



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO VEGETAL**

**JOSÉ DE RIBAMAR DE ARAÚJO ALBUQUERQUE**

**DESEMPENHO AGROMORFOLÓGICO DE VARIEDADES CRIOULAS DE ALHO  
NO PIAUÍ**

**TERESINA, PIAUÍ-BRASIL**

**2015**

**JOSÉ DE RIBAMAR DE ARAÚJO ALBUQUERQUE**

**DESEMPENHO AGROMORFOLÓGICO DE VARIEDADES CRIOULAS DE ALHO  
NO PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Lucia Ferreira Gomes

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ângela Célis de Almeida Lopes

**TERESINA, PIAUÍ–BRASIL**

**2015**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Serviço de Processamento Técnico

**A345d** Albuquerque, José de Ribamar de Araújo

Desempenho agromorfológico de variedades crioulas de alho no Piauí. / José Ribamar de Araújo Albuquerque - 2015.  
54 f. : il.

Dissertação ( Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Piauí, Teresina, 2015.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Lúcia Ferreira Gomes

1 . *Allium sativum* 2. Época de plantio 3. Alho seminobrel I.  
.Título

**CDD 635.26**

DESEMPENHO AGROMORFOLÓGICO DE VARIEDADES CRIOULAS DE  
ALHO NO PIAUÍ

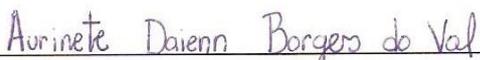
José de Ribamar de Araújo Albuquerque  
Engenheiro Agrônomo

Aprovado em 24 / 08 / 2015

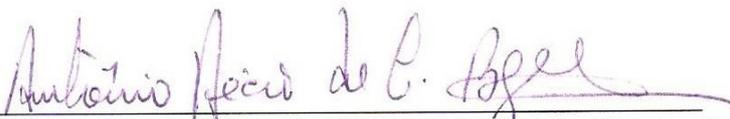
Comissão Julgadora:



Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes - Presidente  
FITO/CCA/UFPI



Profa. Dra. Aurinete Daienn Borges do Val – Membro Externo  
UESPI



Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra – Membro Interno  
DPPA/CCA/UFPI

*A todos os meus familiares, pelo apoio e confiança depositados em mim durante a qualificação profissional.*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder essa vitória;

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de qualificação profissional;

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

À minha orientadora Dr.<sup>a</sup> Regina Lucia Ferreira Gomes, pelo incentivo, confiança e por sempre ajudar com seus conhecimentos na realização desta pesquisa;

Ao Prof.<sup>o</sup> Carlos Humberto Matos Aires Filho, pela atenção e ajuda nas análises estatísticas;

Aos meus amigos do mestrado, pela convivência e amizade durante esses anos de estudo;

Aos colegas do Laboratório de Recursos Genéticos, que ajudaram durante a condução da pesquisa, especialmente a amiga Laryssa Mylenna Silva Santos, pela ajuda nas avaliações;

À minha mãe Conceição e meus avós, *in memorian*, essa minha vitória é para vocês;

Ao meu pai Anselmo e madrasta Alice, minhas tias Celeste e Ozita, que sempre me apoiam e que me dão forças para estudar e crescer;

Ao meu primo Carlos Eduardo, pela amizade e companheirismo de sempre, e aos tios Edilson, Fátima e Clea, pelo apoio quando precisei;

Aos meus irmãos Herbet, André e Patrícia, pelo apoio;

À minha namorada Thalita, pelo companheirismo, amor e compreensão;

Aos meus amigos de Parnaíba-PI, por sempre me ajudarem com palavras de incentivo e, apesar da distância, conseguirem passar algo que me engrandece;

A todos os meus familiares, que participaram diretamente e indiretamente da minha formação acadêmica;

A todas as pessoas que me ajudaram de alguma forma.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1. A espécie <i>Allium sativum</i> L.....	14
2.2. Importância econômica do alho.....	15
2.3. Germoplasma do <i>Allium sativum</i> .....	18
2.4. Efeito dos fatores ambientais no desenvolvimento do alho.....	20
2.5. Sistema de Produção na cultura do alho.....	23
2.6. Análise de componentes principais (ACP) .....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
3.1. Caracterização da área experimental.....	28
3.2. Caracteres avaliados.....	30
3.3. Análises estatísticas .....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Análise dos caracteres morfológicos.....	33
4.2. Análise dos caracteres produtivos.....	35
4.3. Análise dos componentes principais.....	43
5. CONCLUSÕES .....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48

## DESEMPENHO AGROMORFOLÓGICO DE VARIEDADES CRIOULAS DE ALHO NO PIAUÍ

Autor: José de Ribamar de Araújo Albuquerque

Orientadora: Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes

Coorientadora: Profa. Dra. Ângela Célis de Almeida Lopes

### RESUMO

Na cultura do alho (*Allium sativum* L.), a atividade de avaliação de genótipos é muito importante na busca por variedades superiores e adaptadas. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi realizar avaliação agromorfológica de três variedades crioulas de alho, Cateto Roxo Local, Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, em duas épocas de plantio, 1º de maio e 23 de maio de 2014, no município de Sussuapara - Piauí. A caracterização foi realizada segundo descritores estabelecidos pelo IPIGRI, atualmente *Bioversity International*, sendo onze relacionados à fase vegetativa e seis, à fase produtiva, avaliados no esquema fatorial 3 x 2, no delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. As variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2, provenientes de Francisco Sá - MG e Cateto Roxo Local, apresentam comportamento semelhante na fase vegetativa das plantas, considerando as duas épocas de plantio. Cateto Roxo Local se destacou pela altura das plantas e Cateto Roxo Mineiro 1 e 2, pela largura das folhas e da base do pseudocaule. Com relação aos caracteres relacionados à produção, Cateto Roxo Local apresentou maior média para massa de bulbos, número e massa de bulbilhos por bulbo, enquanto Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, se destacaram quanto ao diâmetro dos bulbilhos por bulbo. A largura da base do pseudocaule se correlacionou positivamente com largura da folha e diâmetro de bulbilho por bulbo, e, negativamente, com número de bulbilhos por bulbo, indicando que maior desenvolvimento do pseudocaule e das folhas favorece a ocorrência de bulbos com menor número de bulbilhos, sendo estes de maior diâmetro, que são características desejáveis na cultura do alho. As estimativas de correlação foram altas, significativas e positivas entre massa do bulbo com diâmetro do bulbo, massa de bulbilhos por bulbo e produtividade de bulbos; entre diâmetro do bulbo com massa de bulbilhos por bulbo e produtividade de bulbos, indicando que variedades de alho com alta produtividade de bulbos podem ser selecionadas pela massa e diâmetro do bulbo. Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 devem ser recomendadas para o plantio no início do mês de maio, enquanto para Cateto Roxo Local, o plantio pode ser realizado independentemente da época, podendo ocorrer até a terceira semana do mês de maio, em Sussuapara – PI.

**Palavras-chave:** *Allium sativum*. Época de plantio. Alho seminobre.

## AGROMORPHOLOGICAL PERFORMANCE OF LANDRACES VARIETIES OF GARLIC IN PIAUÍ

Autor: José de Ribamar de Araújo Albuquerque

Orientadora: Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes

Coorientadora: Profa. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes

### ABSTRACT

In the garlic crop (*Allium sativum* L.), genotype evaluation activity is very important, searching for higher and adapted varieties. The aim of this study was agromorphological evaluation of three landraces varieties of garlic, Cateto Roxo Local, Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, in two planting dates, May 1 and May 23, 2014, in city of Sussuapara – Piauí. The characterization was performed according to descriptors established by IPGRI, now known as Bioversity International, with eleven related to vegetative stage, and six to the productive period, evaluated in a factorial 3 x 2, in a randomized block design with four repetitions. Varieties of Cateto Roxo Mineiro 1 and 2, from Francisco Sá - MG and Cateto Roxo Local have similar behavior in the vegetative stage of the plants, considering the two growing seasons. Cateto Roxo Local stood out for plant height and Cateto Roxo Mineiro 1 and 2, the width of the leaves and the base of the pseudostem. With regard to traits related to production, Cateto Roxo Local had a higher average for bulb mass, number and mass of cloves per bulb, while Cateto Roxo Mineiro 1 and Cateto Roxo Mineiro 2 stood out as the diameter of cloves per bulb. The width of the pseudostem base was positively correlated with leaf width and diameter of cloves per bulb, and negatively associated with number of cloves per bulb, indicating that further development of the pseudostem and leaves favors the occurrence of bulbs with fewer bulblets, these being of greater diameter, which are desirable characteristics of garlic crop. Correlation estimates among the mass of the bulb to bulb diameter, the mass of cloves per bulb and productivity bulbs were high, significant and positive; and among bulb diameter and the mass of cloves per bulb and bulb yield, indicating that varieties of garlic bulbs with high productivity can be selected by the mass and diameter of the bulb. Cateto roxo Mineiro 1 and 2 are recommended for planting in early May, while for Cateto Roxo Local, planting can be done regardless of the season and may occur by the third week of May, in Sussuapara - PI.

**Keywords:** *Allium sativum*. Planting time. Seminoble garlic.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental, na camada de 0-0,20 m de profundidade. Sussuapara - PI, 2014 .....	28
Tabela 2 - Características físicas do solo da área experimental, na camada de 0-0,20 m de profundidade. Sussuapara - PI, 2014.....	28
Tabela 3 - Médias de temperatura máxima, mínima e média, umidade relativa (UR) do ar, precipitação total e evapotranspiração de referência (ET <sub>o</sub> ). Sussuapara - PI. 2014.....	30
Tabela 4 - Resumo das análises de variância referentes aos caracteres: altura da planta (AP), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), número de folhas (NF) e largura da base do pseudocaule (LBP), avaliados aos 90 dias após plantio, em três variedades crioulas de alho, em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014.....	33
Tabela 5 - Médias para altura da planta (AP), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), número de folhas (NF) e largura da base do pseudocaule (LBP), avaliados aos 90 dias após plantio, em três variedades crioulas de alho, em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014.....	34
Tabela 6 - Resumo das análises de variância referentes aos caracteres: massa de bulbos (MB), diâmetro de bulbos (DB), número de bulbilhos por bulbo (NBB), massa de bulbilho por bulbo (MBB), diâmetro dos bulbilhos por bulbo (DBB) e produtividade de bulbos de alho (PROD) (Mg ha <sup>-1</sup> ), avaliados após a cura, em três variedades crioulas de alho, em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014.....	36
Tabela 7 - Médias para diâmetro de bulbos (DB), número de bulbilhos por bulbo (NBB) e diâmetro de bulbilhos (DBB), avaliados após a cura, em três variedades crioulas de alho e em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014 .....	35

Tabela 8 - Médias do desdobramento dos caracteres massa dos bulbos (MB), massa de bulbilho por bulbo (MBB) e produtividade de bulbos ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), de três variedades crioulas de alho, avaliadas em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara - PI, 2014. ....	39
Tabela 9 - Coeficientes de correlação fenotípica entre os caracteres altura da planta, em cm (AP), largura da folha, em cm (LF), largura da base do pseudocaule, em cm (LBP), massa do bulbo, em g (MB), diâmetro do bulbo, em mm (DB), número de bulbilho por bulbo (NBB), massa de bulbilho por bulbo, em g (MBB), diâmetro de bulbilho por bulbo, em mm (DBB) e produtividade de bulbos, em $\text{Mg ha}^{-1}$ (PROD), avaliados em três variedades de alho, em duas épocas de plantio. Sussuapara – PI, 2014.. ....	42
Tabela 10 - Variância (autovalor) de cada componente principal e sua importância em relação à variância total estimada em três variedades crioulas de alho. Sussuapara – PI, 2014. ....	44
Tabela 11 - Autovetores associados às variáveis e aos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2), estimados em três variedades crioulas de alho. Sussuapara –PI, 2014.....	45

**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 - Experimento de alho em blocos casualizados (a); Preparo da linha dos canteiros (b). Sussuapara - PI, 2014 .....29
- Figura 2 - Plantas de alho aos 90 dias do plantio (a); Coleta do alho para avaliação (b). Sussuapara – PI, 2014.....31
- Figura 3 - Gráfico Biplot com os nove caracteres quantitativos, analisados em três variedades crioulas de alho. Sussuapara – PI, 2014.....46

## 1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das mais antigas hortaliças cultivadas no mundo, sendo usada na culinária e como planta medicinal pelas primeiras civilizações na Índia, China, Egito, Grécia e Roma (ANAPA, 2014; BREWSTER, 2008; MOTA et al., 2005).

No Brasil, existem indícios de que o alho plantado tenha sido oriundo de alguns países da América do Sul, do México e do Egito (MOTA et al., 2005; MENEZES SOBRINHO, 1997). O cultivo teve início na região sul do País, se expandindo posteriormente para as outras regiões (PUIATTI; FERREIRA, 2005). No Piauí, o cultivo de alho se concentra na microrregião de Picos, especificamente nos municípios de Sussuapara, Santo Antônio de Lisboa e Bocaina (SANTOS; GOMES, 2012).

Um dos tipos de alho cultivado no Brasil é o seminobre, cuja produção é geralmente realizada por pequenos agricultores familiares, sendo destinada ao mercado informal em pequenas feiras (LUCINI, 2008). Com a introdução do alho nobre, do processo de vernalização e do início da importação de alho da China e da Argentina, houve um grande declínio na produção do alho seminobre (FAO, 2014).

No Piauí, vários fatores contribuíram para a diminuição da produção na microrregião de Picos ao longo dos últimos anos. Dentre eles estão: a baixa qualidade do alho semente, uso inadequado do solo, poluição e assoreamento dos rios, manejo inadequado da cultura, como consequência da falta de orientação técnica. Há também, a inadequação do produto às exigências do mercado e a perda das tradições culturais por parte dos agricultores, que praticamente inviabilizou a comercialização do alho produzido na microrregião (SANTOS; GOMES, 2012).

Na busca por variedades superiores, as atividades de caracterização e avaliação dos acessos são importantes para aumentar o conhecimento sobre a coleção conservada em banco de germoplasma, identificar genótipos com características desejáveis que apresentem melhor adaptação, contribuindo assim com programas de melhoramento genético do alho (MOTA, 2003). Por isso, o estudo do comportamento de variedades regionais de alho em determinadas épocas de plantio, contribuem para uma melhor escolha de materiais genéticos mais produtivos e resistentes, em relação às condições edafoclimáticas da região.

As técnicas de análise multivariadas são ferramentas que podem ser usadas para combinar múltiplas informações possibilitando a caracterização dos genótipos com base no conjunto de variáveis (CRUZ et al., 2012). Dentre as técnicas multivariadas, a análise de componentes principais tem sido muito utilizada para estudos de diversidade genética, permitindo a formação de grupos por meio da simplificação de dados, com a redução do número de variáveis, o que facilita a interpretação dos resultados quando se tem muitas variáveis para analisar (DIAS, 1999; CURI et al., 1992; DROESBEKE; FINE, 1995).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi realizar avaliação agromorfológica de variedades crioulas de alho, em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara - Piauí.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A espécie *Allium sativum* L.

O *Allium sativum* L., espécie pertencente à família *Alliaceae* e à ordem *Asparagales*, é a segunda em importância econômica entre as monocotiledôneas. Essa família é cultivada em praticamente todo o mundo, com espécies procedentes de áreas tropicais, subtropicais e temperadas (SIMPSON, 2006).

O gênero *Allium* abrange mais de 800 espécies, que são usadas para diversas finalidades no mundo (FRITSCH et al., 2010), como a espécie *A. cepa* L., conhecida como cebola, sendo utilizada para diversos fins na alimentação humana e fins terapêuticos (KUMARI; AUGUSTI, 2002); *A. porrum* L., conhecido popularmente como alho-poró, muito utilizado como condimento; e o *A. sativum* L., o alho, sendo uma das olerícolas mais antigas e cultivadas no mundo, com o uso na alimentação, por ter um aroma e sabor característico, além de apresentar propriedades medicinais (KAMENETSKY; FRITSCH, 2002).

O centro de diversidade da espécie *A. sativum* L. encontra-se na Ásia Central, mais especificamente na região do Mediterrâneo e Paquistão, e o oeste da América do Norte (FRITSCH; FRIESEN, 2002). Segundo Lisbão et al. (1993), a região do Mediterrâneo é considerada o segundo centro de origem, pois a espécie se espalhou dessa região para outros continentes como a Europa Ocidental e para a América, levada por colonizadores espanhóis, ingleses e portugueses. No Brasil, algumas espécies do gênero *Allium* foram introduzidas pelos portugueses na época da colonização (MADEIRA et al., 2008).

A espécie *A. sativum* L. é uma hortaliça que tem consistência tenra, com altura média de cerca de 50 cm, apresentando folhas alongadas e muito estreitas, recobertas por uma espessa camada cerosa, que as protege contra fungos patogênicos, lanceoladas, cujas bainhas formam o pseudocaule, no qual, as gemas foliares subterrâneas, em condições adequadas, se desenvolverão em bulbilhos, que envolvidos pelas brácteas formam o bulbo (TRANI et al., 1997). O caule da planta tem pouca espessura e encontra-se situado na base do bulbo. As raízes são bem desenvolvidas, fasciculadas, mas pouco ramificadas alcançando mais de 0,5 m de profundidade (FILGUEIRA, 2008).

Segundo Oliveira et al. (2010), para dar origem aos bulbos, a base do pseudocaule começa a criar volume com as reservas de carboidratos que se acumulam nas gemas axilares, processo denominado de bulbificação, cujo estágio de desenvolvimento é estimado pela razão do diâmetro da base do pseudocaule pelo diâmetro do bulbo; apresentando um valor de 0,5, presume-se indicar o início do crescimento do bulbo (SOUZA et al., 2011).

A propagação da planta de alho tem sido feita assexuadamente, por meio de bulbilhos retirados da base da planta ou por bulbilhos aéreos de inflorescência (BLOCK, 2010). Por isso, essa hortaliça tem sido analisada como uma planta estéril ou como planta tipicamente agamospérmica, em cuja reprodução ocorre a formação de sementes sem fecundação (BESPALHOK et al., 2007). Esse tipo de característica provavelmente é proveniente de mutações naturais, seguidas de seleção natural e humana para adaptação nas regiões de cultivo (PUIATTI; FERREIRA, 2005).

## **2.2. Importância econômica do alho**

O alho é comercializado em diversos países na forma *in natura* e através de seus subprodutos, como o óleo, pó, fatiado, frito, pasta, entre outros (BACELAR, 2014).

A China é o maior produtor mundial dessa espécie olerícola, sendo que na safra de 2011, possuía uma área plantada de 833,4 mil hectares e produção de 19.219,9 mil toneladas, seguida pela Índia, com área plantada de 200,6 mil hectares e produção de 1.057,8 mil toneladas (FAO, 2014). Segundo ainda a FAO, a China também domina o mercado mundial, com exportações anuais na casa de 180 milhões de caixas de 10 quilos. Com a redução da safra de 2012, a safra chinesa de 2013 apresentou aumento do preço, elevando os preços do mercado mundial.

Na América do Sul, a Argentina é o segundo exportador mundial, visto que a produção dos demais países é basicamente para o mercado interno, com eventuais exportações de excedentes, como são os casos do Chile e mais recentemente do Peru (ANAPA, 2014). No Brasil, na década de 80, a produção supria 90% da demanda interna; atualmente o país é dependente de importações. Segundo Lucini (2010), 70% da demanda de alho da população brasileira é importada do mercado chinês e argentino e apenas 30% do alho consumido provém do mercado interno,

sendo que esse percentual é produzido nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil, com destaque para o cerrado, principalmente pelos estados de Goiás, Tocantins que apresenta uma produtividade de 15 a 20 toneladas por hectare por ano.

Desde a década de 1990, em relação aos anos atuais, houve uma transformação na produção de alho no Brasil. Segundo IBGE (2014), a área plantada diminuiu de 17.535 hectares, em 1990, para 10.064, em 2012, com redução de 74%. Mesmo com essa diminuição, a produção aumentou de 71 mil toneladas (1990), para 107 mil (2012), com acréscimo de 34%, havendo um crescimento na produtividade de 4 toneladas por hectare, em 1990, para 10 toneladas. Em 2013, foram colhidos 9.987 hectares e produzidas 109.144 toneladas, com rendimento médio de 10,7 t ha<sup>-1</sup>.

A produção de alho no Brasil migrou para outras regiões, com áreas maiores, sistemas de produção mais tecnificados, havendo maior concentração da produção em alguns estados. Em 1990, os grandes estados produtores eram Santa Catarina (26%), Minas Gerais (19%), Goiás (13%) e Rio Grande do Sul (13%). De 1990 a 2012, a área plantada de alho foi alterando brandamente. Os estados de Rio Grande do Sul e Goiás corresponderam, em 2012, por 49% da área de plantio e os estados da Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina correspondem pelo resto da produção. Goiás é o estado com maior produtividade, com quase 15 toneladas por hectare, concentrando a maior produção, 33%, e junto com Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina correspondem por 88% da produção brasileira. O estado da Bahia é responsável por aproximadamente 99% da produção do Nordeste (IBGE, 2014; ANAPA 2014).

Segundo IBGE (2014), a produção de alho apresenta um pequeno crescimento de 0,3% na área cultivada em todo o Brasil, para a safra 2014/2015, devendo totalizar 9.541 hectares nesse ano, contra 9.516 cultivados no ano anterior. A publicação revela ainda que a produção nacional está estimada em 111,8 mil toneladas, indicando um crescimento de 9,5%. Esse crescimento é atribuído a um incremento de 9,2% nos níveis de produtividade devido o uso de tecnologia nas principais regiões produtoras, cuja média prevista é de 11,7 mil kg/ha. Contudo, apesar do Brasil possuir condições edafoclimáticas favoráveis à cultura, ainda há a necessidade de importações.

O estado do Piauí foi um grande produtor de alho no Brasil, chegando a ser o oitavo do País e o segundo do Nordeste, no ano de 1998 (AGRIANUAL, 1999).

Contudo, pelo histórico da produção de alho no estado, nota-se que houve um grande declínio desde essa década, sendo a diminuição atribuída à redução da área plantada e ausência de cultivares geneticamente superiores, capazes de competir com o alho chinês, espanhol e argentino (VELOSO et al., 1999). Para Santos e Gomes (2012), a forma de cultivo no leito do rio e a seleção negativa do material para plantio, pela comercialização dos maiores bulbos, contribuíram para que o alho cultivado nessa região perdesse sua importância econômica, pela concorrência tanto de outros estados brasileiros como de outros países.

Em 1977, os municípios de Picos, Bocaina, Francisco Santos, Itainópolis e Santo Antônio de Lisboa produziram, em 61 ha, 300 toneladas de alho. O rendimento médio no Estado foi de 4.918 kg/ha, sendo que Picos e Bocaina apresentaram rendimento de 5.318 kg/ha e 5.000 kg/ha respectivamente. A área colhida e a produção de alho no Piauí, nas décadas de 1980 e 1990, apresentaram rendimento médio por hectare acima de 4.000 kg. A partir de 1995, com o início da abertura do mercado brasileiro, observou-se uma redução progressiva da área plantada no estado, ocorrendo uma redução de 75% na produção piauiense, no período de 1994 a 1998. Em 2002, o estado teve uma produção de 82 toneladas, com uma área plantada de 21 ha, e rendimento médio de R\$ 3.904 kg/ha (IBGE, 2014). Em 2008, o município de Bocaina apresentou a maior produção do estado, com 12 toneladas e foi o único município que apresentou área plantada em todos os anos. Os municípios de Isaías Coelho e Oeiras cultivaram alho até 1992 e o cultivo em Itainópolis até 2003 (SANTOS; GOMES, 2012).

Atualmente a concentração da produção de alho no Estado limita-se aos municípios de Sussuapara, Santo Antônio de Lisboa e Bocaina. A queda da produção de alho na região, no início da década de 90, teve uma repercussão desfavorável na renda dos produtores da microrregião, que passaram a desenvolver outros tipos de cultivo, como feijão, milho, batata doce, cebola, tomate, coentro, abóbora, fava, arroz e caju. Apesar da mão de obra no cultivo de alho ser basicamente familiar, a queda na produção de alho desencadeou diminuição no emprego da região (SANTOS; GOMES, 2012).

### 2.3. Germoplasma do *Allium sativum*

Na cultura do alho, como em outras culturas, a conservação do material genético é de extrema importância, de modo a evitar eventuais perdas e garantir sua utilização sempre que necessário. Segundo Pereira (2010), a manutenção dos recursos genéticos vegetais se dá por meio do estabelecimento de áreas protegidas e pela coleta e manutenção desses materiais, os quais passam a denominar germoplasma. Tais recursos genéticos podem ser conservados na forma de sementes, pólen, órgãos vegetativos e plantios no campo (SOUZA et al., 2009).

As coleções de germoplasma foram propostas para preservar a diversidade genética de espécies cultivadas, devido à adoção de cultivares modernas em substituição aos cultivares primitivas (BROWN, 1989). Com relação ao alho, em função da sua importância econômica, muitos países como Reino Unido, Japão, Argentina, Chile, Brasil, Estados Unidos e República Tcheca, têm colecionado acessos que se adaptaram a diversos ambientes (MATUS et al., 1999; STAVĚLÍKOVÁ, 2008). No Brasil, existem cinco instituições que mantêm coleções de germoplasma de alho: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP (ESALQ/USP), Embrapa Hortaliças, Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI) (CUNHA; RESENDE; PINHEIRO, 2012).

Os tipos de alho cultivados no Brasil são dois, o alho conhecido como nobre, caracterizado pelo tamanho e uniformidade dos bulbos, que contém poucos bulbilhos, cultivado por médios e grandes agricultores, sendo que parte da produção é destinada para o mercado formal e a exportação. O outro tipo é o seminobre, caracterizado pelo pequeno tamanho do bulbo, contendo muitos bulbilhos, estreitos e desuniformes, que é cultivado por pequenos agricultores e sua produção é destinada à subsistência e ao mercado local (MELO et al., 2011). Segundo Trani et al. (2005), as mutações somáticas e a seleção cuidadosa dos produtores deram origem a um grande número de variedades de alho seminobres e comuns, com características agronômicas distintas.

A produção de alho tipo seminobre é caracterizada pelo produtor que utiliza nível tecnológico médio, com acesso a possibilidade de crédito rural, sendo que a área cultivada fica em torno de 0,5 a 15 hectares. O alho é plantado em terra fértil,

várzea ou baixada, sem calagem, mas com adubação química e orgânica. Já a produção de alho nobre é caracterizada por produtores, proprietários e arrendatários, que possuem bons conhecimentos para o cultivo de alho, e tem uma maior acessibilidade às inovações técnicas e também ao crédito rural. Esses produtores dispõem de áreas próprias para o cultivo e possuem terras com boa fertilidade (BRASIL, 1980).

Os primeiros estudos de melhoramento genético relacionado ao alho no Brasil foram realizados no IAC, utilizando as variedades plantadas por pequenos agricultores, como exemplo, Cateto, Caiano Roxo, Caiano Branco e Branco Mineiro (TRANI, 2009).

No Piauí, o material genético utilizado pelos produtores na microrregião de Picos é formado por grupos de variedades precoces e intermediárias de alho seminobre, sem utilização de tecnologia no plantio, que apresentam baixa produtividade, com aproximadamente quatro toneladas por hectare e mais de 20 bulbilhos por bulbo (SIQUEIRA; TAVARES; TRANI, 1996). São os próprios produtores que escolhem os melhores bulbos para serem comercializados e os alhos-sementes de menor qualidade são plantados na próxima safra, fazendo com que ocorra uma seleção genética inversa ou negativa (VELOSO et al., 1999).

Em estudo desenvolvido por Viana (2013) sobre a diversidade genética do alho no Piauí, foi constatado que as variedades originárias de Sussuapara-PI e Santo Antônio de Lisboa-PI acumularam diferenças em relação à variedade Branco Mineiro-PI, coletada na microrregião de Picos-PI, na década de 70. Esta por sua vez, compartilha alto grau de similaridade com a variedade proveniente de Bocaina-PI, mostrando que há pequena diferença entre as variedades cultivadas nos anos de 1970 e as plantadas atualmente. Segundo ainda o autor, a existência de divergência genética entre as variedades de alho no Piauí, indicam a possibilidade de seleção de genótipos superiores que aumentem a competitividade do alho piauiense frente ao alho importado. Por isso, há necessidade de se trabalhar no sentido de conservar a diversidade ainda disponível, através de coletas constantes, além de caracterizações, avaliações e adequada conservação das amostras colhidas (FRANKEL; BENNETT, 1970).

Uma etapa importante nesse processo de coleta de material é a realização da atividade de forma rigorosa, desde a separação de material para multiplicação,

plantio, tratos culturais, colheita até o armazenamento, evitando que materiais geneticamente distintos se percam ou que sejam misturados (CUNHA, 2011).

Rocha et al. (2012), objetivando coletar, documentar e caracterizar a diversidade morfológica do germoplasma de alho da região sudeste do Piauí, concluíram que as raças crioulas de alho, cultivadas nessa região, são importantes fontes de variabilidade e apresentam potencial para o melhoramento genético da cultura. Além disso, os autores citam que o caráter que mais contribuiu para a variabilidade genética da população foi o peso do bulbo.

Foram conduzidas pesquisas na microrregião de Picos – PI buscando avaliar e selecionar materiais genéticos de alho superiores em produtividade. Duarte et al. (1999) concluíram que as variedades Cateto Roxo Local e Mossoró mostraram-se superiores às demais, em dois anos de plantio, sendo portanto recomendadas. Veloso et al. (1999) verificaram que Mossoró, Cateto Roxo Local, Cateto Roxo e Branco Mineiro foram as mais produtivas.

Com relação à percentagem de plantas com bulbo, Honorato et al. (2013), avaliando o desempenho agrônômico de variedades de alho nas condições edafoclimáticas do município de Mossoró – RN, verificaram que Branco Mossoró, Gravatá, Caturra, Cateto Roxo, Chinês de São Joaquim, Chinês Real e Amarante foram superiores à Gigante do Núcleo, Gigante Lavínia, Gigante Roxo e Hozan, que apresentaram, em média, 28,53% de plantas com bulbo, indicando alta percentagem de plantas improdutivas. Estes autores concluíram que as variedades de alho apresentaram comportamentos diferentes, provavelmente como consequência da interação genótipo x ambiente, indicando a necessidade de mais pesquisas para avaliação da adaptabilidade das variedades de alho disponíveis para o plantio.

#### **2.4. Efeito dos fatores ambientais no desenvolvimento do alho**

Um aspecto importante a considerar na cultura do alho é o alto grau de plasticidade observada em seus clones, provavelmente por ser dependente do tipo de solo, umidade, latitude, altitude e práticas culturais (VOLK et al., 2004). Tais clones cultivados em diferentes locais sofrem interferência das condições climáticas. Por isso, há a necessidade de se estudar o comportamento dos materiais adequados para cada região, local de cultivo e época de plantio (VELOSO et al., 1999; SOUZA e MACÊDO, 2009). No entanto, já existem variedades adaptadas a

determinadas regiões e épocas de cultivo, havendo a necessidade de utilizar aquelas que respondem de modo distinto às diferenças de clima (SEDOGUCHI et al., 2002). Mesmo assim, ainda existem muitas variações inerentes à própria variedade, tanto em relação ao ambiente quanto aos fatores como o rendimento e a qualidade dos bulbos que precisam ser estudadas (HONORATO, 2013).

O fotoperíodo é o principal fator limitante para o cultivo do alho. Em condições insuficientes, ocorre baixo desenvolvimento da cultura, ocasionando má formação dos bulbos e bulbilhos (FILGUEIRA, 2008). Considerando esse fator, as variedades de alho são classificadas de acordo com o ciclo fenológico, como precoces, que são pouco sensíveis ao fotoperíodo, com bulbificação em 4 a 4,5 meses; intermediárias, com ciclo fenológico médio entre 4,5 e 5,5 meses; e tardias, aquelas altamente dependentes de fotoperíodo e clima frio, com ciclos longos para bulbificação (mais de 5,5 meses) (SIQUEIRA et al., 1996).

A temperatura também tem papel importante no desenvolvimento da cultura do alho (FILGUEIRA, 2008). Por isso, o estudo do fotoperíodo em associação com a temperatura é de extrema importância em todas as fases da cultura. Segundo Souza e Macedo (2009), na fase inicial de desenvolvimento, a planta requer temperaturas amenas, entre 18 a 20 °C e fotoperíodo crescente. Já na fase de desenvolvimento e maturação dos bulbos, requer um clima seco e quente, entre 20 a 25 °C e fotoperíodo longo. Temperaturas muito baixas aumentam o número de bulbilhos por bulbo e em temperaturas altas praticamente não há formação de bulbos.

Nesse sentido, Resende et al. (2013), avaliando cultivares de alho seminobres e nobres, no Centro-Sul do estado do Paraná, quanto ao rendimento agrônomo, qualidade de bulbos e aspectos morfológicos, verificaram que o fotoperíodo da região seria inadequado para cultivares do grupo nobre, mas foi observada uma produtividade acima da média do estado do Paraná. Os autores acreditam que o resultado obtido pode ser explicado pelo fato das baixas temperaturas observadas promoverem interação com o fotoperíodo, de forma compensatória, proporcionando a formação dos bulbos, mesmo sob condições de luminosidade insuficientes.

Em regiões de clima quente, o alho é colocado em câmara fria para adquirir a habilidade de produzir. A vernalização ou frigorificação antes do plantio estimula uma elevada produtividade do alho seminobre e pode proporcionar um rendimento em torno de 15 t ha<sup>-1</sup> (SIQUEIRA et al., 1996). Com a possibilidade de utilização

dessa técnica, ocorreu no Brasil grande expansão da área cultivada com alhos nobres e roxos durante as décadas de 1980 e 1990 (TRANI et al., 2005), cujo plantio era localizado principalmente nos estados de Minas Gerais e Goiás. Com o processo de vernalização, a exploração do alho nobre em escala comercial se expandiu para regiões de temperatura mais alta, onde antes eram cultivados apenas alhos comuns, com baixo valor comercial (LUCINI, 2008).

Durante os anos de 1980, no estado do Rio Grande do Norte, alguns produtores de alho obtinham bons resultados com a cultura quando realizavam o plantio no período em que as temperaturas são mais amenas, principalmente as noturnas, o que corresponde aos meses de maio a agosto (HONORATO, 2012). No município de Governador Dix-Sept Rosado - RN, a época de plantio dependia do abaixamento das águas, que na maioria das vezes ocorria no mês de setembro, quando as temperaturas elevadas comprometiam a produção e a qualidade dos bulbos produzidos (SOARES, 2013).

Na microrregião de Picos - PI, o plantio do alho é realizado no final de abril a início de maio, em decorrência da diminuição da temperatura. A época de cultivo nessa região, maio a setembro, é condicionada pela temperatura mais amena no período (DUARTE et al., 1999). Esses autores concluíram que variedades de ciclo médio se comportaram como precoces, provavelmente devido ao encurtamento do ciclo vegetativo, e pela diminuição da temperatura que ocorre no mês de julho, estimulando a iniciação precoce da fase de bulbificação, o que resulta em alhos com bulbos pequenos. Estudos realizados por Veloso et al. (1999), objetivando introduzir, avaliar e selecionar variedades de alho na microrregião, mostraram baixa produtividade nas variedades Mexicano II, Amarante, Centenário e Chinês devido, provavelmente, à ausência de temperatura amena. Sonnenberg et al. (1973) verificaram que a cultivar Cateto Roxo adaptou-se melhor do que as variedades mais plantadas em Goiás, superando inclusive as variedades locais de Picos.

De acordo com o INMET (2015), o regime pluviométrico contribui para o bom desempenho da cultura do alho, conforme se verifica no sudeste do Piauí, que inserido na região semiárida do Brasil, apresenta índices pluviométricos peculiares, com precipitações de grande intensidade em alguns meses do ano, especificamente de dezembro a abril. Segundo dados meteorológicos do Instituto, as chuvas desses meses acarretam diminuição da temperatura e aumento da umidade, podendo ser a causa do favorecimento das condições de plantio nessa região.

Para avaliar o efeito de diferentes épocas de plantio sobre o crescimento e rendimento da cultura, vários estudos foram realizados levando em consideração as características de temperatura e fotoperíodo, visto que cada período influenciará na fase vegetativa, no bom desenvolvimento e na produtividade de bulbos (LUCINI, 2009).

Em Goiás, Sonnenberg et al. (1998) avaliando a melhor época para a cultivar Cateto Roxo realizou o plantio em quatro meses distintos (março, abril, maio e junho), observaram diferença entre os tratamentos, sendo que o mês de março resultou na maior produção de bulbos. Nas outras épocas, com o atraso do plantio, houve diminuição progressiva da produção de bulbos e a ocorrência de plantas com bulbilhos aéreos. Já em Santa Maria - RS, Trevisan et al. (1997), também avaliando o efeito de épocas de plantio (março, abril e junho) no rendimento de bulbos comerciais de cultivares de alho nobre, seminobre e regional, concluíram que em todas as variedades estudadas houve efeito de épocas, que influenciaram o rendimento médio e o rendimento quanti-qualitativo de bulbos comerciais. Segundo os autores, com exceção do alho regional, as demais variedades produziram bulbos menores no plantio de julho, sendo mais acentuadas as reduções de peso médio sofridas pelas variedades nobres de ciclo curto.

## **2.5. Sistemas de Produção na cultura do alho**

A escolha de uma boa variedade, adaptabilidade, época adequada de plantio e manejo cultural adequado são fatores de grande importância para se obter sucesso no cultivo do alho. Segundo Costa et al. (2001) e Resende et al. (2003), a avaliação de cultivares quanto à produtividade e qualidade dos bulbos deve merecer destaque em regiões produtoras.

A adubação orgânica e os micronutrientes como o zinco, boro e manganês tem grande importância no desenvolvimento da cultura. O manejo do nitrogênio deve ser parcelado aos 20/25 dias após o plantio e após a diferenciação em uma ou duas vezes (LUCINI, 2009).

Em trabalho realizado por Guimarães (2013), avaliando aspectos biométricos, produtivos e químicos das variedades de alho, Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro, submetidas a diferentes doses de nitrogênio, com e sem boro, verificou-se que a cultivar Cateto Roxo Local foi a que se apresentou como a melhor

opção para a microrregião de Picos-PI, com produção máxima estimada para a dose de 128 kg ha<sup>-1</sup> de N.

A densidade de plantio vai depender do material genético utilizado, sempre observando a área útil necessária para cada peso de dente. Muitos produtores já realizam o sistema de plantio em fileiras duplas, principalmente em áreas com emprego de alta tecnologia, uma vez que esse tipo de cultivo facilita a entrada do trator para manejo dos tratos culturais (REGHIN et al., 2004).

A necessidade total de água para a cultura do alho varia entre 400 e 800 mm, variando em função das características edafoclimáticas de cada região. O sistema de irrigação utilizado no alho depende da condição econômica de cada produtor, sendo que o mais importante é um bom dimensionamento do sistema e o manejo dado à cultura. O sistema por aspersão tipo pivô central e convencional é o mais utilizado no cultivo do alho (LUCINI, 2008). Esse sistema de irrigação é utilizado com sucesso em grandes plantios nos estados de Minas Gerais e Goiás (LUCINI, 2004).

O monitoramento da presença de pragas e doenças é realizado através de visitas diárias ao cultivo e uso de armadilhas para identificação, no caso das pragas. Além disso, deve-se evitar o uso de sementes de baixa qualidade para que a área não seja acometida por doenças. Em regiões com temperaturas mais elevadas, a maior preocupação é basicamente com o trips e a alternária, enquanto nas regiões de temperatura mais amena, como no Sul do Brasil, a preocupação é com a ferrugem e bacteriose (LUCINI, 2009).

A colheita do alho é realizada manualmente e deve passar pela pré-cura ainda no campo, com o objetivo de perder a umidade da planta, obter uma boa conservação do material e cicatrizar eventuais ferimentos durante a colheita. Após a realização dessa etapa, o alho deve ser levado para um galpão bem seco e arejado, para fazer uma cura mais lenta. Nesse processo há uma perda gradual de umidade e concentração de sólidos nos bulbos (LUCINI, 2008).

Em Santa Catarina, a EPAGRI busca estabelecer novas tecnologias de produção avaliando fornecimento de nutrientes em quantidades e proporções adequadas vias solo e fertirrigação, uso de sementes livres de vírus, recomendações de macronutrientes baseados em calibrações recentes (ANAPA, 2014).

No Piauí, o alho é cultivado na região sudeste do estado, especificamente na microrregião de Picos, onde o sistema de produção é caracterizado por pequenos agricultores, que utilizam raças regionais e uma mistura varietal, não havendo um padrão genético, o que causa incertezas quanto ao comportamento do material (SANTOS; GOMES, 2012). Os agricultores dessa região separam o alho-semente para a produção seguinte, mas utilizam a menor semente para o plantio, ocasionando uma baixa produtividade e fazendo com que muitos deles mudem de atividade agrícola (MONTEIRO et al., 2012).

No Piauí, desde a década de 1970, o alho foi cultivado predominantemente nos leitos dos rios. O cultivo era realizado em várzeas e em leito de rios e não utilizavam, com algumas exceções, os procedimentos de manejo e tratamentos culturais como: calagem, adubação química ou orgânica, irrigação e controle de pragas (QUIROGA et al., 1975), no sistema semelhante ao adotado atualmente (MONTEIRO et al., 2012). Os tipos de fertilizantes utilizados dependem do poder aquisitivo de cada produtor, que não têm nenhum critério quanto à dosagem. A maioria dos produtores não utilizam práticas conservacionistas, devido ao desconhecimento da questão do custo benefício e da ausência de orientações técnicas.

Um dos problemas quanto ao cultivo de alho no leito dos rios é o perigo de enchentes, como em 1972 e 1973, que repercutiram em uma grande perda de produção nessa microrregião (BARBOSA, 1976), além da contaminação. Nos dias atuais, o problema é devido à barragem de Bocaina, que foi construída na década de 1980, com a promessa de suprir as necessidades de quem precisava de recurso hídrico naquela região. Houve uma modificação do nível natural de água nos cursos dos rios, causando prejuízo nas lavouras de alho (SANTOS; GOMES, 2012).

A comercialização do alho na microrregião de Picos é restrita ao mercado local, sendo realizada em feiras livres e mercados, em forma de tranças, com bulbos classificados por tamanho, o que determina o seu valor de mercado (MELO et al., 2011).

## **2.6. Análise de componentes principais (ACP)**

Na maioria das análises realizadas em pesquisas científicas, os resultados obtidos se referem a variáveis aleatórias, ou seja, os métodos estatísticos utilizados

são univariados. Para a interpretação de dados amostrados a partir de populações, nas quais em cada unidade experimental são avaliadas diversas variáveis, são utilizadas técnicas de análise multivariada. Essas técnicas permitem quantificar a diversidade genética existente nas espécies, identificar grupos similares ou dissimilares e ainda aperfeiçoar o uso dessa diversidade pela identificação dos caracteres mais informativos para a divergência genética (CRUZ et al., 2012). A análise multivariada fornece coeficientes de distância genética entre os genótipos, proporcionando grande contribuição ao melhoramento genético (CHIORATO, 2004).

Há vários métodos multivariados, como os aglomerativos, as variáveis canônicas e a análise de componentes principais (ACP). Este é um método de extrema importância na análise multivariada por integrar a base na qual se fundamentam a maioria dos outros métodos multivariados (LYRA et al., 2010).

A ACP tem por objetivo transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto de dimensão equivalente, de grande interesse em determinados estudos de melhoramento, em que cada componente principal é a combinação linear das variáveis originais (CRUZ et al., 2012). Assim, ocorre a redução da dimensionalidade dos dados, de tal forma que um conjunto de “p” variáveis correlacionadas seja reduzido para um número menor de índices não correlacionados (MANLY, 2008).

Em uma análise de componentes principais, o primeiro componente é o de maior variância ( $\lambda_1$ ), seguido pelo segundo de maior variância ( $\lambda_2$ ) correspondendo ao segundo componente e assim sucessivamente. Desse modo, obtém-se um novo conjunto de variáveis  $Y_{i1}$ ,  $Y_{i2}$ , ...,  $Y_{in}$ , onde cada  $Y_{ij}$  é um componente principal que representa uma combinação linear de variáveis do primeiro conjunto, de tal forma que não haja correlação entre estes novos componentes (CHIORATO, 2004).

A ACP é expressa pelos autovalores da matriz padronizada, garantindo que o primeiro componente principal retido explique a maior parte da variação total dos dados, sendo responsável pela maior discriminação das unidades de um determinado estudo. O segundo componente é o segundo maior autovalor mais importante e assim sucessivamente. Sendo assim, os primeiros componentes principais gerados pela análise de componentes principais explicam a maior parte da variância dos dados originais (FERREIRA, 2008).

Com a análise de componentes principais é possível obter variáveis ou conjunto de variáveis que retenham o máximo possível de informações nelas

contidas, que expliquem a maior parte da variabilidade total dos dados, revelando que tipo de relacionamento existe entre elas (MINGOTI, 2005). Santos (2010) ressalta que os componentes principais não são relacionados entre si, sendo que o primeiro componente é uma variável adicional, assim como os demais, e dotado da maior variância, o segundo componente é uma variável não correlacionada ao primeiro, que detém a segunda maior variância, e assim por diante, de modo que cada fator explica diferentes e excludentes fontes ou causas da variação dos dados. Sendo assim, variáveis que apresentam baixa correlação com componentes mais importantes podem ser eliminadas com o mínimo de perda da informação (DIAS, 1998).

Nesse sentido, o estudo dos componentes principais permite a interpretação dos resultados, a partir da contribuição de cada variável ao componente principal, correspondido pelo valor da correlação, além de possuir a capacidade de segregar variáveis originais no processo de formação de grupos (CURI et al., 1992). Essa técnica proporciona uma maior simplificação nos cálculos estatísticos e na interpretação dos resultados em relação aos demais métodos multivariados, pelo fato de, poucos componentes, serem suficientes para explicar a variação existente (CRUZ, 1990). Para tanto, as variáveis devem caracterizar da melhor forma possível os fenômenos que se pretende estudar (DROESBEKE; FINE, 1995).

A técnica dos componentes principais para o estudo da diversidade genética tem sido aplicada em várias espécies de plantas, possibilitando a avaliação da importância de cada caráter estudado sobre a variação total disponível entre os genótipos avaliados, podendo realizar o descarte de caracteres que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado (CRUZ et al., 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no município de Sussuapara, microrregião de Picos-PI, localizado na região centro-sul do Piauí, nas coordenadas 07° 02' 36" de latitude Sul, 41° 23' 02" de longitude Oeste e altitude 240 m. 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 - 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, 2014.

Características Químicas											
pH	K	Ca	Mg	CTC	M.O	V	P-res	P-rem	Mn	Zn	B
H <sub>2</sub> O	-----Cmol <sub>c</sub>		dm <sup>-3</sup> -----	g kg <sup>-1</sup>		%	-----mg dm <sup>-3</sup> -----				
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, 2013.

Tabela 2. Características físicas do solo da área experimental, na camada de 0-0,20 m de profundidade. Sussuapara, PI, 2014.

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

Fonte: Laboratório Unithal, Campinas, 2013.

O preparo do solo foi realizado com uma aração e uma gradagem, e posterior construção dos canteiros, com uma encanteiradora mecanizada.

Foram avaliados três variedades crioulas de alho: Cateto Roxo Local, Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, em duas épocas de plantio: 1<sup>o</sup> e 23 de maio de 2014. Os bulbos-sementes da variedade Cateto Roxo Local são provenientes do município de Sussuapara – PI, e as demais oriundas do município

de Francisco Sá – MG. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 2. A parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de 1 metro, com espaçamento de 0,10 m entre plantas e 0,50 m entre linhas (Figura 1). A área útil da parcela foi constituída de duas fileiras centrais. No plantio, utilizou-se bulbilhos de peneira 2 (malha de 1,5 x 1,5 cm) para uniformizar o desenvolvimento da cultura, selecionados da safra do ano anterior.

Realizou-se a adubação em fundação com base nos resultados da análise físico-química do solo da área experimental. As quantidades utilizadas de cloreto de potássio e superfosfato simples foram  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $250 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. A adubação nitrogenada foi realizada com aplicação de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de ureia, sendo  $1/3$  na fundação, e aos 30 e 60 dias após o plantio.

Logo após o plantio, realizou-se a aplicação do herbicida recomendado para cultura, oxadiazon, obedecendo à recomendação de  $4,0 \text{ L ha}^{-1}$ . As capinas foram realizadas manualmente, deixando a cultura sempre limpa, sem concorrência com plantas daninhas.



Figura 1. Experimento de alho em blocos casualizados (a); Preparo da linha dos canteiros (b). Sussuapara – PI, 2014.

O experimento foi irrigado por aspersão, com turno de rega de um dia. As lâminas de irrigação foram aplicados em função da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), a qual foi estimada pelo produto da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), e do coeficiente de cultivo ( $K_c$ ). A  $ET_o$  foi estimada baseada nos dados da estação meteorológica de Picos, PI, pelo método de 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 (ET<sub>o</sub>). Sussuapara, PI. 2014.

Mês	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precipitação (mm)	Eto (mm)
	Máxima	Mínima	Média			
Abril	33,42	23,18	27,63	66,76	64,10	3,94
Maio	34,75	22,33	28,28	49,32	11,20	4,07
Junho	34,88	21,76	28,63	42,23	0,20	3,92
Julho	34,34	21,43	28,12	43,59	23,80	3,88
Agosto	35,23	22,02	28,84	43,41	0,00	4,16

Fonte: INMET (2014).

### 3.2. Caracteres avaliados

Aos 90 dias após o plantio, foram medidos os seguintes caracteres vegetativos, segundo IPGRI (2001), em seis plantas das duas fileiras centrais: 1. altura da planta, medida do solo até a extremidade da folha, em cm; 2. largura da folha, medida no terço médio da folha superior totalmente desenvolvida (porção média totalmente desenvolvida do terço médio da planta), em cm; 3. comprimento da folha mais desenvolvida do terço médio da planta, em cm; 4. número de folhas, incluindo todas as que apresentaram atividade fotossintética; 5. densidade da folhagem da planta, classificada como (1) muito esparsa, (3) esparsa, (5) média ou (7) densa; 6. atitude da folha, classificada como (3) ereta, (5) semi-ereta ou (7) horizontal; 7. largura da base do pseudocaule, avaliada somente cultivares que não perfilham, em cm (Figura 2a).

A colheita foi realizada quando se verificou pelo menos quatro folhas senescentes. Para a variedade Cateto Roxo Local, realizou-se a colheita aos 120 DAP e para as variedades Cateto Roxo Mineiro, aos 150 DAP (Figura 2b).

Após a colheita, as plantas foram submetidas à pré-cura por três dias, que consistiu na exposição das plantas ao sol, deixando-se as folhas para proteger os bulbos da queima pelos raios solares. Posteriormente, as plantas foram armazenadas em sacos de rede com malha fina, por 30 dias, em local ventilado. Depois de realizada a cura, as plantas foram submetidas à “toalete”, com o corte da parte aérea e retirada das raízes, obtendo-se a produção total de bulbos por parcela.



Figura 2. Plantas de alho aos 90 dias de plantio (a); Coleta do alho para avaliação (b). Sussuapara – PI, 2014.

Os caracteres relacionados à produtividade, avaliados após a cura, segundo IPGRI (2001), foram: 11. massa dos bulbos, em g; 12. diâmetro dos bulbos, em mm; 13. número de bulbilhos por bulbo; 14. massa de bulbilhos, em g; 15. diâmetro dos bulbilhos, em mm; e 16. produtividade total, considerando o peso total dos bulbos colhidos em g parcela<sup>-1</sup>, em cada parcela e convertidos para Mg ha<sup>-1</sup>. Para avaliação dos caracteres foram escolhidos de forma aleatória cinco bulbos por parcela, procedendo-se 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.

### 3.3. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias agrupadas pelo teste Tukey (P<0,05). Na análise de variância de cada caráter, foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + b_k + e_{ijk}$$

Em que:

$\mu$ : representa uma constante inerente a todas as parcelas;

$\alpha_i$ : é o efeito do nível  $i$  do fator variedade;

$\beta_j$ : é o efeito do nível  $j$  do fator época de plantio;

$\alpha\beta_{ij}$ : é o efeito da interação entre os fatores variedade e época de plantio;

$b_k$ : é o efeito do bloco  $k$ ;

$e_{ijk}$ : é o erro experimental em cada parcel.

Em função da importância dos caracteres na composição da variação existente nas populações das variedades de alho, realizou-se a análise de componentes principais (ACP), cuja interpretação foi analisada por meio do gráfico biplot, associando-se os tratamentos com as variáveis obtidas, de tal modo que quanto mais próximo ao centro da figura, mais bem distribuída entre as variáveis são os tratamentos.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 1999).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise dos caracteres morfológicos

As variedades crioulas de alho Cateto Roxo Local, Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, avaliadas aos 90 dias após plantio, em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, diferiram entre si quanto à altura da planta, largura da folha e largura da base do pseudocaule (Tabela 4).

Quanto ao coeficiente de variação (CV), observou-se que foram baixos para altura da planta (7,95%), largura da folha (8,41%), comprimento da folha (7,31%) e médios para número de folhas (11,66%) e largura da base do pseudocaule (11,77%) (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo das análises de variância referentes aos caracteres: altura da planta (AP), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), número de folhas (NF) e largura da base do pseudocaule (LBP), avaliados aos 90 dias após plantio, em três variedades crioulas de alho e épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		AP (cm)	LF (cm)	CF (cm)	NF	LBP (cm)
Variedade (V)	2	134,00**	0,60**	4,72 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	8,34**
Época (E)	1	4,29 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>
V x E	2	0,45 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Bloco	3	--	--	--	--	--
Erro	15	12,52	0,01	5,74	0,43	0,97
Média geral	--	44,52	1,42	32,76	5,68	8,24
CV (%)	--	7,95	8,41	7,31	11,66	11,77

<sup>ns.</sup>, \*\* :Não significativo, significativo ( $p < 0,01$ ), respectivamente, pelo teste F.

CV: coeficiente de variação; GL: graus de liberdade.

As variedades apresentaram comportamento semelhante com relação aos caracteres: comprimento da folha, com média geral de 32,76 cm; número de folhas, com média geral de 5,68. Para época de plantio e a interação variedades x épocas, também não houve diferenças significativas considerando tais caracteres, que foram descartados das análises subsequentes, pois não contribuíram para a identificação de variabilidade genética existente entre as variedades.

Para a altura da planta, Cateto Roxo Local apresentou uma maior média de 49,23 cm, seguida pelas variedades Cateto Roxo Mineiro 2 (42,56 cm) e Cateto Roxo Mineiro 1 (41,79 cm), que não diferiram entre si (Tabela 5). Veloso et al. (1999)

encontraram altura média de 48,55 cm, para a variedade Cateto Roxo Local, na mesma microrregião.

Tabela 5. Médias<sup>1</sup> para altura da planta (AP), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF), número de folhas (NF) e largura da base do pseudocaule (LBP), avaliados aos 90 dias após plantio, em três variedades crioulas de alho, em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014.

Variedades	AP (cm)	LF (cm)	CF (cm)	NF	LBP (cm)
Cateto Roxo Local	49,23 a	1,12 b	33,57 a	5,79 a	7,09 b
Cateto Roxo Mineiro 1	41,79 b	1,52 a	32,03 a	5,81 a	8,60 a
Cateto Roxo Mineiro 2	42,56 b	1,65 a	32,70 a	5,46 a	9,04 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem, entre si, pelo Teste de Tukey (P<0,05).

As variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2 atingiram alturas de planta (Tabela 5) semelhantes à encontrada por Oliveira et al. (2010), para a variedade Mineira Hozan (43,2 cm), aos 90 DAP, cultivada em Diamantina-MG, com temperaturas inferiores às registradas na microrregião de Picos, o que representa condições edafoclimáticas mais adequadas para produção de alho. Tais resultados indicam que, provavelmente, nesse estágio fenológico as variedades não apresentem respostas diferenciadas, diante das variações climáticas das regiões de cultivo.

Em pesquisa realizada por Guimarães (2013) na microrregião de Picos, a variedade Cateto Roxo Local apresentou crescimento superior à variedade Cateto Roxo Mineiro aos 30, 45 e 60 dias após o plantio (DAP) e a partir dos 75 DAP, não houve diferenças significativas entre as duas variedades. A altura média aos 105 DAP foi de 30,59 cm para a cultivar Cateto Roxo Local e de 31,46 cm para variedade Cateto Roxo Mineiro, consideradas estatisticamente semelhantes. Esses resultados mostram, provavelmente, que a variedade Cateto Roxo Mineiro requer um maior tempo de frio para completar o seu ciclo e que a variedade Cateto Roxo Local requer menor temperatura por ser mais adaptada.

Em relação à largura da folha (Tabela 5), as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 (1,52 cm) e Cateto Roxo Mineiro 2 (1,65 cm) apresentaram folhas mais largas do que Cateto Roxo Local (1,12 cm), sendo de 1,42 cm a média geral (Tabela 4). Resende et al. (2013), avaliaram variedades seminobres de alho com largura média de 1,3 cm. Mota et al. (2005), trabalhando com as cultivares seminobres Gigante

Curitibanos e Gigante Roxo, observaram largura da folha de 2,7 e 3,1 cm, respectivamente. Segundo Resende et al. (2013), resultados divergentes podem ser atribuídos a plasticidade morfológica das cultivares de alho, que respondem diferentemente em cada região de cultivo. Quanto menor for a área foliar, menor será a interceptação de energia luminosa, e conseqüentemente, haverá menor produção de fotoassimilados pelas plantas, resultando em menor desenvolvimento produtivo (LARCHER, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2008).

Quanto à largura da base do pseudocaule, as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 (8,60 cm) e Cateto Roxo Mineiro 2 (9,04 cm) apresentaram médias maiores do que Cateto Roxo Local (7,09 cm) (Tabela 5). Segundo Oliveira et al. (2010), a base do pseudocaule começa a se avolumar com as reservas de carboidrato, iniciando o processo de bulbificação. Esse processo depende da capacidade das plantas em realizar acúmulo de fotoassimilados no pseudocaule para posterior translocação para o bulbo.

#### **4.2. Análise dos caracteres produtivos**

Para os caracteres massa de bulbos e massa de bulbilhos, observou-se diferença significativa entre variedades, entre épocas e na interação variedades x épocas. Quanto ao diâmetro dos bulbilhos por bulbo, foram significativas as diferenças entre variedades. Para produtividade de bulbos, foram observadas diferenças significativas entre épocas e na interação variedades x épocas. Com relação ao número de bulbilhos por bulbo, verificou-se diferenças significativas apenas entre variedades, e para diâmetro de bulbos, entre épocas (Tabela 6).

A variedade Cateto Roxo Local foi a que apresentou o maior número de bulbilhos por bulbo (22,02), diferindo das variedades Cateto Roxo Mineiro 1 (6,52) e Cateto Roxo Mineiro 2 (6,10), que não diferiram entre si (Tabela 7). Em Diamantina – MG, Oliveira et al. (2010) obtiveram média de 15,25 bulbilhos por bulbo, na variedade Cateto Roxo e de 11 bulbilhos por bulbo na variedade Hozan. Comparando-se esses resultados com os obtidos na microrregião de Picos, pode-se concluir que, provavelmente, o caráter sofreu influência das condições climáticas, ocasionando diferentes respostas de acordo com o local de cultivo.

Tabela 6. Resumo das análises de variância referentes aos caracteres: massa de bulbos (MB), diâmetro de bulbos (DB), número de bulbilhos por bulbo (NBB), massa de bulbilhos por bulbo (MBB), diâmetro dos bulbilhos por bulbo (DBB) e produtividade de bulbos de alho (PROD), avaliados após a cura, em três variedades crioulas, em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014.

Fontes de variação	Quadrados médios						
	GL	MB (g)	DB (mm)	NBB	MBB (g)	DBB (mm)	PROD (Mg ha <sup>-1</sup> )
Variedade (V)	259,35**	7,44 <sup>ns</sup>	658,71**	44,73**	80,82**	7,1710 <sup>ns</sup>	
Época (E)	143,60**	30,06**	0,54 <sup>ns</sup>	39,51**	8,71 <sup>ns</sup>	172,6188**	
V x E	215,33*	2,08 <sup>ns</sup>	2,31 <sup>ns</sup>	16,83*	4,17 <sup>ns</sup>	35,1463**	
Bloco	3	--	--	--	--	---	
Erro	15	2,84	2,85	4,82	4,31	2,21	4,8934
Média		11,57	35,81	11,55	10,62	12,72	1,22
CV (%)		14,57	4,71	19,02	19,54	11,69	18,04

n.s., \*\*, \*. Não significativo, significativo ( $p < 0,01$ ), significativo ( $p < 0,05$ ), respectivamente.

CV: coeficiente de variação; GL: graus de liberdade.

Em trabalho realizado com a variedade Regional Branco Mossoró, Honorato et al. (2013) obtiveram em média 12 bulbilhos por bulbo, em Mossoró - RN. Segundo os autores, apesar da variedade em estudo ser um clone regional, provavelmente apresentou menor número de bulbilhos pelo fato do alho-semente ter sido produzido em outra região, em condições mais favoráveis ao seu desenvolvimento. Soares (2013) utilizando essa mesma variedade em Governador Dix-sept Rosado – RN obteve em média 16 bulbilhos por bulbo.

A ocorrência de numerosos bulbilhos por bulbo é uma característica do alho seminobre (MELO et al., 2011) não desejável para o mercado, visto que quanto maior o número de bulbilhos por bulbo, menores serão as suas dimensões, perdendo assim valor comercial (SOUZA, 1990). Por outro lado, cultivares com número muito baixo de bulbilhos por bulbo é indesejável do ponto vista dos produtores, pois reduz sua capacidade de multiplicação e eleva o gasto de alho-semente por área (SOARES, 2013).

Para diâmetro dos bulbilhos, as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, com médias de 14,59 mm e 14,51 mm, respectivamente, se destacaram em relação à Cateto Roxo Local, com média de 9,05 mm (Tabela 7). Resultados semelhantes foram obtidos por Guimarães (2013), com diâmetro médio de bulbilhos de 15,21 mm, para a variedade Cateto Roxo Mineiro, e de 8,20 mm, para a variedade Cateto Roxo Local, também em Sussuapara - PI.

Maior diâmetro de bulbos foi observado na primeira época (36,93 mm) do que na segunda (34,69 mm) (Tabela 7), indicando que o plantio realizado no início de maio favorece a bulbificação, porque as variedades dispõem de um maior período com temperaturas amenas durante as noites. De acordo com Mota (2003), resultados dessa natureza possivelmente ocorrem em função das variações nas condições climáticas em que os materiais foram cultivados.

Tabela 7. Médias para diâmetro de bulbos (DB), número de bulbilhos por bulbo (NBB) e diâmetro de bulbilhos (DBB), avaliados após a cura, em três variedades crioulas de alho e em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara – PI, 2014.

Variedade/Época	MÉDIA <sup>1</sup>		
	DB (mm)	NBB	DBB (mm)
Cateto Roxo Local	36,92 a	22,02 a	9,05 b
Cateto Roxo Mineiro 1	35,36 a	6,52 b	14,59 a
Cateto Roxo Mineiro 2	35,15 a	6,10 b	14,51 a
Época 1	36,93 A	11,40 A	13,32 A
Época 2	34,69 B	11,70 A	12,11 A

<sup>1</sup>Médias com mesma letra minúscula para variedade ou maiúscula para época, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em estudos com a variedade Cateto Roxo, em Governador Dix-sept Rosado - RN, Soares (2013) obteve bulbo com diâmetro de 40,24 mm, em média. Já Honorato et al. (2013), utilizando a mesma variedade em Mossoró – RN, obtiveram diâmetro médio do bulbo de 32,74 mm. Feitosa et al. (2009), avaliando cultivares de alho em três regiões do estado do Rio de Janeiro, observaram que a cultivar Cateto Roxo apresentou variação de 22,7 mm a 35,3 mm. Oliveira et al. (2010) encontrou diâmetro de bulbo de 30,05 mm para a variedade Cateto Roxo e de 28,05 para a variedade Hozan, em Diamantina - MG. Esses resultados demonstram o alto grau de plasticidade observada nas variedades de alho para diâmetro do bulbo, provavelmente por ser dependente do tipo de solo, umidade, latitude, altitude e práticas culturais (VOLK et al., 2004).

Na primeira época de plantio, as variedades não diferiram entre si para massa dos bulbos (Tabela 8). Já na segunda época, Cateto Roxo Local apresentou bulbos mais pesados (14,96 g), do que Cateto Roxo Mineiro 1 (8,15 g) e Cateto

Roxo Mineiro 2 (7,57 g), que não diferiram entre si. Nessa época, os resultados mostram que Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 apresentaram menor massa de bulbos em 45,53% e 49,40%, respectivamente, em relação a Cateto Roxo Local. O desempenho da variedade local não foi alterado em função do fator época, com médias de 14,47 g e 14,96 g, nas épocas 1 e 2, respectivamente. Já as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 apresentaram maiores massas dos bulbos (12,20 g e 12,09 g, respectivamente) na primeira época, diferindo significativamente em relação à segunda época de plantio (8,15 g e 7,57 g, respectivamente).

Quando comparados os resultados entre épocas, as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2, na segunda época, apresentam uma redução de 33,20% e 37,40%, respectivamente, em relação a primeira época. Trevisan et al. (1997), também avaliando o efeito de épocas de plantio (março, abril e junho) no rendimento de bulbos comerciais de variedades de alho nobre, seminobre e regional em Santa Maria - RS, concluíram que em todas as variedades estudadas houve efeito de épocas. Segundo os autores, com exceção do alho regional, as demais variedades produziram bulbos menores no plantio de julho, sendo mais acentuadas as reduções de peso médio sofridas pelos cultivares nobres de ciclo curto. Tais resultados indicam que as variedades locais, por serem adaptadas, estão menos sujeitas aos efeitos às diferenças do dia de plantio.

A massa de bulbos é uma característica de fundamental importância para a comercialização do alho, uma vez que os maiores bulbos recebem as melhores cotações nos mercados consumidores (RESENDE et al., 2003). Em trabalho desenvolvido por Trani et al. (2005), foi obtida massa de bulbo de 20,30 g, para a variedade Cateto Roxo e de 14,50 g, para a variedade Roxo Mineiro, em Tietê – SP. Guimarães (2013), na microrregião de Picos - PI, observou que as variedades Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro apresentaram médias de 11,5 g e 9,0 g, respectivamente. Já Honorato et al. (2013) avaliando cultivares de alho na região de Mossoró, obtiveram massa média de 6,28 g e 9,11 g para as variedades Cateto Roxo e Hozan, respectivamente. Esses resultados são decorrentes da interação variedades com ambiente, com diferentes condições edafoclimáticas.

Para o caráter massa de bulbilhos por bulbo, as variedades apresentaram comportamento semelhante dentro da primeira época, com médias de 12,98 g (Cateto Roxo Local), 11,30 g (Cateto Roxo Mineiro 1) e 11,45 g (Cateto Mineiro 2). Na época 2, a variedade Cateto Roxo Local apresentou maior massa de bulbilho

(13,72 g) diferindo dos Mineiros 1 e 2 (7,51 g e 6,79 g, respectivamente), por ser mais adaptada às condições climáticas locais. Ainda nessa época, os resultados mostram que Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 apresentaram uma redução em massa de bulbilhos de 45,27% e 50,52%, respectivamente, em relação a Cateto Roxo Local.

Entre as épocas estudadas, as médias de massa de bulbilhos foram semelhantes para Cateto Roxo Local e Cateto Roxo Mineiro 1. Para Cateto Roxo Mineiro 2, maior massa de bulbilhos ocorreu na primeira época (Tabela 8), apresentando uma redução de 40,70% em relação a primeira época. Esses resultados foram superiores aos encontrados por Guimarães (2013), que encontrou menores médias para massa de bulbilho nas variedades Cateto Roxo Local (0,83 g) e Cateto Roxo Mineiro (2,05 g), também em Sussuapara - PI.

Tabela 8. Médias do desdobramento dos caracteres massa dos bulbos (MB), massa de bulbilho por bulbo (MBB) e produtividade de bulbos ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), de três variedades crioulas de alho avaliadas em duas épocas de plantio, no município de Sussuapara - PI, 2014.

Variedades	MB (g)		MBB (g)		Produtividade ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )	
	Época1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Cateto Roxo Local	14,47 Aa	14,96 Aa	12,98 Aa	13,72 Aa	1,36 Aa	1,30 Aa
Cateto Roxo Mineiro 1	12,20 Aa	8,15 Bb	11,30 Aa	7,51 Ab	1,53 Aa	0,85 Bb
Cateto Roxo Mineiro 2	12,09 Aa	7,57 Bb	11,45 Aa	6,79 Bb	1,58 Aa	0,71 Bb

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

Quanto à produtividade de bulbos (Tabela 8), na primeira época, as variedades estudadas não diferiram entre si. Na segunda época, Cateto Roxo Local ( $1,30 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) obteve média de produção maior do que Cateto Roxo Mineiro 1 ( $0,85 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e Cateto Roxo Mineiro 2 ( $0,71 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), que não diferiram entre si. Nessa época, os resultados mostraram que Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 apresentaram uma produtividade de bulbos inferior em 34,62% e 45,40%, respectivamente, em relação a Cateto Roxo Local. Para as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 houve diferença significativa entre épocas, sendo que as maiores médias foram obtidas na época 1, cujo período com temperaturas noturnas mais amenas foi mais longo, favorecendo a bulbificação. Quando comparados os resultados entre épocas, as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2, na segunda época, apresentam uma redução em produtividade de bulbos de 44,45% e 55,07%, respectivamente, em relação a primeira época.

Em trabalhos também realizados na microrregião de Picos - PI, Duarte (1999), avaliando o comportamento de cultivares em dois anos de plantio, em Sussuapara - PI, observou que a variedade Mossoró mostrou-se superior (4,96 Mg ha<sup>-1</sup>) nos dois anos de plantio (1997 e 1998), com as maiores produtividades obtidas no ano de 1997 (5,64 Mg ha<sup>-1</sup>), em relação as demais cultivares, não diferindo da variedade Cateto Roxo Local (5,03 Mg ha<sup>-1</sup>). Já Veloso et al. (1999), avaliando características comerciais de alho, obtiveram maiores médias de produtividade para as variedades Branco Mossoró, Cateto Roxo Local e Cateto Roxo com 4,63; 3,94 e 3,46 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Guimarães (2013) obteve produtividade de 3,76 Mg ha<sup>-1</sup> para a variedade Cateto Roxo Local e de 2,88 Mg ha<sup>-1</sup> para a cultivar Cateto Roxo Mineiro, em Sussuapara - PI.

Em Mossoró – RN, Honorato et al. (2013), avaliando as variedades Branco Mossoró, Cateto Roxo e Hozan, obtiveram médias de produtividade de 2,39, 1,83 e 0,60 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Enquanto em Santa Maria - RS, em condições climáticas mais favoráveis à cultura do alho, Trevisan et al. (1996), avaliando as variedades Roxo Pérola de Caçador e Quitéria 595, em diferentes épocas de plantio, obtiveram produtividades de 9,95 Mg ha<sup>-1</sup> e 11,4 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para verificar a relação entre os nove caracteres quantitativos avaliados estimou-se os coeficientes de correlação fenotípica, onde a maioria apresentou alta magnitude ( $r > 0,7$ ) (Tabela 9).

O caráter altura da planta apresentou correlações altas, significativa e positiva com número de bulbilhos por bulbo (0,9909), e significativas e negativas com largura da folha (-0,8704), largura da base do pseudocaule (-0,9462) e diâmetro de bulbilho por bulbo (-0,9733). Viana (2013) obteve resultados semelhantes entre altura da planta, largura da folha, largura da base do pseudocaule e número de bulbilhos por bulbo, no município de Piracicaba – SP, em condições edafoclimáticas diferentes.

A largura da base do pseudocaule se correlacionou positivamente com largura da folha (0,8936) e diâmetro de bulbilho por bulbo (0,9556), e, negativamente, com número de bulbilhos por bulbo (-0,9603), indicando que maior desenvolvimento do pseudocaule favorece a ocorrência de bulbos com menor número de bulbilhos, sendo estes de maior diâmetro, que são características desejáveis na cultura do alho. A produção de bulbos no alho está relacionada com o crescimento vegetativo da planta (ADEKPE et al., 2007), sendo que plantas com

estrutura vegetativa bem desenvolvida tem uma boa relação no sistema fonte-dreno, resultando em um melhor potencial para produzir bulbos maiores devido à translocação de nutrientes e fotoassimilados das folhas e pseudocaule para os bulbos (MATHEW et al., 2011).

Numerosos bulbilhos por bulbo é uma característica que influi negativamente na cultura do alho, pois reduz a produtividade, causando desvalorização do produto devido à produção de bulbilhos pequenos, sem padrão comercial (PETRAZZINI, 2013).

As estimativas de correlação foram altas, significativas e positivas entre massa do bulbo com diâmetro do bulbo (0,9186), massa de bulbilhos por bulbo (0,9656) e produtividade de bulbos (0,7783). Entre diâmetro do bulbo com massa de bulbilhos por bulbo (0,9277) e produtividade de bulbos (0,9223), as estimativas de correlação também foram altas, significativas e positivas, indicando que diâmetro do bulbos influi na produtividade de bulbos de alho. Segundo Petrazzini (2013), a redução do ciclo vegetativo do alho contribui para um menor crescimento dos bulbos, ocasionando menor produtividade.

Tabela 9. Coeficientes<sup>1</sup> de correlação fenotípica entre os caracteres altura da planta, em cm (AP), largura da folha, em cm (LF), largura da base do pseudocaule, em cm (LBP), massa do bulbo, em g (MB), diâmetro do bulbo, em mm (DB), número de bulbilho por bulbo (NBB), massa de bulbilho por bulbo, em g (MBB), diâmetro de bulbilho por bulbo, em mm (DBB), produtividade de bulbos, em Mg ha<sup>-1</sup> (PROD), avaliados em três variedades de alho, em duas épocas de plantio. Sussuapara - PI, 2014.

Caracteres <sup>1</sup>	AP	LF	LBP	MB	DB	NBB	MBB	DBB	PROD
LF	-0,8704*								
LBP	-0,9462**	0,8936**							
MB	0,6900	-0,7960*	-0,6799						
DB	0,4212	-0,6698	-0,4107	0,9186**					
NBB	0,9909**	-0,8531*	-0,9603**	0,7268	0,4442				
MBB	0,7243	-0,8773*	-0,7051	0,9656**	0,9277**	0,7358			
DBB	-0,9733**	0,8509*	0,9556**	-0,5560	-0,2888	-0,9575**	-0,6252		
PROD	0,0926	-0,3477	-0,0979	0,7783*	0,9223**	0,1418	0,7249	0,0674	

<sup>1\*\*</sup> e \* significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

O uso de bulbilhos maiores, com maior massa, favorece o desenvolvimento da plântula (PETRAZZINI, 2013). De acordo com Alvajo (1990), quanto maior a massa do alho-semente, maior a resposta em produtividade, independente da forma ou anomalia genético fisiológica. Isso ocorre devido a maior reserva nutritiva. Gabriel e Guiñazú (2007) afirmam que a utilização de bulbos e bulbilhos de maior diâmetro no plantio gera aumento na produção de alho.

A massa dos bulbos é uma característica de fundamental importância para a comercialização do alho, uma vez que os maiores bulbos recebem as melhores cotações nos mercados consumidores (RESENDE et al., 2003). Assim, para se obter um material de alto padrão comercial e competitivo no mercado esse caractere deve ser priorizado em programas de melhoramento do alho.

### **4.3. Análise de componentes principais**

A existência de correlação entre os caracteres possibilitou a realização da análise de componentes principais (ACP). Quando as variáveis originais não forem correlacionadas, aplicar tal análise não traz benefícios às interpretações. Nesse tipo de análise, a descrição é feita através dos componentes e vai depender da porcentagem de variação total que cada componente contém, sendo que os primeiros componentes principais gerados explicam a maior parte da variância dos dados originais. Quando as variáveis originais são altamente correlacionadas, tanto positivamente quanto negativamente, podem ser representadas por dois ou três componentes principais, obtendo-se melhores resultados (MANLY, 2008).

A ACP mostra que dentre os componentes principais, o primeiro e o segundo explicam 91,47% e 8,43% da variação dos dados, respectivamente, totalizando juntos, 99,90% da variação encontrada (Tabela 10). Isto indica que os nove caracteres estudados podem ser substituídos por estes dois componentes, com perda mínima de informação. A magnitude da variação total captada pelos primeiros componentes principais foram superiores às encontradas por Bertini et al. (2010), ao avaliar o desempenho agrônomo e a divergência genética entre genótipos de coentro no estado do Ceará, verificando que o primeiro componente principal explicou 58% e o segundo, 23%, totalizando juntos, 81% da variação total; por Cunha (2011), que estudando divergência genética em acessos de alho, observou que o primeiro componente principal explicou 17,9% e o segundo 58,7%,

representando aproximadamente 76,6% da variação total; e por Viana (2013), em trabalho realizado com variedades de alho, cujo primeiro componente explicou 43,83% e o segundo, 22,33%. Morrison (1976) relata que devem ser absorvidos nos dois primeiros componentes um mínimo de 75% de toda variação existente entre os acessos.

Tabela 10. Variância (autovalor) de cada componente principal e sua importância em relação à variância total estimada em três variedades crioulas de alho. Sussuapara-PI, 2014.

Componente principal	Variância	Variância (%)	Variância acumulada (%)
CP1	1303,20	91,47	91,47
CP2	120,06	8,43	99,90
CP3	1,16	0,08	99,98
CP4	0,15	0,01	99,99
CP5	0,07	0,01	100,00
CP6	0,00	0,00	100,00
CP7	0,00	0,00	100,00
CP8	0,00	0,00	100,00
CP9	0,00	0,00	100,00

Na análise dos autovetores associados a cada componente principal (Tabela 11), verifica-se que os caracteres: massa de bulbilho por bulbo (0,36), altura da planta (0,35), massa do bulbo (0,35) e número de bulbilho por bulbo (0,35), foram os que mais contribuíram para a variabilidade no primeiro componente principal (CP1). Na formação do segundo componente principal (CP2), os caracteres que mais contribuíram foram: produtividade de bulbos (0,59), diâmetro de bulbos (0,44) e diâmetro de bulbilho por bulbo (0,36). Os caracteres que apresentaram maiores coeficientes (autovetores) nos componentes com maiores autovalores são os que apresentam maiores contribuições (CRUZ et al., 2012).

Em estudo realizado por Viana (2013), utilizando a análise de componentes principais na caracterização da diversidade genética existente em doze variedades de alho, sendo três destas oriundas da microrregião de Picos, verificou-se que os caracteres altura da planta (0,39) e número de bulbos por bulbo (0,36) foram as que mais contribuíram para formação do primeiro componente principal. Na formação do segundo componente principal, os caracteres que mais influenciaram foram largura da folha (0,27) e percentagem de plantas com bulbos aéreos (0,25),

enquanto na formação do terceiro componente, os caracteres comprimento da folha (0,55) e altura da planta (0,38) tiveram as maiores contribuições.

Tabela 11. Autovetores associados aos caracteres e aos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2), estimados em três variedades crioulas de alho. Sussuapara-PI, 2014.

Caracteres	CP1	CP2
Altura da planta (cm)	0,35	-0,26
Largura da folha (cm)	-0,37	0,06
Largura da base do pseudocaule (cm)	-0,35	0,26
Massa do bulbo (g)	0,35	0,25
Diâmetro de bulbo (mm)	0,29	0,44
Nº de bulbilho/bulbo	0,35	-0,24
Massa de bulbilho/bulbo (g)	0,36	0,22
Diâmetro de bulbilho/bulbo (mm)	-0,32	0,36
Produtividade (mg ha <sup>-1</sup> )	0,18	0,59

No gráfico *biplot* (Figura 3), contendo os dois primeiros componentes principais, foi possível analisar o comportamento das variedades, em relação aos caracteres quantitativos estudados em duas épocas de plantio.

As variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, na primeira época de plantio, se agruparam no sentido dos caracteres relacionados à produção (largura da base do pseudocaule, massa do bulbo, diâmetro do bulbo, massa de bulbilho por bulbo, diâmetro de bulbilho por bulbo e produtividade de bulbos). Essas variedades apresentaram melhor desempenho na época 1, por terem maior período com temperaturas noturnas favoráveis à bulbificação.

Na segunda época de plantio, as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 se posicionaram no quadrante com as menores médias para os caracteres relacionados à produção (massa do bulbo, diâmetro do bulbo, massa de bulbilho por bulbo e produtividade de bulbos).

A variedade Cateto Roxo Local, nas épocas 1 e 2, se posicionou no sentido da progressão dos caracteres altura da planta e número de bulbilhos por bulbo. A altura da planta apresentou correlações significativas e de altas magnitudes, positiva com número de bulbilhos, e negativa com diâmetro de bulbilho por bulbo, que são características indesejáveis na cultura do alho.

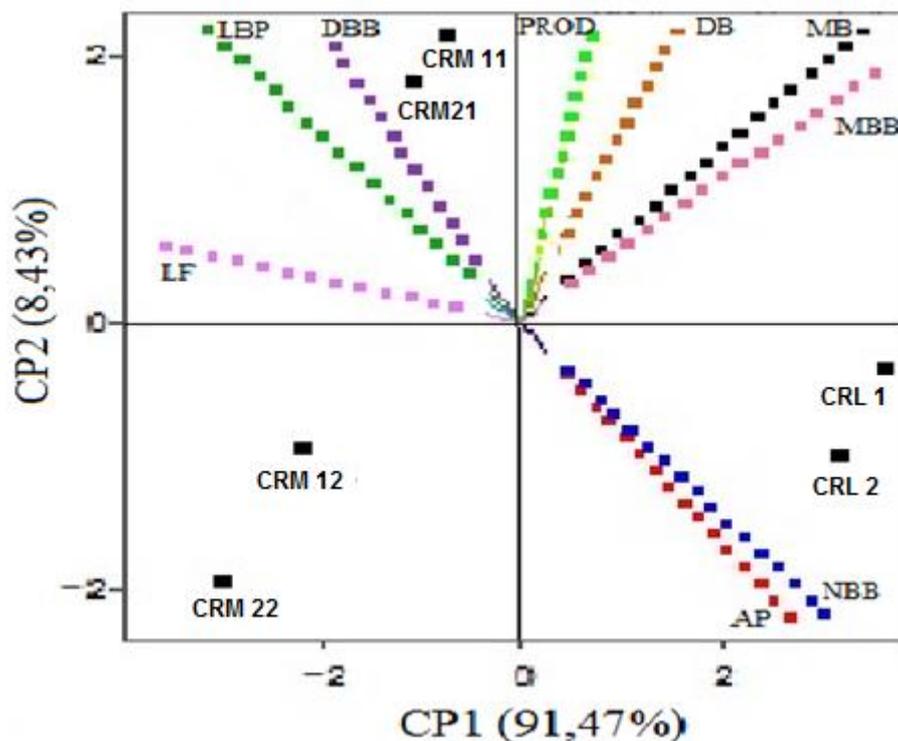


Figura 3. Gráfico Biplot com os nove caracteres quantitativos, analisados em três variedades crioulas de alho. Sussuapara-PI, 2014.

CRL 1 (Cateto Roxo Local, na época 1); CRL 2 (Cateto Roxo Local, na época 2); CRM 12 (Cateto Roxo Mineiro 1, na época 2); CRM 22 (Cateto Roxo Mineiro 2, na época 2); CRM 11 (Cateto Roxo Mineiro 1, na época 1); CRM 21 (Cateto Roxo Mineiro, 2 na época 1).

Altura da planta (AP), largura da folha (LF), largura da base do pseudocaule (LBP), massa de bulbos (MB), diâmetro de bulbos (DB), número de bulbilhos por bulbo (NBB), massa de bulbilho por bulbo (MBB), diâmetro dos bulbilhos por bulbo (DBB) e produtividade de bulbos de alho (PROD).

Pela análise do gráfico *biplot* (Figura 3), verifica-se as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2, na primeira época de plantio, apresentaram maiores médias para caracteres relacionados à produção, evidenciando uma resposta positiva às condições climáticas dessa época, enquanto a variedade Cateto Roxo Local, por ser adaptada, apresentou comportamento semelhante, nas duas épocas. Logo, a época de plantio teve influência sobre material genético estudado. De acordo com Faria et al. (2009), a diversidade das condições ambientais contribui para que ocorra a interação genótipo  $\times$  ambiente, podendo alterar o desempenho relativo dos genótipos em virtude das diferenças entre ambientes. Nesse sentido, as variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 devem ser recomendadas para o plantio no início do mês de maio. Já, para Cateto Roxo Local, mesmo que ocorra atraso no plantio, não haverá diminuição na produtividade de bulbos.

## 5. CONCLUSÕES

As variedades Cateto Roxo Mineiro 1 e 2, provenientes de Francisco Sá - MG e Cateto Roxo Local, apresentam comportamento semelhante na fase vegetativa das plantas, considerando as duas épocas de plantio.

Cateto Roxo Local apresenta desempenho superior para massa de bulbos e massa de bulbilhos por bulbo, enquanto Cateto Roxo Mineiro 1 e Cateto Roxo Mineiro 2, se destacam quanto ao diâmetro dos bulbilhos por bulbo.

As correlações observadas entre as larguras da base do pseudocaule e da folha, diâmetro e número de bulbilho por bulbo, indicam que maior desenvolvimento do pseudocaule e das folhas favorece a ocorrência de bulbos com menor número de bulbilhos, sendo estes de maior diâmetro, que são características desejáveis na cultura do alho.

Cateto Roxo Mineiro 1 e 2 devem ser recomendadas para o plantio no início do mês de maio, enquanto Cateto Roxo Local, por ser adaptada, pode ser plantada até a terceira semana, em Sussuapara – PI.

## REFERÊNCIAS

- ADEKPE, D. I.; SHEBAYAN, J. A. Y.; CHIEZEY, U. F.; MIKO, S. Yield responses of garlic (*Allium sativum* L.) to oxidation, date of planting and intra-row spacing under irrigation at Kadawa, Nigeria. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 12, p. 1785-1789, ago, 2007.
- AGRIANUAL. São Paulo: FNP, 1999. p. 145-151.
- AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. de C. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Sussuapara. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004. 8p.
- ALJARO, A. U. Evaluación de sistemas de plantación u de tipos de semillas de ajos (*Allium sativum* L.). Densidade de pobalción una distribución de plantación em hileras simples y multiples. **Agricultura Técnica**, Santiago, v.50, p. 358-365, out-dez, 1990.
- ANDERBERG, M. R. Cluster Analysis for Applications. **Probability and mathematical statistics**, London, v. 19, p 142-148, april, 1973.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO - ANAPA. **Importação de alho no Brasil 2011**. Disponível em: <www.anapa.com.br> Acesso em: 06 de dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO - ANAPA. **Nosso Alho**. Brasília n. 20, 2014. 32p.
- BACELAR, P. A. A. **Caracterização citogenética em acessos de *Allium sativum* L.** 2014. 59f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
- BARBIERI, R. L.; LEITE, D. L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2 p. 303-308, abr. 2005.
- BARBOSA, M. A. L. **Estudos diversos**: aspectos da produção e comercialização do alho. Teresina: CEPRO, 1976. 56 p.
- BERTINI, C. H. M.; PINHEIRO, E. A. R.; NÓBREGA, G. N.; DUARTE, J. M. L. Desempenho agrônomo e divergência genética de genótipos de coentro. **Ciência Agrônômica**, Rio Largo, v. 41, n. 3, p. 409-416, jul-set. 2010.
- BESPALHOK, J. C. F.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. Uso e conservação do germoplasma. In: BESPALHOK, J. C. F.; GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. **Melhoramento de Plantas**. Disponível em: <http://www.bespa.agraria.ufpr.br/conteudo> (2007). Acesso em: 11 de out. 2014.
- BLOCK, E. **Garlic and other alliums**: the lore and the science. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry, 2010. 454p.
- BRASIL. Emater. Embrapa. Emater-Go. Emgopa. **Sistemas de produção para alho, Inhumas-GO**. Boletim n. 268, 1980. 21p.
- BREWSTER J. L. **Onions and other vegetable alliums**. 2. ed. CAB Internacional:Wallingford, UK. 2008. 432 p.
- BROWN, A. H. D. Core collection: a practical approach to genetic resources management. **Genome**, Ottawa, v. 31, p. 818-824, out-nov. 1989.

- CHIORATO, A. F. **Divergência genética em acessos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) do banco de germoplasma do Instituto Agrônomo-IAC**. 2004. 85p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Vegetal) - Instituto Agrônomo-IAC, Campinas, 2004.
- COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; COELHO, R. L.; MAY, A.; SANTOS, G. M. Desempenho produtivo de cultivares de alho em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, suplemento CD-ROM, 2001. 4 p. CEPRO, 1976. 55 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1, 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.
- CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.
- CUNHA, C. P. **Desenvolvimento de marcadores microssatélites e caracterização da diversidade genética molecular de acessos de alho (*Allium sativum* L.)**. 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- CUNHA, C. P.; RESENDE, F. V.; PINHEIRO, J. B. Caracterização molecular de bancos de germoplasma de alho e implicações no melhoramento genético. **Revista Nosso Alho**, Brasília, n. 13, p. 29-38, abr. 2012.
- CURI, P. R.; TERADA, L.; BECKERS, P. J.; ALVES, A. Análise multivariada da influência per capita de nutrientes em 44 países. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 8, p. 1123-1128, ago. 1992.
- DIAS, C.T. S. Análise de dados através do SAS para Windows. **Jornada de estatística de Maringá**, n. 2, Universidade Estadual de Maringá, 1999, p. 109.
- DIAS, L.A.S. Análises multidimensionais. In: ALFENAS, A.C. (Ed.). **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos**. Viçosa: UFV, 1998. p. 405-475.
- DOORENBOS, J; KASSAM, A. H. Yield Response to Water. **FAO Irrigation and Drainage paper**. n. 33, FAO, Rome, Italy. 1979.193 p.
- DROESBEKE, J. J.; FINE, J. Analisis en componentes principales. In: SEMINARIO DE CAPACITACION DE DOCENTES, 2. 1995. Bruxelles. **Anais...** Bruxelles: Universidade Central de Venezuela. 1995.
- DUARTE, R. L. R.; VELOSO, M. E. da C.; MELO, F. de B.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; RIBEIRO, V.Q. **Comportamento de cultivares de alho na microrregião de Picos-PI** - Embrapa Meio-Norte. 14p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa, 24). Teresina, 1999.
- FARIA, A.P.; Moda-Cirino, V.; BURATTO, J. S.; SILVA, C. F. B.; DESTRO, D. Interação genótipo x ambiente na produtividade de grãos de linhagens e cultivares de feijão. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v.31, n.4, p. 579-585, dez. 2009.
- FEITOSA, H. O.; 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, ago. 2009.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Ed. UFLA, 2008. 662p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 421 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Statistical databases**. Disponível em <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 06 dez. 2014.

FRANKEL, O. H.; BENNETT, E. (Ed.). **Genetic resources in plants: their exploration and conservation**. Oxford: Oxford Blackwell, 1970. 554p.

FRITSCH, R. M.; BLATTNER, F. R.; GURUSHIDZE, M. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel) Rouy (Alliaceae) based on molecular and morphological characters. **Phyton**, Horn, v. 49, p. 45-220, mar. 2010.

FRITSCH, R. M.; FRIESEN, N. Evolution, domestication and taxonomy. **Allium Crop Science: Recent Advances**, 2002. 22p.

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

GUIMARÃES, A. R. C. **Níveis de nitrogênio com e sem boro em cultivares de alho no município de Sussupara, PI**. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v. 27 n. 9 p. 1-85 set. 2014.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>> Acesso em: 20 fev. 2015.

IPGRI. Descriptors for *Allium* (*Allium* spp.). **International plant genetic resources institute**, Rome, 2001.

KAMENETSKY, R.; FRITSCH, R. M. Ornamental Alliums. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. **Allium crop science: recent advances**. Wallingford, U. K: CABI Publishing, 2002. p. 459-491.

KUMARI, K.; AUGUSTI, K. T. Antidiabetic and antioxidant effects of S-methyl cysteine sulfoxide isolated from onions (*Allium cepa* Linn) as compared to standard drugs in alloxan diabetic rats. **Indian Journal of Experimental Biology**, Thiruvananthapuram, v. 40, n. 9, p.1005-1009, jun. 2002.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e textos, 2000, 531 p.

LISBÃO, R. S.; SIQUEIRA, W. J.; FORNASIER, J. B.; TRANI, P. E. Avaliação de cultivares de alho. In: CANGIARI, A. M.; FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G.P. (Eds.). **O Melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p. 223-253.

- LUCINI, M. A. Alho no Brasil: um pouco da história dos números desse nobre roxo. **Revista Nosso Alho**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 16-21, dez. 2008.
- LUCINI, M. A. **Manual prático de produção de alho**. 2. ed. Curitiba: GRN. 2004. 140p.
- LUCINI, M.A. **Alho safra 2010/2011**. Curitiba: [s. n.], 2010.
- LUCINI, M. A. **Produção de alho nobre vernalizado**. Curitiba: [s. n.], 2009.
- LYRA, W. S.; SILVA, E. C.; ARAÚJO, M. C. U. F.; WALLACE, D.; VERAS, G. Classificação periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 7, abr. 2010.
- MADEIRA, N. R.; REIFSCHEIDER, F. J. B.; GIORDANO, L. B. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 4, p.428-432, dez. 2008.
- MANLY, B. J. F. **Métodos estatísticos multivariados**: uma introdução. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 230p.
- MATHEW, D. et al. Effect of long photoperiod on the reproductive and bulbing processes in garlic (*Allium sativum* L.) genotypes. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 71, n. 2, p. 166-173, June 2011.
- MATUS, I.; GONZÁLEZ, M. I.; POZO, A. de. Evaluation of phenotypic variation in a Chilean collection of garlic (*Allium sativum* L.) clones using multivariate analysis. **Plant Genetic Resources Newsletter**, Fiumicino, v. 153, n. 117, p. 31-36, jan. 1999.
- MELO, W. F.; RESENDE, F. V.; FILHO, E. G.; DUSI, A. N. Da bancada ao agricultor: a transferência da tecnologia de alho livre de vírus aos agricultores familiares da Bahia. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 81-114, jan. 2011.
- MENEZES SOBRINHO, J. A. de. **Cultivo do alho (*Allium sativum*)**. 3.ed. Brasília, DF, EMBRAPA/CNPq, 1997. 16 p. (Instruções Técnicas, 2)
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 295p.
- MONTEIRO, H. N. B. ; CARVALHO, J. C. ; SOUZA, A. M. D. ; VIANA, J. P. G. ; SANTOS, K. B. ; BEZERRA, A. A. C. ; LOPES, A. C. A. ; GOMES, R. L. F. Coleta de germoplasma de alho e diagnóstico do sistema de produção na microrregião de Picos - Piauí. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2012, Belém - PA. **Anais do II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**, 2012.
- MORRISON, D.F. **Multivariate statistical methods**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1976. 85p.
- 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**, Lavras, v. 4, n. 8, dez. 2005.
- MOTA, J. H. **Diversidade genética e características morfológicas, físico-química e produtivas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.)**. 2003, 122 f. Tese (Doutorado em Fitotecnica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

- OLIVEIRA, F. L.; DORIA, H.; TEODORO, R. B.; RESENDE F.V. Características agrônômicas de cultivares de alho em Diamantina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 355-359, jul-set. 2010.
- PEREIRA, T. N. S. **Germoplasma**: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas. Viçosa, MG: Arca, 2010. 250p.
- PETRAZZINI L. L. **Inovações tecnológicas para produção de alho de qualidade para o mercado brasileiro**. 2013. 83p. Tese de Doutorado (Produção Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2013.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 2009, 467p.
- PUIATTI, M.; FERREIRA, F.A. Cultura do alho. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura**: teoria e prática, Viçosa: Suprema, p. 299-322, 2005.
- QUIROGA, G. C.; SILVA, Z. P. da; CARVALHO, E. F. de; BENTO, N. P. Custo de produção de alho. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v. 5, n. 1, p. 77-90, 1975.
- REGHIN, M. Y. R.; OTTO, R. F.; ZAGONEL, J.; PRIA, M. D.; VINNE, J. VAN DER. Respostas produtivas do alho a diferentes densidades de plantas e peso de bulbilhos-semente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 87-94, jan./fev. 2004.
- RESENDE, G. M.; CHAGAS, S. J. R.; PEREIRA, L. V. Características produtivas e qualitativas de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 686-689, out-dez. 2003.
- 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**, v. 31, n. 1, p. 157-162, jan, 2013.
- ROCHA, E. F.; ASSUNÇÃO FILHO J. R.; ORASMO, G. R. Coleta, caracterização e documentação do germoplasma de alho na Região Sudeste do Piauí – Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém. **Anais...** Belém: SBRG. 2012. 1 CD-ROM.
- SANTOS P. R. **Atributos do solo em função dos diferentes usos em perímetro irrigado do sertão de Pernambuco**. 2010. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- SANTOS, K. B.; GOMES, J. M. A. Aspectos ambientais e de mercado da involução na produção de alho na microrregião de Picos, PI. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 6., 2012, **Anais...** Belém, ANPPAS: Belém, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS/ETS® User's Guide, Version 7-2**. Cary: SAS Institute, 1999. 1550p.
- SEDOGUCHI, E. T.; CARMO, M. G. F.; PARRAGA, M. S.; TOZANI, R.; ARAÚJO, M. L. Características morfológicas, de produção e efeitos da vernalização sobre cultivares de alho em duas épocas de plantio em Seropédica-RJ. **Agronomia**, v. 36, nº.1/2, p. 42-47, jan-dez. 2002.

- SIMPSON, M. G. **Plant Systematics**. Londres: Elsevier Academic Press, 2006. 608 p.
- SIQUEIRA, W. J.; TAVARES, M.; TRANI, P. E. **Variedades de alho para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 26p.
- SOARES A. M.. **Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-Sept Rosado-RN**. 2013. 104f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2013.
- SONNENBERG, P. E.; BORGES, J. D.; CHAVES, L. J. Efeitos da frigorificação do alho-planta e da época de plantio na produção de alho cv. Cateto Roxo. **Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária**, Goiânia, v. 28, n. 1, p.1-7, mar. 1998.
- SONNENBERG, P. E.; OLIVEIRA, F. R.; ALMEIDA, B. G.; ARAÚJO, C. R.; UMBELINO, G. J.; GONÇALVES J. P.; ALVARENGA, S. J. Ensaio nacional de variedades de alho (*Allium sativum* L.) em Picos, PI. **Revista de Olericultura**, Campinas, v. 16, p. 39-40, 1973.
- SOUZA, E. C.; BORBA, E. L.; RIBEIRO, R. A.; LOVATO, M. B. **Diversidade genética. Biota Minas**: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2009. 624p.
- SOUZA, R. J. **Influência do nitrogênio, potássio, cycocel e paclobutrazol na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1990, 143 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Viçosa, Viçosa, 1990.
- SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: EdUFLA, 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, DF, v. 29, n. 4, p. 498-503, 2011.
- STAVĚLÍKOVÁ, H. Morphological characteristics of garlic (*Allium sativum* L) genetic resources collection. **Horticulture Science**, Prague, v. 35, n. 3, p. 130-135, may, 2008.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 819 p. 2008.
- TRANI, P. E. **Cultura do alho (*Allium sativum*)**: diagnóstico e recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo. 2009. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_2/alho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/alho/index.htm). Acesso em: 15 nov 2014.
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; FOLTRAN, D. E.; TIVELLI, S. W.; RIBEIRO, I. J. A. Avaliação dos acessos de alho pertencentes à coleção do Instituto Agrônômico de Campinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 4, p. 935-939, out-dez. 2005.
- TRANI, P. E.; TAVARES, M.; SIQUEIRA, W. J.; SANTOS, R. R.; BISÃO, L. G.; LISBÃO, R. S. Cultura do alho recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico**, n. 170, Campinas: IAC, 1997. 39p.
- TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A.; SANTOS, N. R. Z. Influência da época de plantio na produção de classes de bulbos comerciais de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 7-11, jan-mar. 1997.

TREVISAN, J. N.; MARTINS, G. A. K.; SANTOS, N. R. Z. Influência de épocas de plantio e cultivares no rendimento total da cultura do alho (*Allium sativum* L.) em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 29-32, jan./abr., 1996.

VELOSO, E. C.; DUARTE, R. L. H.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; MELO, F. B.; RIBEIRO, V. Q. Características comerciais de alho em Picos, PI. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 234-236, nov. 1999.

VIANA, J. P. G. **Diversidade genética em alho (*Allium sativum* L.)**. 2013. 56 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.

VOLK, G. M.; HENK, A. D.; RICHARDS, C. M. Genetic diversity U. S. garlic clones as detected using AFLP methods. **Journal American Society Horticulture Science**, Lancaster, v. 129, n. 4. p. 559-569, feb. 2004.