



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

ANTONIA TAMIRES MONTEIRO BESSA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ALHO COMUM E NOBRE EM
FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

MOSSORÓ-RN
2016

ANTONIA TAMIRES MONTEIRO BESSA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ALHO COMUM E NOBRE EM
FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

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

Co-orientador:
D. Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes

MOSSORÓ-RN
2016

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

B557c Bessa, Antonia Tamires Monteiro.

Caracterização físico-química de alho comum e nobre em função do tempo de armazenamento / Antonia Tamires Monteiro Bessa. – 2016.

45 f. : il.

Orientadora: Maria Zuleide de Negreiros.

Coorientador: Welder de Araújo Rangel Lopes.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2016.

1. *Allium sativum* L. 2. Pós-colheita. 3. Sólidos solúveis. 4. Pungência. I. Negreiros, Maria Zuleide de, orient. II. Lopes, Welder de Araújo Rangel, coorient. III. Título.

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

ANTONIA TAMIRES MONTEIRO BESSA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ALHO COMUM E NOBRE EM
FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

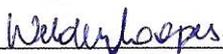
Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

Defendida em: 24 / 10 / 2016

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a D.Sc. Maria Zuleide de Negreiros (UFERSA)
Presidente



D.Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes (UFERSA)
Membro Examinador



Prof.^a D.Sc. Elizângela Cabral dos Santos (UFERSA)
Membro Examinador

Ao meu filho Heitor, meu bem maior, com quem aprendi que ser mãe é mais do que uma ligação maternal, é um sorriso que liga a gente para sempre.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças de chegar até aqui diante das dificuldades. Obrigada, senhor, pela vida, saúde e proteção.

Aos meus pais, Francisco e Socorro, pela educação, amor, dedicação e por sempre acreditarem em mim.

Ao meu pequeno Heitor, pelo amor incondicional, por tornar meus dias mais alegres; com ele aprendi a ser mais forte, lutar sempre nunca desistir.

À Universidade Federal Rural do Semi-árido, por mais uma oportunidade na minha qualificação profissional.

À Capes, pela bolsa concedida durante o curso de mestrado.

À professora e orientadora Maria Zuleide, pelo carinho, oportunidade e confiança; obrigada pelo exemplo de pessoa e profissional que você é. Se hoje cheguei até aqui, devo a você, por isso minha eterna gratidão.

Ao pesquisador e co-orientador Welder Lopes, pela ajuda, força, amizade e compreensão. Obrigada por tudo.

À professora Elizangela, pela participação da banca com a exposição de ideias para a melhoria deste trabalho.

Aos queridos amigos de trabalho Otaciana, Welder, Gabrielly, Renan, Mayky, Thiago, Adriano, Hiago e Ramon, obrigada pela colaboração durante a realização da pesquisa, e pelos momentos de descontração, pois muitas vezes chegava à Ufersa triste, estressada e saía alegre. Vocês serão inesquecíveis.

Ao senhor Antônio Sebastião de Medeiros, pela ajuda na realização das atividades de campo, bem como aos laboratoristas do CPVSA/UFERSA, pela ajuda na realização das atividades de laboratório.

A todos que contribuíram de maneira direta ou indireta para a realização de mais uma etapa da minha vida.

Obrigada!

RESUMO

BESSA, Antonia Tamires Monteiro. **Caracterização físico-química de alho comum e nobre em função do tempo de armazenamento**. 2016. 45f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

O armazenamento pós-colheita pode ser uma ferramenta importante para os produtores de alho, quando se deseja fornecer produto de boa qualidade ao mercado consumidor não apenas na época da safra, como também para obtenção de melhores preços no mercado. Desse modo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a caracterização físico-química de alho comum e nobre em função do tempo de armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas cultivares de alho: BRS Hozan e Roxo Pérola de Caçador, e as subparcelas pelo tempo de armazenamento: 0, 30, 60, 90 e 120 dias após o toalete. Foram avaliadas: perda de peso, índice de chochamento, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pungência, sólidos totais e índice industrial. Com o tempo de armazenamento, houve aumento na perda de peso, índice de chochamento e acidez titulável, além de redução no pH, relação SS/AT e índice industrial. A cultivar Roxo Pérola de Caçador teve maior potencial de armazenamento que a cultivar Hozan.

Palavras-chave: *Allium sativum* L., pós-colheita, sólidos solúveis, pungência

BESSA, Antonia Tamires Monteiro. **Physicochemical characterization of common and noble garlic according to storage time.** 2016. 45p. Dissertation (Mastery in Agriculture: Phytotecny) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

ABSTRACT

The post-harvest storage can be an important tool for garlic producers, when the objective is to provide good quality product to the consumer market not only at the time of the harvest, but also to obtain better prices on the market. Thus, the aim with this study was to evaluate the physicochemical characterization of common and noble garlic according to storage time. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The treatments were arranged in split plots, and the plots were represented by garlic cultivars: BRS Hozan and Roxo Pérola de Caçador and the subplots were represented by the storage time: 0, 30, 60, 90 and 120 days after the toilet. We evaluated: weight loss, pith index, soluble solids, total, titratable acidity, pH, soluble solids / titratable acidity, pungency, total solids and industrial index. With the storage time there was an increase in weight loss, pith index and titratable acidity, besides reduction in pH, SS /AT ratio and industrial index. The Roxo Pérola de Caçador had greater storage potential than Hozan cultivar.

Keywords: *Allium sativum* L., postharvest, soluble solids, pungency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Perda de peso de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	23
Figura 2-	Índice de chochamento de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	25
Figura 3-	Acidez titulável de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	27
Figura 4-	pH de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	28
Figura 5-	Sólidos solúveis de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	29
Figura 6-	Relação sólidos solúveis/ acidez titulável de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	30
Figura 7-	Pungência de cultivares de alho armazenado por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	32
Figura 8-	Sólidos totais de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	33
Figura 9-	Índice industrial de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Perda de peso, índice de chochamento, acidez titulável, pH e sólidos solúveis de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	24
Tabela 2-	Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), pungência, sólidos totais (ST) e índice industrial (II) de cultivares de alho, armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Usos e valor nutracêutico do alho.....	13
2.2	Caracterização físico-química de cultivares de alho.....	13
2.3	Efeitos do tempo de armazenamento sobre a qualidade pós-colheita do alho.....	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1	Perda de Peso.....	22
4.2	Índice de chochamento.....	24
4.3	Acidez titulável e pH.....	26
4.4	Sólidos solúveis.....	28
4.5	Relação sólidos solúveis/acidez titulável.....	30
4.6	Pungência.....	31
4.7	Sólidos totais.....	32
4.8	Índice industrial.....	33
5	CONCLUSÕES.....	35
	REFERÊNCIAS.....	36
	APÊNDICE.....	42

1. INTRODUÇÃO

O alho está entre as hortaliças mais importantes em termos econômicos no Brasil, com um valor de comercialização de 485,3 milhões de reais em 2014, sendo superado apenas por tomate, batata e cebola. O consumo nacional de alho, em 2015, foi de 120.569 t (1,5 kg/habitante/ano), sendo que 60 a 65% foram importados da China e Argentina (IBGE, 2016).

Um dos principais problemas encontrados pelos produtores brasileiros de alho ainda é a concorrência com o alho importado, principalmente da China, que apresenta boa qualidade em termos de aparência dos bulbos, mas inferior ao nacional quanto aos aspectos condimentares, além de preços altamente competitivos no mercado (ANAPA, 2014). Nesse país, a produção de alho é subsidiada pelo governo e, ao entrar no Brasil, o custo final do produto é menor, garantindo mercado (PRATI, 2010).

Considerado como um dos principais condimentos utilizados na culinária brasileira e em outros países, o alho se destaca por possuir características excepcionais de sabor e aroma. Os compostos organosulfurados são responsáveis pela pungência, sabor e aroma característico dessa hortaliça (BOTREL; OLIVEIRA, 2012).

A composição físico-química do alho é variável de acordo com a cultivar, condições climáticas, tratos culturais, períodos de cura e armazenamento. Após a colheita, os alhos tendem a perder umidade e seus compostos voláteis que lhes fornecem o aroma característico (CARVALHO et al., 1991).

O armazenamento em condição ambiente é muito utilizado para as culturas da cebola e do alho, permitindo aos produtores a comercialização escalonada do produto, obtendo-se melhores preços e evitando a concentração de ofertas em período curto do ano (OLIVEIRA et al., 2004). Porém, é necessária a realização de trabalhos visando a determinar o melhor tempo de armazenamento na composição físico-química e, conseqüentemente, na qualidade dos bulbos.

Desse modo, objetivou-se avaliar a caracterização físico-química de alho comum e nobre em função do tempo de armazenamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Usos e valor nutracêutico do alho

O alho é a segunda aliícea mais cultivada no mundo, vindo logo após a cebola comum. É usado na alimentação *in natura*, cozido, frito ou desidratado, apresentando substâncias benéficas à saúde, como oligossacarídeos, glicosídeos esteroidais, flavonoides, antocianinas, óleos essenciais, pectinas, frutanos, vitaminas B1, B2, B6, C, E, além de sais minerais (enxofre, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, zinco, sódio e ferro), as é o alto conteúdo de compostos voláteis de enxofre, em grande parte na forma de alicina, o responsável por suas propriedades medicinais (CUNHA, 2011).

É indicado como agente adjuvante na terapia para a prevenção de diversas enfermidades crônicas, tais como doenças do coração, infecções e aterosclerose. A maioria dos benefícios de saúde do alho tem sido atribuída à atividade antioxidante de compostos organosulfurados, predominantemente alicina (QUEIROZ et al., 2009; RAHMAN; LOWE, 2006).

No Brasil, grande parte do alho era comercializada na forma *in natura*, mas nos últimos anos a busca por produtos prontos aumentou, e a pasta é a forma mais usual de consumo do alho processado, embora a indústria tenha também explorado o alho desidratado, pó dessecado, conservas e óleos encapsulados com bastante sucesso (REZENDE et al., 2003).

2.2 Caracterização físico-química de cultivares de alho

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

As análises físico-químicas do alho podem indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria, maior capacidade de armazenamento pós-colheita e também, de acordo com Oliveira (1999), a melhor época para a realização da colheita.

Variáveis como pH, acidez titulável, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez titulável, açúcares solúveis totais, sólidos totais, pungência, índice industrial, dentre outros, são importantes para a determinação da qualidade do alho (SOARES, 2013; LOPES et al., 2016).

O pH é um indicativo de sabor de uma hortaliça, tendo relação inversa à acidez. Contudo, a capacidade-tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis no pH, que pode ser observado na cultura do alho (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Lucena et al. (2016), estudando cultivares de alho seminobre nos municípios de Baraúna e Governador Dix-sept Rosado, verificaram valores de pH variando de 5,99 a 6,02 para a cultivar Hozan e 5,95 a 6,16 para Gigante do Núcleo, ao passo que Lopes et al. (2016), trabalhando com a cultivar de alho nobre Roxo Pérola de Caçador submetido à períodos de vernalização e épocas de plantio no município de Baraúna, obtiveram um valor de pH que variou de 5,84 a 6,03.

A acidez em produtos hortícolas é atribuída principalmente aos ácidos orgânicos, que contribuem para o aroma característico, por apresentar componentes voláteis, além de compostos fenólicos, que apresentam caráter ácido, podendo contribuir para a acidez e adstringência. Vale ressaltar que quanto mais elevada for a acidez, melhor será a característica industrial do alho (CHAGAS et al., 2003; LOPES et al., 2016; LUCENA et al., 2016). Valores de acidez de 0,48 a 0,73% foram encontrados por Chagas et al. (2003) trabalhando com diferentes cultivares de alho em Lavras-MG. Soares (2013) – ao estudar as cultivares Amarante, Branco Mossoró, Cateto Roxo, Catiguá, Caturra, Centenário, Chileno PR, Chinês Real, Gravatá, Mexicano e Morano Arequipeno, nas condições de Governador Dix-sept Rosado – obteve valores de acidez titulável variando de 5,33 a 7,76%, ao passo que Lucena et al. (2016) obtiveram valores para a BRS Hozan de 4,64 a 8,44 mEq H_3O^+ /100 g em Baraúna, RN enquanto no município de Governador a acidez variou de 5,82 a 6,54 mEq H_3O^+ /100 g.

A determinação do teor de sólidos solúveis também é de grande importância, pois nesta fração encontram-se os açúcares responsáveis em parte pelo sabor característico do alho (CARVALHO et al., 1987; LOPES et al., 2016, LUCENA et al., 2016). Os açúcares presentes nas espécies do gênero *Allium*, incluindo o alho, são glicose (1,0 %), frutose (1,5%) e sacarose (1-1,5%), juntamente com uma série de oligossacarídeos (CARVALHO et al., 1987; BARREIROS et al., 2005; PUIATTI; FERREIRA, 2005).

Mota et al. (2003), estudando seis cultivares de alho do grupo semi-nobre (Gigante Roxo; Gigante Roxão, Amarante; Cateto Roxo, Gravatá e Gigante Curitibanos), nas condições de Lavras, MG, encontraram valores de sólidos solúveis de 29,33 a 37,16%. Prati (2010), avaliando as cultivares Roxinho, Santa Catarina Roxo, Comercial (Chinês), Gigante de Curitibanos e Assai, em São Paulo, obtiveram valores de sólidos solúveis entre 23,50 a 28 ° Brix, ao passo que médias de 32,82 a 33,91% de sólidos solúveis foram observadas por Lopes et al. (2016), trabalhando com a cultivar Roxo Pérola de Caçador, em Baraúna-RN. Lucena et al. (2016) obtiveram valores máximos estimados de sólidos solúveis para a cultivar BRS Hozan de 38,20% em Baraúna-RN e 38,40% em Governador Dix-sept Rosado-RN.

O valor de sólidos totais do alho em comparação com outras hortaliças (cebola, cenoura, pimentão, tomate) é bastante acentuado, apresentando as melhores perspectivas para a desidratação, devido ao maior rendimento comparativo, ou seja, obtém-se maior quantidade de alho desidratado por peso de matéria prima utilizada (STRINGHETA; MENEZES SOBRINHO, 1986). Variação de 31,65 a 35,14% do teor de sólidos totais foi observado por Lopes et al. (2016), ao passo que Soares (2013) verificou valores de 20,42 a 25,36% entre as cultivares estudadas no município de Governador Dix-sept Rosado. Em Lavras, MG, Oliveira (1999) obteve valores de 33,18, 31,41 e 35,96%, respectivamente para as cultivares Gigante Curitibanos, Gigante Lavínia e Gigante Roxo. Carvalho et al. (1993) obtiveram valores superiores para as cultivares Amarante (36,77%) e Gigante Lavínia (37,25%).

A pungência é fator essencial na escolha da matéria-prima, pois quanto maior, mais pungentes são o sabor e aroma do produto acabado, o que é desejado pelos consumidores. A determinação do teor de ácido pirúvico nos extratos de alho é um dos meios mais simples para aferir a intensidade da pungência, pois o grau de pungência no alho é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado (CHAGAS et al., 2003; VARGAS et al., 2010; LOPES et al., 2016; LUCENA et al., 2016). Chagas (2003), avaliando diferentes cultivares de alho em Lavras-MG, obteve variação de 46,20 a 55,01 $\mu\text{Moles mL}^{-1}$. Lopes et al. (2016) verificaram um valor de ácido pirúvico de 80,59 a 99,40 $\mu\text{Moles mL}^{-1}$ para a cultivar Roxo Pérola de Caçador em Baraúna-RN, ao passo que Lucena et al. (2016) obtiveram valores médios 80,23 a 90,45 $\mu\text{Moles mL}^{-1}$ para a cultivar BRS Hozan, em Baraúna-RN, e 67,32 a 76,10 $\mu\text{Moles mL}^{-1}$ no município de Governador Dix-sept Rosado-RN; Soares (2013) observou valor médio de 88,02 a 95,78

$\mu\text{Moles mL}^{-1}$ de pungência, estudando diferentes cultivares em Governador Dix-sept Rosado-RN.

O rendimento industrial do alho, ou seja, a quantidade de produto desidratado produzido em relação à quantidade de matéria-prima recebida na indústria depende em grande parte do conteúdo de sólidos totais presentes na matéria prima. Assim, cultivares com elevado nível de sólidos totais proporcionam maior rendimento industrial (LOPES et al., 2016; LUCENA et al., 2016), reduzindo sensivelmente os custos de produção, pois menor quantidade de água deverá ser removida do produto (STRINGHETA; MENEZES SOBRINHO, 1986). Chagas et al. (2003) verificaram índice industrial variando entre 17,17 e 21,03 em diferentes cultivares na região de Lavras-MG. Lucena et al. (2016) encontraram valores médios de índice industrial de 27,22 a 36,67 para a cultivar BRS Hozan, estudada em Baraúna-RN, e 25,15 a 28,07 em Governador Dix-sept Rosado. Em Baraúna, Lopes et al. (2016) observaram valor médio de índice industrial de 28,33 a 33,33 para a cultivar Roxo Pérola de Caçador.

2.3 Efeitos do tempo de armazenamento sobre a qualidade pós-colheita do alho

O armazenamento é muito utilizado em temperatura ambiente para as culturas da cebola e do alho, permitindo aos produtores a comercialização escalonada do produto (OLIVEIRA, 2004).

Durante o armazenamento de alho, ocorrem perdas de massa e alterações na composição físico-química dos bulbos, estando estas alterações relacionadas à transpiração, à atividade respiratória, ao brotamento, às infecções microbianas e ao ataque de pragas na fase pós-colheita na cura e no armazenamento. Bulbos de alho com elevado teor de água perdem maior porcentagem de peso do que aqueles com menor teor (CARVALHO, 1991).

Após a colheita, para manter a qualidade do alho e possibilitar o armazenamento em condições adequadas, é importante que se proceda à cura dos bulbos, isto é, à perda de água até um ponto adequado. No início da fase de cura pós-colheita de bulbos, ocorre maior perda de massa, a qual diminui gradualmente com o decorrer do armazenamento em alho bem conservado (FINGER; PUIATTI, 1994; VIEIRA, 1989). Perdas de massa que variaram de 26,46 a 47,99% em função das épocas de colheita e das cultivares, em Lavras-MG, foram observadas por Oliveira (1999), ao passo que Carvalho (1991),

estudando tempo de armazenamento e qualidade de alho da cultivar Amarante, observou valores médios de perda de peso de 2,66 a 15,82%.

Outro indicador da capacidade de conservação de alho é o grau de chochamento. O chochamento parcial dos bulbos, provocado por danos no processo de colheita ou pelo transporte e pela queimadura do sol, e o chochamento total, provocado por fatores negativos no desenvolvimento da planta (MENEZES SOBRINHO; COBBE, 1984), estão entre os defeitos mais graves apontados pelas portarias ministeriais, sendo 15% o máximo permitido como limite para que o lote seja considerado do tipo comercial (LUENGO et al., 1996). Valores médios de 9,73 a 18,05% de índice de chochamento foram encontrados por Oliveira (2002), estudando determinação do potencial de armazenamento de cultivares de alho em Lavras-MG. Luengo (1996), avaliando o chochamento do alho Amarante em diferentes períodos de armazenamento, obteve valores que variaram de 0,5 a 12%.

Teores médios de alguns constituintes físico-químicos da cultivar Amarante durante períodos de armazenamento foram observados por Carvalho (1991), que registrou variação para sólidos totais, ácido pirúvico e acidez titulável de 27,55 a 32,74%; 35,35 a 48,60 μ M/g; e 1,08 a 1,35%, respectivamente.

Alterações na composição físico-química de pastas de alho, em função do tempo de armazenamento, também foram observadas por Prati et al. (2010), os quais relatam variações no pH (3,77 a 4,01), acidez titulável (2,17 a 2,08%), sólidos solúveis (26 a 26,5 ° Brix), açúcares totais (11,75 a 5,9%) e açúcares redutores (5,55 a 2,3%).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os bulbos de alho comum e nobre foram provenientes de um plantio realizado em 2015 no município de Portalegre, RN. A área localiza-se 6°3'17"S de latitude, 38°0'17" de longitude a oeste de Greenwich e altitude de aproximadamente 630 m. O fotoperíodo da região possui pouca variação, em torno de 12 horas, durante todo o ano. A região possui clima tropical chuvoso, do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual em torno dos 23 °C e índice pluviométrico de aproximadamente 1.100 milímetros (mm) por ano, concentrados entre os meses de fevereiro a maio, sendo março o mês de maior precipitação. O tempo aproximado de insolação é de 2.700 horas anuais, com umidade relativa do ar de 66 % (SEPLAN, 2013).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico textura média (EMBRAPA, 2013), cuja análise química apresentou os seguintes resultados: pH H₂O = 6,8, P = 13,65 mg dm⁻³, K = 0,283 mg dm⁻³, Na = 77,93 mg dm⁻³, Ca = 2,00 cmol_c dm⁻³, Mg = 1,47 cmol_c dm⁻³, Al = 0,00 cmol_c dm⁻³ e MO = 10,55 g kg⁻¹

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelas cultivares de alho: BRS Hozan e Roxo Pérola de Caçador, e as subparcelas, pelo tempo de armazenamento: 0, 30, 60, 90 e 120 dias após o toailete. Cada repetição continha 15 bulbos correspondentes aos tempos de armazenamento, totalizando 75 bulbos em cada parcela experimental.

A BRS Hozan (livre de vírus) é uma cultivar de alho semi-nobre, que possui bulbos com formato irregular, maior número de bulbilhos, presença de palitos, túnica branca com película branca a levemente arroxeadada e não necessita de vernalização para produzir bulbos em regiões tropicais (Honorato et al., 2013, Lucena et al., 2016a; 2016b). A Roxo Pérola de Caçador pertence ao grupo dos alhos nobres, possui bulbos redondos e grandes (RESENDE et al., 2013). A túnica apresenta coloração branca, média de sete a nove bulbilhos com película de cor roxa (FILGUEIRA, 2008); além disso, é considerada precoce entre as cultivares nobres, menos exigente em fotoperíodo e temperatura, e por isso está entre as mais indicadas para a região nordeste do Brasil, com uso da vernalização (LOPES et al., 2016).

O alho-semente da cultivar Roxo Pérola de Caçador foi vernalizado por 50 dias, em câmara frigorífica a 4°C ± 1°C e umidade relativa de 70%.

O cultivo das cultivares de alho foi realizado em canteiros de 0,20 m de altura, 1,00 m de largura, com cinco linhas de plantio. O plantio foi realizado a uma profundidade de 0,05 m. Utilizou-se o sistema de plantio em fileira simples, no espaçamento de 0,20 x 0,10 m. A adubação química de plantio foi realizada considerando a análise de solo e sugestões de Cavalcanti (2008) e Resende et al. (2004) para a cultura do alho. Os nutrientes nitrogênio (30 kg ha^{-1}), fósforo (120 kg ha^{-1}), potássio (60 kg ha^{-1}), boro ($9,71 \text{ kg ha}^{-1}$) e zinco (60 kg ha^{-1}) foram fornecidos, respectivamente, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio, ácido bórico e sulfato de zinco. Os fertilizantes foram incorporados nos canteiros dez dias antes do plantio. As aplicações de N em cobertura foram realizadas em três épocas: aos 20, 35 e 50 dias após o plantio, utilizando como fonte a ureia.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, com vazão de 40 L h^{-1} . Visando à prevenção e controle de doenças como mancha púrpura (*Alternaria porri* (Ellis) Cif.) e ferrugem (*Puccinia allii* Castagne), foram realizadas pulverizações com produtos à base de mancozeb (Manzate®, 2,5 g do princípio ativo/L da solução), em intervalos de sete dias. O controle de pragas, como tripes e ácaros, foi efetuado mediante pulverizações em intervalos de quinze dias com produtos à base de deltametrina (Decis, 0,3 mL do princípio ativo/L da solução) e/ou clorfenapir (Pirate®, 0,5 mL do princípio ativo/L da solução). O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente de acordo com as necessidades.

Suspendeu-se a irrigação três dias antes da colheita, quando as plantas estavam com sinais de maturação, caracterizados pelo amarelecimento e secamento parcial da parte aérea e/ou tombamento das plantas. As plantas colhidas passaram pelo processo de "pré-cura", permanecendo por três dias expostas ao sol, de forma que as folhas das plantas cobrissem os bulbos das outras, protegendo-os da radiação solar direta. Em seguida, foi realizada a cura à sombra, com as plantas permanecendo um período de 17 dias em local seco e arejado. Após o processo de cura, foi efetuado o toalete dos bulbos. Após o toalete, os bulbos de alho foram colocados em bandejas distribuídas em prateleiras, conforme o tempo de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 dias após o toalete), em uma sala do Departamento de Ciências Vegetais (UFERSA), sob temperatura ambiente, luz natural, seca e arejada, em Mossoró-RN.

Em cada época de avaliação, os bulbos foram levados para o Laboratório de Pós-colheita do Centro de Pesquisas Vegetais do Semiárido Nordeste - CPVSA/UFERSA, onde foram analisadas as seguintes características:

Perda de peso: obtido pela diferença entre a massa inicial dos bulbos após o toalete e a massa dos bulbos em cada época de avaliação. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de peso (%).

Índice de chochamento: obtido pela relação entre número de bulbilhos chochos e número total de bulbilhos. Os resultados foram expressos em percentagem (%).

Acidez titulável (AT): utilizou-se 1 g de pasta de alho, diluída em água destilada até o volume de 50 mL. Adicionaram-se duas gotas de fenolftaleína alcoólica a 1%. Realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1N, até o ponto de viragem caracterizada pela cor rosa. Os resultados foram expressos em mEq H_3O^+ /100g (IAL, 2005);

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

Sólidos solúveis (SS): determinados diretamente do suco de alho homogeneizado, filtrado em tecido fait, 100% poliéster, por meio de leitura em refratômetro digital (modelo PR-100, Palette, Atago Co, LTD. Japan) com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em % (AOAC, 2002);

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

Pungência: estimada por meio da determinação do ácido pirúvico, utilizando-se o reagente 2,4-Dinitrofenilhidrazina (DNPH), pelo método colorímetro descrito por Schwimmer e Weston (1961). Em erlenmeyer, adicionou-se 0,2 mL do suco do alho, 1,5 mL de ácido tricloroacético a 5% e 18,3 mL de água destilada, para obtenção do extrato. Agitou-se o material. Em tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato, 1 mL da solução de 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) e 1 mL de água destilada. O material foi agitado em vórtex. Posteriormente, os tubos de ensaio foram levados ao banho-maria a 37°C durante 10 minutos. Resfriou-se o material em banho de gelo e adicionou-se 5 mL de NaOH 0,6N, por tubo de ensaio. Agitou-se em vórtex, e manteve-se em repouso por cinco minutos para desenvolver a cor amarela. As absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro a 420 nm. O piruvato de sódio foi usado como padrão. O cálculo de pungência foi realizado por meio da elaboração da curva padrão do piruvato de sódio em sete concentrações (0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 mmol L⁻¹). Os resultados foram obtidos em μMoles de ácido pirúvico por mL de suco de alho (μMoles mL⁻¹);

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

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

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão. As médias referentes às cultivares foram comparadas pelo teste de t de Student a 5% de probabilidade, utilizando-se o *software* Sisvar® v. 5.3 (FERREIRA, 2008) e os períodos de armazenamento foram submetidos à análise de regressão, obedecendo-se ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste F, por meio do *software* Table Curve 2D v5.01 (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo da análise de variância está apresentado no apêndice. Verificou-se efeito significativo da interação entre Cultivares e Tempo de armazenamento para perda de peso, índice de chochamento, pH, acidez titulável e sólidos solúveis; efeito isolado de cultivares e tempo de armazenamento para a relação SS/AT; para sólidos totais, houve efeito significativo apenas de cultivares; para índice industrial, apenas do tempo de armazenamento; para a pungência, não se verificou efeito de nenhum fator avaliado (Tabelas 1A, 2A e 3A).

4.1 Perda de peso

Houve aumento da perda de peso com o tempo de armazenamento, com valores máximos estimados de até 22,88% para a cultivar Hozan e 8,95% para a cultivar Roxo Pérola de Caçador, aos 120 dias após o toalete (Figura 1).

A cultivar Roxo Pérola de Caçador apresentou menor perda de peso ao longo do tempo de armazenamento, embora significativo apenas dos 90 dias após o toalete (Tabela 1). É possível que a cultivar Hozan, após o processo de cura, apresentasse maior teor de umidade nas túnicas dos bulbos, em relação à Roxo Pérola de Caçador, resultando em maiores perdas de peso ao longo do período de armazenamento. Conforme Carvalho et al. (1991), bulbos de alho com elevado teor de água perdem maior porcentagem de peso do que aqueles com menor teor.

A redução no peso ocorre devido à perda de umidade dos bulbos e da redução na matéria seca utilizada como substrato no processo de respiração celular durante o armazenamento. Aumentos na perda de peso, com o tempo de armazenamento, também foram observados por outros autores. Carvalho et al. (1991) encontraram perda de peso de até 10,88%, com 120 dias de armazenamento para a cultivar Amaranite na região de Lavras-MG. Oliveira et al. (2004) observaram maiores valores de perda de massa de 45,66, 47,02, 48,98 e 51,21% entre as cultivares Gigante Curitibanos, Gravatá, Gigante Roxo e Gigante Lavínia, respectivamente, em função das épocas de colheitas e potencial de armazenamento em alho.

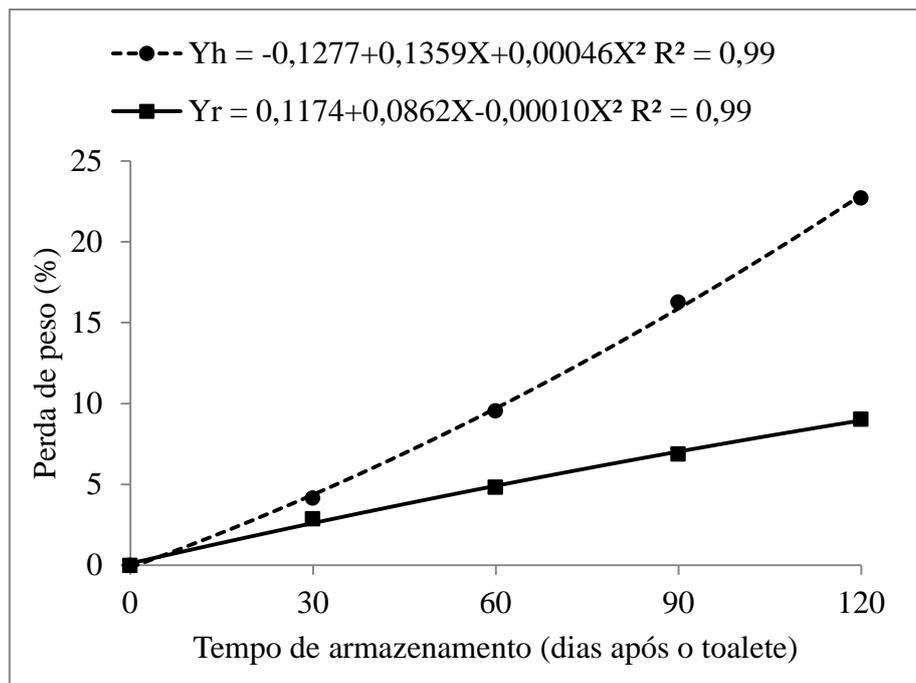


Figura 1 - Perda de peso de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

Tabela 1 - Perda de peso, índice de chochamento, acidez titulável, pH e sólidos solúveis de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

Cultivar	Tempo de armazenamento (dias após o toaleta)				
	0	30	60	90	120
	Perda de peso (%)				
R. Pérola de Caçador	0,00 a	2,88 a	4,82 a	6,89 b	9,04 b
BRS Hozan	0,00 a	4,16 a	9,56 a	16,28 a	22,71 a
	Índice de chochamento (%)				
R. Pérola de Caçador	0,00 a	0,76 a	1,86 a	2,99 a	4,01 b
BRS Hozan	0,00 a	1,28 a	3,54 a	4,63 a	14,24 a
	Acidez titulável (mEq H ₃ O ⁺ /100g)				
R. Pérola de Caçador	5,34 a	5,45 a	5,84 a	6,07 a	6,68 b
BRS Hozan	5,02 a	5,59 a	5,77 a	6,10 a	7,41 a
	pH				
R. Pérola de Caçador	6,01 b	5,95 a	5,93 a	5,93 a	5,92 a
BRS Hozan	6,08 a	5,97 a	5,96 a	5,95 a	5,88 b
	Sólidos solúveis (%)				
R. Pérola de Caçador	33,20 b	33,63 b	33,85 b	34,06 b	33,35 b
BRS Hozan	37,45 a	38,92 a	39,30 a	39,76 a	39,99 a

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

4.2 Índice de chochamento

Observou-se comportamento linear crescente para o índice de chochamento com valores mínimos estimados de 0,01% aos 0 dias e máximo de 3,97% aos 120 dias após o toaleta, para a cultivar Roxo Pérola de Caçador. Para a cultivar Hozan, houve comportamento exponencial, com valores mínimos e máximos estimados de 0,54% aos 0 dias e 14,02%, respectivamente, aos 120 dias após o toaleta (Figura 2).

Em relação às cultivares em cada tempo de armazenamento, verificou-se efeito significativo apenas para o tempo de 120 dias após o toaleta, tendo a cultivar Hozan apresentado valores superiores à Roxo Pérola de Caçador (Tabela 1).

O chochamento é comum nos alhos armazenados e apresenta índice diferenciado entre clones submetidos ou não ao toaleta. Quando os bulbos são armazenados com a prática do toaleta, ficam mais sujeitos ao chochamento, em decorrência da menor dificuldade de penetração das pragas e umidade nos bulbos, favorecendo a proliferação de fungos.

Oliveira et al. (2004) verificaram índice de chochamento médio de 12,76%, para as cultivares Gigante de Curitiba, Gravata, Gigante Roxo e Gigante de Lavínia, com 180 dias de armazenamento, ao passo que Soares et al. (2015), avaliando índice de chochamento de cultivares após 20 dias de cura, encontraram valores variando de 0 até 5,60%.

O índice de chochamento ou a porcentagem de bulbilhos chochos estão entre os defeitos mais graves apontados pelas portarias ministeriais, sendo 15% o máximo permitido como limite para que o lote seja considerado do tipo comercial (LUENGO et al., 1996; SOARES et al., 2015).

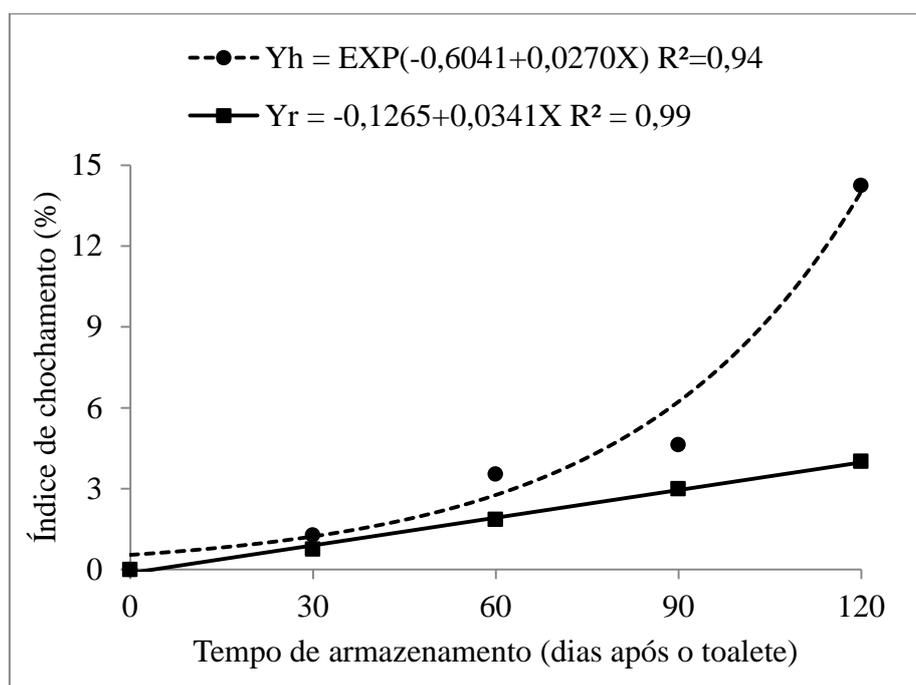


Figura 2 - Índice de chochamento de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

4.3 Acidez titulável e pH

Para a acidez titulável, observou-se comportamento exponencial crescente, para as duas cultivares, com o tempo de armazenamento, sendo o menor valor estimado de 5,23 mEq H_3O^+ /100g aos 0 dias, e o maior de 7,34 mEq H_3O^+ /100g aos 120 dias após o toalete, para o Hozan, ao passo que o mínimo e o máximo para a cultivar Roxo Pérola de Caçador foram de 5,41 aos 0 dias e 6,70 mEq H_3O^+ /100g, respectivamente, aos 120 dias de armazenamento (Figura 3). Resultado semelhante foi encontrado por Berno (2013), o qual verificou tendência de aumento na acidez titulável durante o tempo de armazenamento.

A acidez em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc. Em alguns produtos, os ácidos orgânicos não só contribuem para a acidez como também para o aroma característico, porque alguns componentes são voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No presente trabalho, a acidez aumentou devido a uma maior concentração dos ácidos orgânicos com o tempo de armazenamento.

Carvalho et al. (1991) observaram valores de acidez total inferiores ao que foi observado no trabalho, variações de 1,08 a 1,34% aos 120 dias de armazenamento, ao passo que Lopes et al. (2016) verificaram valores de acidez semelhantes ao que foi encontrado no trabalho, valores de 5,82 a 7,45 mEq H_3O^+ /100g. Lucena et al. (2016) encontraram acidez de 4,64 a 8,44 mEq H_3O^+ /100g para a cultivar BRS Hozan quando cultivada em Baraúna-RN e 5,82 a 6,54 mEq H_3O^+ /100g quando cultivada em Governador Dix-sept Rosado-RN. Soares (2013), estudando as cultivares Amarante, Branco Mossoró, Cateto Roxo, Catiguá, Caturra, Centenário, Chileno PR, Chinês Real, Gravatá, Mexicano e Morano Arequipeno, nas condições de Governador Dix-sept Rosado, obteve acidez titulável variando entre 5,33 e 7,76 mEq H_3O^+ /100g

Analisando as cultivares nos diferentes períodos de armazenamento, verificou-se que houve efeito apenas para 120 dias de armazenamento, tendo a cultivar Hozan acidez superior à Roxo Pérola de Caçador (Tabela 1).

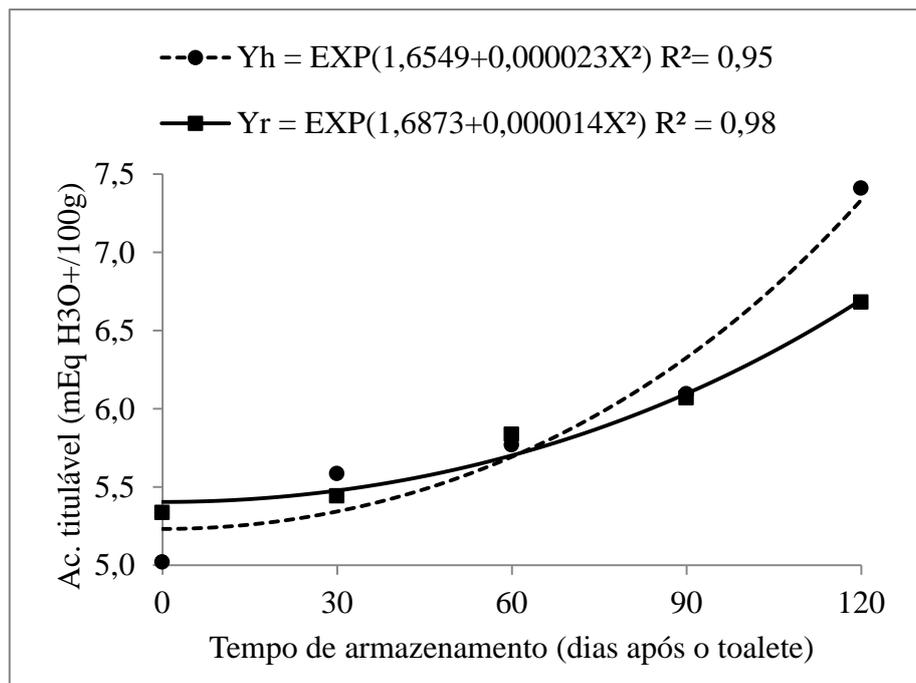


Figura 3 – Acidez titulável de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

O pH obteve variação de 6,07 aos 0 dias a 5,88 aos 120 dias após o toalete para a cultivar Hozan, ao passo que Roxo Pérola de Caçador variou de 6,01 aos 0 dias a 5,92 aos 120 dias após o toalete (Figura 4). Os resultados obtidos são próximos aos encontrados por diversos autores. Chagas et al. (2003), trabalhando com as cultivares Gigante Curitibanos, Chinesão, Amarante, Cará, Dourado de Castro, Gigante de Lavínia e Gigante Roxo, na região de Lavras-MG, obtiveram variações de 5,67 a 5,80, ao passo que Lopes et al. (2016) verificaram variação de 5,76 a 6,04 na região de Baraúna-RN, e Oliveira et al. (2003) não verificaram diferenças de pH entre as cultivares estudadas, com média de 6,50.

Para as cultivares, em cada período de armazenamento, houve efeito significativo apenas para os tempos de 0 e 120 dias; para os demais períodos, apresentaram valores estatisticamente semelhantes (Tabela 1).

Os resultados foram semelhantes aos descritos por Chitarra e Chitarra (2005), que verificaram uma relação inversa entre o pH e a acidez titulável total (pH se reduz na medida que aumentam os teores de acidez titulável total).

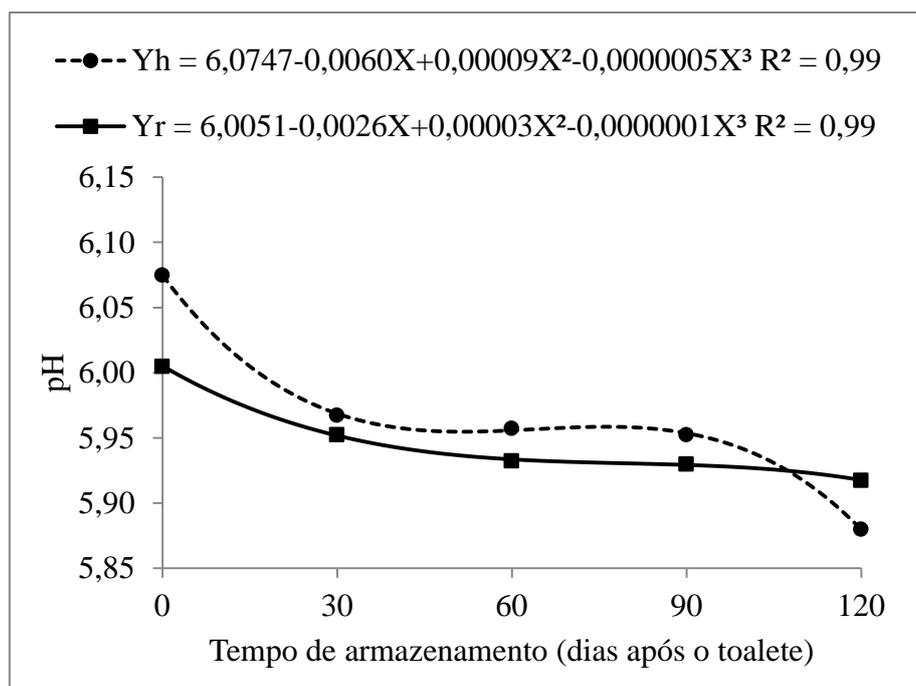


Figura 4 - pH de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

4.4 Sólidos solúveis (SS)

Verificou-se aumento dos sólidos solúveis (SS) com o tempo de armazenamento, atingindo valores máximos estimados de 39,94% para a cultivar Hozan, aos 111 dias de armazenamento, e 33,95% para a Roxo Pérola de Caçador aos 66 dias após o toaleta (Figura 5).

Houve efeito significativo para as cultivares, em todos os períodos de armazenamento, destacando-se a cultivar Hozan, que apresentou valores superiores à Roxo Pérola de Caçador (Tabela 1).

Valores próximos de SS do trabalho desenvolvido foram verificados por Mota et al. (2003), para quem as maiores porcentagens de sólidos solúveis foram apresentadas pelas cultivares Amaranite (37,16%) e Cateto Roxo (34,00%). Rezende et al. (2003) observaram pequena variação nas cultivares avaliadas entre 35,75 a 37,25%, sem diferenças significativas entre si. Oliveira et al. (2003), por sua vez, verificaram variações de SS entre 31,41 e 35,96% nas cultivares Gigante Lavínia, Gigante Curitiba, Gravatá e Gigante Roxo em Lavras, ao passo que Lopes et al. (2016) encontraram valor médio de 33,91% para a Roxo Pérola de Caçador e Lucena et al.

(2016) observaram valores máximos para a cultivar Hozan de 38,20% no município de Baraúna-RN e 38,40% em Governador Dix-sept Rosado-RN.

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

A diferença dos sólidos solúveis, nas cultivares, em função dos períodos de armazenamento pode estar relacionada às próprias características das cultivares, bem como ao grau de maturação dos bulbos utilizados na análise, pois neste caso, com o amadurecimento, o amido é hidrolisado e os açúcares complexos vão se transformando em açúcares simples (MATOS, 2007).

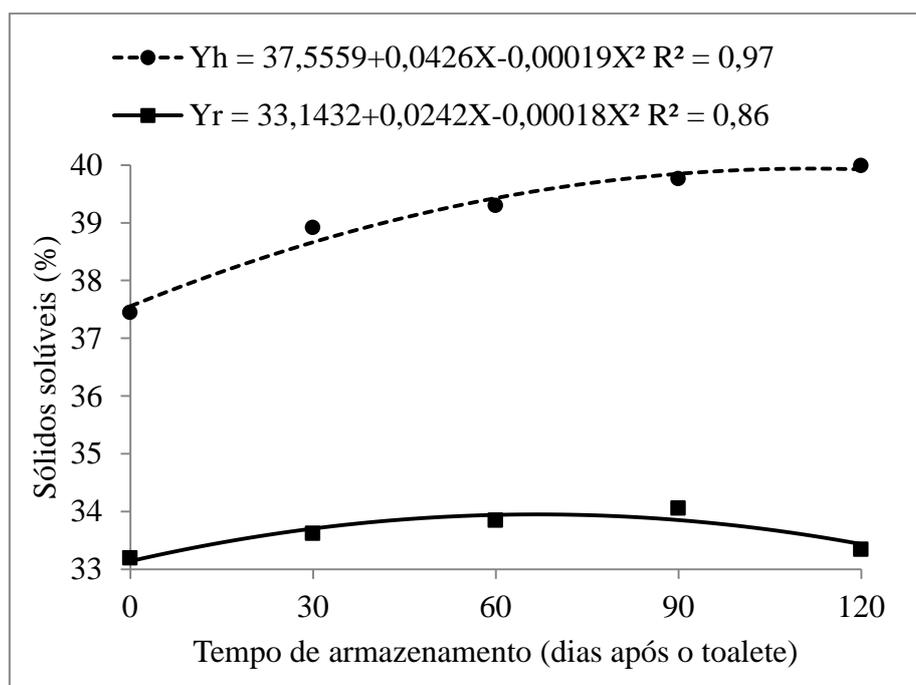


Figura 5 – Sólidos solúveis de cultivares de alho, Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r), armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

4.5 Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT)

A relação SS/AT apresentou comportamento linear decrescente com o aumento do tempo de armazenamento, com variação média de 6,96 aos 0 dias e 5,45 aos 120 dias após o toalete (Figura 6), em virtude de o aumento na acidez, em função do tempo de armazenamento, ser maior do que o observado para sólidos solúveis.

Analisando as cultivares, verifica-se que a Hozan apresentou relação SS/AT superior à Roxo Pérola de Caçador (Tabela 2).

A relação SS/AT é uma das melhores formas de avaliação do sabor de frutas e hortaliças, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Variação entre 4,42 e 5,91 na relação SS/AT foi encontrada por Lopes et al. (2016) e valores de 3,96 e 6,16 na relação SS/AT foram encontrados por Soares (2013), avaliando diferentes cultivares de alho.

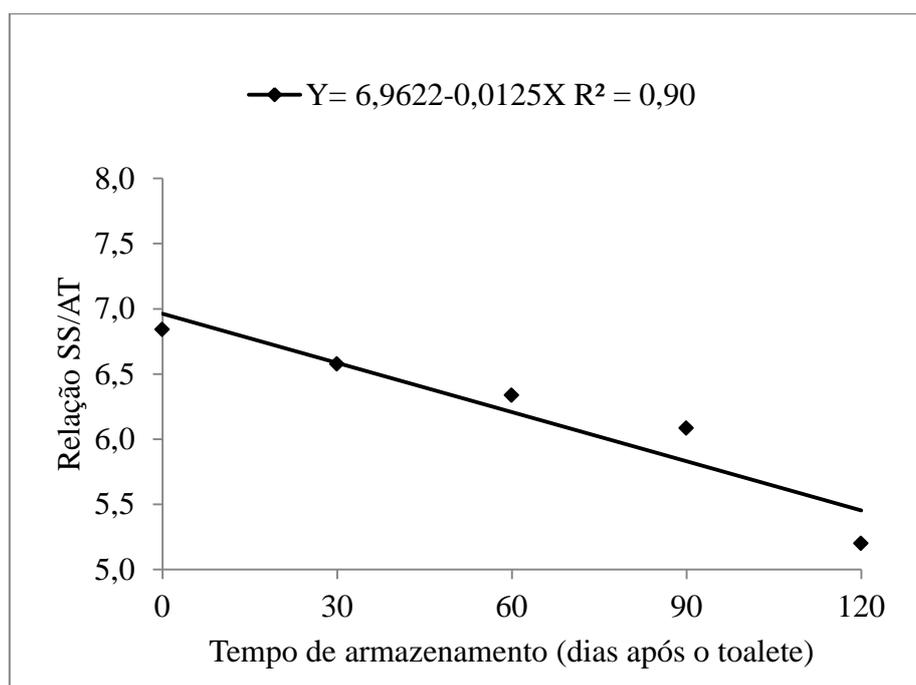


Figura 6 - Relação sólidos solúveis/acidez titulável de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

Tabela 2 - Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), pungência, sólidos totais (ST) e índice industrial (II) de cultivares de alho, armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

Cultivar	SS/AT	Pungência ($\mu\text{Moles/ mL}$)	ST (%)	II
R. Pérola de Caçador	5,78 b	67,97 a	33,39 b	22,69 a
BRS Hozan	6,64 a	64,57 a	37,18 a	24,02 a

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

4.6 Pungência

Não foi observado efeito significativo dos tempos de armazenamento sobre a pungência, com média de 66,27 μMoles de ácido pirúvico/ mL. No entanto, verificou-se tendência de redução dela ao longo do armazenamento (Figura 7), o que pode ter ocorrido devido à volatilidade do ácido pirúvico com o tempo de armazenamento e, possivelmente, o aumento do índice de chochamento também influenciou na redução da pungência, de vez que os bulbos são deteriorados e, conseqüentemente, ocorre a perda da qualidade. De acordo com Berno (2013), é possível que essa redução esteja relacionada ao uso de ácidos orgânicos na respiração, já que eles constituem substratos respiratórios.

Esse valor está acima do encontrado por Carvalho et al. (1991), que encontraram o valor máximo de ácido pirúvico de 48,60 $\mu\text{mol/g}$ aos 150 dias de armazenamento para a cultivar Amarante na região de Lavras-MG e Chagas et al. (2003), os quais, avaliando em Lavras-MG as cultivares Gigante Curitibaanos, Chinesão, Amarante, Cará, Dourado de Castro, Gigante Lavínia e Gigante Roxo, obtiveram mínimo de 46,36 $\mu\text{mol/g}$ e máximo de 52,98 $\mu\text{mol/g}$, ao passo que Lopes et al. (2016) observaram variações de 80,59 a 99,40 $\mu\text{Moles/mL}$ de ácido pirúvico em Baraúna-RN e Lucena et al. (2016) observaram valores de 80,23 a 90,45 $\mu\text{mol mL}^{-1}$ de pungência em Baraúna, e 67,32 a 76,10 45 $\mu\text{mol mL}^{-1}$ em Governador Dix-sept Rosado.

Em relação às cultivares, não se verificou diferença entre seus níveis de pungência (Tabela 2).

Sabe-se que o grau de pungência no alho é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado (CHAGAS et al., 2003; VARGAS et al., 2010; SOARES, 2013). No entanto, não se observou uma relação direta entre a pungência e a acidez titulável (AT), pois outros ácidos também compõem a AT.

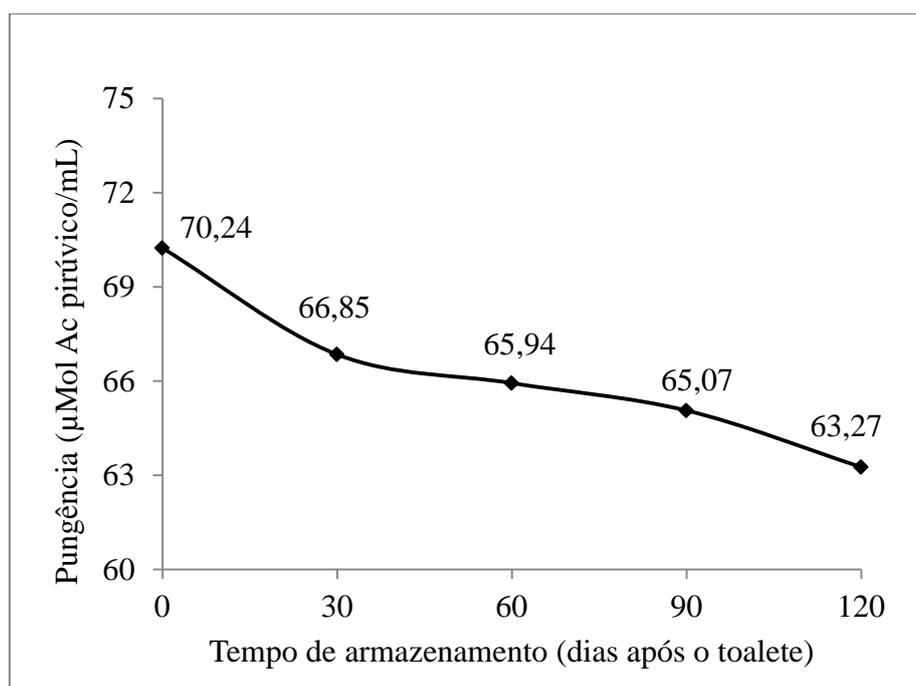


Figura 7 - Pungência de cultivares de alho armazenado por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

4.7 Sólidos totais (ST)

Não houve efeito significativo para o teor de sólidos totais dos bulbos, com valor médio de 35,28%. No entanto, assim como para a pungência, verificou-se tendência de redução de ST em função do tempo de armazenamento (Figura 8). Em relação às cultivares, houve efeito significativo, sendo a BRS Hozan superior à Roxo Pérola de Caçador (Tabela 2).

Apesar de a taxa de respiração do alho ser considerada muito baixa (CHITARRA; CHITARRA, 2005), a tendência de redução no teor de sólidos totais ocorreu devido à utilização, durante o processo respiratório, de carboidratos armazenados nos bulbilhos. Carvalho et al. (1991) também observaram redução no teor dos sólidos totais de 32,74 a 28,35% aos 0 e 120 dias de armazenamento. Lopes et al. (2016) verificaram variação no teor de sólidos totais de 31,65 a 35,28%, ao passo que Lucena et al. (2016), trabalhando com o mesmo grupo de cultivares estudadas no presente trabalho, observaram valores máximos estimados de sólidos totais de 41,19%, em Baraúna, e 37,23%, em Governador Dix-sept Rosado.

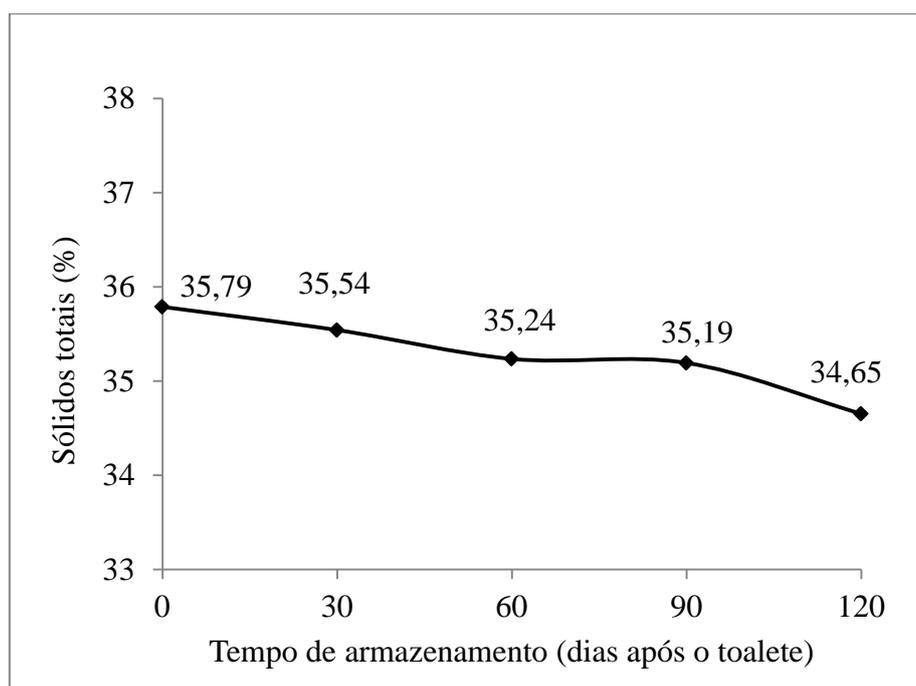


Figura 8 – Sólidos totais de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

4.8 Índice industrial

Observou-se comportamento linear decrescente no índice industrial com os períodos de armazenamento, apresentando valores estimados de no máximo 24,79 e mínimo de 21,92, aos 0 e 120 dias após o toalete, respectivamente (Figura 9). Não se observou diferenças entre as cultivares para índice industrial (Tabela 2).

Como houve tendência de redução no teor de sólidos totais e na pungência, com o tempo de armazenamento, também foi observada redução no índice industrial. Esta é uma característica importante quando se deseja obter alho para a desidratação, sendo essa resultante da associação entre os teores de sólidos totais e ácido pirúvico. Portanto, quanto maiores forem os teores simultaneamente de sólidos totais e de ácido pirúvico, melhor será a qualidade para a desidratação.

Carvalho et al. (1991) observaram médias de 12,02 a 12,21 aos 0 e 120 dias de armazenamento, respectivamente. Lopes et al. (2016) verificaram variação de 28,33 a 33,33 de índice industrial em Baraúna, ao passo que Lucena et al. (2016) obtiveram

valores de índice industrial de 27,22 a 36,67 em Baraúna e 25,15 a 28,07 em Governador Dix-sept Rosado.

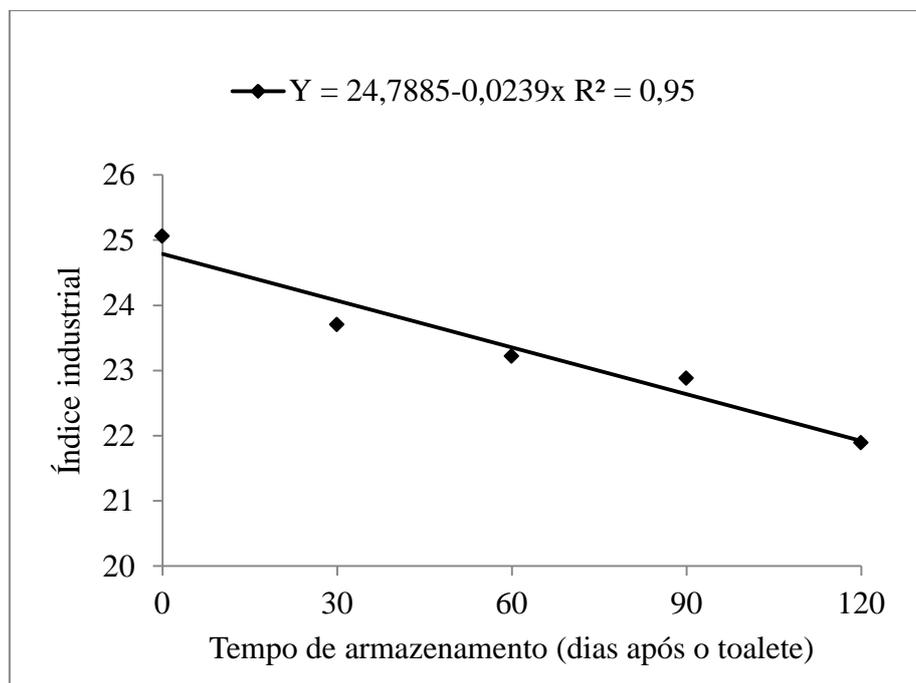


Figura 9 – Índice industrial de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

5 CONCLUSÕES

Com o tempo de armazenamento, houve aumento na perda de peso, índice de chochamento e acidez titulável, além de redução no pH, relação SS/AT e índice industrial.

A cultivar Roxo Pérola de Caçador teve potencial de armazenamento superior à cultivar Hozan.

REFERÊNCIAS

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

ANAPA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. **Nosso Alho**. Brasília, n. 13, 2014. 64p.

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

BECKLES, D. M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*solanum lycopersicum* L) fruit. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v. 63, n. 1, p. 129-140, 2012.

BERNO, N. D. **Processamento mínimo de cebola roxa**: aspectos bioquímicos, fisiológicos e microbiológicos. 2013. 82f. Dissertação (mestrado) – ESALQ, Piracicaba, SP, 2013.

BOTREL, N.; OLIVEIRA, V. R. Cultivares de cebola e alho para processamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52. **Horticultura Brasileira**, Salvador, v. 30, n. 230. (Suplemento - CD Rom) ABH. S8420-S8434, 2012.

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

CARVALHO, V. D. ; CHALFON, S. M.; JUSTE, E. S. G. J.; I. P. Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas cultivares de alho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 22, n. 7, p. 733-740, 1987.

CARVALHO, V. D. **Efeito da cura na qualidade de algumas cultivares de alho.** Projeto olericultura: relatório 87/92. Belo Horizonte: EPAMIG, 1993, p. 34-37.

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

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

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

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

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

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

FINGER, F. L.; PUIATTI, M. Efeito da época da toaleta sobre a cura e o armazenamento de bulbos de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 166-168, 1994.

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

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 27, n. 10, p. 1-5, out. 2016.

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

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

LOPES, W. A. R; NEGREIROS, M. Z; MORAIS, P. L. D; SOARES, A. M; LUCENA, R. R. M; SILVA, O. M. P; GRANGEIRO. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 231-238, 2016.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MORAIS, P. L. D.; LOPES, W. A. R.; SOARES, A. M. Qualitative analysis of vernalized semi-noble garlic cultivars in western Rio Grande do Norte state, Brazil. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 764-773, 2016.

LUENGO, R. F. A.; MENEZES SOBRINHO, J. A.; J. A.; SILVA, J. L. O. Chochamento do alho “Amarante” durante o armazenamento em função da época de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 8, p. 581-584, 1996.

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

MENEZES SOBRINHO, J. A; COBBE, R. V. **Cultivo do alho (*allium sativum* L).** Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1984. 16p. Instruções técnicas 2.

MOTA, J. H. et al. Características físico-químicas de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) do grupo semi-nobre, nas condições de Lavras, MG. **Horticultura Brasileira – Suplemento CD**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003.

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

OLIVEIRA, C. M.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M. Determinação do potencial de armazenamento em cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, 2002.

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

OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, R. J.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RESENDE, G. M. Época de colheita e potencial de armazenamento em cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 804-807, 2004.

PRATI, P.; FOLTRAN, D. E.; HENRIQUE, C. M.; MARTINS, C. P. C. C. Alterações físico-químicas em pastas de alho. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, México, v. 11, n. 2, p. 191-195, 2010.

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

QUEIROZ, Y. S., ISHIMOTO, E. Y., BASTOS, D. H. M., SAMPAIO, G. R., TORRES, E. A. F. S. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: in vitro antioxidant activity. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 115, n. 1, p. 371-374, 2009.

RAHMAN, K., LOWE, G. M. Garlic and cardiovascular disease: a critical review. **Journal of Nutritional**, Rockville, v. 136, n. 1, p. 736-740, 2006.

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

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

RESENDE, J.T.V.; MORALES, R. G.F.; ZANIN, D. S.; RESENDE, F. V. PAULA, J. T.; DIAS, D. M.; GALVÃO, A.. G. Caracterização morfológica, produtividade e rendimento comercial de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1. p. 157-162. 2013.

SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do RN. Perfil do Rio Grande do Norte. Natal: **SEPLAN**, 2013.

SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 4, n. 9, p. 303-304, 1961.

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

SOARES, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V., LOPES, W. A. R, MEDEIROS, J. F., GRANGEIRO, L. C., Avaliação de cultivares de alho no município

de Governador Dix-sept Rosado-RN, Brasil. **Revista Agro@ambiente**, Boa vista, v. 9, n. 4, p. 423-430, 2015.

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

VARGAS, V. C. S.; GONZÁLEZ, R. E.; SANCE, M. M.; BURBA, J. L.; CAMARGO, A. B. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la expresión del contenido de allicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum* L.). **Revista FCA UNCuyo**, Mendoza, Argentina, v. 42, n. 2, p. 15-22, 2010.

VIEIRA, G. S. **Dormência e conservação pós-colheita do alho (*Allium sativum* L.) submetido à cura artificial**. 1989. 42 f. (Dissertação de mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo da análise de variância para perda de peso (P.Peso), índice de chochamento (IC) e acidez titulável (AT) de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

FV	GL	Quadrado médio		
		P.Peso	IC	AT
Bloco	3	56,242277	1,289540	0,028049
Cultivar (C)	1	338,142250 ^{ns}	79,185960**	0,107122 ^{ns}
Erro 1	3	51,237477	1,688913	0,275823
Tempo de armazenamento (T)	4	317,749519**	101,288159**	4,044006**
C x T	4	64,921381**	35,424066**	0,302091*
Erro 2	24	5,050493	1,948014	0,105159
CV 1 (%)		93,78	39,01	8,86
CV 2 (%)		29,44	41,90	5,47

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 2A - Resumo da análise de variância para pH, sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

FV	GL	Quadrado médio		
		pH	SS	SS/AT
Bloco	3	0,001753	1,128677	0,006300
Cultivar (C)	1	0,003610*	298,771560**	7,447690*
Erro 1	3	0,000270	0,522093	0,403297
Tempo de armazenamento (T)	4	0,021366**	3,050916**	3,163473**
C x T	4	0,002929**	1,468091*	0,189852 ^{ns}
Erro 2	24	0,000457	0,454479	0,097978
CV 1 (%)		0,28	1,99	10,23
CV 2 (%)		0,36	1,85	5,04

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

Tabela 3A - Resumo da análise de variância para pungência, sólidos totais (ST) e índice industrial (II) de cultivares de alho armazenadas por diferentes períodos. Mossoró, RN. UFERSA, 2015.

FV	GL	Quadrado médio		
		Pungência	ST	II
Bloco	3	157,711247	4,729407	23,238823
Cultivar (C)	1	115,532010 ^{ns}	143,337960**	17,490062 ^{ns}
Erro 1	3	89,827497	3,789873	10,804456
Tempo de armazenamento (T)	4	53,340115 ^{ns}	1,458460 ^{ns}	10,857910*
C x T	4	9,188485 ^{ns}	0,211823 ^{ns}	1,278625 ^{ns}
Erro 2	24	23,256563	2,226871	3,771839
CV 1 (%)		14,30	5,52	14,07
CV 2 (%)		7,28	4,23	8,32

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo