



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO VEGETAL

ALANE ROSANE CASTRO GUIMARÃES

**NÍVEIS DE NITROGÊNIO COM E SEM BORO EM CULTIVARES DE ALHO NO
MUNICÍPIO DE SUSSUAPARA, PI**

TERESINA – PI
2013

ALANE ROSANE CASTRO GUIMARÃES

**NÍVEIS DE NITROGÊNIO COM E SEM BORO EM CULTIVARES DE ALHO NO
MUNICÍPIO DE SUSSUAPARRA, PI**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Piauí – UFPI, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra

TERESINA – PI
2013

G963n

Guimarães, Alane Rosane Castro

Níveis de nitrogênio com e sem boro em cultivares de alho no município de Sussuapara, PI. / Alane Rosane Castro Guimarães. – 2013.

54 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra.

1. *Allium sativum* 2. Adubação 3. Produtividade 4. Caracteres morfoagronômicos I. Título.

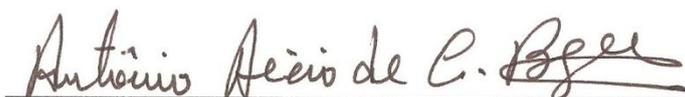
CDD 635.26

NÍVEIS DE NITROGÊNIO COM E SEM BORO EM CULTIVARES DE ALHO
NO MUNICÍPIO DE SUSSUAPARA, PI

ALANE ROSANE CASTRO GUIMARÃES
ENGENHARIA AGRONÔMICA

Aprovada em 05, 04, 2013

Comissão Julgadora:



Dr. Antonio Aécio de Carvalho Bezerra - Presidente
CCA/UFPI



Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes – Titular
CCA/UFPI



Dr. Marcos Emanuel da Costa Veloso - Titular
Embrapa/CPAMN

Aos meus pais, Margarida Castro e Raimundo Guimarães por me darem o ensino maior da vida e por serem a minha base em tudo; aos meus tios Antonio Nunes e Maria Zilda por me fazerem sua filha,

DEDICO

Aos meus irmãos, Alan e Aline, pelo amor e companheirismo; a Lidianny e Lizianny, pelo amor de irmãs que existe entre nós e acima de tudo a nossa amizade e confidencialidade; ao Agenor por seu amor, companheirismo e por toda a ajuda e dedicação para comigo,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por todas as bênçãos proporcionadas;

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), pela oportunidade de realização do curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado;

Aos Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra e Regina Lucia Ferreira Gomes pela confiança, ensinamentos, orientação, incentivo, oportunidades e amizade;

Ao senhor Francisco Moura Fé (Chico de Aristirdes) e senhora Durvalina Moura Fé, pela confiança, ajuda e suporte para a instalação e condução do experimento;

Aos senhores Sebastião e Santos pela sua dedicação no trabalho durante a condução do experimento;

Aos alunos do curso de graduação de Agronomia Jairo Carvalho e Hélio Monteiro pela ajuda na condução do experimento;

Aos demais professores do Curso de Mestrado em Agronomia do PPGA, pelos ensinamentos;

Ao diretor do Centro de Ciência Agrárias, Professor Willams Costa Neves, pelo apoio;

Ao motorista Celso, pelas viagens tranquilas e seguras;

Ao secretário Vicente de Sousa Paulo, pela sua paciência, disponibilidade e conversas alegres;

À Embrapa Meio-Norte e aos pesquisadores Dr. Lúcio Flavo Lopes Vasconcelos pela amizade e por ter oportunizado a realização das análises no laboratório, e Dr. Marcos Emanuel da Costa Veloso pela amizade e ensinamentos de grande importância para realização da pesquisa;

Ao colega Diego Vasconcelos por sua paciência e ajuda nos trabalhos de laboratório;

Aos amigos: Natália Soares, Raimundo Soares e Kadson Alves, pela colaboração de grande importância para realização do trabalho;

Aos amigos conquistados nessa jornada: Francisco Leonardo, Sabrina de Carvalho, Sulimary Gomes, Leonardo de Sousa, Wilon Pinheiro, Paulo Alexandre, Selma Maria, Eliana de Freitas, Vânia Lima, Catharina Teixeira, Emerson Alves e Maurício Santana;

A minha grande amiga, Layla Andrade, pelas várias caronas até Picos, pelo incentivo nessa caminhada e acima de tudo por nossa amizade;

Aos amigos de longa data: Laércio Moura, Claudyanne Costa, José Eduardo, Adebald Rodrigues, Janylson Silva, Gustavo Carvalho e João Silvestre, pelo incentivo e amizade;

A minha família, em especial, meus pais e irmãos, pelo carinho e apoio em todas as minhas decisões;

Ao meu querido namorado, Agenor Rocha, que me ajudou em todas as etapas do trabalho, e por seu amor;

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Considerações gerais da cultura	15
2.3. Cultivares	17
2.4. Adubação para a cultura do alho	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Caracterização do experimento	21
3.2. Avaliações de campo.....	23
3.3. Avaliação de características relacionadas à produção.....	23
3.4. Avaliação química dos bulbos de alho.....	23
3.5. Análises estatísticas.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Avaliações de campo.....	25
4.2. Avaliação de características relacionada à produção	31
4.3. Avaliações químicas do bulbo de alho.....	38
5. CONCLUSÕES.....	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXO A	47
ANEXO B	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental, na camada de 0-0,20 m de profundidade. Sussuapara, PI.....	21
Tabela 2. Características físicas do solo da área experimental, na camada de 0-0,20 m de profundidade. Sussuapara,PI.....	21
Tabela 3. Médias de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa (UR) do ar, precipitação total e evapotranspiração de referência (ET _o). Sussuapara, PI. 2012.....	22
Tabela 4. Resumo de análise de variância para altura de plantas de alho em diferentes épocas. Sussuapara-PI, 2012.....	26
Tabela 5. Alturas médias das plantas nas cultivares de alho em seis épocas após o plantio. Sussuapara-PI, 2012.....	27
Tabela 6. Resumo de análise de variância para número de folhas de plantas de alho. Sussuapara-PI, 2012.....	28
Tabela 7. Número médio de folhas por plantas em função das cultivares em diferentes épocas. Sussuapara-PI, 2012.....	28
Tabela 8. Resumo de análise de variância para teor de clorofila nas folhas de alho aos 75, 90 e 105 DAP. Sussuapara-PI, 2012.....	30
Tabela 9. Teor de clorofila nas folhas em função das cultivares em três diferentes épocas. Sussuapara-PI, 2012.....	31
Tabela 10. Resumo de análise de variância para produtividade de alho (Mg ha ⁻¹), massa de bulbo (g), diâmetro de bulbo (mm), número médio de bulbilhos por bulbo, massa média de bulbilho (g) e diâmetro médio de bulbilho (mm). Sussuapara-PI, 201.....	32
Tabela 11. Diâmetro de bulbo para as duas cultivares de alho em função das doses de nitrogênio com e sem boro. Sussuapara-PI, 2012.....	36
Tabela 12. Número de bulbilhos nas duas cultivares sem e com adubação com boro. Sussuapara-PI, 2012.....	38
Tabela 13. Resumo de análise de variância para as características químicas: pH, Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (ATT) do alho. Sussuapara, 2012.....	39
Tabela 14. Características químicas: pH, ATT, SST, para as cultivares de alho Cateto Roxo Local e Mineiro, em função das doses de nitrogênio com e sem boro. Sussuapara-PI, 2012.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Altura de plantas (cm) de cultivares de alho em três épocas após o plantio em função de diferentes doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.....	26
Figura 2. Altura de plantas (cm) da cultivar Cateto Roxo Local aos 75 e 90 DAP em função de doses de nitrogênio.....	27
Figura 3. Número de folhas por plantas de alho em seis épocas diferentes em função das doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.....	29
Figura 4. Teor de clorofila em folhas (ICF) de plantas de alho aos 75 DAP em função de doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.....	31
Figura 5. Produtividade de alho em função de diferentes doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.....	33
Figura 6. Produtividade da cultivar Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro em função das diferentes doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.....	33
Figura 7. Massa de bulbo para as duas cultivares em função das doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.....	34
Figura 8. Diâmetro de bulbo para as cultivares Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro em função das diferentes doses de nitrogênio sem adubação com boro. Sussuapara-PI, 2012.....	35
Figura 9. Número de bulbilhos por bulbo de alho em função de doses de nitrogênio com e sem boro. Sussuapara-PI, 2012.....	37
Figura 10. Número de bulbilhos por bulbo de alho para as duas cultivares em função das doses de nitrogênio.....	37

NÍVEIS DE NITROGÊNIO COM E SEM BORO EM CULTIVARES DE ALHO NO MUNICÍPIO DE SUSSUAPARA, PI.

Autor: Alane Rosane Castro Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra

RESUMO

A microrregião de Picos-Piauí, chegou a ser na década de 90 o oitavo produtor nacional e atualmente, a produção encontra-se declinando para a sua extinção, por vários problemas, dentre esses se destaca a falta de pesquisas. Objetivou-se no presente trabalho avaliar os aspectos biométricos, produtivos e químicos das cultivares de alho Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro, submetidas a diferentes níveis de nitrogênio, com e sem boro, no município de Sussuapara-PI. O experimento foi conduzido no período de maio a outubro de 2012. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial 5x2x2, compreendendo cinco doses de N (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹), duas doses de B (0 e 15 kg ha⁻¹), e duas cultivares de alho: Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro. As doses de N foram parceladas aos 30 e 60 dias após o plantio. As características avaliadas foram: altura das plantas, número de folhas, teor de clorofila nas folhas, produtividade total de bulbos, massa e diâmetro de bulbo, número de bulbilhos, massa e diâmetro de bulbilho, pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável do alho. A cultivar Cateto Roxo Local apresentou maior produtividade de bulbos quando comparada a cultivar Cateto Roxo Mineiro, com dose estimada de 128 kg ha⁻¹ de N para rendimento máximo de 3,7 Mg ha⁻¹. Na maioria das características analisadas não houve interação das doses de nitrogênio com adubação bórica. A cultivar Cateto Roxo Mineiro apresentou um menor número e maior peso de bulbilhos por bulbo quando comparado com a cultivar Cateto Roxo Local. Para todas as características químicas estudadas a cultivar Cateto Roxo Mineiro apresentou média superior ao Cateto Roxo Local. Conclui-se que para produtividade total de bulbos, a cultivar Cateto Roxo Local apresentou-se como melhor opção para região de Sussuapara, com adubação nitrogenada na dose de 128 kg ha⁻¹; com maiores médias para massa, diâmetro de bulbo e número de bulbilhos na dose máxima de 150 kg ha⁻¹ de N.

Palavras-chave: *Allium sativum*, adubação, produtividade, caracteres morfoagronômicos.

LEVELS OF NITROGEN WITH AND WITHOUT BORON IN GARLIC CULTIVARS IN THE MUNICIPALITY OF SUSSUAPARA , PI

Author: Alane Rosane Castro Guimarães

Advisor: Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra

ABSTRACT

The microregion of Picos-Piauí, came to be in the 90's eighth national producer and is currently declining to extinction, for many problems, among them there is the lack surveys. The objective of this study was to evaluate the biometric, productive and chemical aspects of the garlic cultivars of Cateto Roxo Local and of Cateto Roxo Mineiro, both subjected to different doses of nitrogen with and without Boron in the Municipality of Sussuapara-PI. The experiment was carried out from May to October 2012. Randomized block design was used, with four replications on a 5x2x2 factorial scheme consisting of five doses of N (0; 50; 100; 150 and 200 kg ha⁻¹), two doses of B (0 and 15 kg ha⁻¹), and two garlic cultivars: Cateto Roxo Local and Cateto Roxo Mineiro. The N doses were administered 30 and 60 days after the planting. The evaluated characteristics were: plant height, leaf number, chlorophyll content in leaf, total productivity, bulb mass and diameter, bulblet number, bulblet mass and diameter, pH, soluble solid total and garlic total titratable acidity. Cateto Roxo Local cultivar presented larger productivity than Cateto Roxo Mineiro with an estimated dose of 128 kg ha⁻¹ of N for 3.7 Mg ha⁻¹ for maximum yield. In most variables analyzed there was no interaction between nitrogen doses and boric fertilization. Cateto Roxo Mineiro cultivar presented a lower number and larger weight of bulblets per bulb compared with cultivar Cateto Roxo Local. In all chemical characteristics analyzed, Cateto Roxo Mineiro presented a higher average than Cateto Roxo Mineiro. We conclude that for total productivity of bulbs, Cateto Roxo Local showed to be the best option to the region of Sussuapara, with nitrogen fertilization in the dose of 128 kg ha⁻¹. With higher averages for mass, diameter of bulb and number of bulblets at a maximum dose of 150 kg N ha⁻¹.

Keywords: *Allium sativum*, fertilization, productivity, morph agronomics characters.

1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) tem sua origem na região da Sicília, Ásia Central e vários pontos da Europa e do Ocidente. Pertence à família Alliaceae e a depender da região pode ter várias sinonímias como alho-comum, alho bravo, alho-do-reino, alho branco (LORENZI, 2002). É uma planta bulbosa e herbácea, com folhas estreitas, longas e pontiagudas, lineares, subuladas, fistulosas, com inflorescência em umbela, pedunculada, com flores alvas ou levemente esverdeadas (GALANTE, 2008). É cultivado há séculos em todo o mundo, em razão de suas propriedades condimentares, medicinais e de notável valor comercial.

O alho é uma cultura de clima frio, suportando bem baixas temperaturas. A faixa de temperatura média mensal mais indicada para o bom desenvolvimento das plantas varia entre 13°C e 24°C. O comprimento do dia também influencia o desenvolvimento da planta. Portanto, temperatura e fotoperíodo são fatores de clima importantes para a cultura do alho, influenciando na fase vegetativa, no bom desenvolvimento e na produtividade de bulbos. Em razão dessa forte interação do alho com as condições climáticas, a época de plantio deve ser adequada em cada região. A sua propagação se dá, geralmente, pelo modo vegetativo, via bulbilhos.

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, bem abaixo dos custos de produção do alho nacional.

O estado do Piauí já foi um grande produtor de alho do Brasil, chegando a ser na década de 90 o oitavo produtor de alho no País e o terceiro do Nordeste (Anuário Estatístico do Brasil, 1995). Atualmente a produção não passa de 60 Mg ano⁻¹ em uma área aproximada a 12 hectares (IBGE, 2010). O cultivo está localizado na microrregião de Picos e concentra-se nos municípios de Sussuapara, Santo Antônio de Lisboa e Bocaina.

Atualmente não há nenhuma pesquisa sobre a cultura do alho na microrregião de Picos, PI e há uma forte demanda dos produtores por tecnologias para tornar os sistemas de produção competitivos com outras regiões do Brasil e do mundo. No passado, essa cultura foi importante para a agricultura familiar, desenvolvida especialmente no leito e nas margens do rio Guaribas, gerando emprego e renda, de forma direta e indireta, para muitas pessoas.

No estado do Piauí, os problemas que contribuíram para essa redução da produtividade de alho são vários, dentre esses, destacam-se a ausência de cultivares geneticamente superiores e manejo de adubação, especialmente em relação aos nutrientes nitrogênio e boro.

Assim, pode-se levar em consideração que existe uma necessidade de realização de estudos que possam indicar doses adequadas de nitrogênio e adubação com boro para uma possível redução de perdas de qualidade e produtividade, além de contribuir para uma possível revitalização. Diante do problema exposto, considerando que a cultura do alho tem um mercado promissor e a sua produção local é bastante limitada, fazem-se necessários estudos para avaliar materiais genéticos e de adubações.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os aspectos biométricos, produtivos e químicos das cultivares de alho Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro, submetidas a diferentes doses de nitrogênio com e sem boro, no município de Sussuapara, PI.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais da cultura

O alho (*Allium sativum* L.) tem sua origem principal na Ásia Central, onde parentes selvagens do atual alho comercial foram encontrados (SIMON; JENDEREK, 2003; BREWSTER, 2008), se expandiu através do Mediterrâneo e em seguida para a Europa Ocidental e China (CORREA, 1975) e foi levado para América por colonizadores espanhóis, portugueses e ingleses (LISBÃO, *et al.*, 1993). Pertence à família Alliaceae e à ordem Asparagales. Em função da região de ocorrência pode ter várias sinônimas como alho-comum, alho bravo, alho-do-reino, alho branco (LORENZI, 2002). É cultivado há séculos em todo o mundo, em razão de suas propriedades condimentares, medicinais e de notável valor comercial. Camargo e Barrera (1985) relatam que há mais de cinco mil anos o alho já era utilizado pelos hindus, egípcios, gregos e por quase todas as antigas culturas do Velho Mundo.

É uma planta bulbosa e herbácea com 0,5 a 0,8 m de altura, cujas folhas são alongadas, lanceoladas e estreitas com seção em forma de “V”, sendo recobertas por uma espessa camada cerosa, que as protege contra fungos patogênicos. As bainhas das folhas formam um pseudocaule, único e ereto, cuja parte inferior, de desenvolvimento subterrâneo é o típico bulbo composto. O caule da planta reduz-se a um disco comprimido, de espessura mínima, situado na base do bulbo. As raízes são bem desenvolvidas, fasciculadas, mas pouco ramificadas alcançando mais de 0,5 m de profundidade (FILGUEIRA, 2008).

O bulbo é formado por vários bulbilhos, originados de gemas axilares. No processo de bulbificação, a base do pseudocaule começa a avolumar-se com as reservas de carboidratos que se acumulam nessas gemas dando origem aos bulbos (OLIVEIRA, 2010). Substâncias benéficas a saúde como oligossacarídeos, glicosídeos esteroidiais, flavonóides, antocianinas, lecitinas, óleo essenciais, pectinas, frutanos, prostaglandinas, vitaminas B₁, B₂, B₆, C e E, biotina, niacina, aminoácidos essenciais, adenosina, compostos fenólicos e selênio estão presentes no alho (MUKHERJEE; MAULIK, 2003; BANERJEE; BOZIN *et al.*, 2008; QUEIROZ *et al.*, 2009 ARZANLOU; BOHLOOLI, 2010).

O uso do alho como suplemento na dieta, além do seu valor condimentar de agradável sabor e nutricional, está relacionado a qualidades terapêuticas que lhes são atribuídas como ação bactericida, bacteriostática e antisséptica, bem como ação fungicida e antiviral, sabe-se também que o alho reduz o colesterol, aumenta a resistência física, além de estimular

secreções de glândulas digestivas e biliares, existem também estudos que comprovam a eficácia no combate e na prevenção de alguns tipos de câncer. (CAMARGO, 1985; ABOUL-ENEI; ABOUL-ENEIN, 2005).

O alho é uma cultura de clima frio, suportando bem baixas temperaturas. Para um bom desenvolvimento vegetativo e produtividade a cultura exige temperaturas amenas (18 a 20 °C), na fase inicial do ciclo suporta temperatura mais baixas até 10 °C e temperatura mais elevadas de 20 a 25 °C na fase de formação de bulbos (RESENDE, 2004). O comprimento do dia também influencia o desenvolvimento da planta. Portanto, temperatura e fotoperíodo são fatores de clima importantes para a cultura do alho, influenciando na fase vegetativa, no bom desenvolvimento e na produtividade. Em razão dessa forte interação do alho com as condições climáticas, a época de plantio deve ser adequada para cada região.

O fotoperíodo e a temperatura influenciam no comportamento das cultivares, especialmente no processo de bulbificação. Assim, somente há formação de bulbo quando os dias são maiores que o valor crítico e, ou, a temperatura for abaixo do crítico da cultivar (KIM *et al.*, 1979). Sob condições de fotoperíodo longo e, ou, de temperaturas baixas insuficientes, ocorre crescimento vegetativo sem haver formação normal de bulbos e bulbilhos (PARK; LEE, 1979).

A sua propagação se dá, geralmente, pelo modo vegetativo, via bulbilhos, existindo clones adaptados e cultivados em zonas agroecológicas distintas. O bulbilho é constituído de um caule contendo uma gema apical, folhas modificadas e primórdios foliares pré-formados (BREWSTER, 2008). Bulbilhos com maior reserva proporcionam maior produção; todavia encarecem o custo de produção, uma vez que a população não se altera com o tamanho de bulbilho-semente (OLIVEIRA, 2010).

Quanto as características físico-químicas utilizadas para avaliar a qualidade pós-colheita do alho, destacam-se o teor de sólidos solúveis, a acidez total titulável e o pH (CHITARRA, 1994). As informações geradas através das análises físico-químicas do alho podem indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria, o valor de sólidos totais do alho em comparação com outras hortaliças (cebola, cenoura, pimentão, tomate) é bastante acentuado, apresentando as melhores perspectivas para a desidratação, com maior rendimento industrial (STRINGHETA; MENEZES SOBRINHO, 1986).

2.2. Importância econômica da cultura do alho

A produção brasileira de alho ocupava o oitavo lugar no ranking mundial em 2004, representando apenas 1% de participação no volume total dos países produtores. Atualmente a participação do alho nacional no abastecimento está aproximadamente nos 43% do alho consumido no país, com uma área total de plantio 10.452 hectares e um rendimento médio de 9,9 t ha⁻¹ (IBGE 2010). Essa produção não é suficiente para atender a demanda e às exigências do mercado consumidor brasileiro, já que o consumo está em torno de 1,25 kg/ano/pessoa, sendo necessária a importação do alho argentino e principalmente chinês.

O estado do Piauí já foi um grande produtor de alho do Brasil, chegando a ser na década de 90 o oitavo produtor de alho no país e o terceiro do Nordeste (Anuário Estatístico do Brasil, 1995). Atualmente a produção não passa de 60 toneladas ano⁻¹ em uma área total de 12 hectares (IBGE, 2010). O cultivo está localizado na microrregião de Picos e concentra-se nos municípios de Sussuapara, Santo Antônio de Lisboa e Bocaina.

Os problemas que contribuíram para essa redução são vários, principalmente a ausência de cultivares geneticamente superiores, capazes de competir com o alho importado da Argentina, Espanha e China (VELOSO *et al.*, 1999). Além desse fator, pode-se levar em consideração que existe uma necessidade de realização de estudos que possam indicar doses adequadas de fertilizantes para uma possível redução de perdas de qualidade.

2.3. Cultivares

O alho é uma planta sensível as condições climáticas, principalmente a temperatura e fotoperíodo, cultivares de alho recomendadas para uma determinada região não se desenvolvem bem em outra região com características climáticas diferentes. A escolha adequada da cultivar é um dos principais fatores para o sucesso da cultura. Clones cultivados em locais diferentes podem sofrer variações devido às condições climáticas e fertilidade do solos, o que pressupõe a necessidade de se conhecer o comportamento dos materiais adequados para cada região.

Essa Alliaceae é propagada por via vegetativa durante milênios, as atuais cultivares de alho originam-se de mutações ocorridas ao longo de sua história cultural. Tais mutações foram selecionadas e propagadas como clones, pelas suas características, ao longo do tempo, adaptando-se as diferentes condições climáticas. Também é possível que, desde a sua origem, a espécie tenha sido selecionada, pelo homem, contra a propagação sexuada – por sementes botânicas, por causa da maior facilidade do plantio por bulbilhos (FILGUEIRA, 2008).

Na caracterização de cultivares ressalta-se que a coloração da película não é um critério seguro, se usado isoladamente, pois essa característica varia conforme o solo, exposição do bulbo ao sol, principalmente. Assim, a designação popular de “alho roxo” e “alho branco” não tem muito significado. Portanto uma cultivar considerada tipicamente como um alho roxo pode apresentar películas claras recobrando os bulbilhos em certas condições edafoclimáticas. O número de bulbilhos por bulbo, a duração do ciclo até a maturação são características mais confiáveis para caracterização de cultivares do alho (FILGUEIRA, 2008).

Veloso *et al.* (1999) ao avaliarem várias cultivares de alho, com o objetivo de selecionar cultivares que melhor se adaptassem na microrregião de Picos constatando que a cultivar Cateto roxo se destacou entre as mais produtivas, com uma produção de bulbos comerciais de $3,46 \text{ t ha}^{-1}$, também foi observado que nas cultivares Mexicano II, Amarante, Centenário e Chinês ocorreu uma baixa produtividade por causa da ausência de temperatura amena exigida por essas cultivares.

Oliveira (2010) verificou diferenças no desenvolvimento de plantas de diferentes cultivares na região de Diamantina-MG, inclusive Cateto Roxo Livre de Vírus tendo esse um desenvolvimento inicial mais lento que as demais cultivares estudadas, essa diferença pode ter sido ocasionada às características genéticas, à propagação convencional em que o bulbilho pode se encontrar em estado de maturação fisiológica diferenciada, além dos fatores edafoclimáticos que interferem no desenvolvimento das cultivares, no entanto essa mesma cultivar apresentou uma produtividade comercial satisfatória com $10,63 \text{ Mg ha}^{-1}$.

2.4. Adubação para a cultura do alho

Dentro das hortaliças, o alho é uma das mais exigentes em nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 1971), inclusive em micronutrientes como o B e o Zn, , sendo um fator limitante para uma boa bulbificação (GARCIA *et al.*, 1994). O boro está relacionado a muitos processos fisiológicos das plantas, que são afetados pela sua deficiência, como o transporte de açúcares, a síntese e a estrutura da parede celular, o metabolismo de carboidratos, o metabolismo de RNA, a respiração e a integridade da membrana plasmática (CAKMAC; RÖMHELD, 1997). A absorção de boro pelas plantas ocorre na forma de ácido bórico não dissociado e é proporcional à concentração do elemento na solução do solo. O manejo de adubação com boro deve ser cuidadoso, pois a faixa entre deficiência e toxidez é muito estreita (GOLDBERG, 1997).

A aplicação de corretivos e fertilizantes na cultura do alho deve ser feita de acordo com o resultado da análise de solo. A aplicação de calcário deve ser efetuada no espaço compreendido entre a realização das operações de aração e gradagens (EBDA, 2003). A adubação química consiste na aplicação de nitrogênio, fósforo, potássio, boro, zinco e magnésio. A resposta do alho a esses nutrientes acompanha o crescimento e um bom desenvolvimento da cultura (ZINK, 1963; SILVA *et al.*, 1970; SOUZA; CASALLI, 1986).

Entretanto, muitas vezes, a nutrição mineral é um dos fatores que recebe menos atenção pelos produtores brasileiros, causando sérios prejuízos não só à produção, como também à conservação pós-colheita dos bulbos (RESENDE, 1999).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio tem sido o elemento mais estudado, naturalmente em função da sua importância na produção e na qualidade do produto. Algumas pesquisas têm demonstrado a importância desse nutriente no incremento da produtividade do alho, sendo a resposta as doses bastante variáveis (LIMA, 2005).

O nitrogênio, geralmente, é o nutriente que as plantas necessitam em maior quantidade e exerce efeitos mais rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento vegetal (BUCKMAN; BRADY, 1974). A época e a frequência de aplicação desse elemento baseiam-se no crescimento e vigor das plantas já que a extração de nutrientes pelo alho apresenta uma relação bastante direta com o desenvolvimento da planta.

Shimoya (1970) dividiu o ciclo da cultura do alho em três estádios bem distintos: da brotação até a completa assimilação da folha de armazenamento; renovação das folhas novas; e da formação do bulbo até completa maturação e colheita. Assim parcelamentos da adubação nitrogenada de cobertura até 70 dias após o plantio tem resultado em aumento de produtividade (CORRÊA, 2003), sendo que o crescimento da cultura se acentua a partir dos 60 dias e cessa aos 120 dias após o plantio e a bulbificação (RESENDE *et al.*, 1999). O acúmulo de nutrientes até os 45 dias é reduzido, sendo que o nitrogênio e o potássio são acumulados intensamente nos períodos subsequentes (ZINK, 1963; SILVA *et al.*, 1970).

Segundo Jones e Mann (1963), a adubação após a bulbificação apresenta pequenas respostas no desenvolvimento da cultura, devendo-se assim parcelar as adubações antes da diferenciação dos bulbilhos.

Um teor inadequado de nitrogênio conduz a baixos níveis de proteína nos bulbos e nas partes vegetativas. As plantas deficientes em nitrogênio tendem a ter crescimento lento, e produzem menos perfilhos do que o normal (LOPES, 1989). Um sintoma precoce e dramático da deficiência de N é um amarelecimento geral das folhas ou clorose, por causa da inibição da síntese de clorofila (EPSTEIN, 1975).

Dentre as técnicas mais recentes com potencial para avaliar o estado nutricional de N da planta em tempo real, de forma rápida e de baixo custo, destaca-se a análise da intensidade do verde das folhas, determinada pelo uso do medidor indireto de clorofila (FERNANDES *et al.*, 2011). A intensidade da cor verde determinada pelo clorofilômetro tem apresentado correlação significativa com o teor de clorofila e concentração de N na folha. Em função disso, o clorofilômetro pode ser utilizado como ferramenta auxiliar na tomada de decisão sobre a adubação nitrogenada, possibilitando a sua utilização como critério de avaliação do estado nutricional de N nas plantas. Ainda, o clorofilômetro tem potencial de identificar situações onde a aplicação adicional de N não seja necessária (GODOY *et al.*, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no município de Sussuapara, microrregião de Picos-PI, localizado na região centro-sul do Estado nas coordenadas 07° 02'36'' de latitude Sul, 41° 23'02'' de longitude Oeste e altitude 240 m, na propriedade do senhor Francisco Moura Fé. O clima da região, de acordo com classificação de Köppen, BSh, é quente e semiárido, com estação chuvosa no verão, precipitação média anual de 812 mm, temperatura média de 28,4°C, com vegetação predominante de cerrado e caatinga. Os solos são classificados como litólicos, álicos e distróficos (AGUIAR, 2004)

Para realização das análises físico-químicas do solo da área experimental (Tabelas 1 e 2) foram coletadas amostras na profundidade de 0-0,20 m e enviadas ao Laboratório Unithal em Campinas-SP.

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental, na camada de 0-0,20 m de profundidade. Sussuapara, PI, 2012.

Características Químicas											
pH	K	Ca	Mg	CTC	M.O.	V	P-res	P-rm	Mn	Zn	B
H ₂ O	-----Cmol _c dm ⁻³ -----			g kg ⁻¹		%	-----mg dm ⁻³ -----				
7,0	0,27	1,7	1,0	3,97	1,4	74,81	5,0	3,0	23,0	3,0	0,3

Fonte: Laboratório Unithal, Campinas, 2012.

Tabela 2. Características físicas do solo da área experimental, na camada de 0-0,20 m de profundidade. Sussuapara, PI, 2012.

Composição granulométrica (%)				Classe Textural	Densidade do solo (kg m ⁻³)	C.C. (% massa)	P.M.P. (% massa)
Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila				
25,4	47,8	7,5	19,3	Franco Arenoso	1,7	29,56	7,41

Fonte: Laboratório Unithal, Campinas, 2012.

O preparo do solo foi realizado com uma aração e uma gradagem e posterior construção dos canteiros com uma encanteiradura mecanizada. Realizou-se adubação de fundação com cloreto de potássio, na recomendação 40 kg ha⁻¹ de K₂O; superfosfato simples,

na recomendação 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e sulfato de zinco, com 30 kg ha⁻¹ (FILGUEIRA, 2008). A adubação nitrogenada e bórica foi aplicada de acordo com os tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x2x2 compreendendo cinco doses de N (0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹), duas doses de B (0 e 15 kg ha⁻¹), e duas cultivares de alho: Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro (procedentes dos municípios de Sussuapara-PI e Francisco Sá-MG, respectivamente). As doses de N foram parceladas em fundação, aos 30 e 60 dias. A área das parcelas apresentou dimensões de 1,20 m² (1,20 x 1,00 m), com espaçamento de 0,25 m entre fileiras e 0,15 m entre plantas; a bordadura foi formada pelas duas fileiras laterais e por uma planta de cada extremidade das linhas, tendo um total de 32 plantas/parcela e 12 plantas na área útil.

O experimento foi irrigado por aspersão, com um turno de rega de um dia. As lâminas de irrigação foram aplicadas em função da evapotranspiração da cultura (ETc), a qual foi estimada pelo produto da evapotranspiração de referência, Eto, e do coeficiente de cultivo, Kc. A Eto foi estimada baseada nos dados da estação meteorológica de Picos, PI pelo método Penman-Monteith, utilizando o programa CROPWAT 8.0 da FAO. Os coeficientes de cultivo para cada fase fenológica da cultura foram obtidos a partir de fontes adaptadas por Doorenbos e Kassam (1979). As condições climáticas durante o período de condução do experimento encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Médias de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa (UR) do ar, precipitação total e evapotranspiração de referência (ETo). Sussuapara, PI. 2012.

Mês	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precipitação (mm)	Eto (mm)
	Máxima	Mínima	Média			
Maio	35,78	22,77	29,36	42,96	1,20	6,71
Junho	35,24	22,39	28,97	40,67	1,20	5,92
Julho	34,23	21,58	28,20	40,26	0,00	6,15
Agosto	34,22	21,51	28,05	37,83	0,00	7,22
Setembro	36,45	23,03	29,94	31,67	0,80	8,07

Fonte: INMET (2012).

O plantio foi realizado no dia 05 de maio de 2012, utilizando-se bulbilhos selecionados da safra do ano anterior. Logo após o plantio realizou-se a aplicação do herbicida recomendado para cultura, Ronstar 250 BR, obedecendo à recomendação de 3,0 L

ha⁻¹. Durante a condução do experimento também foram realizadas capinas de manutenção visando o controle e prevenção da infestação de plantas daninhas, sempre que necessário.

3.2. Avaliações de campo

As características avaliadas no período de condução do experimento no campo foram: altura de plantas (cm), número de folhas aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após o plantio (DAP) e teor de clorofila aos 75, 90 e 105 DAP, avaliada em cinco folhas por planta utilizando-se o aparelho clorofiLOG CFL 1030, os resultados foram apresentados em ICF (Índice de Clorofila Falker). Para essas variáveis foram tomadas 10 plantas por parcela de forma aleatória.

A colheita foi realizada quando se verificou pelo menos quatro folhas senescentes. Para a cultivar Cateto Roxo Local realizou-se a colheita aos 120 DAP e para a cultivar Cateto Roxo Mineiro aos 150 DAP. Após as colheitas os bulbos foram curados em galpão à sombra por um período de 30 dias. Depois de realizada cura, as plantas foram submetidas à “toailete”, com o corte da parte aérea e retirada das raízes, obtendo-se a produção total de bulbos por parcela.

3.3. Avaliação de características relacionadas à produção

Para avaliação da produtividade total foi considerado peso total dos bulbos de alho colhidos em g parcela⁻¹, em cada parcela e convertidos para Mg ha⁻¹.

Avaliou-se também a massa dos bulbos (g), diâmetro dos bulbos (mm), número médio de bulbilhos por bulbo, massa média de bulbilhos (g) e diâmetro médio dos bulbilhos (mm). Para essas variáveis foram escolhidos, de forma aleatória, cinco bulbos por parcela procedendo a pesagem em balança digital e medição do diâmetro transversal de cada bulbo, com paquímetro digital. Após esse procedimento debulhou-se cada bulbo, contando, medindo e pesando os bulbilhos por bulbo.

3.4. Avaliação química dos bulbos de alho

As análises químicas do alho foram realizadas no laboratório de pós-colheita da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. Avaliaram-se as seguintes características químicas: acidez total titulável, pH, sólidos solúveis totais. Para cada parcela pesou-se amostras de 20 g de bulbilhos debulhados e descascados, onde foram triturados em um multiprocessador com 10 mL de água destilada até obter uma consistência pastosa e homogênea. Este homogenato foi filtrado, retirando-se o suco para a realização das análises.

A acidez total titulável foi realizada, utilizando solução padrão de NaOH 0,1 N e indicador de fenolftaleína. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico, utilizando a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985). O pH foi determinado, utilizando-se um potenciômetro digital, realizando-se leituras diretamente no filtrado. Os sólidos solúveis foram determinados no filtrado, por leitura em refratômetro digital, com compensação de temperatura automática a 25 °C e expresso em °Brix, segundo AOAC (1992).

3.5. Análises estatísticas

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância (teste F) e regressão polinomial para o fator quantitativo, de acordo com Gomes (2009). As análises foram realizadas utilizando o software SISVAR 5.3 desenvolvido por Ferreira (1999).

As análises de variância para cada caráter foram realizadas obedecendo-se ao seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + c_j + b_k + d_l + (tc)_{ij} + e_{ij}$$

em que:

Y_{ijk} : observação da cultivar “i”, na dose de N “j”; na dose de B “k”; no bloco “l”

μ : efeito da média geral do caráter;

t_i : efeito da cultivar “i”; $i = 1, 2$;

c_j : efeito de doses de N “j”; $j = 1, 2, \dots, J$;

b_k : efeito de doses de B “k”, $k = 1, 2, \dots, k$;

d_l : efeito do bloco “l”, $l = 1, 2, \dots, L$;

$tc_{(ijk)}$: efeito fixo da interação entre a cultivar “i”, dose de N “j” e dose de B “k”;

e_{ijk} : efeito do erro experimental associado à observação Y_{ijk} . Admite-se que o erro tem distribuição normal, com a média zero e variância σ^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliações de campo

Na análise de variância para a avaliação quinzenal das alturas de plantas de alho (Tabela 4) verifica-se que não houve efeito significativo para nitrogênio nas medidas feitas aos 30 e 105 DAP; porém, por se tratar de um fator quantitativo fez-se o estudo da regressão polinomial, onde apenas a altura de plantas aos 105 DAP não apresentou efeito significativo para regressão. Com relação às alturas de plantas aos 75 e 90 DAP houve interação significativa para as doses de nitrogênio e cultivares, com efeitos significativos para a cultivar Cateto Roxo Local. As plantas não apresentaram resposta significativa em seu crescimento para adubação com boro e para suas interações com as doses de nitrogênio e com as cultivares. As médias para as alturas de plantas aos 30, 45, 60, 90, 75 e 105 dias após o plantio foram de 17,22, 24,65, 27,47, 28,46, 30,63 e 31,03 cm, respectivamente. Os coeficientes de variação (CV) para altura de plantas avaliadas nas diferentes épocas variou de 8,67% (60 DAP) a 15,24% (30 DAP) apresentando assim um CV ótimo para essas variáveis.

A altura das plantas de alho aos 30 DAP apresentou uma resposta linear, enquanto que aos 45 e 60 DAP, foi quadrática em relação às doses de nitrogênio, obtendo-se alturas máximas estimadas de 18,07, 25,81 e 28,62 cm para as doses de 200, 124 e 117 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 1). Para as alturas de plantas aos 75 e 90 DAP apenas a cultivar Cateto Roxo Local apresentou efeito quadrático, com altura máxima estimada de 30,4 e 32,0 cm nas doses de 133 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 2).

A cultivar Cateto Roxo Local apresentou crescimento superior ($p < 0,05$) a cultivar Cateto Roxo Mineiro aos 30, 45 e 60 DAP. A partir dos 75 DAP não houve diferenças significativas entre as cultivares. A altura média aos 105 DAP foi de 30,59 cm para a cultivar Cateto Roxo Local e de 31,46 cm para cultivar Cateto Roxo Mineiro, não diferindo estatisticamente ($p < 0,05$). Esses valores mostram, provavelmente, que a cultivar Cateto Roxo Mineiro requer um maior tempo de frio para completar o seu ciclo e a cultivar Cateto Roxo Local é mais precoce (Tabela 5). Na cultura do alho, o crescimento efetivo da planta e a absorção de nutrientes, principalmente nitrogênio, intensificam-se a partir dos 45 dias após plantio (ZINK, 1963; SILVA *et al.*, 1970).

Resultados semelhantes foram encontrados por Resende *et al.* (2000) que verificaram aumento na altura das plantas com as doses de nitrogênio em três épocas de avaliações (90, 110, e 130 DAP), e indicaram por meio de regressão as doses 92, 116 e 137 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, como as que proporcionaram maior altura das plantas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para altura de plantas (cm) em diferentes épocas. Sussuapara-PI, 2012.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		Altura de plantas (cm)					
		30DAP	45DAP	60DAP	75DAP	90DAP	105DAP
Nitrogênio (N)	4	15,59 ^{n.s.}	25,83 [*]	27,54 [*]	26,51 [*]	26,76 [*]	14,68 ^{n.s.}
Boro (B)	1	0,31 ^{n.s.}	1,30 ^{n.s.}	1,71 ^{n.s.}	4,37 ^{n.s.}	1,44 ^{n.s.}	4,82 ^{n.s.}
Cultivar (C)	1	524,29 ^{**}	195,22 ^{**}	50,20 ^{**}	0,50 ^{n.s.}	8,64 ^{n.s.}	15,04 ^{n.s.}
Interação (N) x (B)	4	1,48 ^{n.s.}	5,00 ^{n.s.}	5,66 ^{n.s.}	1,19 ^{n.s.}	10,50 ^{n.s.}	13,69 ^{n.s.}
Interação (N) x (C)	4	2,44 ^{n.s.}	6,40 ^{n.s.}	13,2 ^{n.s.}	20,87 [*]	20,30 [*]	14,07 ^{n.s.}
Interação (B) x (C)	1	1,73 ^{n.s.}	14,07 ^{n.s.}	10,44 ^{n.s.}	0,33 ^{n.s.}	46,05 [*]	27,60 ^{n.s.}
Int. (N)x(B)x(C)	4	3,17 ^{n.s.}	5,48 ^{n.s.}	0,91 ^{n.s.}	0,39 ^{n.s.}	2,46 ^{n.s.}	3,23 ^{n.s.}
Bloco	3	--	--	--	--	--	--
Erro	57	6,89	6,79	5,67	6,62	7,81	10,34
Média geral		17,22	24,65	27,47	28,46	30,63	31,03
CV (%)		15,24	10,57	8,67	9,04	9,12	10,36

^{n.s.},^{**},^{***} Não significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), respectivamente. Dias após o plantio (DAP).

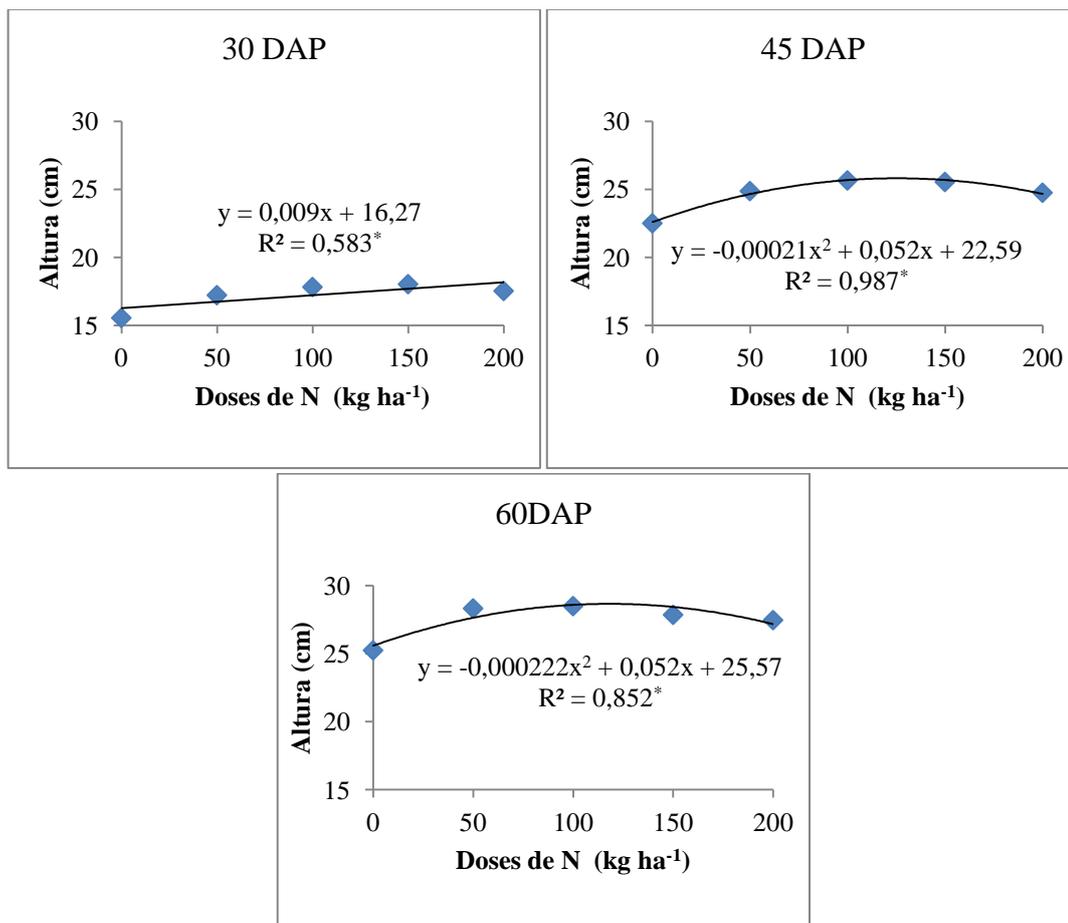


Figura 1. Altura de plantas (cm) de cultivares de alho em três épocas após o plantio em função de diferentes doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.

Tabela 5. Alturas médias das plantas aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após o plantio (DAP). Sussuapara-PI, 2012.

Cultivar	Altura de plantas (cm)					
	30DAP	45DAP	60DAP	75DAP	90DAP	105DAP
Cateto Roxo Local	19,78 a	26,22 a	28,26 a	28,54 a	30,30 a	30,59 a
Cateto Roxo Mineiro	14,66 b	23,09 b	26,67 b	28,38 a	30,96 a	31,46 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). DAP: dias após o plantio.

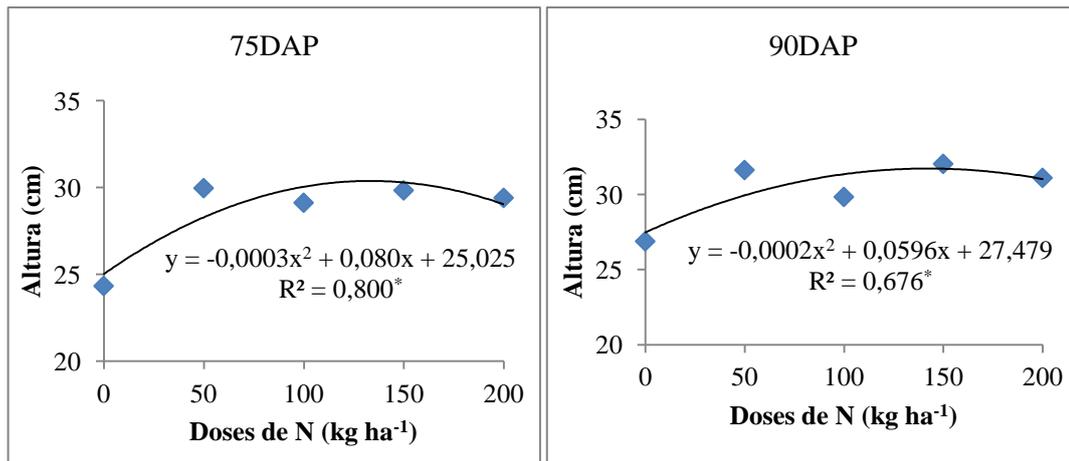


Figura 2. Altura de plantas (cm) da cultivar Cateto Roxo Local aos 75 e 90 DAP em função de doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.

A altura média das plantas de alho foi de 31,03 cm, esse valor é considerado normal, provavelmente, para as plantas cultivadas na microrregião de Picos, por causa das suas condições edafoclimáticas inerentes. Feitosa *et al.* (2009) encontraram para Cateto Roxo médias de altura 48 cm ao avaliar cultivares de alho na região serrana do Rio de Janeiro, onde ressalta-se que as condições edafoclimáticas são mais adequadas para produção de alho, com uma altitude de 1.100 m e médias de temperaturas inferiores que as da microrregião de Picos.

Em relação ao número de folhas (Tabela 6) apenas os fatores nitrogênio e cultivar apresentaram efeitos significativos, não havendo efeito para boro e para as interações. O número de folhas para o cv Cateto Roxo Local aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 DAP foi de 3,5, 4,2, 4,8, 5,5, 6,6 e 6,2 cm, respectivamente, e para cv Cateto Roxo Mineiro foi de 3,0, 3,9, 4,5, 5,3, 6,4 e 7,4 cm para as diferentes épocas avaliadas (Tabela 7).

A cultivar Cateto Roxo Local apresentou maior média de número de folhas aos 30, 45 e 60 DAP, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) da cultivar Cateto Roxo Mineiro. Aos 105 DAP a cv Cateto Roxo Mineiro apresentava maior média de número de folhas (7,4 folhas) por planta diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) da cultivar Cateto Roxo Local (6,2 folhas) (Tabela 7). Mota (2005) encontrou resultados semelhantes quando avaliou diferentes cultivares de

alho no município de Lavras-MG, encontrando média de 7,3 folhas para a cultivar Cateto Roxo. Esses resultados mostram que as plantas de alho tendem a possuir um número de folhas entre 7 a 10. No estágio inicial possui uma a duas folhas, cinco a sete quando adulta e uma em senilidade (SHIMOYA, 1970). Segundo Ohm e Srivastawa (1977), maiores valores de altura de plantas, número de folhas por planta e diâmetro bulbo são vantagens que se conseguem empregando espaçamentos maiores.

O número de folhas respondeu linearmente às doses de nitrogênio aos 30 DAP e de forma quadrática aos 45, 60, 75, 90 e 105 DAP (Figura 3). As plantas de alho tiveram número máximo de folhas (4,2, 4,8, 5,5, 6,7 e 7,0) nas doses 133, 114, 112, 133 e 107 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, aos 45, 60, 75, 90 e 105 dias após o plantio.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para número de folhas de plantas de alho. Sussuapara-PI, 2012.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios					
		Número de folhas					
		30DAP	45DAP	60DAP	75DAP	90DAP	105DAP
Nitrogênio (N)	4	0,30 ^{n.s.}	0,68 [*]	0,77 [*]	0,86 [*]	0,76 [*]	0,62 ^{n.s.}
Boro (B)	1	0,16 ^{n.s.}	0,17 ^{n.s.}	0,35 ^{n.s.}	0,11 ^{n.s.}	0,002 ^{n.s.}	0,58 ^{n.s.}
Cultivar (C)	1	4,90 ^{**}	2,15 ^{**}	2,70 ^{**}	0,74 ^{n.s.}	0,48 ^{n.s.}	28,80 ^{**}
Interação (N) x (B)	4	0,12 ^{n.s.}	0,05 ^{n.s.}	0,24 ^{n.s.}	0,14 ^{n.s.}	0,48 ^{n.s.}	0,52 ^{n.s.}
Interação (N) x (C)	4	0,11 ^{n.s.}	0,09 ^{n.s.}	0,10 ^{n.s.}	0,24 ^{n.s.}	0,14 ^{n.s.}	0,46 ^{n.s.}
Interação (B) x (C)	1	0,01 ^{n.s.}	0,04 ^{n.s.}	0,53 ^{n.s.}	0,35 ^{n.s.}	0,92 ^{n.s.}	0,05 ^{n.s.}
Interação(N)x(B)x(C)	4	0,38 ^{n.s.}	0,18 ^{n.s.}	0,14 ^{n.s.}	0,28 ^{n.s.}	0,23 ^{n.s.}	0,10 ^{n.s.}
Bloco	3	--	--	--	--	--	--
Erro	57	0,13	0,10	0,15	0,27	0,23	0,50
Média geral		3,22	4,04	4,64	5,34	6,48	6,77
C.V. (%)		11,09	7,89	8,38	9,77	7,46	10,45

^{n.s.}, ^{*}, ^{**} Não Significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), respectivamente.

Tabela 7. Número médio de folhas por plantas em função das cultivares aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após plantio (DAP). Sussuapara-PI, 2012.

Cultivar	Número de folhas por plantas					
	30DAP	45DAP	60DAP	75DAP	90DAP	105DAP
Cateto Roxo Local	3,5 a	4,2 a	4,8 a	5,5 a	6,6 a	6,2 b
Cateto Roxo Mineiro	3,0 b	3,9 b	4,5 b	5,3 a	6,4 a	7,4 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

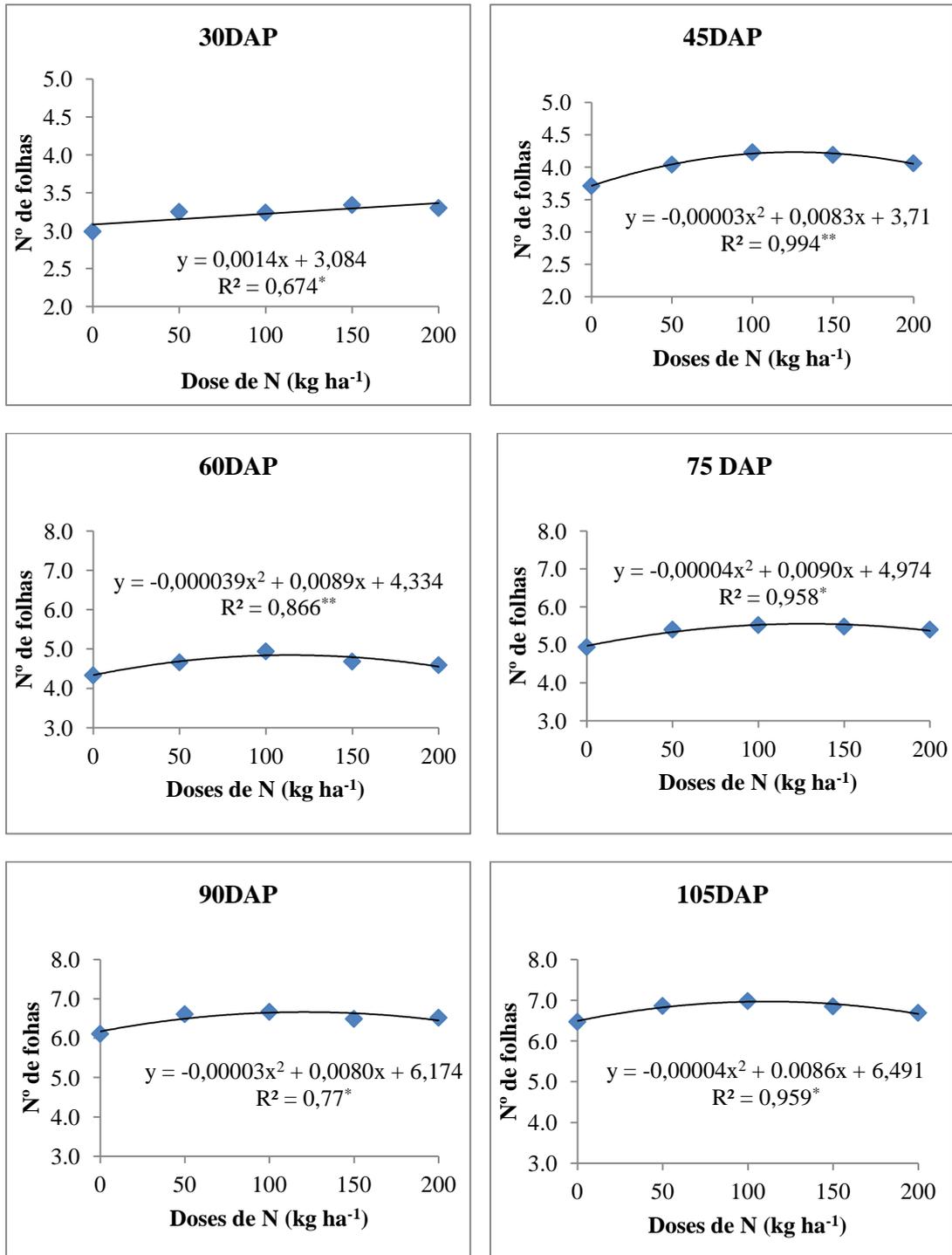


Figura 3. Número de folhas por plantas de alho aos 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após o plantio (DAP), em função das doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.

O teor de clorofila nas folhas das plantas de alho (Índice de Clorofila Falker - ICF) apresentou efeito significativo para cultivar aos 105 DAP e para nitrogênio aos 75 DAP (Tabela 8). Os valores de coeficientes de variação (CV) ficaram entre 16,23 e 24,84% aos 75 e 90 DAP, respectivamente. O teor de clorofila aos 75 DAP apresentou uma resposta linear na análise de regressão para as doses de nitrogênio (Figura 4).

Lima (2005) encontrou efeito significativo para teor de clorofila em sete épocas de avaliação em função de doses de nitrogênio, onde os maiores teores de clorofila foram encontrados na maior dose de nitrogênio aplicada que foi de 240 kg ha⁻¹ de N. Backes *et al.* (2008) verificou que o valor máximo para teor de clorofila foi alcançado com dose de 250 kg ha⁻¹ de N, apresentando efeito quadrático para as duas épocas avaliadas que foram aos 70 e 100 dias após emergência.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para os teores de clorofila aos 75 e 90 DAP entre as duas cultivares Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro (Tabela 9). Aos 105 DAP a cv Cateto Roxo Mineiro apresentou média superior de teor de clorofila que a cv Cateto Roxo Local, estatisticamente ($p < 0,05$), provavelmente pelo fato de ter apresentado um ciclo maior para as condições edafoclimáticas do município de Sussuapara, PI.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para teor de clorofila nas folhas de alho aos 75, 90 e 105 DAP. Sussuapara-PI, 2012.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Teor de clorofila (ICF)		
		75 DAP	90 DAP	105 DAP
Nitrogênio (N)	4	317,90*	174,14 ^{n.s.}	103,39 ^{n.s.}
Boro (B)	1	15,14 ^{n.s.}	297,99 ^{n.s.}	21,40 ^{n.s.}
Cultivar (C)	1	285,31 ^{n.s.}	0,16 ^{n.s.}	2355,97**
Interação (N) x (B)	4	69,21 ^{n.s.}	116,39 ^{n.s.}	12,03 ^{n.s.}
Interação (N) x (C)	4	23,20 ^{n.s.}	85,24 ^{n.s.}	83,46 ^{n.s.}
Interação (B) x (C)	1	92,71 ^{n.s.}	64,44 ^{n.s.}	103,56 ^{n.s.}
Interação(N)x(B)x(C)	4	69,12 ^{n.s.}	37,78 ^{n.s.}	19,59 ^{n.s.}
Bloco	3	--	--	--
Erro	57	111,37	183,67	56,16
Média geral		65,01	54,56	43,93
CV (%)		16,23	24,84	17,06

^{n.s.}, *, ** Não Significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), respectivamente.

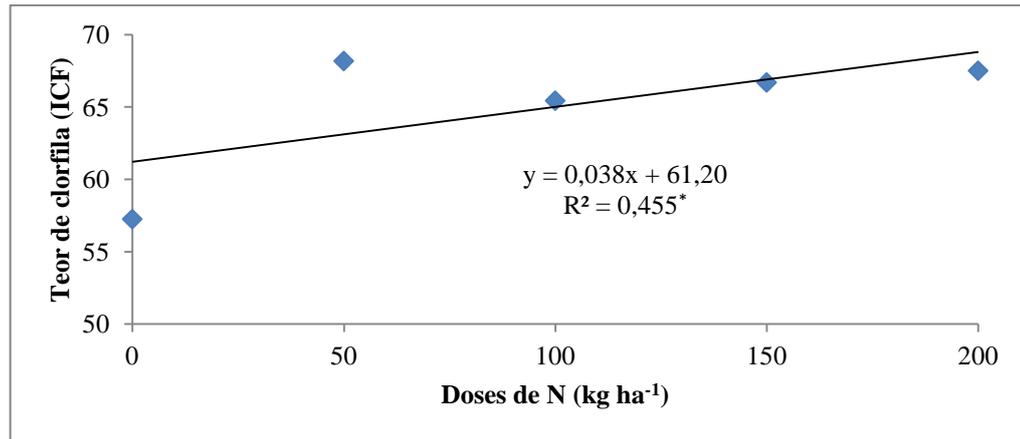


Figura 4. Teor de clorofila em folhas (ICF) de plantas de alho aos 75 DAP em função de doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.

Tabela 9. Médias de teor de clorofila nas folhas em função das cultivares aos 75, 90 e 105 dias após o plantio (DAP). Sussuapara-PI, 2012.

Cultivar	Teor de clorofila (ICF)		
	75 DAP	90 DAP	105 DAP
Cateto Roxo Local	63,12 a	54,51 a	38,51 b
Cateto Roxo Mineiro	66,90 a	54,60 a	49,36 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

4.2. Avaliação de características relacionada à produção

Análise de variância para produtividade de alho, massa média de bulbo, diâmetro médio de bulbo, número médio de bulbilhos por bulbo, massa média de bulbilho e diâmetro médio de bulbilho está apresentada na Tabela 10. Com exceção de massa média de bulbilho, todas as demais variáveis apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) para as doses de nitrogênio; para cultivar, apenas diâmetro de bulbo não foi significativo ($p > 0,05$); e para boro só houve efeito significativo ($p < 0,05$) para as variáveis de diâmetro de bulbo e de bulbilho. Houve interação entre nitrogênio e cultivar para massa, diâmetro de bulbo e número de bulbilhos. O número de bulbilhos apresentou interação significativa entre as doses de nitrogênio e boro; as doses de nitrogênio e as cultivares; boro e as cultivares. Apenas o diâmetro de bulbo apresentou efeito na interação tripla. Os coeficientes de variação para as variáveis de produtividade de alho, massa de bulbo, diâmetro de bulbos, número de bulbilhos, massa de bulbilhos e diâmetro médio de bulbilho foi de 36,92, 20,12, 6,57, 10,05, 28,52 e 12,72%, respectivamente.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para produtividade de alho (Mg ha^{-1}), massa de bulbo (g), diâmetro de bulbo (mm), número médio de bulbilhos por bulbo, massa média de bulbilho (g) e diâmetro médio de bulbilho (mm). Sussuapara-PI, 2012.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios					
		Prod.	Massa bulbo	Diam. bulbo	Nº bulbilhos	Massa bulbilho	Diam. bulbilho
Nitrogênio (N)	4	4,59*	17,44*	45,91*	9,59*	0,19 ^{n.s.}	6,25*
Boro (B)	1	0,34 ^{n.s.}	5,19 ^{n.s.}	22,86*	0,24 ^{n.s.}	0,69 ^{n.s.}	17,68*
Cultivar (C)	1	10,49*	31,47*	0,10 ^{n.s.}	3085,13*	29,36*	982,80*
Interação (N) x (B)	4	0,42 ^{n.s.}	1,01 ^{n.s.}	20,89*	3,03*	0,08 ^{n.s.}	3,20 ^{n.s.}
Interação (N) x (C)	4	2,13 ^{n.s.}	12,35*	32,83*	12,22*	0,13 ^{n.s.}	3,36 ^{n.s.}
Interação (B) x (C)	1	0,57 ^{n.s.}	5,54 ^{n.s.}	0,59 ^{n.s.}	9,80*	0,3 ^{n.s.}	5,06 ^{n.s.}
Interação(N)x(B)x(C)	4	0,26 ^{n.s.}	3,74 ^{n.s.}	27,72*	2,59 ^{n.s.}	0,08 ^{n.s.}	3,33 ^{n.s.}
Bloco	3	--	--	--	--	--	--
Erro	56	1,11	3,20	4,03	1,10	0,17	2,28
Média geral		2,85	8,89	30,55	10,43	1,46	11,86
CV (%)		36,92	20,12	6,57	10,05	28,52	12,72

^{n.s.} *Não Significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), respectivamente.

A produtividade média de alho determinada em função das diferentes doses de nitrogênio (Mg ha^{-1}) encontra-se na Figura 5. Observa-se que os dados de produtividade ajustaram-se a um modelo quadrático em função das doses de nitrogênio aplicadas e a análise de regressão revelou um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,607, indicando que a variação da produtividade média do alho, teve um ajuste de 60,7% ao modelo de regressão quadrática. A máxima produtividade estimada ($3,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) seria obtida com a aplicação de 100 kg ha^{-1} de N.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva *et al.* (2000) que ao estudarem os efeitos de doses de nitrogênio em alho proveniente de cultura de tecidos encontraram efeito de doses de N para produtividade, onde estimaram uma dose ótima de 85 kg ha^{-1} de N para uma rendimento máximo de $11,95 \text{ Mg ha}^{-1}$. Essas divergências em relação à produtividade, provavelmente, são atribuídas às variações edafoclimáticas, de manejo e às diferenças entre cultivares utilizadas nos diferentes estudos. Lima (2005), também encontrou efeito quadrático para doses de N com produção máxima de $5,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ com a dose de 150 kg ha^{-1} em experimento conduzido em cultivo protegido, porém esse mesmo autor ao conduzir outro experimento em campo não encontrou influência das doses de nitrogênio para produção, sendo justificado pelo uso de adubação orgânica usada pelos produtores de alho.

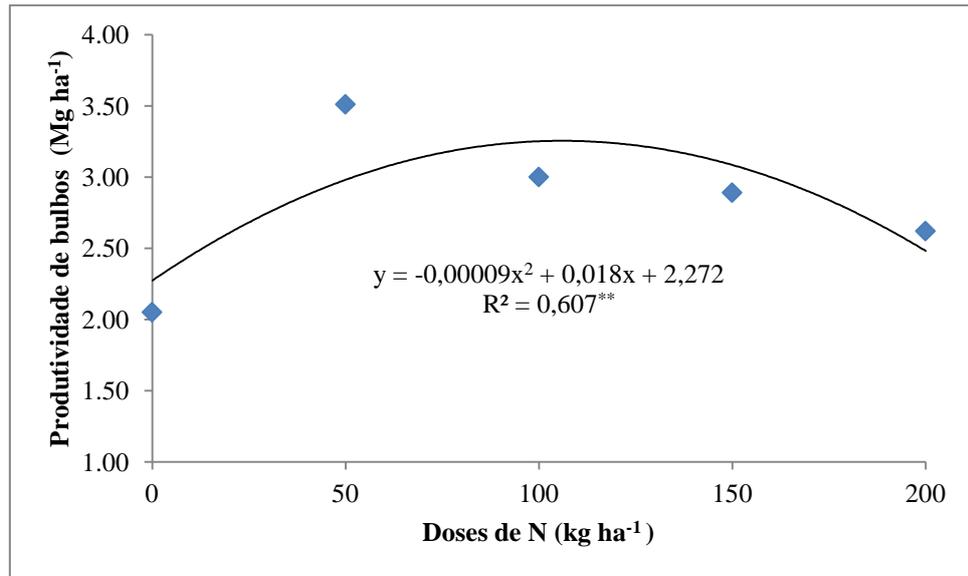


Figura 5. Produtividade de bulbos em função de diferentes doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.

As produtividades médias das cultivares de alho Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro encontram-se na Figura 6. Não houve interação entre as doses de nitrogênio e as cultivares, entretanto observa-se a resposta de cada cultivar nas doses de nitrogênio, a cultivar Cateto Roxo Local apresentou-se com maior produção para todas as doses de N. A produtividade máxima de alho da cultivar Cateto Roxo Local foi 3,76 Mg ha⁻¹ com a dose de 128 kg ha⁻¹ de N, enquanto que a cultivar Cateto Roxo Mineiro foi de 2,88 Mg ha⁻¹ com a dose de 81 kg ha⁻¹ de N.

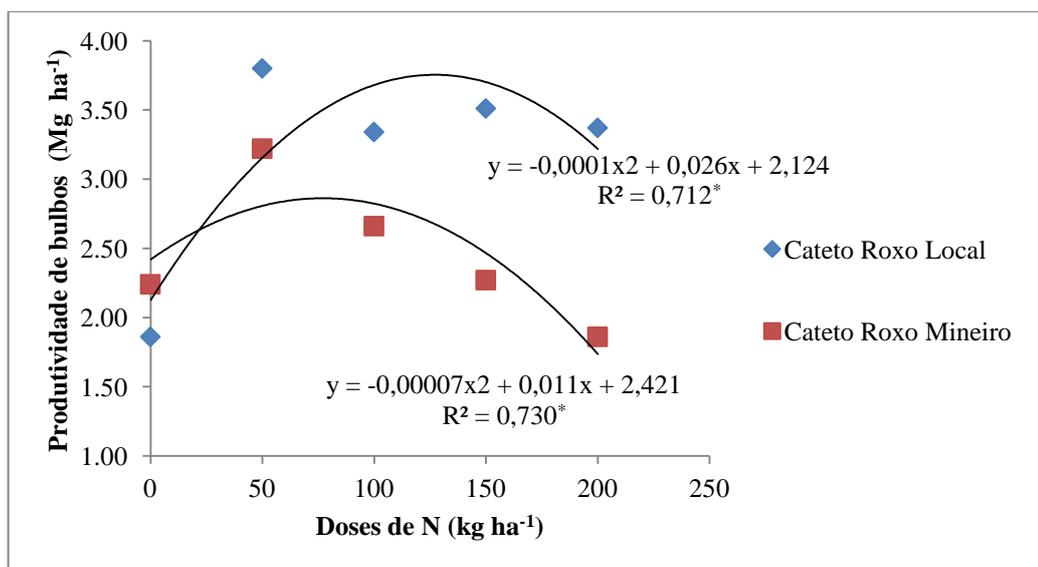


Figura 6. Produtividade de bulbos da cultivar Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro em função das diferentes doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.

Realizou-se análise de regressão para massa de bulbo, usando desdobramento das doses de nitrogênio nas duas cultivares. A Figura 7 mostra que a cultivar Cateto Roxo Local apresentou maior valor médio de massa de bulbo para todas as doses aplicadas, sendo o máximo valor estimado de 11,5 g, correspondendo a dose de 145 kg ha⁻¹ de N, enquanto que a massa de bulbo para a cv Cateto Roxo Mineiro foi 9,0 g na dose de 70 kg ha⁻¹. A massa média de bulbos é característica de grande importância para a comercialização do alho, sendo que os bulbos maiores recebem as melhores cotações nos mercados consumidores (RESENDE; SOUZA 2001). Não foi encontrado no experimento valores que satisfaçam o comércio para massa de bulbo, isso pode ser justificado, provavelmente, pelas condições edafoclimáticas da região, e também pelo fato de o ano em que se desenvolveu o trabalho ter apresentado temperaturas muito altas (Tabela 3), prejudicando a bulbificação do alho, fase essa, bastante sensível a temperaturas elevadas.

Lima (2005) encontrou maior peso de bulbo de 22,41 g na dose de 147,5 kg ha⁻¹ de N para cultivar Roxo Pérola Caçador, cultivar do grupo “nobres” conduzido em cultivo protegido. Fernandes *et al.* (2011) encontraram 35 g para valor máximo de massa de bulbo com a dose de 321 kg ha⁻¹ de N, apresentando resposta quadrática para doses de nitrogênio na cultivar Caçador Livre de Vírus. Já Silva *et al.* (2000) encontraram peso máximo para bulbo de 38 g em dose estimada de 85 kg ha⁻¹ de N para cultivar Gravatá proveniente de cultura de tecidos.

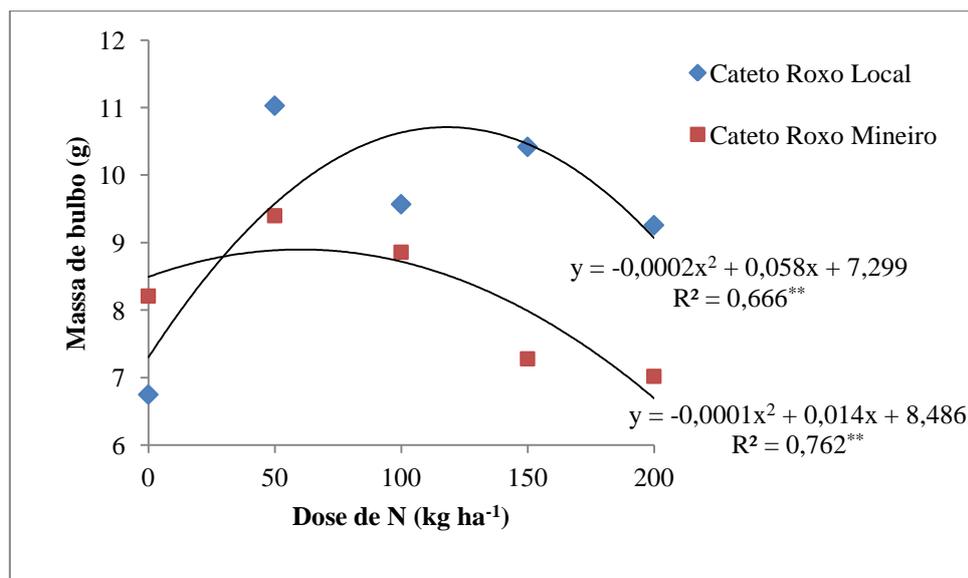


Figura 7. Massa de bulbo para as duas cultivares em função das doses de nitrogênio. Sussuapara-PI, 2012.

Aplicou-se desdobramento da interação tripla das doses de nitrogênio dentro de cada nível de boro e cultivar com análise de regressão e das cultivar dentro de cada nível de nitrogênio e boro. Houve efeito somente para as doses de nitrogênio sem boro (Figura 8), onde a cultivar Cateto Roxo Local apresentou-se com maior média de diâmetro de bulbo que a cultivar Cateto Roxo Mineiro. A cultivar Cateto Roxo Mineiro apresentou maior média de diâmetro de bulbo (34,04 mm) na dose 50 kg ha⁻¹ de N com boro, já a cultivar Cateto Roxo Local apresentou maior média (33,44 mm) na mesma dose de nitrogênio sem boro (Tabela 11).

Esses valores assemelham-se aos valores encontrados por Feitosa *et al.* (2009) quando estudou diferentes cultivares de alho em três regiões do Rio de Janeiro encontrando valores entre 22, 7 mm a 35, 3 mm de diâmetro de bulbo para a cultivar Cateto Roxo. Lima (2005) não observou diferença para classificação de bulbos (quanto ao diâmetro) com o aumento de doses de nitrogênio, atingindo no máximo 42 mm.

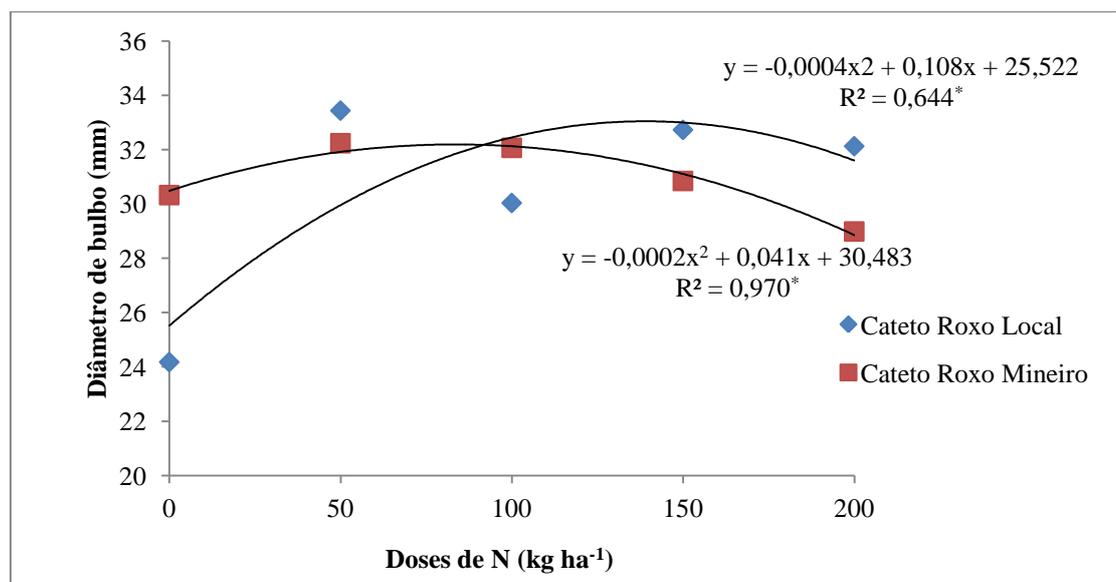


Figura 8. Diâmetro de bulbo para as cultivares Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro em função das diferentes doses de nitrogênio sem adubação com boro. Sussuapara-PI, 2012.

Tabela 11. Médias do diâmetro de bulbo para as duas cultivares de alho em função das doses de nitrogênio com e sem boro. Sussuapara-PI, 2012.

Nitrogênio x Boro	Diâmetro de Bulbo (mm)	
	Cateto Roxo Local	Cateto Roxo Mineiro
N0 x B0	24, 18 b	30,33 a
N0 x B15	28,65 a	28,59 a
N50 x B0	33,44 a	32,25 a
N50 x B15	30,15 b	34,03 a
N100 x B0	30,04 a	32,07 a
N100 x B15	30,07 a	31,54 a
N150 x B0	32,73 a	30,85 a
N150 x B15	30,32 a	23,60 b
N200 x B0	32,13 a	28,99 b
N200 x B15	28,84 a	30,54 a

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de bulbilhos por bulbo apresentou interações entre Nitrogênio e Boro, Nitrogênio e Cultivar, Boro e Cultivar. Houve uma relação linear positiva em função das doses de nitrogênio sem a presença de boro e quadrática quando combinado com boro com um maior número de bulbilhos (11 bulbilhos) na dose de 130 kg ha⁻¹ (Figura 9). Segundo SOUZA; CASALI (1986), o número de bulbilhos por bulbo sofre influência da adubação nitrogenada.

A cultivar Cateto Roxo Local apresentou uma resposta quadrática em função das diferentes doses de nitrogênio aplicadas, onde teve um maior número de bulbilhos (19,5 bulbilhos) na dose 157 kg ha⁻¹ de N. Não houve efeito significativo quando se aplicou regressão para as doses de nitrogênio para cultivar Cateto Roxo Mineiro com média de 4,1 bulbilhos por bulbo (Figura 10).

A cultivar Cateto Roxo Local apresentou maiores médias de número de bulbilhos para adubação com e sem boro (16,9 e 16,1, respectivamente), enquanto que a cv Cateto Roxo Mineiro apresentou médias de 3,8 e 4,4 bulbilhos por bulbo para adubação com e sem boro, respectivamente (Tabela 12). Um número elevado de bulbilhos por bulbo não é desejável para o mercado, já que quanto maior número de bulbilhos que o bulbo apresentar menor será suas dimensões, assim perdendo valor comercial. A cultivar Cateto Roxo Mineiro apresentou em média um número bem menor de bulbilhos, parte do pressuposto que a processo de diferenciação de bulbilhos pode ter sido prejudicado, pois o alho é uma cultura bastante influenciável pelas condições climáticas, a cultivar acaba sofrendo forte influência das variações climáticas, que podem alterar o desenvolvimento da planta e levar a respostas diferentes de acordo com o ano e local de plantio.

Fernandes *et al.* (2011) não encontrou efeito de doses de nitrogênio para o número de bulbilhos na cultivar Caçador L.V. encontrando um número médio de 12 bulbilhos por bulbo, no entanto essa cultivar é considerada do grupo “nobre” apresentando bulbilhos bem maiores que a cultivar estudada. Na literatura estudada não foi encontrada relação do micronutriente boro com o número de bulbilhos de alho.

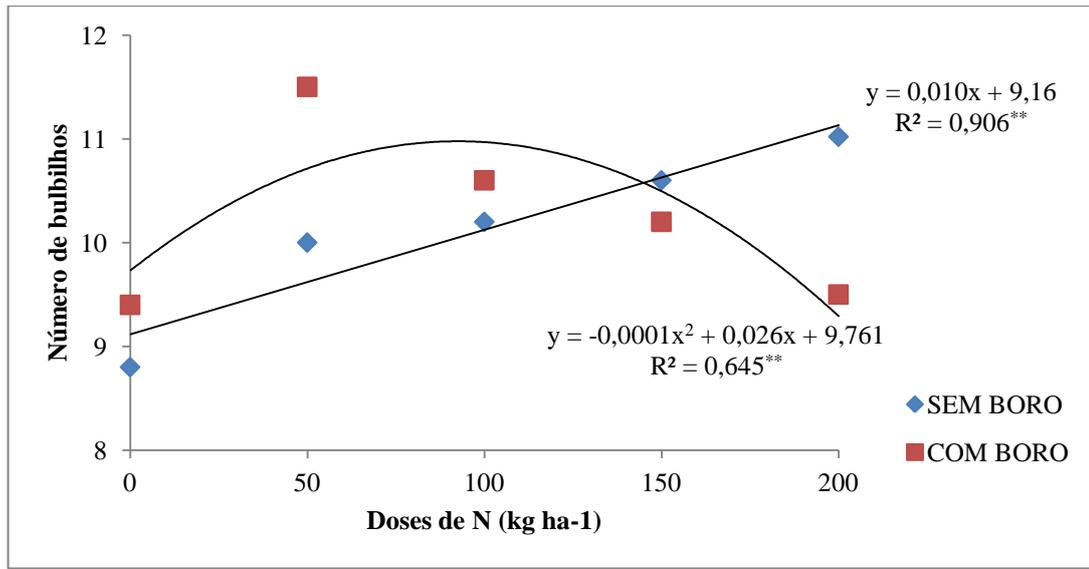


Figura 9. Número de bulbilhos por bulbo de alho em função de doses de nitrogênio com e sem boro. Sussuapara-PI, 2012.

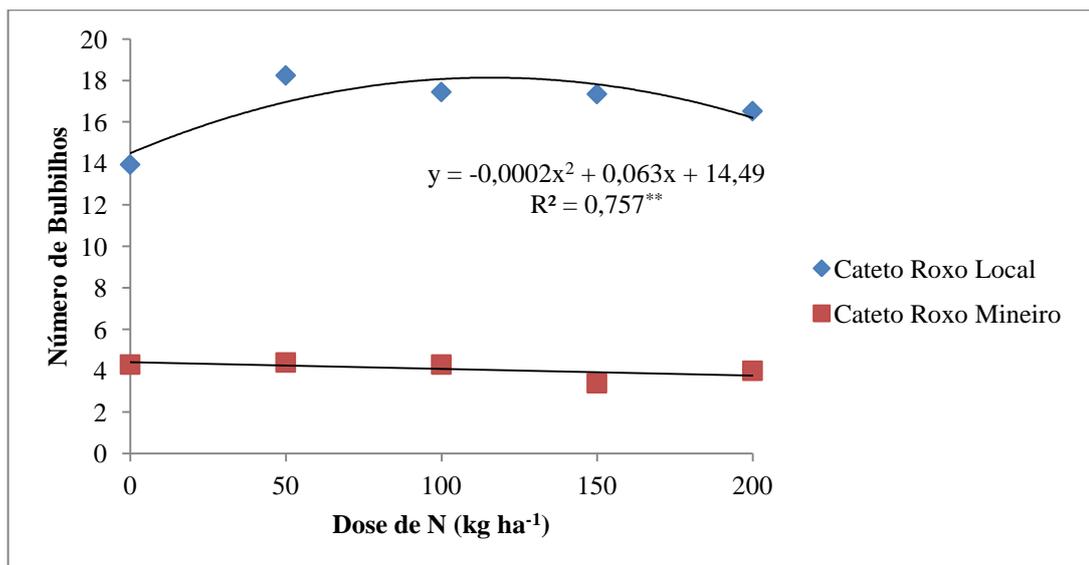


Figura 10. Número de bulbilhos por bulbo de alho para as duas cultivares em função das doses de nitrogênio. Sussuapara-Pi, 2012.

Tabela 12. Média do número de bulbilhos nas duas cultivares de alho sem e com adubação com boro. Susuapara-PI, 2012.

Cultivar	Adubação sem boro	Adubação com boro
Cateto Roxo Local	16,9 a	16,1 a
Cateto Roxo Mineiro	3,8 b	4,4 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

A massa média de bulbilhos apresentou diferença significativa apenas para as cultivares, com média 2,05 g para Cateto Roxo Mineiro e 0,83 g para Cateto Roxo Local. Isso pode ser explicado, provavelmente, pelo fato do Cateto Roxo Local ter apresentado um elevado número de bulbilhos por bulbo, fazendo com que seus bulbilhos fossem bem menores. Assim sendo, o diâmetro médio de bulbilhos também foi menor para cultivar Cateto Roxo Local (8,20 mm) enquanto a cultivar Cateto Roxo Mineiro teve um diâmetro médio de 15, 21 mm. Apesar de o Cateto Roxo Mineiro ter se mostrado com um reduzido número de bulbilhos e uma produtividade menor, teria um valor comercial maior por causa das características de bulbo e bulbilho mais adequadas às preferências do mercado.

4.3. Avaliações químicas do bulbo de alho

A análise de variância para as características químicas avaliadas, pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST) está apresentada na Tabela 13. Para as três variáveis houve interação entre os três fatores avaliados. Os coeficientes de variação (CV) para pH, ATT, SST foram 2,15, 7,46, 12,68%, respectivamente.

A cultivar Cateto Roxo Local apresentou maiores médias para pH em quase todos os níveis de adubação nitrogenada com e sem boro (6,49, 6,63 nas doses de 50 kg ha⁻¹ de N com boro e 100 kg ha⁻¹ de N sem boro, respectivamente), nessas mesmas doses as médias para pH na cv Cateto Roxo Mineiro foram 5,96 e 5,10, respectivamente. Enquanto para ATT os valores foram maiores para a cv Cateto Roxo Mineiro (0,44, 0,45% na dose 100 kg ha⁻¹ de N sem boro e com boro, respectivamente), para essas mesmas doses de adubação a cv Cateto Roxo Local apresentou médias de ATT 0,28, 0,31% (Tabela 13).

A acidez total titulável tem uma relação direta com a concentração de ácidos orgânicos presentes nos alimentos, sendo um dos indicativos para avaliar o seu sabor. Segundo Chitarra; Chitarra (1990) o pH tem uma relação inversa com a acidez total titulável, ou seja, o pH reduz à medida que aumenta ATT. Os valores para as diferentes doses encontram-se nos parâmetros avaliados por Costa *et al.* (2012) que estudaram características físico-químicas de alho

submetido a diferentes reposição de água no solo e obtiveram 0,5% a 0,7% de ATT. Divergindo de valores encontrados por Mota *et al.* (2006) ao estudarem similaridade genética de diferentes cultivares de alho encontraram para cateto roxo valor médio de 1,13%.

Os SST é uma característica importante para o alho, pois podem indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria. O Cateto Roxo Mineiro apresentou-se com maiores médias sendo que nas doses 0 e 200 kg ha⁻¹ de N sem boro teve médias 24,66 e 24,24 °Brix, respectivamente e o Cateto Roxo Local nessas mesmas doses apresentou médias 20,50 e 22,45 °Brix, respectivamente. O aumento nos sólidos solúveis dos frutos e hortaliças durante o desenvolvimento ocorre por causa dos componentes químicos, oriundos da fotossíntese realizada pela planta, que correspondem principalmente aos carboidratos. Segundo Taiz e Zeiger (2006) o teor de sólidos solúveis totais de frutos e hortaliças está ligada indiretamente com adubação nitrogenada. Os valores encontrados foram abaixo dos valores encontrados na literatura estudada, Costa *et al.* (2012) obtiveram valores entre 26 e 36 ° Brix para cultivar Ito plantada na região do triângulo mineiro e Alto do Paranaíba em Minas Gerais. Mota *et al.* (2006) encontrou para cateto roxo média de 34° Brix também plantada em Minas Gerais.

Tabela 13. Análise de variância para as características químicas: pH, Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Total Titulável (ATT) do alho. Sussuapara, 2012.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios		
		pH	ATT	SST
Nitrogênio (N)	4	0,20*	0,01*	5,91 ^{n.s.}
Boro (B)	1	1,02*	0,002 ^{n.s.}	8,57 ^{n.s.}
Cultivar (C)	1	2,45*	0,14*	44,12*
Interação (N) x (B)	4	0,40*	0,004 ^{n.s.}	10,04*
Interação (N) x (C)	4	0,24*	0,01*	10,51*
Interação (B) x (C)	1	0,99*	0,01*	19,39*
Interação(N)x(B)x(C)	4	0,36*	0,01*	6,74*
Bloco	3	--	--	--
Erro	56	0,02	0,002	2,89
Média geral		6,18	0,37	22,78
CV (%)		2,15	12,68	7,46

^{n.s.}, * Não Significativo, significativo ao nível de 5% de probabilidade (p < 0,05), respectivamente.

Tabela 14. Características químicas: pH, ATT, SST, para as cultivares de alho Cateto Roxo Local e Mineiro, em função das doses de nitrogênio com e sem boro. Sussuapara-PI, 2012.

Nitrogênio x Boro	pH		ATT		SST	
	Cateto Roxo Local	Cateto Roxo Mineiro	Cateto Roxo Local	Cateto Roxo Mineiro	Cateto Roxo Local	Cateto Roxo Mineiro
N0 x B0	6,2 a	6,25 a	0,30 b	0,41 a	20,59 b	24,66 a
N0 x B15	6,17 a	6,28 a	0,28 b	0,38 a	20,51 b	22,94 a
N50 x B0	6,16 a	5,87 b	0,27 b	0,40 a	21,50 a	23,00 a
N50 x B15	6,49 a	5,96 b	0,32 b	0,39 a	23,58 a	23,85 a
N100 x B0	6,63 a	5,10 b	0,28 b	0,44 a	21,53 b	24,11 a
N100 x B15	6,18 a	5,71 b	0,31 b	0,45 a	21,00 b	24,06 a
N150 x B0	6,14 a	6,27 a	0,32 b	0,44 a	21,89 b	24,29 a
N150 x B15	6,24 a	5,05 b	0,35 a	0,29 a	22,11 a	18,13 b
N200 x B0	6,25 a	6,25 a	0,42 a	0,41 a	22,45 a	24,24 a
N200 x B15	6,28 a	5,50 b	0,38 b	0,45 a	22,40 a	23,13 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de propabilidade.

5. CONCLUSÕES

1. A cultivar Cateto Roxo Local apresenta-se como melhor opção para microrregião de Picos-PI, com produção máxima estimada para a dose de 128 kg ha^{-1} .
2. A cultivar Cateto Roxo Local apresenta um crescimento mais rápido no início do ciclo do que a cultivar Cateto Roxo Mineiro. As doses que proporcionam maior taxa de crescimento nas plantas das cultivares ficaram entre 50 e 100 kg ha^{-1} .
3. A dose de 200 kg ha^{-1} de nitrogênio proporciona o maior teor de clorofila nas folhas, sendo que a cultivar Cateto Roxo Mineiro apresenta maior media de teor de clorofila aos 105 DAP, demonstrando assim a diferença de desenvolvimento entre as duas cultivares.
4. A cultivar Cateto Roxo Local demonstra-se superior a Cateto Roxo Mineiro para massa, diâmetro de bulbo e número de bulbilhos em todas as doses de nitrogênio. A máxima dose de nitrogênio foi de 150 kg ha^{-1} .
5. A cultivar Cateto Roxo Mineiro demonstra-se superior a cv Cateto Roxo Local para massa e diâmetro de bulbilho e as características químicas: pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável do alho

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUL-ENEIN, B. H.; ABOUL-ENEIN, F. H. *Allium sativum*: nutritional properties. **Clinical nutrition**, Kdition, v. 24, n.6, p. 1111-1112, 2005.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 55, 1995.
- ARZANLOU, M.; BOHLOOLI, S. Introducing of green garlic plant as a new source of allicin. **Food Chemistry**, London, v. 120, p. 179-183, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12.ed. Washington, 1992. 1015 p.
- BACKES, C.; LIMA C.P.; GODOY, L.J.G.; VILAS BÔAS, R.L.; IMAIZUMI, I. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em resposta à adubação nitrogenada. **Bragantia**. v. 67, n.2, p.491-498, 2008
- BANERJEE, S. K.; MUKHERJEE, P. K.; MAULIK S. K. Garlic as an antioxidant: the good, the bad and the ugly. **Phytotherapy research**, v. 17, p. 97-106, 2003.
- BOZIN, B.; MIMICA-DUKIC, N.; SAMOJLIK, I.; GORAN, A.; IGIC, R. Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). **Food Chemistry**, London, v. 111, p. 925-929, 2008. Brasília, v. 19, n. 2, p. 126-129, 2001.
- BREWSTER J. L. **Onions and Other Vegetable Alliums**. 2. ed. CAB Internacional: Wallingford, UK. 2008. 432 p.
- BUCKMAN, H.O.;BRADY, N.C. **Natureza e propriedade do solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. 594p.
- CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of celular functions in plants. **Plant and Soil**, Netherlands, v.193, p.121-123, 1997.
- CAMARGO, C. D., BARREIRA, P. **Alho: uma planta mágica com um futuro garantido no mercado nacional**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1985. 98 p.
- CHITARRA, M. I. F. Colheita e pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, 1994.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças, fisiologia e manuseio**. Lavras: ESALF/FAEP, 1990. 230 p.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil, e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Nacional, 1975. 1026 p.

CORRÊA, T. M.; PALUDO, S. K.; RESENDE, F. V.; OLIVEIRA, P. S. R. Adubação química e cobertura morta em alho proveniente de cultura de tecidos. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 601-604, 2003.

COSTA, L. L. C.; CALLEGARI, F. L.; CIABOTTI, S.; SANTANA, M. J.; CRUZ, O. C.; HONORIO, J. P.; RAMOS, L. S.; DUTRA, M. B. L.; PINHEIRO, A. C. M. Avaliação físico-química e sensorial de alho (*Allium sativum* L.) submetido a diferentes reposições de água no solo. **Global science and technology**. Rio Verde, v. 5, n. 2, p. 31-44, 2012.

DOORENBOS J; KASSAM A. H. Yield Response to Water. **FAO Irrigation and Drainage paper**. n. 33, FAO, Rome, Italy 1979.193 p.

Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA). **Sistema de produção de alho**. 2003. 22 p.

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

FEITOSA, H.deO.; JUNQUEIRA, R.M.; GUERRA, J.G.M; TEIXEIRA, M.G.; RESENDE, F.V. Avaliação de cultivares de alho em três regiões do Estado do Rio de Janeiro cultivado sob sistema orgânico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 4, n. 4, p. 399-404, 2009.

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**. v. 29, n. 1, p.26-31, 2011.

FERREIRA, D. F. **SisVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados**, versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 1999 (Software estatístico)

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.

GALANTE, R. M. Extração de Inulina do alho (*Allium sativum* L. var. Chonan) e simulação dos processos em batelada e em leito fixo. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. 113 f.

GARCIA, D. C.; DETTMANN, L. A.; BARNI, V.; RIBEIRO, N. Resposta do alho à adubação com boro, zinco e cobre. **Hortisul**, v. 3, n. 1, p. 20-25, 1994.

GODOY, L. J.G.; VILLAS BÔAS, R. L.; BÜLL, L. T. Utilização de medida de clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 27.p.1049-1056, 2003

GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.193, p.35-48, 1997.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. São Paulo, Nobel, 2009. 460 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. Piauí, 2010.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Piauí, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1, 533 p.

JONES, H.A.; MANN, L.K. Garlic. In: **Onions and their allies**. London: Leonard Hill Books, 1963. cap. 18, p. 210-229.

KIM, B. W.; LEE, B. Y.; MOON, W; PYO, H. K. Study on growth and bulb formation in garlic plants (*Allium sativum* L.) II. The effect of night interruption with various length and light quality on the growth and bulb formation in 6 cloved garlic plants. **Journal Korean Society Horticultural Science**. v. 20, n. 1, p. 5-18, 1979.

LIMA, C. P. Medidor de clorofila na avaliação de nutrição nitrogenada na cultura do alho vernalizado. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005. 108 f.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153 p.

LORENZI, H., MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**, Nova Odessa: Plantarum. 2002. 512 p.

MOTA JH; YURI JE; RESENDE GM; SOUZA RJ. Similaridade genética de cultivares de alho pela comparação de caracteres morfológicos, físico-químicos, produtivos e moleculares. **Horticultura Brasileira**. v. 24, n. 2, p. 156-160. 2006.

MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; YURI, J. E.; REZENDE, G. M.; TEIXEIRA, I. R.; Similaridade morfológica de cultivares de alho (*Allium sativum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Publicação científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/FAEF. v. 4, n. 8, 2005.

Ohm, H.; Srivastawa, R. P. Influence of the planting material and spacing on the growth yield of garlic. **Indian Journal of Horticulture**, v.34, n. 2, p. 152-156, 1977.

OLIVEIRA F.L.; DORIA H.; TEODORO R.B.; RESENDE F.V. Características agronômicas de cultivares de alho em Diamantina. **Horticultura Brasileira** v. 28, n. 3, p. 355-359, 2010.

OLIVEIRA, G. D.; FERNANDEZ, P. D.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças XIII. Extração dos macronutrientes pelas hortaliças. **O Solo**, v. 63, n. 1, p. 7-12. 1971.

OLIVEIRA, N. L. C. de. Avaliação ecofisiológica de subamostras de alho cv. Amarante. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, 2010. 87 f.

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

QUEIROZ, Y. S.; ISHIMOTO, E. Y.; BASTOS, D. H. M.; SAMPAIO, G. R.; TORRES, E. A. F. S. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: in vitro antioxidant activity. **Food Chemistry**, London, v. 115, p. 371-374, 2009.

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

RESENDE, F. V.; FAQUIN, V.; SOUZA, R.J. de; SILVA, V.S. Acúmulo de matéria seca e exigências nutricionais de plantas de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 17 n. 3, p. 220-226, novembro 1999.

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 (MG), v. 24, n.1, 2000.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R.J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais do alho. *Horticultura Brasileira*,

SHIMOYA, C. Anatomia do bulbo de alho (*Allium sativum*) durante o ciclo evolutivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 17, n.92, p. 102-118, 1970.

SILVA, E. C.; MACHADO, A. S. da; SOUZA, R. J. de; CALDERÓN, J. F. T. Efeito de doses de potássio (cloreto de potássio) e nitrogênio (sulfato de amônio) em alho proveniente de cultura de tecidos. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 917 – 923, out./dez., 2000.

SILVA, N.; OLIVEIRA, G. R.; VASCONCELOS, E. F. C.; HAAG, H. P. Absorção de nutrientes pela cultura do alho. **O Solo**, v. 62, n. 1, p. 8-17. 1970.

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

SOUZA, R. J.; CASALI, V. W. D. Pseudoperfilhamento – uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 36-40, 1986.

SOUZA, R. J.; CASALI, V. W. D. Pseudoperfilhamento: uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 142, p. 36-41, 1986

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3.ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2006. 792p.

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

ZINK, K.F.W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, v. 83, p. 579-584, 1963.

ANEXO A

1. FOTOS DO EXPERIMENTO



Foto 1. Aração com tração animal. Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 2. Preparo dos canteiros de forma mecanizada Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 3. Canteiros prontos para plantio. Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 4. Sementes de Cateto Roxo Local (1) e de Cateto Roxo Mineiro (2). (Guimarães, 2012)



Foto 5. Plantio com espaçamento 0,25 x 0,15 m. Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 6. Avaliação de plantas. Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 7. Leitura do teor de clorofila (ICF) nas folhas. Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 8. Plantas aos 105 DAP. Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 9. Colheita do alho. Sussuapara-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 10. Bulbos passando pela cura. Teresina-PI. (Guimarães, 2012)



Foto 11. Avaliações de bulbo e bulbilho. Teresina-PI. (Guimarães, 2012)

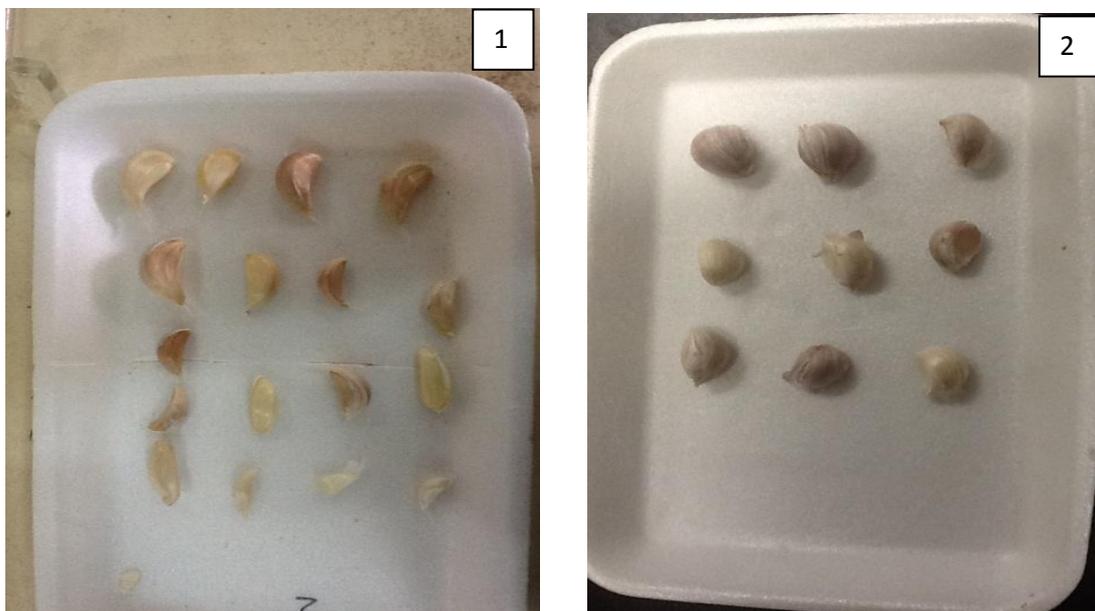


Foto 12. Bulbilho das cultivares Cateto Roxo Local (1) e Cateto Roxo Mineiro (2). (Guimarães, 2012).

ANEXO B

Variável analisada	Equação	R ²
Altura de plantas aos 30 DAP em função de diferentes doses de nitrogênio.	$Y = 0,009 * x + 16,27$	0,583
Altura de plantas aos 45 DAP em função de diferentes doses de nitrogênio	$Y = -0,00021 ** x^2 + 0,052 ** x + 22,59$	0,987
Altura de plantas de cultivares de alho em função de diferentes doses de nitrogênio	$y = -0,000222 ** x^2 + 0,052 ** x + 25,57$	0,852
Altura de plantas da cultivar Cateto Roxo Local aos 75 em função de doses de nitrogênio	$y = -0,0003 ** x^2 + 0,080 ** x + 25,025$	0,800
Altura de plantas da cultivar Cateto Roxo Local aos 90 DAP em função de doses de nitrogênio	$y = -0,0002^{n.a} x^2 + 0,0596 ** x + 27,479$	0,676
Número de folhas aos 30 DAP em função das doses de nitrogênio	$y = 0,0014 * x + 3,084$	0,674
Número de folhas aos 45 DAP em função das doses de nitrogênio	$y = -0,00003 ** x^2 + 0,0083 ** x + 3,71$	0,994
Número de folhas aos 60 DAP em função das doses de nitrogênio	$y = -0,000039 ** x^2 + 0,0089 ** x + 4,334$	0,866
Número de folhas aos 75 DAP em função das doses de nitrogênio	$y = -0,00004 * x^2 + 0,0090 ** x + 4,974$	0,958
Número de folhas aos 90 DAP em função das doses de nitrogênio	$y = -0,00003 * x^2 + 0,0080 ** x + 6,174$	0,77
Número de folhas aos 105 DAP em função das doses de nitrogênio	$y = -0,00004 * x^2 + 0,0086 * x + 6,491$	0,959
Teor de clorofila em folhas de plantas de alho aos 75 DAP em função de doses de nitrogênio	$y = 0,038 * x + 61,20$	0,455
Produtividade de bulbos em função de diferentes doses de nitrogênio	$y = -0,00009 ** x^2 + 0,018 ** x + 2,272$	0,607
Produtividade de bulbos da cultivar Cateto Roxo Local em função das diferentes doses de nitrogênio	$y = -0,0001 * x^2 + 0,026 ** x + 2,124$	0,712
Produtividade de bulbos da cultivar Cateto Roxo Mineiro em função das diferentes doses de nitrogênio	$y = -0,00007^{n.s} x^2 + 0,011^{n.s} x + 2,421$	0,730
Massa de bulbo para a cultivar Cateto Roxo Local em função das doses de nitrogênio	$y = -0,0002 ** x^2 + 0,058 ** x + 7,299$	0,666

Massa de bulbo para a cultivar Cateto Roxo Mineiro em função das doses de nitrogênio	$y = -0,0001^{n.s.} x^2 + 0,014^{n.s.} x + 8,486$	0,762
Diâmetro de bulbo para a cultivar Cateto Roxo Local em função das diferentes doses de nitrogênio sem adubação com boro	$y = -0,0004^{**} x^2 + 0,108^{**} x + 25,522$	0,644
Diâmetro de bulbo para a cultivar Cateto Roxo Mineiro em função das diferentes doses de nitrogênio sem adubação com boro	$y = -0,0002^{*} x^2 + 0,041^{n.s.} x + 30,483$	0,970
Número de bulbilhos por bulbo de alho em função de doses de nitrogênio sem boro	$y = 0,010^{**} x + 9,16$	0,906
Número de bulbilhos por bulbo de alho em função de doses de nitrogênio com boro	$y = -0,0001^{**} x^2 + 0,026^{**} x + 9,761$	0,645
Número de bulbilhos por bulbo de alho para a cultivar Cateto Roxo Local em função das doses de nitrogênio	$y = -0,0002^{**} x^2 + 0,063^{**} x + 14,49$	0,757