão são considerados como possível centro de origem. Da Ásia Central difundiu-se para o Mediterrâneo, onde ficou sendo considerado como seu centro de expansão. Foi introduzido no Brasil pelos portugueses na época do descobrimento. Possivelmente está dentre as espécies utilizadas há mais tempo pelo homem, em razão de suas propriedades condimentares, medicinais e suas acentuadas características de sabor e aroma. Existe, evidências de uso do alho datada de cerca de 2.000 aC no Egito e de cerca de 1.000 aC na China (PUIATTI; FERREIRA, 2005; SOUZA; MACÊDO, 2009).

O alho pertence à classe Monocotiledoneae, ordem Asparagales, família Alliaceae, gênero *Allium*, espécie *Allium sativum* L. (CUNHA, 2011). A planta é tenra, com cerca de 50 cm de altura e folhas alongadas muito estreitas, cerosas, seção em “V”. O caule verdadeiro é um disco comprimido, ponto de partida das folhas e raízes. As bainhas das folhas formam um pseudocaule curto, cuja parte inferior é um bulbo. As raízes pouco ramificadas, concentrando-se em um cilindro com 50 cm de comprimento. Há raízes que ultrapassam a profundidade de 1,0 m. A parte utilizável é um bulbo composto por bulbilhos, os quais constituem uma estrutura rica em amido e substâncias aromáticas, de valor condimentar e nutricional. Cada bulbilho contém uma gema capaz de originar uma nova planta após a brotação. Há túnicas envolvendo o bulbo e uma película cobrindo os bulbilhos (FILGUEIRA, 2008).

O alho apresenta substâncias benéficas à saúde, como oligossacarídeos, glicosídeos esteroidais, flavonóides, antocianinas, óleos essenciais, pectinas, frutanos, vitaminas B1, B2, B6, 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).

No Brasil, grande parte do alho comercializado vinha sendo utilizado de forma *in natura*, porém, nos últimos anos têm sido introduzidas, com grande aceitação, as pastas de alho e sal e, em menor proporção, o alho desidratado (SEDOGUCHI, 2008).

2.2 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS

O alho é uma planta exigente em baixas temperaturas para que ocorra a bulbificação, sendo até tolerante à geadas. A temperatura e o fotoperíodo (comprimento do dia) são os fatores relacionados ao clima que mais influenciam sua bulbificação. Esses fatores climáticos condicionam, portanto, o cultivo e, conseqüentemente, a produtividade e o resultado econômico final da cultura (MACÊDO et al., 2009a).

Para um bom desenvolvimento vegetativo e produtivo, a cultura exige temperaturas amenas (18 a 20°C) e fotoperíodo decrescente na fase inicial do ciclo, temperaturas mais baixas (10 a 15°C) e fotoperíodo crescente durante o período de bulbificação e temperaturas mais elevadas (20 a 25°C) e fotoperíodo longo na fase de maturação (RESENDE et al., 2004; MACÊDO et al., 2009a).

O fotoperíodo exerce influência sobre a bulbificação, devendo ser maior que o valor crítico da cultivar utilizada para que ocorra a bulbificação, logo, cada cultivar tem sua exigência própria. Em condições de fotoperíodo insuficiente, ocorre crescimento vegetativo, sem formação de bulbos (RESENDE et al., 2004).

Temperatura e fotoperíodo podem interagir. Com isso, as baixas temperaturas exigidas para a diferenciação das gemas axilares e o início da bulbificação podem ser, em parte, compensadas em condições de fotoperíodos acima dos exigidos pela cultivar adotada. Por outro lado, o fotoperíodo mínimo exigido pode ser compensado em condições de temperatura abaixo da exigida pela cultivar, até certo limite (MACÊDO et al., 2009a).

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. Em contrapartida, o cultivo em condições de temperaturas mais amenas, o ciclo da cultura tornou-se mais tardio, obtendo-se, porém, alta produtividade (MACÊDO et al., 2009a).

Por outro lado, em condições de temperaturas mais baixas e fotoperíodo muito mais longo que os valores críticos da cultivar ocorre redução do ciclo cultural e antecipação do início

da bulbificação e conseqüente redução de produtividade, como acontece com as cultivares de alho comum como Amarante, Cateto Roxo, Gigante Roxo e BRS Hozan quando plantadas na região Sul do Brasil.

Além disso, algumas pesquisas também constataram haver maior incidência de superbrotamento quando cultivares suscetíveis são plantadas em condições de dias curtos, havendo diminuição ou supressão dessa anomalia quando essas são plantadas sob condições de dias longos. Nas cultivares nobres, sujeitas à vernalização, essa anormalidade caracteriza-se pela formação de pseudobulbos que apresentam um número excessivo de bulbilhos, sendo esses de tamanho reduzido. Esses pseudobulbos são inadequados para o comércio e seus bulbilhos inviáveis para o plantio. Dessa forma, essa anomalia influi negativamente na cultura do alho, pois, reduz a produtividade, deprecia o produto e compromete seu valor comercial (SOUZA; MACÊDO, 2009).

A altitude é um fator de grande importância na produtividade do alho, pois geralmente, com o aumento da altitude reduz-se a temperatura. Trani (2009) recomenda altitude acima de 800 m para se obter alho de boa qualidade na região de São Paulo. Nesse contexto, Feitosa et al. (2009) 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, onde todas as cultivares avaliadas apresentaram menor produção no local de menor altitude.

2.3 VERNALIZAÇÃO

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

No entanto, as cultivares de alho nobre, originárias do Sul do país e da Argentina, só bulbificam em condições de baixas temperaturas e fotoperíodo longo. Dessa forma, a produção de cultivares como Roxo Pérola de Caçador, Chonan, Quitéria, Jonas e Ito, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e microrregiões do Nordeste, só se tornou possível com a adoção da prática de vernalização, pois nessas regiões as condições termo-fotoperiódicas não satisfazem às exigências da planta.

A técnica da vernalização consiste em armazenar o alho-semente em câmara fria com temperatura de 3 a 5°C, por um período de 40-60 dias, com umidade relativa do ar entre 70 e 80%. Os bulbos devem ser retirados 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., 2009a).

A vernalização estimula o acúmulo 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, provocando na planta a quebra da dormência e aceleração na brotação dos bulbilhos. 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).

Alguns estudos revelaram que a vernalização, além de diminuir as exigências fotoperiódicas de cultivares de alho nobre, possibilitando a expansão dos plantios para novas regiões, auxilia na quebra da dormência dos bulbilhos, antecipa a formação dos bulbos e reduz o ciclo da cultura. Dessa forma, essa técnica pode ainda viabilizar uma melhor oferta de alho no período da entressafra, contribuindo para um melhor abastecimento interno, diminuindo a necessidade de importações (MACÊDO et al., 2009a).

Entre os fatores que afetam a produtividade do alho vernalizado, destacam-se a cultivar, tamanho, origem e qualidade do alho-semente, manejo da câmara fria, época de plantio e ciclo, e manejo da irrigação e da adubação. Mas deve-se atentar, especialmente, para o manejo da irrigação e da adubação, pois são os principais fatores relacionados à incidência de superbrotamento, responsável por perdas superiores a 10% em plantios comerciais (RESENDE et al., 2004).

2.4 ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO ALHO

A produtividade brasileira de alho encontra-se ainda muito abaixo do potencial que as cultivares disponíveis no mercado possuem. Entre tantos fatores que contribuem para essa baixa produtividade, tem-se o manejo inadequado que se dá à cultura nos aspectos relativos à nutrição, calagem e adubação. O fornecimento adequado de nutrientes, em quantidade e qualidade (fonte, modo e época de aplicação), assume grande importância para a cultura, visto que a maioria dos solos brasileiros são de baixa fertilidade natural (RESENDE; CECÍLIO FILHO, 2009).

O nitrogênio é um nutriente importante para a cultura do alho, influenciando na produção e qualidade dos bulbos e exercendo efeitos rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento vegetal (FERNANDES, 2008). De acordo com Faquin (2005), 90% do N da planta encontra-se em forma orgânica e é assim que desempenha as suas funções, como componente estrutural de macromoléculas e constituintes de enzimas. É componente de “aminoácidos livres” que dão origem a outros aminoácidos e proteínas, e que são precursores de hormônios vegetais, da clorofila e de ácidos nucléicos.

Os sintomas de deficiência de nitrogênio na planta podem ser observados pela clorose inicialmente nas folhas mais velhas, como resultado da proteólise e inibição da síntese de clorofila (EPSTEIN, 1975), e pela senescência precoce da planta (MALAVOLTA, 1980). Plantas deficientes em nitrogênio tendem a ter crescimento lento e menor produtividade, menor acúmulo de massa seca no bulbo (RESENDE; CECÍLIO FILHO, 2009), conduzindo a baixos níveis de proteína nos bulbos e nas partes vegetativas (FERNANDES, 2008).

Por outro lado, o excesso de nitrogênio na cultura do alho provoca atraso na bulbificação e, conseqüentemente, maior ciclo cultural; menor peso do bulbo; aumenta a incidência de superbrotamento e aumenta o chochamento de bulbos durante o período de armazenamento (RESENDE; CECÍLIO FILHO, 2009).

O alho é muito exigente em nitrogênio, sendo o nutriente mais extraído pela planta, em média de 1,7 a 0,85 kg t⁻¹ de alho produzido, um valor elevado quando comparado com a cultura da cebola que é de 0,09 a 0,0125 kg t⁻¹ de cebola produzida (RAIJ et al., 1997). Andriolli et al. (2008) verificaram uma extração de 62,4 kg ha⁻¹ de nitrogênio trabalhando com a cultivar Roxo Pérola de Caçador, no município de Pitangueiras, SP. Souza et al. (2011), por sua vez,

verificaram uma extração média de nitrogênio por plantas de alho vernalizado de 179,25 kg ha⁻¹.

A resposta à adubação nitrogenada varia em função do teor de matéria orgânica no solo, textura do solo e condições químicas e climáticas que afetam a dinâmica de transformação do nutriente. Além disso, nas cultivares de alho verificam-se respostas diferenciadas ao nitrogênio nas mesmas condições (MAGALHÃES, 1986). A ausência de efeitos das doses de nitrogênio sobre o desenvolvimento das plantas pode ser atribuída ao fornecimento desse nutriente pela adubação orgânica e também ao teor original de matéria orgânica no solo (BÜLL et al., 2002).

Incrementos à produtividade do alho foram obtidos até doses de 40 kg ha⁻¹ (RESENDE; SOUZA, 2001a), 52 a 97 kg ha⁻¹ (MAROUELLI et al., 2002), 76 kg ha⁻¹ (CARVALHO et al., 1996), 107 kg ha⁻¹ (RESENDE et al., 2000a), 120 kg ha⁻¹ (KILGORI et al., 2007), 149 kg ha⁻¹ (RESENDE; SOUZA, 2001b), 160 kg ha⁻¹ (BÜLL et al., 2002), 180 kg ha⁻¹ (MACÊDO et al., 2009b), 194,4 kg ha⁻¹ (RESENDE et al., 2000b), 200 kg ha⁻¹ (FAROOQUI et al., 2009), 268 kg ha⁻¹ (BACKES et al., 2008) e 320 kg ha⁻¹ (FERNANDES et al., 2010). Porém, em alguns estudos, não se obteve resposta à aplicação de doses de nitrogênio de até 75 kg ha⁻¹ (SADARIA et al., 1997), 120 kg ha⁻¹ (COSTA et al., 1993), 240 kg ha⁻¹ (LIPINSKI et al., 1995), 256 kg ha⁻¹ (SENO et al., 1994), 320 kg ha⁻¹ (BÜLL et al., 2002) e 360 kg ha⁻¹ (LIMA et al. 2008).

De acordo com Resende e Cecílio Filho (2009), essa diferença dos resultados registrados na literatura é normal e condizente à gama de variações de sistemas de produção. Dessa forma, é importante realizar estudos para avaliar a resposta da planta à adubação nitrogenada sob o modo de produção adotado pelo produtor, pois a dose de N necessária para maximizar ou otimizar a produtividade comercial de alho varia em função de fatores como: potencial produtivo da cultivar, manejo cultural, região e época de plantio.

O nitrogênio é apontado como um dos principais fatores que contribuem na incidência do superbrotamento em alho, segundo a maioria das pesquisas realizadas. Aspectos como a quantidade, época de aplicação e fonte de nitrogênio podem favorecer a ocorrência desse distúrbio. O maior crescimento vegetativo, em função da maior disponibilidade de nitrogênio, provavelmente favorece a diferenciação em pseudobulbos e o alongamento das folhas de proteção (SOUZA; MACÊDO, 2009).

Além disso, sabe-se que as giberelinas constituem um fator endógeno com potencialidade indutora de distúrbios, principalmente ao se conjugarem com compostos

nitrogenados, como aminoácidos e proteínas. Dessa forma, a maior disponibilidade de N pode favorecer o acúmulo de giberelinas, induzindo o superbrotamento em cultivares sensíveis. O nitrogênio também é importante na estruturação das citocininas, influenciando na sua concentração na planta. Assim, à medida que se aumenta a disponibilidade de nitrogênio para a planta, aumenta-se a concentração de citocininas, que são responsáveis pela liberação das gemas laterais, dessa forma, favorecendo possivelmente, a liberação de um número excessivo de gemas, caracterizando o superbrotamento (SOUZA; MACÊDO, 2009).

Algumas pesquisas realizadas demonstraram o aumento da incidência do superbrotamento com o aumento do fornecimento de nitrogênio para a cultura do alho. Büll et al. (2002), avaliando a influência de doses de nitrogênio em cobertura (40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹) na incidência de superbrotamento em experimento com a cultivar Roxo Pérola de Caçador, em Botucatu, SP, verificaram aumento na porcentagem de plantas superbrotadas com o incremento das doses de nitrogênio. Resultados semelhantes foram obtidos por Resende e Souza (2001b), que analisando cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80 120 e 160 kg ha⁻¹), utilizando a cultivar Quitéria, em Lavras, MG, observaram que a porcentagem de bulbos superbrotados aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio, chegando a 66,19%.

Em contrapartida, Fernandes et al. (2010), trabalhando com doses de até 320 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, com a cultivar Caçador LV (livre de vírus) em Santa Juliana-MG, não constataram superbrotamento de plantas, assim como Backes et al. (2008), no mesmo município e utilizando as mesmas doses de nitrogênio para a cultivar Roxo Pérola de Caçador, também não verificaram a ocorrência de bulbos superbrotados.

2.5 ATRIBUTOS DE QUALIDADE

A qualidade de um produto agrícola é determinada por um conjunto de características peculiares de cada produto. Engloba propriedades sensoriais, valor nutritivo e multifuncional decorrentes dos componentes químicos, propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos do produto. Esses atributos de qualidade têm importância variada, de

acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A caracterização físico-química de bulbos de alho permite indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria, e também identificar a maior capacidade de armazenamento pós-colheita. 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).

O diâmetro de bulbos é uma característica importante na qualidade, visto que, sua melhoria 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 por bulbo (RESENDE, 1997).

O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que aumenta de valor à medida que esses teores vão se acumulando no órgão de reserva. Os sólidos solúveis são constituídos de açúcares e outras substâncias dissolvidas na seiva vacuolar, como vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos orgânicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No caso do alho aproximadamente 60% dos sólidos solúveis são constituídos por açúcares (LOPES, 2014).

Os açúcares presentes no alho e cebola são importantes na determinação da qualidade comestível destas hortaliças, dessa forma, é importante a determinação do teor de sólidos solúveis, pois é um método prático e rápido, responsáveis, em parte, pelo sabor. Os açúcares presentes em *Allium* spp são glicose, frutose e sacarose, juntamente com uma série de oligossacarídeos (CARVALHO et al., 1987; PUIATTI; FERREIRA, 2005).

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. A acidez em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc. Em alguns produtos, os ácidos orgânicos não só contribuem para acidez, como também para o aroma característico, porque alguns componentes são voláteis, os compostos fenólicos também apresentam caráter ácido, podendo, de certa forma, contribuir para a acidez,

além da adstringência. (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Vale ressaltar que quanto mais elevada for a acidez, melhor será a característica industrial do alho, de vez que sendo expressa em porcentagem de ácido pirúvico, o bulbo deverá conter um alto teor de pungência (CHAGAS et al., 2003). Além disso, a relação SS/AT é importante na determinação da qualidade do alho, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos, determinando o sabor do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A pungência é um fator essencial na escolha da matéria-prima, pois quanto maior, melhor é a característica industrial do alho, uma vez que durante o processamento grande parte do odor do alho é perdido, devido ao fato dos compostos serem muito voláteis ocorrem perdas na fase de processamento (CHAGAS et al., 2003), também será melhor seu sabor e aroma, o que é desejável pelos consumidores. A determinação do teor de ácido pirúvico nos extratos de alho é um dos meios mais simples para se aferir a intensidade de pungência, pois o grau de pungência no alho é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado (CHAGAS et al., 2003; VARGAS et al., 2010).

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 teor de sólidos totais é uma característica importante para o alho, pois podem indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria (GUIMARÃES, 2013). Elevados teores 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). De acordo com Chagas et al. (2003), valores acima de 30% para sólidos totais são considerados elevados e aceitos para a industrialização. Segundo o autor, para a desidratação do alho, é desejável que haja ao mesmo tempo bulbos com altos teores de sólidos totais e ácido pirúvico, o que irá refletir em maior rendimento em produtos de aroma acentuado.

O índice industrial é uma característica de grande relevância quando se deseja obter alho para a desidratação, pois essa é uma característica resultante 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 (LUCENA et al., 2015).

REFERÊNCIAS

ANDRIOLI, F. F.; PRADO, R. M.; ANDRIOLI, I.; SAES, L. P. Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes pela cultura do alho sob condições de campo. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 385-393, 2008.

BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; IMAIZUMI, I. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em respostas à adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 491-498, 2008.

BÜLL, L. T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p. 247-255, 2002.

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 e frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA: ESAL/FAEPE, 2005. 785p.

COSTA, T. M. P.; SOUZA, J. R.; SILVA, A. M. Efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Juréia. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 239-246, 1993.

CUNHA, C. P. **Desenvolvimento de marcadores microssatélites e caracterização da diversidade genética molecular de acessos de alho (*Allium sativum* L.)**. 2011. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciências), ESALQ, Piracicaba, SP, 2011.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186p.

FAROOQUI, M. A.; NARUKA, I. S.; RATHORE, S. S.; SINGH, P. P.; SHAKTAWAT, R. P. S. Effect of nitrogen and sulphur levels on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, Bangkok, Special issue, p. 18-23, 2009.

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.

FERNANDES, L. J. C. **Resposta a nitrogênio por plantas de alho (*Allium sativum* L.) livres de vírus**. 2008. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UNESP, Botucatu, SP, 2008.

FERNANDES, J. C. F.; BÜLL, L. T.; CORRÊA, J. C.; PAVAN, M. A.; IMAIZUMI, I. Resposta de plantas de alho livres de vírus ao nitrogênio em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 97-101, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421p.

GUIMARÃES, A. R. C. **Níveis de nitrogênio com e sem boro em cultivares de alho no município de Sussuapara, PI**. 2013. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFPI, Teresina, PI, 2013.

KILGORI, M. J.; MAGAJI, M. D.; YAKUBU, A. I. Productivity of two garlic (*Allium sativum* L.) cultivars as affected by different levels of nitrogenous and phosphorous fertilizers in Sokoto, Nigeria. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Sciences**, Dubai, v. 2, n. 2, p. 158-162, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 1-78, jan. 2016.

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

LIPINSKI, V.; GAVIOLA DE HERAS, S.; FILIPPINI, M. F. Effect of irrigation, nitrogen fertilization and clove size on yield and quality of coloured garlic (*Allium sativum* L.). **Ciencia del Suelo**, Buenos Aires, v. 13, n. 2, p. 80-84, 1995.

LOPES WAR. **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) – UFRSA, Mossoró, RN, 2014.

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V.; LUCENA, R. R. M.; SOARES, AM; SILVA, OMP; MEDEIROS, JF; GRANGEIRO, LC Produção de alho nobre submetido a diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio em Baraúna, RN. In: 53º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2014. Palmas. **Resumos...** (CD-ROM).

LUCENA, RM; NEGREIROS, MZ; LOPES, WAR; MORAIS, PLD; SOARES, AM; SANTOS, EC. Desempenho qualitativo de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na mesorregião oeste potiguar. In: 38º Congresso Argentino de Horticultura, 2015. Bahía Blanca. **Resumos...** (CD-ROM).

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

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 657-663, 2009b.

MAGALHÃES, J. R. Nutrição mineral do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 20-30, 1986.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; CARRIJO, O. A.; SILVA, H. R. Produção e qualidade de alho sob regimes de água no solo e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 191-194, 2002.

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.

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, 2000.

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.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p.

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.; CECÍLIO FILHO, A. B. Nutrição, Calagem e Adubação. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Ed.) **Cultura do alho**. Tecnologias modernas de produção. Lavras: UFLA. 2009. p. 167-181.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQ, 2004. 12p. (Comunicado técnico, 22)

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

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; RESENDE, F. V.; FARIA, M. V.; SOUZA, R. J.; MARCHESE, A. Garlic vernalization and planting dates in Guarapuava. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 193-198, 2011.

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

RESENDE, F. V.; OLIVEIRA, P. S. R.; SOUZA, R. J. Crescimento, produção e absorção de nitrogênio do alho proveniente de cultura de tecidos, cultivado com doses elevadas de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 31-36, 2000b.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais do alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 126-129, 2001a.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Efeitos de tipos de bulbos e adubação nitrogenada sobre a produtividade e características comerciais do alho CV. "Quitéria". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 188-191, 2001b.

SADARIA, S. G.; MALAVIA, D. D.; KHANPARA, V. D.; DUDHATRA, M. G.; VYAS, M. N.; MATHUKIA, R. K. Irrigation and nutrient requirement of garlic (*Allium sativum* L.) under south Saurashtra region of Gujarat. **Indian Journal Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 67, n. 9, p. 402-403, 1997.

SEDOGUCHI, E. T. **Produtividade em alho vernalizado, proveniente de cultura de meristemas, sob doses de fósforo, nitrogênio e potássio**. 2008. 77p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) UFLA, Lavras, MG, 2008.

SENO, S.; FERNANDES, F. M.; SASAKI, J. L. S. Influência de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do alho (*Allium sativum* L.) cv. Roxo Pérola de Caçador, na região de Ilha Solteira-SP. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 3, n. 1, p. 9-20, 1994.

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

SOARES, A. M. **Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN**. 2013. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UFERSA, Mossoró, RN, 2013.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. Absorção de nutrientes em alho vernalizado proveniente de cultura de meristemas cultivado sob doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 498-503, 2011.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. Anomalias fisiológicas. In: SOUZA RJ; MACÊDO FS. **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, 2009. 181p.

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. Cultura do alho (*Allium sativum*): diagnóstico e recomendações para seu cultivo no estado de São Paulo. **Nosso Alho**, Brasília, n. 2, p. 32-38, 2009.

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 de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**. Mendoza, v. 42, n. 2, p. 15-22, 2010.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO ALHO NOBRE VERNALIZADO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO EM RESPOSTA À DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO

O alho é bastante exigente em nitrogênio, sendo o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura. Atualmente, informações relacionadas a nutrição mineral de alho nobre vernalizado são escassas, dessa forma, há necessidade de se avaliar o comportamento produtivo deste, quanto à adubação nitrogenada nas diferentes condições de clima e solo. Com o objetivo de avaliar a produção de alho nobre vernalizado submetido a doses de nitrogênio em cobertura nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, realizou-se um experimento em Martins, RN, de maio a agosto de 2014. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados completos, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹. Foram avaliados altura de plantas, número de folhas, razão bulbar, ciclo cultural, massa média de bulbos, produtividade total, comercial e não comercial de bulbos, porcentagem de superbrotamento, classificação dos bulbos e de bulbilhos, e número de bulbilhos por bulbo. A dose de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado em cobertura proporcionou as maiores médias de altura de plantas, número de folhas, massa média e produtividade total. A dose de máxima eficiência econômica foi a de 91 kg ha⁻¹, a qual promoveu maior produtividade comercial de bulbos. O ciclo, número de bulbilhos por bulbo e classificação de bulbilhos não foram influenciados pelas doses de nitrogênio em cobertura.

Palavras-chave: *Allium sativum* L. Frigorificação. Produtividade. Adubação nitrogenada.

**GROWTH AND PRODUCTION OF VERNALIZED NOBLE GARLIC IN
EDAFOCLIMATIC CONDITIONS OF BRAZILIAN SEMIARID IN RESPONSE TO
NITROGEN RATES**

ABSTRACT

Garlic is quite demanding in nitrogen, which is the nutrient required in largest amounts by culture. Currently, information related to mineral nutrition of vernalized noble garlic are scarce, thus it is necessary to evaluate its productive behavior, as the nitrogen fertilization in different conditions of climate and soil. In order to evaluate the production of noble garlic vernalized submitted to nitrogen levels in coverage under edaphoclimatic conditions of the Brazilian semi-arid region, there was an experiment in Martins, RN, from May to August 2014. The experimental design was randomized complete block design with five repetitions. The treatments applied five nitrogen rates in coverage: 0, 40, 80, 120, and 160 kg ha⁻¹. Were evaluated, plant height, number of leaves, bulbar ratio, cultural cycle, average bulb weight, total yield, commercial yield and non-commercial yield bulbs, percentage of overbudding, classification of bulbs and bulbils, and number of cloves per bulb. The dose of 90 kg ha⁻¹ of nitrogen applied for coverage provided the highest average plant height, leaf number, average weight and total yield. The maximum economic efficiency rate was 91 kg ha⁻¹, which promoted greater commercial yield bulbs. The cycle number bulbils per bulb and bulbils classification were not affected by nitrogen levels in coverage.

Keywords: *Allium sativum* L. Frigorification. Yield. Nitrogen fertilization.

1 INTRODUÇÃO

O alho é a quarta hortaliça em importância econômica no Brasil, ficando atrás apenas do tomate, batata e cebola. Atualmente, a produtividade média brasileira é de 11,0 t ha⁻¹, e apesar da área cultivada ser de 10.593 ha, a produção brasileira ainda é insuficiente para suprir o mercado nacional, necessitando importar de outros países, principalmente da China e Argentina (IBGE, 2016). No entanto, a utilização de cultivares nobres, a adoção da prática da vernalização e a utilização de alho-semente livre de vírus, tem proporcionado aumento significativo na produtividade e qualidade do alho cultivado no Brasil (SOUZA et al., 2011).

A prática da vernalização especialmente tem possibilitado o cultivo dessa hortaliça em regiões onde as condições termo-fotoperiódicas não satisfazem às exigências da planta, já que esses são os fatores mais limitantes da cultura do alho (MACÊDO et al., 2009; 2011). A técnica consiste em armazenar os bulbos inteiros de alho em câmaras frias reguladas com temperatura de 3 a 5°C, por um período de 40-60 dias, com umidade relativa do ar entre 70 e 80% (SOUZA; MACÊDO, 2009).

Para as cultivares de alho nobre submetidas à vernalização, deve-se atentar para o manejo adequado da adubação nitrogenada e da irrigação, pois esses fatores associados à vernalização podem causar maior incidência de superbrotamento – distúrbio fisiológico que ocorre no alho, considerado uma característica comercialmente indesejável, a qual deprecia o produto e reduz a produtividade.

O principal fator que possibilita maiores rendimentos na cultura do alho é a aplicação de fertilizantes, em especial o nitrogênio, pois é o nutriente que possibilita as maiores respostas no desenvolvimento de plantas e na produção do (MACÊDO et al., 2009; FERNANDES et al., 2010). O nitrogênio deve ser aplicado na dose e época corretas, de forma que proporcione máxima produtividade e evite a incidência de superbrotamento.

As informações atuais sobre a nutrição mineral de alho vernalizado são escassas, sendo que grande parte das pesquisas existentes com a cultura são relativas a épocas em que os níveis de tecnologia e produtividade eram bastante reduzidos. Com a introdução de cultivares nobres originárias do Sul do país e da Argentina em regiões de cultivo como Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, principalmente devido à adoção da técnica de vernalização, e à obtenção de alho livre

de vírus, há a necessidade de se determinar o comportamento desses materiais quanto à nutrição mineral nas diferentes condições de clima e solo (SOUZA et al., 2011).

Incrementos à produtividade do alho foram obtidos até doses de 140 kg ha⁻¹ (RESENDE et al., 2000); 150 kg ha⁻¹ (LIMA et al., 2008); 180 kg ha⁻¹ (MACÊDO et al., 2009); 234 kg ha⁻¹ (RESENDE et al., 2000); 268 kg ha⁻¹ (BACKES et al., 2008); 320 kg ha⁻¹ (FERNANDES et al., 2010). Por outro lado, não foram verificados efeitos significativos do nitrogênio na produtividade do alho até as doses de 75 kg ha⁻¹ (SADARIA et al., 1997); 320 kg ha⁻¹ (BÜLL et al., 2002); 360 kg ha⁻¹ (LIMA et al., 2008). Essa variabilidade nas respostas a aplicação de N se deve a diversos fatores como quantidade de matéria orgânica presente no solo, a prática ou não da adubação orgânica, ao tipo de solo utilizado, o cultivo anterior e também aos níveis das doses aplicadas. Dessa forma, não pode ser padronizada uma única dose para se obter a máxima produtividade para as várias situações observadas no campo.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a produção de alho nobre vernalizado submetido a doses de nitrogênio em cobertura nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre maio e agosto de 2014, no município de Martins, localizado na região Oeste do Rio Grande do Norte. A área do experimento localiza-se a 6°4'59"S de latitude, 37°54'50"W de longitude e 745 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é Aw, isto é, clima tropical chuvoso, com inverno seco e com a estação chuvosa prolongando-se até o mês de julho, com médias pluviométricas anuais situando-se entre 800 e 1.200 mm (SEPLAN, 2013). As condições de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica observadas durante a pesquisa estão apresentadas nas figuras 1, 2 e 3.

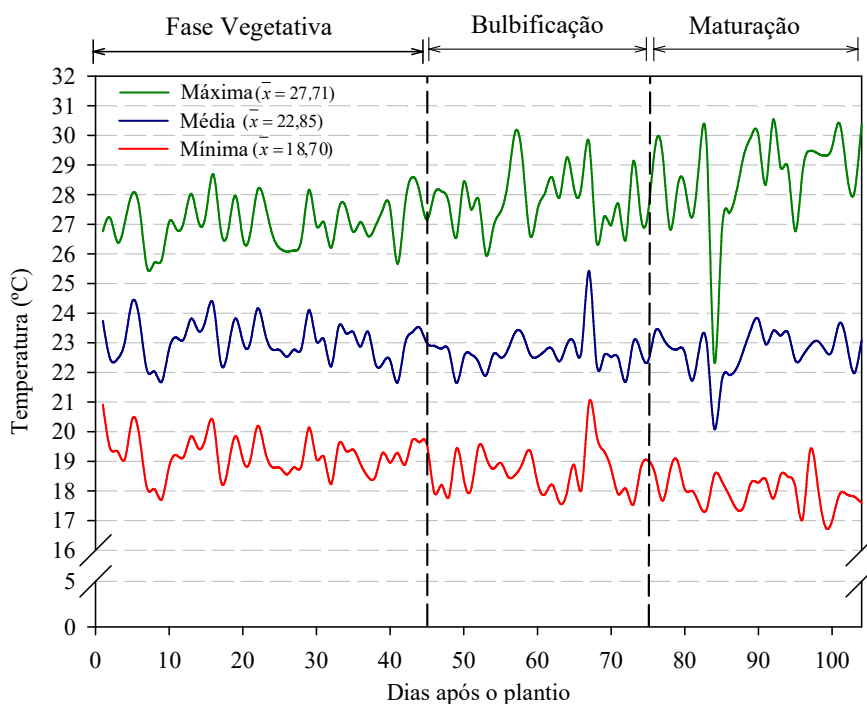


Figura 1 - Temperatura do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.

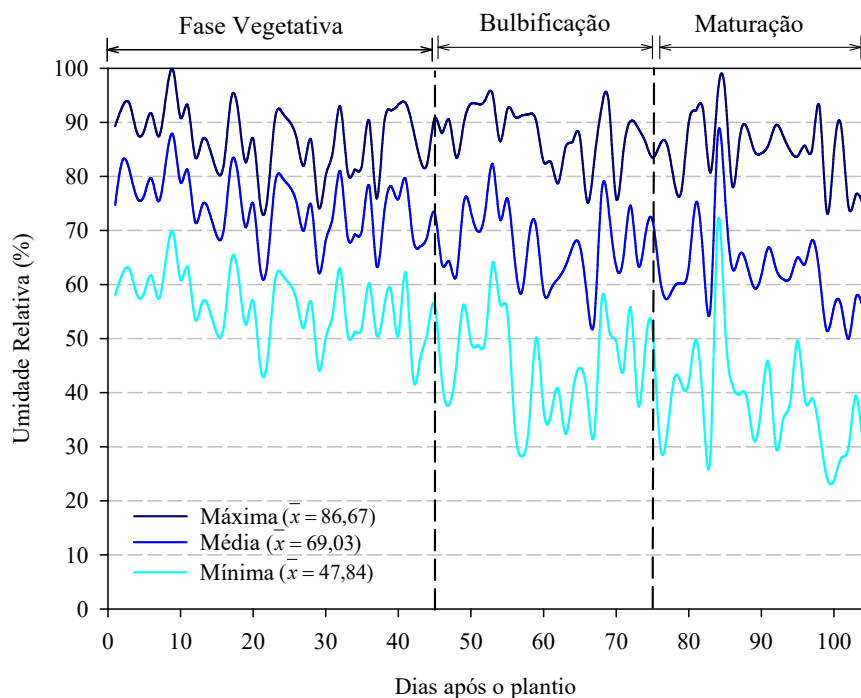


Figura 2 - Umidade relativa do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.

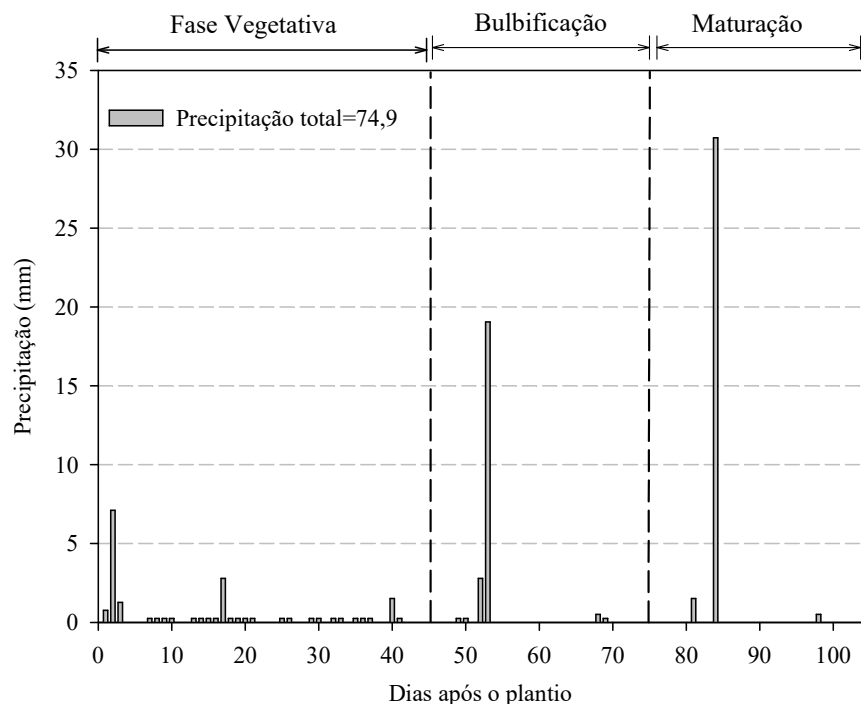


Figura 3 - Precipitação pluviométrica na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), cuja análise química apresentou as seguintes características: pH (H₂O) = 4,69; N = 0,20 g kg⁻¹; P = 8,0 mg dm⁻³; K = 50,0 mg dm⁻³; Na = 47,0 mg dm⁻³; Ca = 0,94 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,85 cmol_c dm⁻³; Al = 1,0 cmol_c dm⁻³; H + Al = 6,11 cmol_c dm⁻³; SB = 2,02 cmol_c dm⁻³; t = 3,02 cmol_c dm⁻³; CTC = 8,13 cmol_c dm⁻³; V = 25%; m = 33%; PST = 3% e MO = 21,57 g kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹.

As parcelas foram constituídas por canteiros de 0,20 m de altura, 1,25 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 0,25 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. A área útil de cada parcela foi constituída pelas três fileiras centrais, descartando-se uma planta nas extremidades de cada fileira, resultando em uma área de 1,35 m² com 54 plantas (Figura 4).

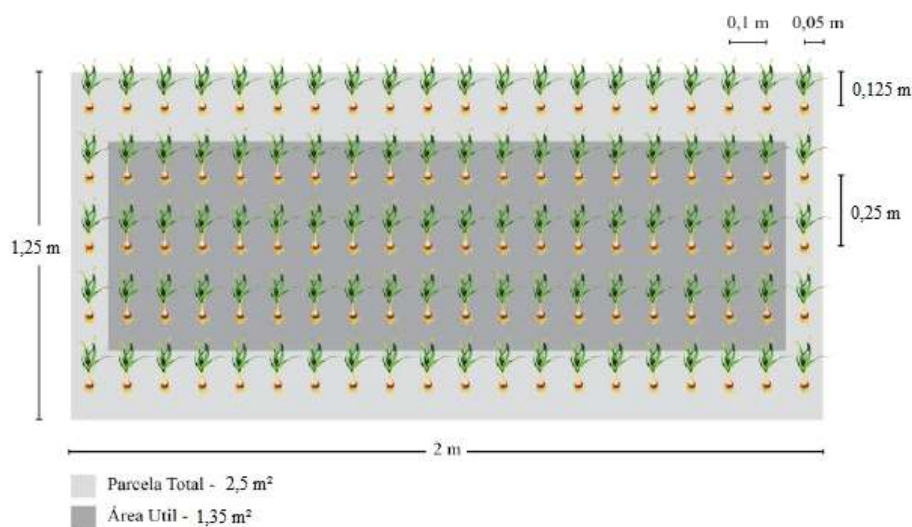


Figura 4 - Representação gráfica da parcela experimental de alho nobre submetido a diferentes doses de nitrogênio. Martins, RN. UFERSA, 2014.

A cultivar empregada foi a Jonas, a qual apresenta bulbos redondos e grandes, com poucos bulbilhos. Os bulbos têm túnica branca e película cor rósea ou roxa, é susceptível ao superbrotamento; além disso, é uma cultivar considerada precoce, menos exigente em

fotoperíodo e temperatura, dentre os alhos nobres (LUCINI, 2004) e por isso mais indicada para a região nordeste do Brasil.

Os bulbos-sementes foram submetidos ao processo de vernalização em câmara fria regulada a temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 65 a 70%, por um período de 60 dias, antes do plantio. Por ocasião da entrada dos bulbos na câmara fria, foi retirada uma amostra, a partir da qual foi determinado o índice visual de dormência (IVD). Este índice é dado pela relação entre o comprimento da folha de brotação e a comprimento do bulbilho. A cultivar de alho Jonas estava com o IVD recomendado para iniciar-se o processo de vernalização, entre 30 e 40% (LUCINI, 2004). Os bulbos foram retirados da câmara fria um dia antes do plantio, para a realização da debulha e tratamento de bulbilhos para prevenir possível ataque de patógenos de solo, com solução de 2,5% de Iprodione,

No preparo do solo, realizou-se uma aração e uma gradagem, seguida do levantamento dos canteiros. A correção da acidez do solo foi feita por ocasião da confecção dos canteiros incorporando uniformemente 700 kg ha^{-1} de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cal Extinta), com antecedência de 15 dias do plantio do alho-semente. A adubação de plantio foi realizada com base na análise do solo e sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende et al. (2004), constando de 30 kg ha^{-1} de N (Nitrato de Cálcio), 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Superfosfato simples), 40 kg ha^{-1} de K_2O (Cloreto de Potássio), 150 kg ha^{-1} de Mg (Sulfato de Magnésio), 12 kg ha^{-1} de Zn (Sulfato de Zinco) e $1,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de B (Ácido bórico). A adubação nitrogenada de cobertura foi efetuada conforme as doses estabelecidas nos tratamentos (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1}), sendo realizada em duas parcelas, aos 20 e 60 dias após o plantio, com a distribuição, respectivamente, de 20% e 80% da dose e utilizando-se como fonte a ureia.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 27 L h^{-1} por microaspersor, para uma pressão de 200 KPa, sendo dois microaspersores por parcela. A fim de monitorar a umidade do solo durante a condução do experimento, foram instalados tensiômetros a 0,15 e 0,30 m de profundidade, em duas repetições.

As capinas foram realizadas sempre que necessário, de modo que as plantas permaneceram sempre no limpo. Visando à prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas pulverizações a partir dos 30 DAP (dias após o plantio), com produtos à base de Mancozeb (Manzate[®], $2,5 \text{ g L}^{-1}$) e Iprodione (Rovral[®], $1,5 \text{ mL L}^{-1}$) em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e ácaros foi efetuado mediante pulverizações

alternadas em intervalos de quinze dias com produto à base de Clorfernapiir (Pirate[®], 0,5 mL L⁻¹).

A irrigação foi suspensa três dias antes da colheita, quando as plantas apresentaram sinais de maturação, caracterizada pelo amarelecimento e secamento parcial e/ou tombamento da parte aérea. As plantas colhidas foram submetidas ao processo de cura ao sol por três dias, de forma que as folhas das plantas cobrissem os bulbos das outras, protegendo-os da radiação solar direta. Em seguida, realizou-se a cura à sombra, quando as plantas permaneceram por um período de 17 dias em local sombreado, seco e arejado. Após o processo de cura, realizou-se o toaleta dos bulbos, retirando-se as raízes, folhas e túnicas secas e sujas.

Durante o ciclo foram analisadas:

Altura de plantas (cm) – determinada pela distância entre o nível do solo até a extremidade da folha mais comprida, quantificada em uma amostra de dez plantas, de cada parcela, aos 30, 45, 60 e 75 DAP;

Número de folhas – determinado pela contagem de folhas fotossinteticamente ativas de uma amostra de dez plantas da área útil, de cada parcela, aos 30, 45, 60 e 75 DAP;

Razão bulbar - determinada pela divisão do diâmetro do pseudocaulo, na altura do colo da planta, pelo diâmetro da parte mediana do bulbo, em uma amostra de dez plantas, de cada parcela, aos 60, 75 e 90 DAP;

Ciclo cultural – determinado pelo número de dias entre o plantio e a colheita.

Após a cura, as características avaliadas foram:

Massa média de bulbos (g) – determinada pela relação entre a massa e o número total de bulbos;

Produtividade total de bulbos (t ha⁻¹) – determinada pela pesagem dos bulbos da área útil de cada parcela;

Produtividade comercial de bulbos (t ha⁻¹) – soma de bulbos das classes 3 a 7 classificados de acordo com a portaria nº 242 de 17/9/1992 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 1992);

Produtividade não comercial de bulbos (t ha⁻¹) – determinada pela soma de bulbos com diâmetros transversais menores que 32 mm;

Porcentagem de superbrotamento – determinada através da relação entre o número de plantas superbrotadas ao final do ciclo e o número de plantas normais;

Classificação dos bulbos – determinada de acordo com a portaria N° 242 de 17/09/1992 (MAPA, 1992), classe 3 (maior do que 32 até 37 mm), classe 4 (maior do que 37 até 42 mm), classe 5 (maior do que 42 até 47 mm), classe 6 (maior do que 47 até 56 mm) e classe 7 (maior do que 56 mm), os bulbos de cada classe foram pesados, e os dados expressos em porcentagem de cada classe em relação à produção total de bulbos;

Número de bulbilhos por bulbo – determinada pela relação entre a quantidade de bulbilhos e o número total de bulbos;

Classificação dos bulbilhos - a partir da qual 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.

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão por meio dos softwares Sisvar[®] (FERREIRA, 2008) e Table Curve 2D v5.01 (JANDEL SCIENTIFIC, 1991), respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Com base no valor da produtividade comercial de bulbos estimado pelo modelo de equação de regressão calculou-se a dose de máxima eficiência econômica, através da receita bruta (RB) e líquida (RL) e dos custos com fertilizantes, que variaram em função das doses, e do preço do alho. Os demais custos não foram considerados por serem os mesmos para todos os tratamentos. A RB foi calculada considerando-se a produção estimada pelo modelo de equação de regressão ajustado e o preço de bulbos no mês de agosto (1 kg foi cotado a R\$ 9,35), e a RL foi calculada subtraindo-se o custo dos fertilizantes da RB.

Dessa forma, o estudo econômico de funções polinomiais foi realizado conforme segue: seja $RL=RB-DF-DV$ uma função em que RL é a receita líquida ou lucro de uma cultura agrícola; $RB = Y.w$, onde Y (kg) é a quantidade do produto e w (R\$/kg) é o preço desse produto; a despesa fixa (DF) = m; a despesa variada (DV) = t.X, onde t (R\$/kg) é o preço do insumo e X (kg de N) a quantidade de insumo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação doses de nitrogênio x épocas de avaliação para altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e razão bulbar (RB) (Tabela 1A). Houve efeito significativo das doses de nitrogênio para massa média de bulbo (MMB), produtividade total de bulbos (PTB), produtividade comercial de bulbos (PCB), produtividade não comercial (PNC) (Tabela 2A), classificação de bulbos (Tabela 3A). Não efeito significativo das doses de nitrogênio para ciclo, porcentagem de superbrotamento, número de bulbilhos por bulbo (NBB) e classificação de bulbilhos (Tabela 4A).

3.1 ALTURA DE PLANTAS

Verificou-se efeito quadrático para a altura de plantas em função das épocas de avaliação em cada dose de nitrogênio. Os máximos estimados foram de 41,23 cm aos 64 DAP; 46,78 cm aos 60 DAP; 61,13 cm aos 63 DAP; 54,01 cm aos 65 DAP e 44,03 cm aos 61 DAP, nas doses 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 5). Souza et al. (2011) trabalhando com a cultivar Roxo Pérola de Caçador, em Lavras, MG, também verificaram efeito quadrático da altura de plantas em relação às épocas de avaliação, obtendo máxima altura (81,1 cm) aos 100 DAP. Esse comportamento quadrático, observado em ambos os trabalhos, pode ser explicado pelo início da senescência da parte aérea (RESENDE et al., 2000), como se trata de uma cultivar de alho nobre vernalizada, a fase vegetativa é reduzida consideravelmente e a formação de bulbos antecipada (SOUZA et al., 2011).

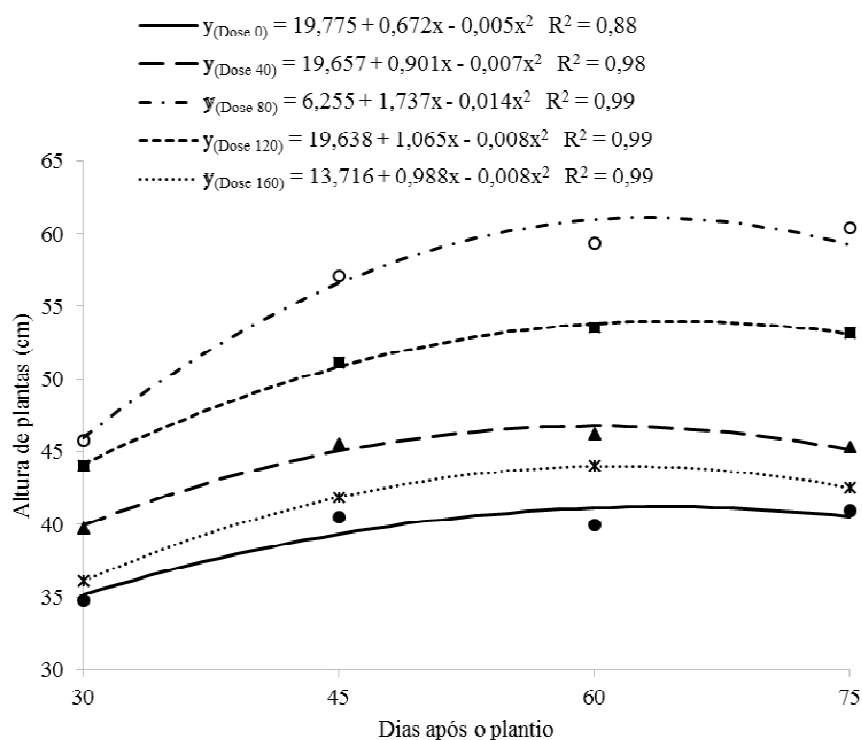


Figura 5 - Altura de plantas de alho, em função das épocas de avaliação, cultivado com as doses de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

Analisando-se a altura de plantas em função das doses de nitrogênio, dentro de cada época de avaliação, observa-se que as maiores médias estimadas para altura de planta foram 46,53; 57,80; 61,11 e 60,72 cm, obtidas nas doses de nitrogênio 90,56 kg ha⁻¹ (30 DAP); 89,07 kg ha⁻¹ (45 DAP); 90,68 kg ha⁻¹ (60 DAP); 91,21 kg ha⁻¹ (75 DAP), respectivamente (Figura 6). Verifica-se, portanto, que a dose de aproximadamente 90,0 kg ha⁻¹ de N proporciona as maiores médias de altura de planta, independentemente da época de avaliação.

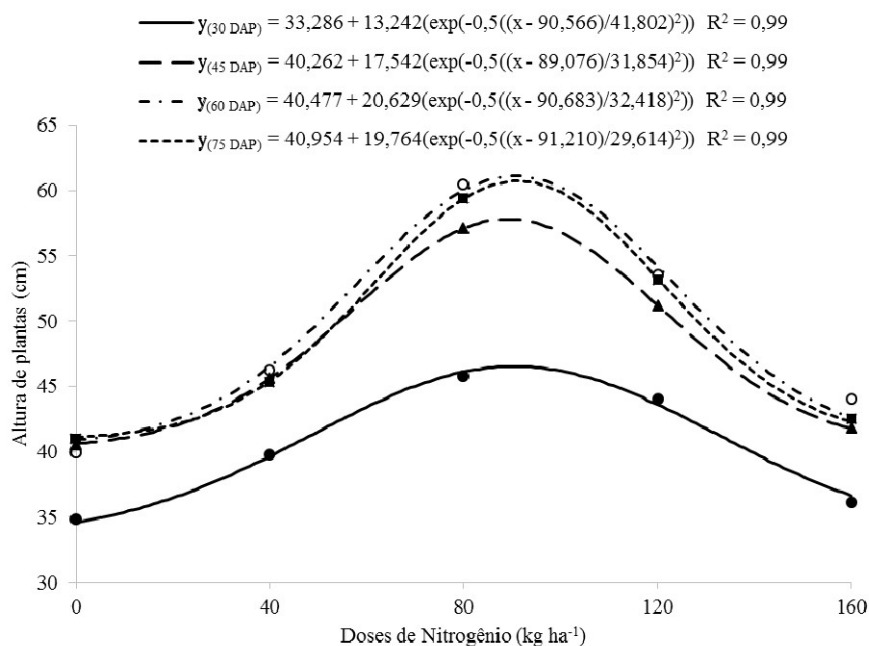


Figura 6 – Altura de plantas de alho, em função de doses de nitrogênio em cobertura, aos 30, 45, 60 e 75 DAP. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.2 NÚMERO DE FOLHAS

Para o número de folhas, analisando-se o efeito das épocas de avaliação, em cada dose de nitrogênio, verificou-se que não houve diferença significativa entre as épocas para as doses 0 e 160 kg ha⁻¹, atingindo médias de 5,1 e 5,3, respectivamente. Houve efeito significativo das épocas de avaliação em relação ao número de folhas nas doses 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, comportando-se de forma quadrática, com máximos estimados de 6,0; 7,0 e 6,9 folhas aos 75 DAP; respectivamente (Figura 7). Corroborando com Souza et al. (2011), que verificaram efeito quadrático do número de folhas em relação às épocas de avaliação (30, 50, 70, 90, 110 e 130 DAP), porém, atingindo seu máximo aos 81 DAP, provavelmente devido ao maior ciclo da cultura e mais épocas de avaliação, e o fato dos autores terem trabalhado com cultivar livre de vírus. Além disso, o número de folhas pode variar também com a cultivar, época de plantio e condições climáticas.

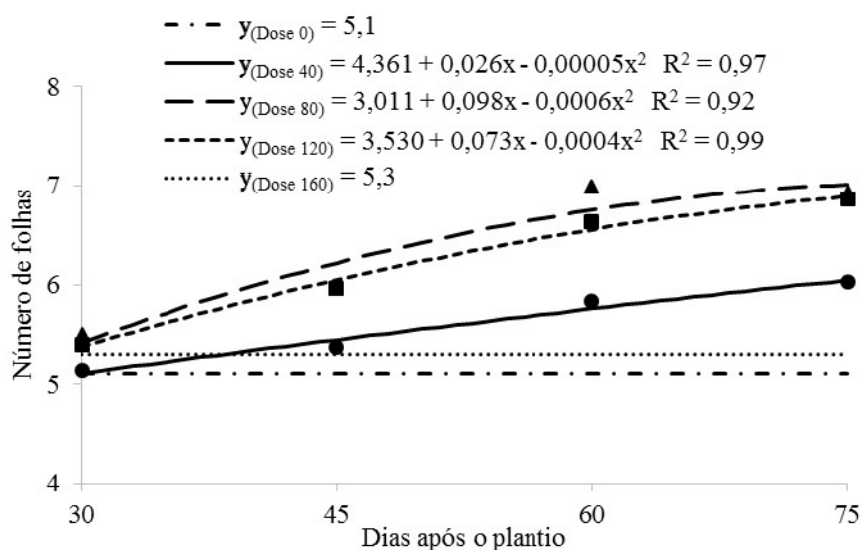


Figura 7 – Número de folhas por planta de alho, em função de épocas de avaliação, nas doses de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

Analisando-se doses de nitrogênio nas épocas de avaliação, observou-se máximos estimados de 5,5 folhas na dose 90,21 kg ha⁻¹; 5,9 folhas na dose 93,82 kg ha⁻¹; 6,9 folhas na dose 90,66 kg ha⁻¹ e 6,9 folhas na dose 85,66 kg ha⁻¹, aos 30, 45, 60 e 75 DAP, respectivamente (Figura 8). Assim como para a altura, a dose de aproximadamente 90 kg ha⁻¹ promoveu maior número de folhas em todas as épocas de avaliação. Resende et al. (2000) utilizando a cv. Gigante Roxão, em Marília-SP, verificaram aumento do número de folhas com o incremento das doses de nitrogênio (0 a 250 kg ha⁻¹).

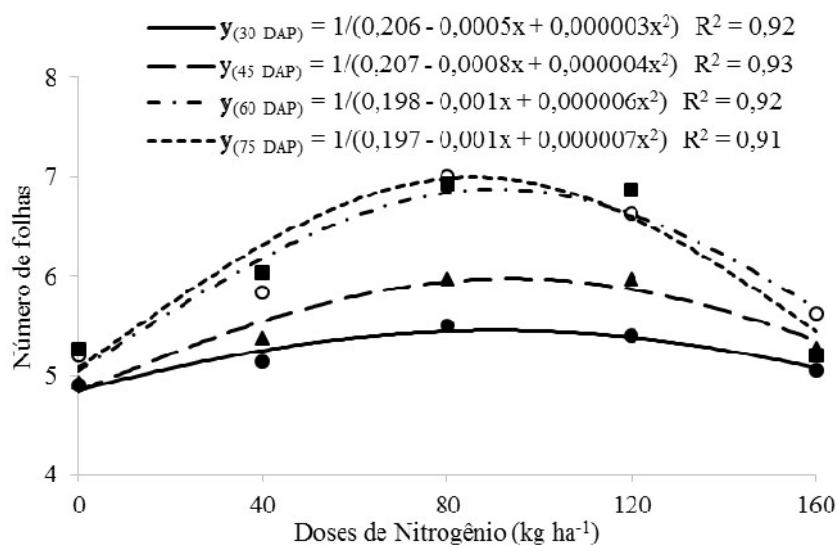


Figura 8 – Número de folhas por planta de alho, em função das doses de nitrogênio em cobertura, aos 30, 45, 60 e 75 DAP. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.3 RAZÃO BULBAR

A razão bulbar decresceu em função do tempo, em todas as doses, com médias menores que 0,2 nas últimas avaliações, o que indica o processo de formação e maturação dos bulbos (MANN; MINGES, 1958). Na dose 0 kg ha⁻¹, a época 90 DAP proporcionou razão bulbar inferior às épocas 60 e 75 DAP, que não diferiram entre si. Nas doses 40 e 160 kg ha⁻¹, a época 60 DAP proporcionou razão bulbar superior às épocas 75 e 90 DAP, que foram estatisticamente semelhantes, enquanto nas doses 80 e 120 kg ha⁻¹, a época 90 DAP proporcionou razão bulbar inferior à época 75 DAP, sendo esta inferior à época 60 DAP (Figura 9).

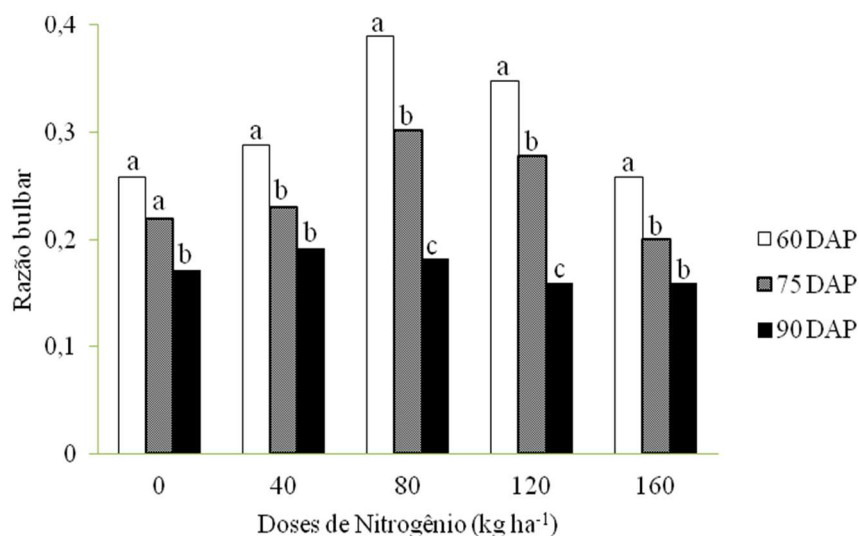


Figura 9 – Razão bulbar em função de épocas de avaliação e doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

Analisando-se os efeitos das doses de nitrogênio em cada época de avaliação, observa-se aos 60 e 75 DAP que a razão bulbar aumentou em função das doses de nitrogênio até atingir os máximos estimados de 0,4 e 0,32, respectivamente, nas doses de 91,28 e 93 kg ha⁻¹ (Figura 10). Normalmente, o aumento das doses de nitrogênio prolonga a fase vegetativa e retarda a maturação dos bulbos e compromete sua qualidade e armazenamento. Nesse caso, é possível que doses elevadas de nitrogênio estejam causando fitotoxidez, pois tanto a altura de plantas como o número de folhas reduziram com o aumento das doses de nitrogênio, comprometendo assim a qualidade dos bulbos. A razão bulbar é utilizada para expressar o grau de desenvolvimento do bulbo, quanto menor o valor obtido, mais desenvolvido encontra-se o bulbo. Uma relação bulbar inferior a 0,5 indica uma intensificação na formação dos bulbos que no presente trabalho ocorreu a partir dos 60 DAP intensificando-se até aos 90 DAP, com o amadurecimento dos bulbos, com média de razão bulbar de 0,17 (MANN; MINGES, 1958).

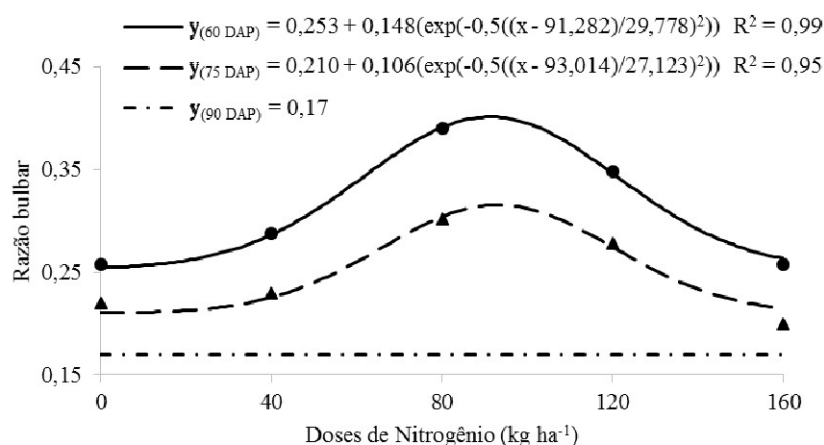


Figura 10 – Razão bulbar em função de doses de nitrogênio em cobertura e épocas de avaliação. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.4 CICLO CULTURAL

O ciclo cultural nas condições de Martins, RN, utilizando a cultivar Jonas, foi de 99 dias, não havendo diferença entre os tratamentos (dados não apresentados). Considerando que Jonas é uma cultivar de ciclo tardio, atingindo seis meses ou mais, a prática da vernalização reduz consideravelmente o seu ciclo (SOUZA; MACÊDO, 2009), uma vez que há antecipação no início da bulbificação. Lopes et al. (2014) avaliando épocas de plantio e períodos de vernalização para a cultivar Roxo Pérola de Caçador no município de Baraúna, RN, também verificou uma redução no ciclo cultural com a vernalização, o qual variou de 79 a 101 dias. Da mesma forma, Silva et al. (2000), trabalhando com diferentes cultivares vernalizadas por 0, 10, 20, 30 e 40 dias, observaram que as plantas vernalizadas foram mais precoces com antecipação da bulbificação e redução de pelo menos 30 dias no ciclo. Além da vernalização, as reduções no ciclo para as cultivares nobres vernalizadas também podem estar relacionadas às menores latitude e altitude, associados a temperaturas médias mais elevadas na região de cultivo (LOPES et al. 2014). Apesar do excesso de nitrogênio provocar aumento no ciclo, devido ao aumento da fase vegetativa, as condições do ambiente (temperaturas mais elevadas que nas tradicionais áreas de cultivo) exerceram maior influência sobre essa característica, acelerando o

metabolismo das plantas, sem que fossem percebidas diferenças causadas pelas doses de nitrogênio. Trani et al. (2008) avaliando a mesma cultivar do presente trabalho, Jonas, submetida a 40 dias de vernalização nas condições da região paulista de Tietê, observaram um ciclo de 120 dias.

3.5 MASSA MÉDIA DE BULBO

A massa média de bulbo aumentou em função das doses de nitrogênio até o máximo estimado de 22,84 g na dose 90,35 kg ha⁻¹ (Figura 11). O aumento da massa média de bulbo está relacionado à altura de plantas e número de folhas, as quais apresentaram comportamento semelhante, aumentando até a dose de aproximadamente 90 kg ha⁻¹, proporcionando maior área foliar e, conseqüentemente, maior produção de fotoassimilados para o crescimento do bulbo. Doses superiores a 90 kg ha⁻¹ influenciaram negativamente, essas características. Backes et al. (2008), avaliando as doses de 0, 20, 40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ de nitrogênio para a cv. Roxo Pérola de Caçador, em Santa Juliana-MG, observaram efeito quadrático, com máxima massa média de bulbo alcançada na dose 268 kg ha⁻¹. Em contrapartida, Macêdo et al. (2009) avaliando as doses de 60, 90, 120, 150 e 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio para a cv. Roxo Pérola de Caçador em Lavras-MG, não verificaram variação para a massa média de bulbo. A massa média de bulbos é uma característica de grande relevância para a comercialização do alho, visto que os maiores bulbos recebem as melhores cotações nos mercados consumidores (RESENDE; SOUZA, 2001a).

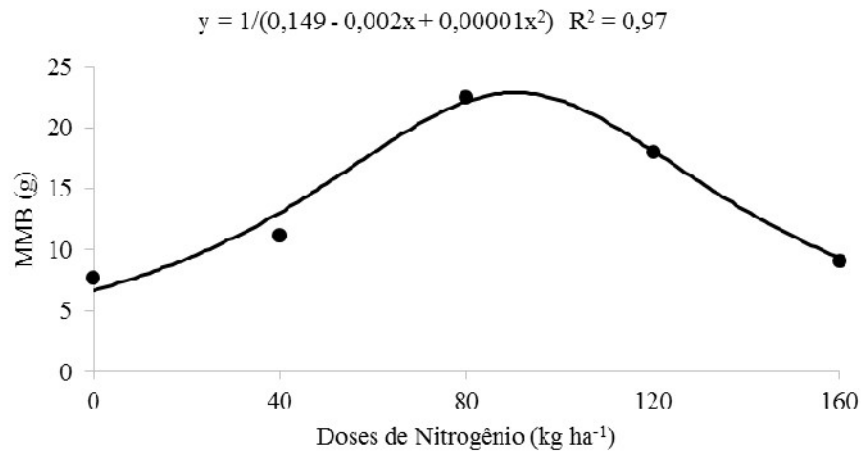


Figura 11 – Massa média de bulbo em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.6 PRODUTIVIDADE TOTAL E COMERCIAL DE BULBOS

A produtividade de alho cresceu com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, até um ponto de máxima, reduzindo em seguida. As maiores produtividades estimadas total (6,87 t ha⁻¹) e comercial de bulbos (6,78 t ha⁻¹) foram obtidas nas doses 90,34 kg ha⁻¹ e 91,04 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 12). Esse comportamento também observado para altura, número de folhas e massa média de bulbos, que resultou em decréscimos na produtividade total e comercial, pode ser explicado pelo efeito tóxico do nitrogênio quando aplicado em doses mais elevadas em cobertura. Nesse caso, o excesso do fertilizante nitrogenado, provavelmente contribuiu para o desequilíbrio hídrico e nutricional afetando o crescimento e desenvolvimento do alho. Deve-se atentar também para a possível demanda de energia da planta para fazer o ajuste osmótico e absorção de água e nutrientes, o que poderia ser convertido em produção (TAIZ; ZEIGER, 2013).

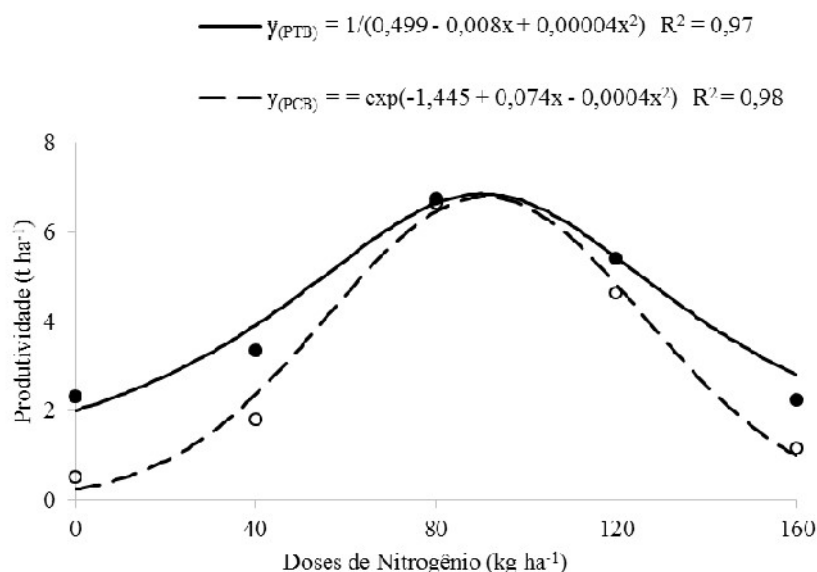


Figura 12 – Produtividade total (PTB) e comercial (PCB) de bulbos em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

De acordo com a recomendação de adubação de Cavalcanti (2008), propõe-se a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio em fundação, como foi realizado no presente experimento, e 60 kg ha⁻¹ em cobertura, parcelado em duas vezes, para uma produtividade esperada de 5,5 t ha⁻¹. No entanto, nesse trabalho, foi possível obter maior produtividade (6,87 t ha⁻¹) com maior dose de nitrogênio aplicada em cobertura (90,34 t ha⁻¹).

Resende; Souza (2001b), avaliando cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) para a cultivar Quitéria verificaram efeito quadrático para a produtividade total, com máximo estimado de 6,6 t ha⁻¹ na dose de 149,2 kg ha⁻¹, enquanto que a produtividade comercial teve efeito linear decrescente. Enquanto Fernandes et al. (2010) avaliando doses de nitrogênio em cobertura, para a cultivar Caçador LV, verificaram efeito linear crescente para as produtividades total e comercial, com valores máximos estimados de 9,1 e 9,0 t ha⁻¹, respectivamente. Por outro lado, Lima et al. (2008) não observaram efeito significativo sobre a produtividade total de bulbos.

Essa variabilidade de respostas à adubação nitrogenada registradas na literatura, pode estar associada, às cultivares utilizadas, nível de matéria orgânica do solo, adubação orgânica, tipo de solo, cultura anterior e níveis das doses aplicadas (BACKES et al., 2008). A diversidade

de respostas ao nitrogênio na literatura mostra a necessidade de estabelecer curvas de absorção para o nitrogênio e demais nutrientes e fazer análise de crescimento para o alho vernalizado, semi-nobre e livre de vírus, para o semiárido.

3.7 PORCENTAGEM DE SUPERBROTAMENTO

Não foi observada a incidência de superbrotamento em nenhum dos tratamentos. É possível que esse fato tenha ocorrido, devido as condições de temperaturas mais elevadas que nas tradicionais áreas de cultivo, com média diária acima de 22°C durante todo o ciclo (Figura 1). Dessa forma, mesmo o excesso de nitrogênio sendo capaz de provocar aumento na incidência de superbrotamento, as condições do ambiente exerceram maior influência sobre essa característica.

Resultado semelhante foi encontrado por Fernandes et al. (2010), que trabalhando com a cultivar Caçador LV (livre de vírus) em Santa Juliana-MG, não constataram superbrotamento de plantas até a dose de 320 kg ha⁻¹ de nitrogênio, assim como Backes et al. (2008), no mesmo município e utilizando as mesmas doses de nitrogênio para a cultivar Roxo Pérola de Caçador, não verificaram a ocorrência de bulbos superbrotados.

Em contrapartida, Resende e Souza (2001b), utilizando a cultivar Quitéria, observaram que a porcentagem de bulbos pseudoperfilhados aumentou linearmente com o incremento das doses de nitrogênio até 160 kg ha⁻¹, chegando a 66,19%. Büll et al. (2002), avaliando a cv. Roxo Pérola de Caçador em casa de vegetação, verificaram aumento do superbrotamento até a dose 320 kg ha⁻¹ de nitrogênio. A cultivar Jonas apresentou 56,6% de superbrotamento quando foi avaliada por Resende et al. (2013) na região centro-sul do Paraná.

Para algumas variedades mesmo em condições de temperatura e fotoperíodo elevados pode correr incidência de superbrotamento, principalmente nas doses mais elevadas de nitrogênio. Há necessidade de estudos para diferentes cultivares na área de irrigação e adubação para estabelecer os níveis de tolerância ao superbrotamento na região do semiárido

3.8 PRODUTIVIDADE NÃO COMERCIAL E CLASSIFICAÇÃO DE BULBOS

Quanto à classificação de bulbos, não foi encontrada curva resposta ajustada para o comportamento da produtividade não comercial (classe < 3 ou refugo) e da classe 6, em função das doses de nitrogênio (Figura 13). No entanto, através dos dados observados percebe-se que na dose 80 kg ha⁻¹ ocorreu a menor produtividade de alho do tipo refugo (0,08 t ha⁻¹), e maior da classe 6. Quanto menos bulbos do tipo refugo (bulbos com diâmetro menor que 32 mm), melhor para o produtor, pois esses são considerados refugo. A produtividade de alho classe 3 atingiu o máximo estimado de 1,84 t ha⁻¹ na dose de 92,77 t ha⁻¹ de nitrogênio, enquanto a classe 4 teve a máxima produtividade estimada de 1,96 t ha⁻¹ na dose 98,98 t ha⁻¹ e a classe 5 alcançou o máximo de 2,90 t ha⁻¹ na dose 90,57 t ha⁻¹ (Figura 10). Os bulbos da classe 5 foram os principais responsáveis para a obtenção de uma maior produtividade na dose de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, pois possuem maior massa e diâmetro, além de proporcionar maior retorno econômico para o produtor, pois os bulbos maiores possuem maior cotação comercial. Backes et al. (2008), observaram que o incremento das doses de nitrogênio promoveu o aumento na porcentagem de bulbos da classe 5, e redução de bulbos da classe 3, a maior concentração de bulbos da classe 6 ocorreu na dose de 160 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Lima et al. (2008) não verificaram efeito das doses de nitrogênio sobre as classes de alho.

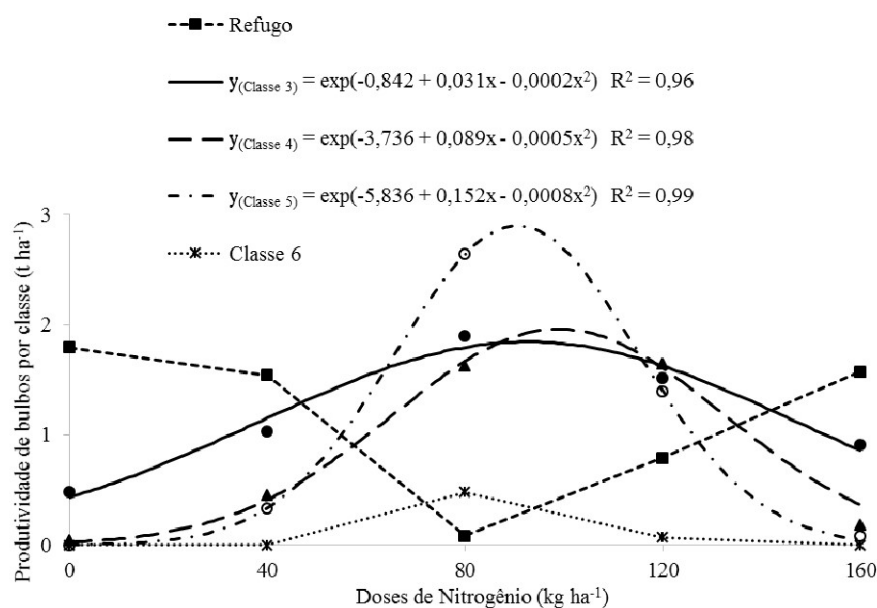


Figura 13 – Produtividade de bulbos por classe, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.9 NÚMERO DE BULBILHOS POR BULBO E CLASSIFICAÇÃO DE BULBILHOS

O número de bulbilhos por bulbo não sofreu influência das doses de nitrogênio, atingindo média de 8,12 (Tabela 1). Essa é uma característica intrínseca a cada cultivar, por isso não foi influenciada pelos tratamentos. Além disso, o principal fator que influencia o número de bulbilhos por bulbo é o clima, e nesse caso, todos os tratamentos foram submetidos ao mesmo ambiente de cultivo (clima).

De acordo com a portaria Nº 242/92, do Ministério da Agricultura, para pertencer ao grupo nobre, o alho deve apresentar, entre outras características, no máximo 20 bulbilhos por bulbo (MAPA, 1992). Além disso, o mercado consumidor de alho prefere bulbos de tamanho maior e com pequeno número de bulbilhos por bulbo, fato importante para a comercialização, quando bulbos com estas características alcançam as cotações mais elevadas (LOPES et al., 2014).

Resultado semelhante foi verificado por Macêdo et al. (2009), que trabalhando com a cultivar Roxo Pérola de Caçador em Lavras-MG, não verificaram efeito significativo até a dose

nitrogênio de 180 kg ha⁻¹ para o número de bulbilhos por bulbo, atingindo uma média de 13,1 bulbilhos. Em contrapartida, Resende e Souza (2001a), utilizando a cultivar Quitéria em Lavras-MG, observaram um aumento linear no número de bulbilhos por bulbo com o incremento nas doses de nitrogênio até 120 kg ha⁻¹.

Assim como para o número de bulbilhos por bulbo, a classificação de bulbilhos não foi influenciada pelas doses de nitrogênio, entretanto, vale ressaltar que para todos os tratamentos, a maior parte dos bulbilhos ficou retida na peneira 4, seguido das peneiras 3, 2 e 1, com médias de 54,3%, 35,9%, 9,3% e 0,5%, respectivamente (Tabela 1). Da mesma forma, Feitosa et al. (2010) avaliando doses de nitrogênio proveniente de adubação orgânica para a cultivar Amarante livre de vírus, em Paty do Alferes, RJ, verificaram que todos os tratamentos apresentaram maiores números de bulbilhos nas peneiras 3 e 4.

Tabela 1 – Número de bulbilhos por bulbo (NBB) e distribuição de bulbilhos por peneira, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

Dose de N (kg/ha)	NBB	Peneira 1 (%)	Peneira 2 (%)	Peneira 3 (%)	Peneira 4 (%)
		(15 x 25 mm)	(10 x 20 mm)	(8 x 17 mm)	(5 x 17 mm)
0	7,82	0,00	4,49	31,65	58,00
40	7,72	0,00	4,46	21,87	63,44
80	8,63	0,87	17,06	29,54	42,70
120	8,01	0,62	11,95	37,32	53,73
160	8,45	0,88	8,68	32,62	53,68
Média	8,12	0,48	9,33	35,89	54,31

3.10 DOSE DE NITROGÊNIO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA ECONÔMICA

As análises de regressão do tipo $y_{MEF} = e^{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 X + \hat{b}_2 X^2}$ encontradas para a variável produtividade comercial de bulbos foram derivadas para encontrar a dose de nitrogênio para

máxima eficiência física: $x_{DMEF} = \frac{dy}{dx} = 0$, ou seja: $e^{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 X + \hat{b}_2 X^2} = 0 \rightarrow x_{DMEF} = \frac{\hat{b}_1}{-2 \cdot (\hat{b}_2)}$

(Figura 14).

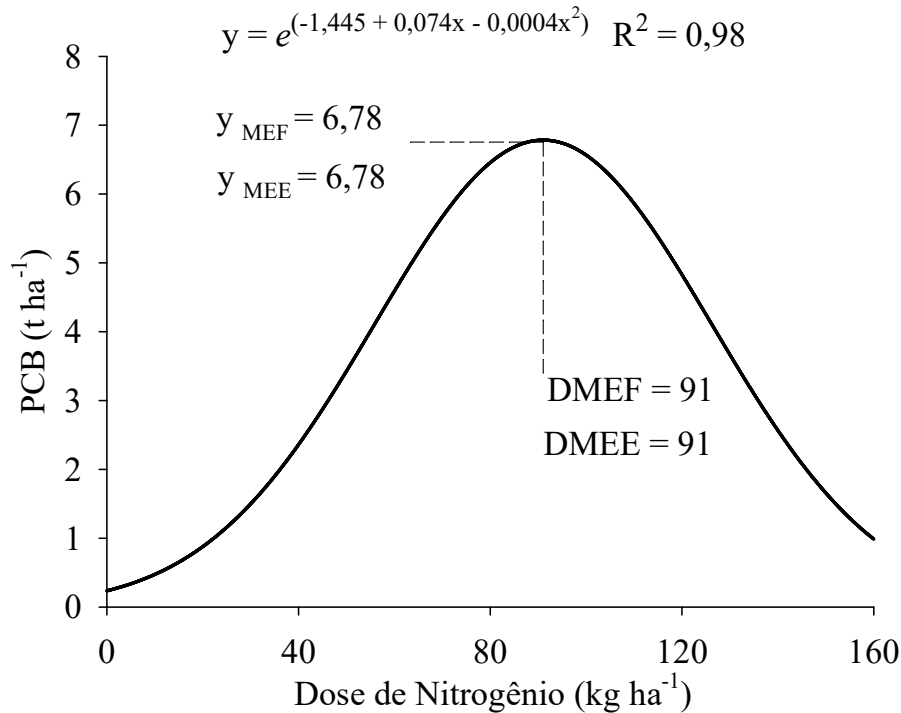


Figura 14 – Dose de máxima eficiência física (DMEF) e econômica (DMEE), em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

Assim, na equação: $y_{MEF} = e^{(-1,445+0,074-0,0004x^2)} \rightarrow x_{DMEF} = \frac{0,073811}{-2 \cdot (-0,000405)} \Rightarrow$

$x_{DMEF} = 91,04 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de N.}$

Para esse valor de x_{DMEF} o valor correspondente de y é: $y_{MEF} = e^{(-1,445+0,074-0,0004(91,04)^2)} \Rightarrow$

$y_{MEF} = 6,78 \text{ t ha}^{-1} \text{ de bulbos.}$

Devemos maximizar $RL = Yw - m - tX$. Isto é feito por $\frac{dRL}{dx} = \left(\frac{dy}{dx}\right)w - t = 0$, o que

implica em $\left(\frac{dy}{dx}\right) = \frac{t}{w}$. Com isto, sendo $y = e^{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 X + \hat{b}_2 X^2}$, então $\left(\frac{dy}{dx}\right) = \frac{\hat{b}_1}{-2 \cdot (\hat{b}_2)}$ e

$\frac{\hat{b}_1}{-2 \cdot (\hat{b}_2)} = \frac{t}{w}$, isolando x, temos $x_{DMEE} = \frac{t/w - \hat{b}_1}{\hat{b}_2}$, em que a relação t/w varia de função dos

preços dos produtos (w) e do insumo (t).

$$x_{DMEE} = \frac{\left(\frac{3,82}{9500}\right) - 0,0738}{-0,000405} \Rightarrow x_{DMEE} = 90,55 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de N}$$

$$y_{MEE} = e^{(-1,445 + 0,074 - 0,0004(90,55)^2)} \Rightarrow y_{MEE} = 6,78 \text{ t ha}^{-1} \text{ de bulbos;}$$

Nesse caso, a dose de máxima eficiência econômica (90,55 kg ha⁻¹) foi bem próxima à dose de máxima eficiência física (91,04 kg ha⁻¹), as quais proporcionaram uma produtividade comercial de 6,78 t ha⁻¹, assim, além do produtor obter máxima produção, ainda terá menor gasto com fertilizantes. No entanto, nem sempre isso acontece, como constatado por Backes et al. (2008), que verificaram máxima produtividade de bulbos de alho na dose 268 kg ha⁻¹ de nitrogênio, porém, para maior eficiência econômica a dose foi de 237 kg ha⁻¹.

4 CONCLUSÕES

A dose de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado em cobertura proporcionou as maiores médias de altura de plantas, número de folhas, massa média e produtividade total.

A dose de máxima eficiência econômica foi a de 91 kg ha⁻¹, a qual promoveu maior produtividade comercial de bulbos (6,78 t ha⁻¹).

O ciclo, número de bulbilhos por bulbo e classificação de bulbilhos não foram influenciados pelas doses de nitrogênio em cobertura.

REFERÊNCIAS

BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; IMAIZUMI, I. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em respostas à adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 491-498, 2008.

BÜLL, L. T.; BERTANI, R. M. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; FERNANDES, D. M. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilhamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p. 247-255, 2002.

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2013. 353p.

FEITOSA, H. O.; GUERRA, J. G. M.; SILVA, A. G. B.; FEITOSA, E. O.; SANTOS, P. R. A. Produtividade e qualidade do alho em função de doses de nitrogênio em sistema orgânico. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.31, n. 1, p. 8-13, 2010.

FERNANDES, J. C. F.; BÜLL, L. T.; CORRÊA, J. C.; PAVAN, M. A.; IMAIZUMI, I. Resposta de plantas de alho livres de vírus ao nitrogênio em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 97-101, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 1-78, jan. 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.; KIIHL, 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.

LUCINI, M. A. 2004. **Manual Prático de Produção**. Alho. Curitiba, SC: Bayer CropScience. 2004. 140p.

LOPES WAR; NEGREIROS, MZ; RESENDE, FV; LUCENA, RRM; SOARES, AM; SILVA, OMP; MEDEIROS, JF; GRANGEIRO, LC Produção de alho nobre submetido a diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio em Baraúna, RN. In: 53º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2014. Palmas. **Resumos...** (CD-ROM).

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 657-663, 2009.

MACÊDO, F. S.; SEDOGUCHI, E. T.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G. Produtividade de alho vernalizado em função de fontes e doses de fósforo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 379-383, 2011.

MANN, L. K.; MINGES, P. A. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) In response to storage temperature of planting stocks, day length and planting date. **Hilgardia**, California, v. 27, n. 15, p. 285-419, 1958.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria N° 242 de 17/09/1992**. 1992. Disponível em: <www.agricultura.gov.br> Acesso em: 19 set. 2015.

RESENDE, F. V.; OLIVEIRA, P. S. R.; SOUZA, R. J. Crescimento, produção e absorção de nitrogênio do alho proveniente de cultura de tecidos, cultivado com doses elevadas de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 31-36, 2000.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília, DF: Embrapa-CNPq, 2004. 12p. (Comunicado técnico, 22)

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 126-129, 2001a.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Efeitos de tipos de bulbos e adubação nitrogenada sobre a produtividade e características comerciais do alho CV. "Quitéria". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 188-191, 2001b.

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**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 1, p. 157-162, 2013.

SADARIA, S. G.; MALAVIA, D. D.; KHANPARA, V. D.; DUDHATRA, M. G.; VYAS, M. N.; MATHUKIA, R. K. Irrigation and nutrient requirement of garlic (*Allium sativum* L.) under south Saurashtra region of Gujarat. **Indian Journal Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 67, n. 9, p. 402-403, 1997.

SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do RN. **Perfil do Rio Grande do Norte**. Natal: SEPLAN, 2013.191p.

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.

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

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. Absorção de nutrientes em alho vernalizado proveniente de cultura de meristemas cultivado sob doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 498-503, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2013, 918p

TRANI, P. E.; CAMARGO, M. S.; FOLTRAN, D. E.; HIROCE, R.; ARRUDA, F. B.; SAWAZAKI, H. E. Produtividade e pseudoperfilhamento do alho influenciados pelo

nitrogênio, potássio e cobertura morta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 330-334, 2008.

CAPÍTULO III

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO ALHO NOBRE VERNALIZADO PRODUZIDO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio em cobertura sobre a qualidade pós-colheita de bulbos de alho cv. Jonas, produzidos na região semiárida do Rio Grande do Norte, realizou-se um experimento em Martins, RN, de maio a agosto de 2014. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados completos, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha⁻¹. Foram avaliados: diâmetro de bulbo, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, pH, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pungência, sólidos totais e índice industrial. O incremento das doses de nitrogênio proporcionou aumento do pH, relação sólidos solúveis/acidez titulável e redução na acidez titulável. A pungência e o diâmetro de bulbo aumentaram até as doses de 65 e 94 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente. As doses de nitrogênio não influenciaram as características: sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, sólidos totais e índice industrial.

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

**POSTHARVEST QUALITY OF VERNALIZED NOBLE GARLIC PRODUCED IN
BRAZILIAN SEMIARID EDAFOCLIMATIC CONDITIONS SUBMITTED TO
NITROGEN RATES**

ABSTRACT

In order to evaluate the effects of different nitrogen rates in coverage on the postharvest quality of garlic bulbs cv. Jonas, produced in the semi-arid region of Rio Grande do Norte, an experiment was performed in the city of Martins, from May to August 2014. The experimental design was a randomized complete block design with five repetitions. The treatments applied five nitrogen rates in coverage: 0, 40, 80, 120, and 160 kg ha⁻¹. Were evaluated: bulb diameter, soluble solids, total soluble sugars, pH, titratable acidity, soluble solids/titratable acidity ratio, pungency, total solids and industrial index. The increase in nitrogen rates resulted in an increase in pH, soluble solids/titratable acidity and reduced acidity. Pungency and the bulb diameter increased until 65 and 94 kg ha⁻¹ of nitrogen rates, respectively. Nitrogen rates did not affect the characteristics: soluble solids, total soluble sugars, total solids and industrial index.

Keywords: *Allium sativum* L. Nitrogen fertilization. Soluble solids. Pungency. Industrial index.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior importador de alho do mundo (FAO, 2013), pois a produção nacional não atende à crescente demanda e às exigências do mercado consumidor brasileiro. Importa o produto, especialmente da China e a Argentina, com um preço, geralmente, abaixo dos custos de produção do alho nacional (GUIMARÃES, 2013). Embora o alho chinês chegue ao Brasil com um menor preço e boa aparência, em termos de qualidade, é inferior ao alho brasileiro (ANAPA, 2013).

Devido as suas acentuadas características de sabor e aroma, o alho é muito utilizado como condimento na cozinha brasileira, bem como em outros países do mundo. A maior parte ainda é comercializada na forma *in natura*, embora o consumo de pastas e outros produtos processados de alho venham crescendo gradativamente (LUCINI, 2004). Nesse caso, faz-se necessário o uso de bulbos com altos teores de sólidos totais, uma vez que esses constituintes são os responsáveis por um maior rendimento industrial (CHAGAS et al., 2003).

A caracterização físico-química de bulbos de alho permite indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria, e também identificar se tem potencial de armazenamento pós-colheita. 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).

Dentre as práticas culturais empregadas durante o ciclo cultural do alho destaca-se a adubação nitrogenada em cobertura. O nitrogênio é considerado o nutriente que possibilita as maiores respostas no desenvolvimento de plantas e na produção do alho (MACÊDO et al., 2009). A dose de nitrogênio recomendada para o cultivo do alho, deve proporcionar, além de, alta produtividade, boa qualidade aos bulbos, visto que, atualmente os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos produtos.

Várias pesquisas têm avaliado a produtividade do alho em função de doses de nitrogênio (BACKES et al., 2008; LIMA et al., 2008; MACÊDO et al., 2009; FERNANDES et al., 2011; ZAMAN et al., 2011), no entanto, trabalhos relacionados à avaliação da qualidade são escassos na literatura.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio em cobertura sobre a qualidade pós-colheita de bulbos de alho cv. Jonas, produzidos na região semiárida do Rio Grande do Norte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre maio e agosto de 2014, no município de Martins, localizado na região Oeste do Rio Grande do Norte. A área do experimento localiza-se a 6°4'59"S de latitude, 37°54'50"W de longitude e 745 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é Aw, isto é, clima tropical chuvoso, com inverno seco e com a estação chuvosa prolongando-se até o mês de julho, com médias pluviométricas anuais situando-se entre 800 e 1.200 mm (SEPLAN, 2013). As condições de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica observadas durante a pesquisa estão apresentadas nas figuras 1, 2 e 3.

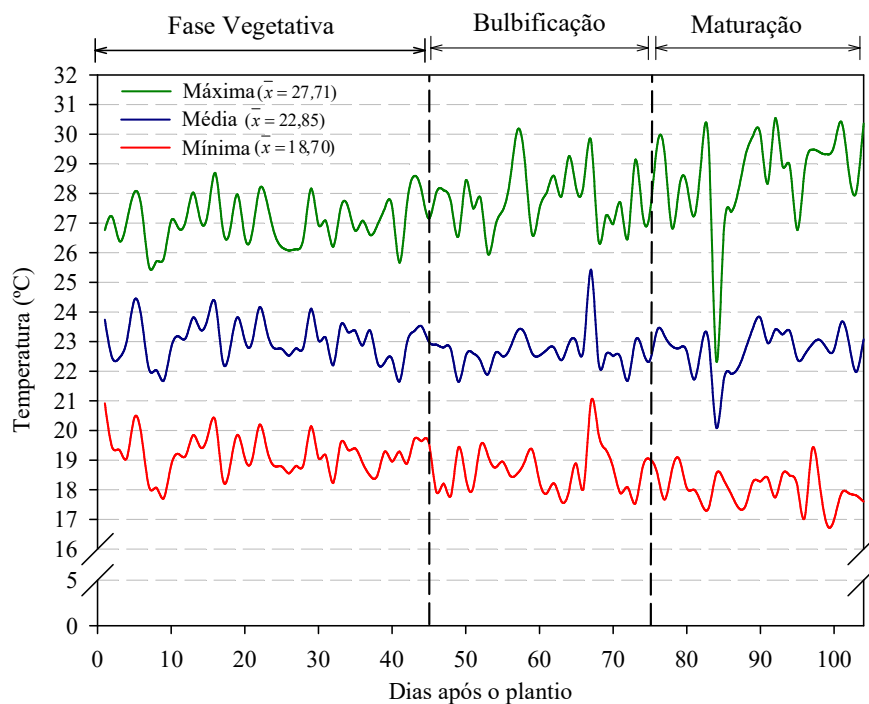


Figura 1 - Temperatura do ar, média, mínima e máxima, na área durante o período de condução do experimento. Martins, RN. UFERSA, 2014.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), cuja análise química apresentou as seguintes características: $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 4,69$; $\text{N} = 0,20 \text{ g kg}^{-1}$; $\text{P} = 8,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 50,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Na} = 47,0 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,94 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,85 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H}^+ \text{ Al} = 6,11 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 2,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $t = 3,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 8,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{V} = 25\%$; $m = 33\%$; $\text{PST} = 3\%$ e $\text{MO} = 21,57 \text{ g kg}^{-1}$.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio aplicadas em cobertura: 0, 40, 80, 120, e 160 kg ha^{-1} .

As parcelas foram constituídas por canteiros de $0,20 \text{ m}$ de altura, $1,25 \text{ m}$ de largura e $2,0 \text{ m}$ de comprimento, com cinco linhas de plantio. Os bulbilhos foram plantados a uma profundidade de $0,05 \text{ m}$, com espaçamento de $0,25 \text{ m}$ entre linhas e $0,10 \text{ m}$ entre plantas. A área útil de cada parcela foi constituída pelas três fileiras centrais, descartando-se duas plantas na extremidade de cada fileira, resultando em uma área de $1,35 \text{ m}^2$, com 54 plantas (Figura 4).

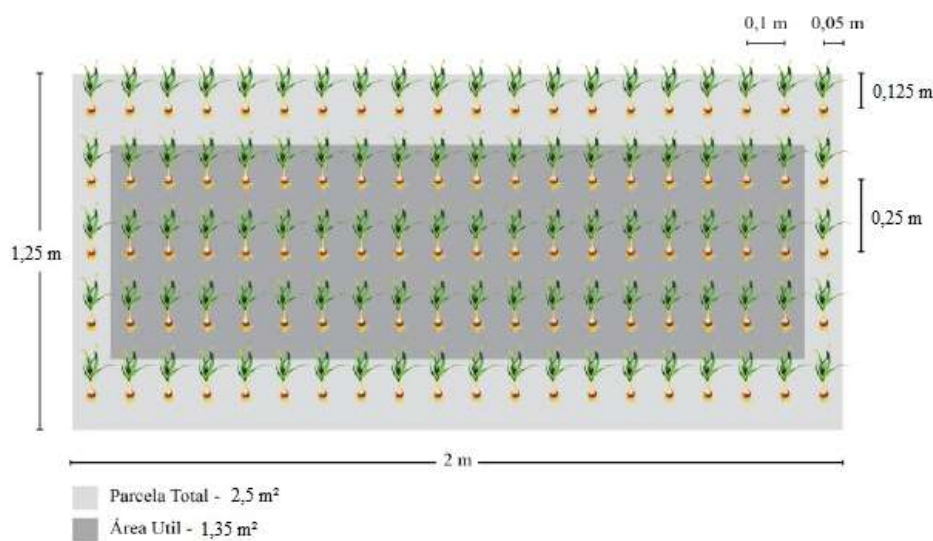


Figura 4 - Representação gráfica da parcela experimental de alho nobre submetido a diferentes doses de nitrogênio. Martins, RN. UFERSA, 2014.

A cultivar empregada foi a Jonas, a qual apresenta bulbos redondos e grandes, com poucos bulbilhos. Os bulbos têm túnica branca e película cor rósea ou roxa, é susceptível ao superbrotamento; além disso, é uma cultivar considerada precoce, menos exigente em

fotoperíodo e temperatura, dentre os alhos nobres (LUCINI, 2004) e por isso indicada para a região nordeste do Brasil.

Os bulbos-sementes foram submetidos ao processo de vernalização em câmara fria regulada a temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 65 a 70%, por um período de 60 dias, antes do plantio. Por ocasião da entrada dos bulbos na câmara fria, foi retirada uma amostra, a partir da qual foi determinado o índice visual de dormência (IVD). Este índice é dado pela relação entre o comprimento da folha de brotação e a comprimento do bulbilho. A cultivar de alho Jonas estava com o IVD recomendado para iniciar-se o processo de vernalização, entre 30 e 40% (LUCINI, 2009). Os bulbos foram retirados da câmara fria um dia antes do plantio, para a realização da debulha e tratamento de bulbilhos para prevenir possível ataque de patógenos de solo, com solução de 2,5% de Iprodione.

No preparo do solo, realizou-se uma aração e uma gradagem, seguida do levantamento dos canteiros. A correção da acidez do solo foi feita por ocasião da confecção dos canteiros incorporando uniformemente 700 kg ha^{-1} de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Cal Extinta), com antecedência de 15 dias do plantio do alho-semente. A adubação de plantio foi realizada com base na análise do solo e sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende et al. (2004), constando de 30 kg ha^{-1} de N (Nitrato de Cálcio), 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Superfosfato simples), 40 kg ha^{-1} de K_2O (Cloreto de Potássio), 150 kg ha^{-1} de Mg (Sulfato de Magnésio), 12 kg ha^{-1} de Zn (Sulfato de Zinco) e $1,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de B (Ácido bórico). A adubação nitrogenada de cobertura foi efetuada conforme as doses estabelecidas nos tratamentos (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1}), sendo realizada em duas parcelas, aos 20 e 60 dias após o plantio, com a distribuição, respectivamente, de 20% e 80% da dose e utilizando-se como fonte a ureia.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 27 L h^{-1} por microaspersor, para uma pressão de 200 KPa, sendo dois microaspersores por parcela. A fim de monitorar a umidade do solo durante a condução do experimento, foram instalados tensiômetros a 0,15 e 0,30 m de profundidade, em duas repetições.

As capinas foram realizadas sempre que necessário, de modo que as plantas permaneceram sempre no limpo. Visando à prevenção e controle de doenças como mancha púrpura, foram realizadas pulverizações a partir dos 30 DAP (dias após o plantio), com produtos à base de Mancozeb (Manzate©, $2,5 \text{ g L}^{-1}$) e Iprodione (Rovral©, $1,5 \text{ mL L}^{-1}$) em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e ácaros foi efetuado mediante pulverizações

alternadas em intervalos de quinze dias com produto à base de Clorfenapir (Pirate©, 0,5 mL L⁻¹).

A irrigação foi suspensa três dias antes da colheita, quando as plantas apresentaram sinais de maturação, caracterizada pelo amarelecimento e secamento parcial e/ou tombamento da parte aérea. As plantas colhidas foram submetidas ao processo de cura ao sol, por três dias, de forma que as folhas das plantas cobrissem os bulbos das outras, protegendo-os da radiação solar direta. Em seguida, realizou-se a cura à sombra, quando as plantas permaneceram por um período de 17 dias em local sombreado, seco e arejado. Após o processo de cura, realizou-se o toailete dos bulbos, retirando-se as raízes, folhas e túnicas secas e sujas.

Após o toailete, os bulbos foram debulhados, sendo retirada uma amostra de 100 bulbilhos por parcela útil. Em seguida, esse material foi encaminhado ao laboratório de pós-colheita da Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA 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 (LUCENA, 2015).

Foram analisadas as seguintes características:

Diâmetro de bulbo (DB) - obtido através da média dos diâmetros transversais de uma amostra de dez bulbos por parcela, medido com o auxílio de um paquímetro por ocasião da colheita e expresso em mm.

Sólidos solúveis (SS) - determinado diretamente do suco de alho homogeneizado, filtrado em tecido fait, 100% poliéster, através de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co, LTD. Japan) com compensação automática de temperatura e os resultados expressos em % (AOAC, 2002).

Açúcares solúveis totais (AST) - quantificado através do método da Antrona, descrito por Yemm & 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. As

leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 620 nm e os resultados expressos em g/100 g de pasta (%).

Potencial hidrogeniônico (pH) - determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH = 7,0 e pH = 4,0 (IAL, 2005).

Acidez titulável (AT) – determinada utilizando-se 1 g de pasta de alho, diluída para o volume de 50 mL com água destilada e duas gotas de fenolftaleína alcoólica à 1%. Realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1N, até o ponto de viragem caracterizada pela cor rósea (IAL, 2005).

Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) - determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

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 absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro a 420 nm. O piruvato de sódio foi usado como padrão. O cálculo de pungência foi realizado pela elaboração da curva padrão do piruvato de sódio em sete concentrações (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 mmol L⁻¹). Os resultados foram obtidos em µmol de ácido pirúvico por mL de alho.

Sólidos totais (ST) – determinado utilizando-se os bulbilhos de dez bulbos que 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 (IAL, 2005).

Índice industrial (II) - calculado pela fórmula: $II = (\text{Sólidos totais} \times \text{ácido pirúvico})/100$, de acordo com Carvalho et al. (1991).

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão através dos softwares Sisvar® (FERREIRA, 2008) e Table Curve 2D v5.01 (JANDEL SCIENTIFIC, 1991), respectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das doses de nitrogênio para as características: diâmetro de bulbo, pH, acidez titulável, relação SS/AT e pungência, no entanto, não se observou efeito significativo para sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, sólidos totais e índice industrial (Tabelas 1A, 2A, 3A).

3.1 DIÂMETRO DE BULBO

O diâmetro médio de bulbo em função das doses de nitrogênio, foi crescente até a dose 94,07 kg ha⁻¹, atingindo o máximo estimado de 36,94 mm, decrescendo posteriormente até 27,32 mm na dose de 160 kg ha⁻¹ (Figura 5). O aumento das doses de nitrogênio até aproximadamente 90 kg ha⁻¹, promoveu também maiores médias de altura e número de folhas, e conseqüentemente de produtividade, o que resultou em bulbos de maior diâmetro transversal. O aumento do diâmetro dos bulbos está relacionado ao número de folhas e altura de plantas permitindo maior área foliar e, conseqüentemente, maior produção de fotoassimilados para o crescimento do bulbo.

Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Guimarães (2013), que verificou um comportamento quadrático do diâmetro de bulbos em relação às doses de nitrogênio, com máximo estimado de 33,44 mm na dose 50 kg ha⁻¹, para a cultivar Cateto Roxo Local. Oliveira et al. (2010) avaliando 14 cultivares de alho, em Diamantina-MG, verificaram uma variação de 31,50 a 39,75 mm. 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 por bulbo (RESENDE, 1997).

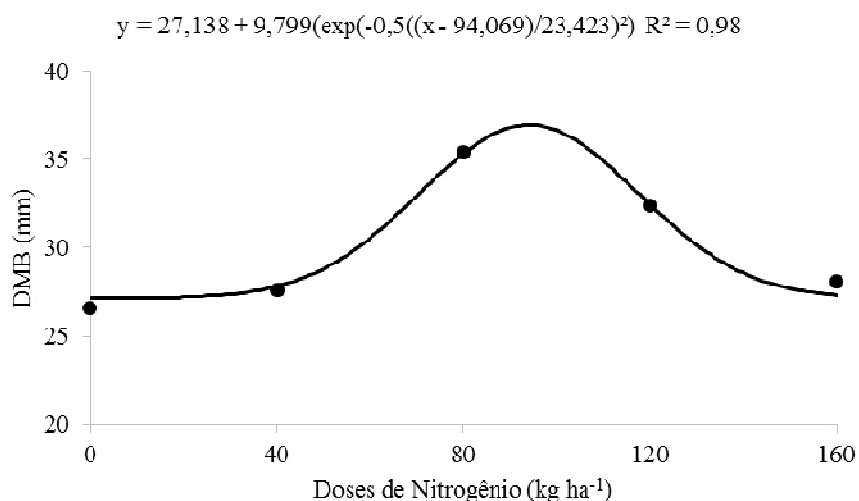


Figura 5 - Diâmetro de bulbo de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS E AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

No presente trabalho, não se constatarem diferenças significativas para o teor de sólidos solúveis com a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, com média de 36,6% (Tabela 1). Os sólidos solúveis são constituídos de açúcares e outras substâncias dissolvidas na seiva vacuolar, como vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos orgânicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No caso do alho aproximadamente 60% dos sólidos solúveis são constituídos por açúcares (LOPES, 2014). Guimarães (2013) avaliando doses de nitrogênio e boro em duas cultivares, verificaram que houve interação entre os três fatores, obtendo uma variação de 18,13 a 24,66% dos sólidos solúveis, valores esses abaixo dos que foram encontrados no presente trabalho. No entanto, os valores de sólidos solúveis (SS) variam em função, principalmente, da interação cultivar x ambiente (CHITARRA; CHITARRA, 2005), o que corrobora com Lucena et al. (2015), que avaliando dois locais, duas cultivares de alho semi-nobres e quatro tempos de vernalização, obtiveram teor de SS máximo de 38,4% para a cv. Hozan, 30 dias de vernalização em Governador Dix-sept Rosado-RN. Soares (2013), constatou uma variação no teor de SS de

30,42 a 35,14%, quando avaliou onze cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN.

Tabela 1- Sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), sólidos totais (ST) e índice industrial (II) de bulbos de alho, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	SS (%)	AST (%)	ST (%)	II
0	36,93	26,49	35,60	28,99
40	36,80	25,79	36,12	29,84
80	35,93	26,01	35,13	29,29
120	36,47	24,65	35,70	29,50
160	36,85	25,56	35,19	27,17
Média	36,60	25,70	35,55	28,96

Para açúcares solúveis totais (AST), também não foram observadas diferenças significativas com a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, com média de 25,70% (Tabela 1). Assim como para os sólidos solúveis, os valores médios de AST estão dentro da faixa esperada para a cultura (LOPES, 2014). Valores inferiores foram obtidos por Chagas et al. (2003), que observaram médias entre 8,42 e 16,39%, ao avaliar sete cultivares de alho em Lavras-MG, e Prati et al. (2010), que comparando cultivares semi-nobres nacionais com cultivares importadas, no município de Tietê-SP, observaram média de 12,03% para AST. 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). 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 sólidos constituídos de açúcares (LUCENA et al., 2015).

3.3 pH

O pH aumentou em função das doses de nitrogênio, variando de 6,44 a 6,70 (Figura 6). A variação de pH observada no alho, pode estar relacionada ao aumento na concentração de alcaloides no tecido vegetal. Esses compostos nitrogenados fazem parte de um grupo de metabólitos secundários e não tem relação direta com os processos relacionados ao crescimento e desenvolvimento vegetal. De acordo com Santiago et al. (2011), essas substâncias, identificadas no extrato de alho, possuem um caráter básico. Desse modo, a maior disponibilidade de nitrogênio no solo pode ter favorecido à maior produção desses compostos alcalinos, o que promoveu o aumento do pH com o aumento das doses de nitrogênio aplicado em cobertura.

Resultados inferiores foram obtidos por Chagas et al. (2003), avaliando cultivares no sul de Minas Gerais, encontraram valores, oscilando entre 5,67 e 5,80. Da mesma forma, Prati et al. (2010) obtiveram uma variação de 6,20 a 6,40 entre as cultivares avaliadas. Por sua vez, Guimarães (2013) verificaram maior uma variação do pH de 5,05 a 6,63, em função de duas cultivares, doses de nitrogênio e boro.

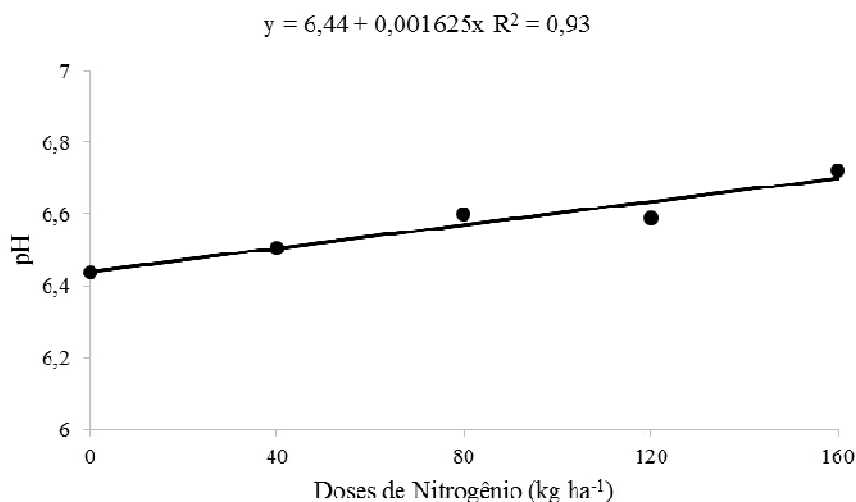


Figura 6 - Potencial hidrogeniônico de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.4 ACIDEZ TITULÁVEL

A acidez titulável (AT) teve comportamento linear decrescente com o aumento das doses de nitrogênio, reduzindo de 6,77 para 5,24 mEq H_3O^+ 100 g^{-1} (Figura 7). Possivelmente, o aumento das doses de nitrogênio promoveu maior produção de compostos alcalinos, o que provocou aumento do pH e redução da acidez titulável. Esse resultado corrobora com Chitarra e Chitarra (2005), que afirmam que o pH tem uma relação inversa com a acidez total titulável, ou seja, o pH reduz à medida que aumenta a acidez titulável. A acidez é um fator importante para industrialização, quanto mais elevada a acidez, melhor é a característica industrial do alho (CHAGAS et al., 2003), pois a AT tem uma relação direta com a concentração de ácidos orgânicos presentes nos alimentos, sendo um dos indicativos para avaliar o seu sabor (GUIMARÃES, 2013). Soares (2003) observou valores médios de AT entre 5,33 e 7,76 mEq H_3O^+ 100g^{-1} ao avaliar onze cultivares no município de Governador Dix-sept Rosado-RN.

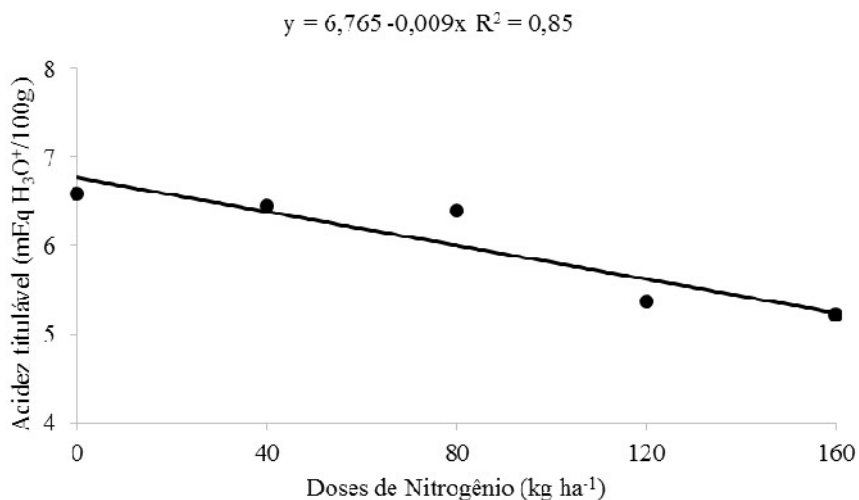


Figura 7 - Acidez titulável de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.5 RELAÇÃO SS/AT

A relação SS/AT aumentou linearmente em função das doses de nitrogênio, aumentando de 5,47 para 7,09 (Figura 8). Esse aumento da relação SS/AT, ocorreu principalmente devido à redução da acidez titulável, com o incremento das doses de nitrogênio. A relação SS/AT é importante na determinação da qualidade do alho, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos, determinando o sabor do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Valores inferiores foram obtidos por Lopes (2014), variando de 4,42 a 5,91, para a cv. Roxo Pérola de Caçador enquanto Soares (2013) obteve médias entre 3,96 e 6,16 para essa característica, ambos os trabalhos realizados no Rio Grande do Norte.

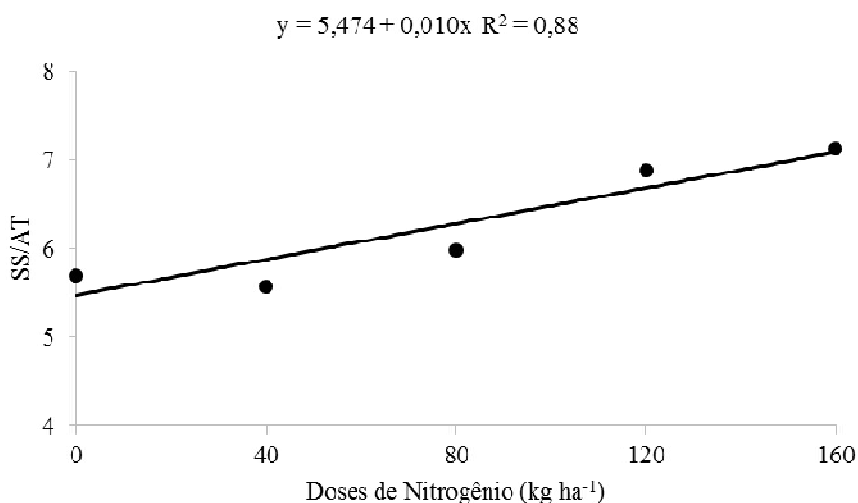


Figura 8 - Relação SS/AT de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.6 PUNGÊNCIA

Observou-se resposta quadrática para a pungência, com máximo estimado de 84,28 μ Moles de ácido pirúvico mL⁻¹ na dose 65,85 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 9). A determinação

do teor de ácido pirúvico nos extratos de alho é um dos meios mais simples para se aferir a intensidade de pungência, pois o grau de pungência no alho é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado (CHAGAS et al., 2003; VARGAS et al., 2010). No entanto, não se verificou uma relação direta entre a pungência e a acidez titulável nessa pesquisa, isso se justifica devido a AT ser composta por outros ácidos, além do ácido pirúvico. Na região, pesquisas com alhos vernalizados semi-nobre Hozan e Gigante do Núcleo foram encontradas variações de 67,32 a 97,21 $\mu\text{Moles de ácido pirúvico mL}^{-1}$ (LUCENA, et al., 2015), e nobre Roxo Pérola de Caçador de 80,59 a 99,40 $\mu\text{Moles de ácido pirúvico mL}^{-1}$ (LOPES, 2014). Essas variações entre os resultados podem estar relacionadas com a interação genótipo x ambiente, que pode influenciar fortemente a pungência (VARGAS et al., 2010; LUCENA, et al., 2015). A pungência é um fator essencial na escolha da matéria-prima, pois quanto maior, melhor é a característica industrial do alho, uma vez que durante o processamento grande parte do odor do alho é perdido, devido ao fato dos compostos serem muito voláteis ocorrem perdas na fase de processamento (CHAGAS et al., 2003), também será melhor seu sabor e aroma, o que é desejável pelos consumidores.

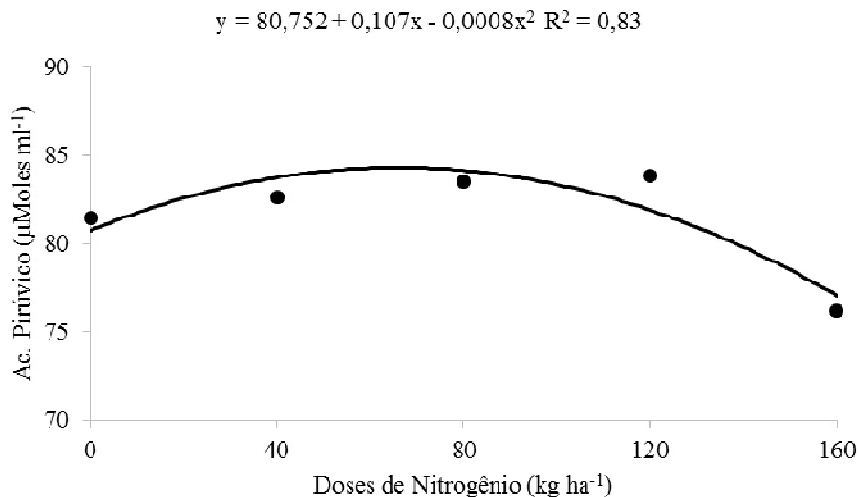


Figura 9 - Pungência de bulbos de alho em função de doses de nitrogênio em cobertura. Martins, RN. UFERSA, 2014.

3.7 SÓLIDOS TOTAIS

Os sólidos totais (ST) não foram influenciados pelas doses de nitrogênio, atingindo média de 35,55 % (Tabela 1). Para a desidratação do alho, é desejável que haja ao mesmo tempo bulbos com altos teores de sólidos totais e ácido pirúvico, o que irá refletir em maior rendimento em produtos de aroma acentuado (CHAGAS et al., 2003). O teor de sólidos solúveis é uma característica importante para o alho, pois podem indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria (GUIMARÃES, 2013). De acordo com Chagas et al. (2003), valores acima de 30% para ST são considerados elevados e aceitos para a industrialização. Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que o alho produzido nas condições do presente trabalho, pode ser industrializado.

3.8 ÍNDICE INDUSTRIAL

O Índice industrial não variou com o incremento das doses de nitrogênio, com média de 28,96 (Tabela 1). O índice industrial é uma característica de grande relevância quando se deseja obter alho para a desidratação, pois essa é uma característica resultante 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 (LUCENA, et al., 2015).

4 CONCLUSÕES

O incremento das doses de nitrogênio proporcionou aumento do pH e relação SS/AT e redução na acidez titulável.

A pungência e o diâmetro de bulbo aumentaram até as doses de 65 e 94 kg ha⁻¹ de nitrogênio, respectivamente.

As doses de nitrogênio não influenciaram as características: sólidos solúveis, sólidos totais, açúcares solúveis totais e índice industrial.

REFERÊNCIAS

ANAPA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. **A realidade do alho no Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://www.anapa.com.br/simples/?p=572/>>. Acessado em 17 set. 2015.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. Washington: AOAC, 2002. 1115p.

BACKES, C.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L.; IMAIZUMI, I. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em respostas à adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 491-498, 2008.

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

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

CHAGAS, S. J. R.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, L. V. Características qualitativas de cultivares de Alho no sul de Minas Gerais. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, Edição especial, p. 1584-1588, 2003.

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2013. 353p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Crops and livestock products**. 2013. Disponível em <<http://faostat3.fao.org/download/T/TP/E>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

FERNANDES, L. J. C.; VILLAS BÔAS, R. L.; BACKES, C.; LIMA, C. P.; BÜLL, L. T. Contribuição das concentrações de nitrogênio em bulbilhos de alho tratados com doses de N em cobertura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 26-31, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

GUIMARÃES, A. R. C. **Níveis de nitrogênio com e sem boro em cultivares de alho no município de Sussuapara, PI**. 2013. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFPI, Teresina, PI, 2013.

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

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.; KIIHL, 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 WAR. **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) – UFERSA, Mossoró, RN, 2014.

LUCINI, M. A. **Manual prático de produção**. Curitiba: Bayer CropScience, 2004. 140p.

LUCENA RRM. 2015. **Desempenho produtivo e qualitativo de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na mesorregião Oeste Potiguar**. 2015. 126p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – UFERSA, Mossoró, RN, 2014.

LUCENA, R. M.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R.; MORAIS, P. L. D.; SOARES, A. M.; SANTOS, E. C. Desempenho qualitativo de cultivares de alho semi-nobre vernalizado na mesorregião oeste potiguar. In: 38º Congresso Argentino de Horticultura, 2015. Bahía Blanca. **Resumos...:** (CD-ROM).

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G.; SANTOS, B. R.; LEITE, L. V. R. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e molibdênio. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 657-663, 2009.

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.

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

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

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, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília, DF: Embrapa-CNPQ, 2004. 12p. (Comunicado técnico,22)

SANTIAGO, D. M.; FELÍCIO, V. P. T.; SOARES, S. Avaliação da atividade antibacterina *in vitro* de *Allium sativum* L. **Revista Mineira de Ciências da Saúde**, Patos de Minas, v. 3, p. 18-34, 2011.

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.

SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do RN. **Perfil do Rio Grande do Norte**. Natal: SEPLAN, 2013.191p.

SOARES, A. M. **Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN**. 2013. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UFRSA, Mossoró, RN, 2013.

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

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., 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**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.

ZAMAN, M. S.; HASHEM, M. A.; JAHIRUDDIN, M.; RAHIM, M. A. Effect of nitrogen for yield maximization of garlic in old brahmaputra flood plain soil. **Bangladesh Journal Agriculture Research**, Gazipur, v. 36, n. 2, p. 357-367, 2011.

APÊNDICE

CAPÍTULO II

Tabela 1A - Resumo da análise de variância de altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e razão bulbar (RB) de alho nobre vernalizado em função de diferentes doses de nitrogênio e épocas de avaliação. Martins, RN. UFERSA, 2014.

FV	GL	QM		
		AP	NF	RB
Rep	4	166,045801 ^{ns}	1,807348 ^{ns}	0,002181 ^{ns}
Doses N	4	944,221194**	6,310890 **	0,017995 **
Erro 1	16	87,670375	0,623278	0,002357
Épocas	3	412,369359**	4,581528**	0,114469**
D x E	12	14,517222**	0,416011**	0,004573**
Erro 2	60	3,637989	0,160975	0,000827
CV 1 (%)		20,30	13,84	20,02
CV 2 (%)		4,14	7,03	11,86

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 2A - Resumo da análise de variância de massa média (MMB), produtividade total (PTB), produtividade comercial (PCB) e produtividade não comercial de bulbo (PNC) em função de diferentes doses de nitrogênio. Martins, RN. UFERSA, 2014.

FV	GL	QM			
		MMB	PTB	PCB	PNC
Rep	4	15,592736 ^{ns}	1,402234 ^{ns}	1,781124 ^{ns}	0,072144 ^{ns}
Doses N	4	198,070716**	17,843124**	33,641454**	2,517474**
Erro	16	9,593794	0,865359	1,688004	0,175534
CV (%)		22,60	22,61	43,95	36,26

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 3A - Resumo da análise de variância da produtividade de bulbos das classes 3, 4, 5 e 6 em função de diferentes doses de nitrogênio. Martins, RN. UFERSA, 2014.

FV	GL	QM			
		Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6
Rep	4	0,622516 ^{ns}	0,215734 ^{ns}	0,743414 ^{ns}	0,012730 ^{ns}
Doses N	4	1,524536*	3,101134**	6,356924**	0,218500**
Erro	16	0,437456	0,215764	0,439624	0,006168
CV (%)		56,67	58,83	74,63	71,39

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 4A - Resumo da análise de variância do número de bulbilhos por bulbo (NBB) e porcentagem de bulbilhos nas peneiras 1 (%P1), 2 (%P2), 3 (%P3) e 4 (%P4). Martins, RN. UFERSA, 2014.

FV	GL	QM				
		NBB	%P1	%P2	%P3	%P4
Rep	4	1,610514	2,563124	291,969136	291,899574	1025,524184
Doses N	4	0,784794 ^{ns}	0,997134 ^{ns}	142,712056 ^{ns}	159,574174 ^{ns}	290,793504 ^{ns}
Erro	16	0,882786	0,780687	78,652948	151,451006	256,101271
CV (%)		16,56	185,78	95,09	40,22	29,47

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

CAPÍTULO III

Tabela 1A - Resumo da análise de variância de diâmetro médio de bulbo (DMB), sólidos solúveis (SS) e açúcares solúveis totais (AST) em função de diferentes doses de nitrogênio. Martins, RN. UFERSA, 2014.

FV	GL	QM		
		DMB	SS	AST
Rep	4	14,456094 ^{ns}	4,629650*	3,209340 ^{ns}
Doses N	4	69,146074*	0,846400 ^{ns}	0,693550 ^{ns}
Erro	16	14,823102	1,230962	5,448665
CV (%)		12,83	3,03	9,01

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 2A - Resumo da análise de variância de potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) em função de diferentes doses de nitrogênio. Martins, RN. UFERSA, 2014.

FV	GL	QM		
		pH	AT	SS/AT
Rep	4	0,003850 ^{ns}	2,765806**	3,550934**
Doses N	4	0,056830**	2,128386*	2,292874*
Erro	16	0,002730	0,460098	0,481594
CV (%)		0,80	11,30	11,05

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 3A - Resumo da análise de variância de pungência (PUNG), sólidos totais (ST) e índice industrial (II) em função de diferentes doses de nitrogênio. Martins, RN. UFERSA, 2014.

FV	GL	QM		

		PUNG	ST	II
Rep	4	57,459166*	2,897796 ^{ns}	4,963154 ^{ns}
Doses N	4	48,537606*	0,812326 ^{ns}	5,486624 ^{ns}
Erro	16	12,556046	1,462618	2,125134
CV (%)		4,35	3,40	5,03

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo