

# Caracterização físico-química de alho 'BRS Hozan' e 'Roxo Pérola de Caçador' em função do tempo de armazenamento

## Physico-chemical characterization of 'BRS Hozan' and 'Roxo Pérola de Caçador' garlic as a function of storage time

ANTONIA TAMIRES MONTEIRO BESSA<sup>1</sup>  
WELDER DE ARAÚJO RANGEL LOPES<sup>1, 2</sup>  
OTACIANA MARIA DOS PRAZERES DA SILVA<sup>1</sup>  
MAYKY FRANCLEY PEREIRA DE LIMA<sup>1</sup>  
PEDRO RAMON HOLANDA DE OLIVEIRA<sup>1</sup>  
HIAGO COSTA DE SOUSA<sup>1</sup>  
ADRIANO FONTES AGUIAR<sup>1</sup>  
MARIA ZULEIDE DE NEGREIROS<sup>1</sup>



cv. BRS Hozan

cv. Roxo Pérola de Caçador

**Cultivares de alho produzido em  
Portalegre, RN, Brasil.**

Fotos: W.A.R. Lopes

### RESUMO

O armazenamento pós-colheita pode ser um instrumento útil para que os produtores de alho proporcionem produtos de boa qualidade, com preços acessíveis para os consumidores, não apenas no momento da colheita. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar as mudanças nas propriedades físico-químicas do alho comum e nobre, durante o tempo de armazenamento, em condições ambientais. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas. As parcelas foram representadas pelas cultivares de alho: BRS Hozan e Roxo Pérola de Caçador e as subparcelas foram representadas pelo tempo de armazenamento: 0, 30, 60, 90 e 120 dias. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. 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, para as duas cultivares avaliadas. O alho manteve o padrão ideal para consumo até os 120 dias de armazenamento, para ambas as cultivares. A cultivar Roxo Pérola de Caçador teve potencial de armazenamento superior a cultivar BRS Hozan.

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

<sup>1</sup> Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN (Brasil).  
ORCID Bessa, A.T.M.: 0000-0002-8068-9068; ORCID Lopes, W.d.A.R.: 0000-0002-9380-6710; ORCID Silva, O.M.d.  
P.: 0000-0002-0634-5419; ORCID Lima, M.F.P.: 0000-0002-4405-7354; ORCID Oliveira, P.R.H.: 0000-0001-5807-9610;  
Sousa, H.C.: 0000-0003-3109-6407; Aguiar, A.F.: 0000-0001-7393-6094; Negreiros, M.Z.: 0000-0002-0665-326X

<sup>2</sup> Autor para correspondência. [welder.lopes@hotmail.com](mailto:welder.lopes@hotmail.com)

## ABSTRACT

Post-harvest storage can be a useful instrument for garlic producers to provide good quality produce with affordable prices for consumers. Thus, the objective of this study was to evaluate the changes in the physicochemical characteristics of common and noble garlic during storage under environmental conditions. The treatments were distributed in split plots; the plots were defined by the garlic cultivars: 'BRS Hozan' and 'Roxo Pérola de Caçador', and the storage times: 0, 30, 60, 90 and 120 days. A randomized block design was used, with four replications. We evaluated the weight loss, pith index, soluble solids, titratable acidity, pH, soluble solids/ titratable acidity, pungency, total solids and industrial index. For storage time, there was an increase in the weight loss, chopping index and titratable acidity, as well as a reduction in the pH, SS/TA ratio and industrial index for the two evaluated cultivars. The garlic maintained the ideal pattern for consumption for up to 120 days of storage for both cultivars. The cultivar Roxo Pérola de Caçador had a storage potential that was superior to that of the cultivar BRS Hozan.

**Additional key words:** *Allium sativum* L., postharvest storage, soluble solids, pungency.

Data de recepção: 16-01-2017    Aprovado para publicação: 30-09-2017

## INTRODUÇÃO

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). Na China, a produção de alho é subsidiada pelo governo e, ao entrar no Brasil, o custo final do produto é menor, garantindo mercado (Prati *et al.*, 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 e Oliveira, 2012).

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 (Chitarra e Chitarra, 2005) e também, a melhor época para a realização da colheita (Oliveira *et al.*, 2004). 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.*, 2016a; Lucena *et al.*, 2016a).

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 e Chitarra, 2005). Enquanto a acidez 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. De acordo com vários estudos, quanto mais elevada for a acidez, melhor será a característica industrial do alho (Lopes *et al.*, 2016a; Lucena *et al.*, 2016b).

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 (Lopes *et al.*, 2016a; Lucena *et al.*, 2016b). Os açúcares presentes nas espécies do gênero *Allium*, incluindo o alho, são glicose (1,0%), frutose (1,5%) e sacarose (1,0-1,5%), juntamente com uma série de oligossacarídeos (Souza e Macêdo, 2009).

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 (Souza e Macêdo, 2009).

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.*, 2016a; Lucena *et al.*, 2016b), reduzindo sensivelmente os custos de produção, pois menor quantidade de água deverá ser removida do produto (Souza e Macêdo, 2009).

A determinação do teor de ácido pirúvico nos extratos de alho é um dos meios mais simples para aferir a intensidade da pungência. Esta é um 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 (Vargas *et al.*, 2010; Lopes *et al.*, 2016a; Lucena *et al.*, 2016a).

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, o objetivo deste estudo foi caracterizar as mudanças nas propriedades físico-químicas do alho comum e nobre, ao longo do tempo de armazenamento, em condições ambientais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os bulbos de alho comum e nobre foram provenientes de um plantio realizado em 2015 no município de Portalegre, Rio Grande do Norte, Brasil. A área localiza-se 6°3'17" S e 38°0'17" W e altitude de aproximadamente 630 m. O fotoperíodo da região possui pouca variação, em torno de 12 h, durante todo o ano. A região possui clima tropical chuvoso, do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média anual em torno dos 23°C e índice pluviométrico de aproximadamente 1.100 mm por ano, concentrados entre os meses de fevereiro a maio.

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 d após o toailete. Cada repetição continha 15 bulbos correspondentes aos tempos de armazenamento, totalizando 75 bulbos em cada parcela experimental.

A BRS Hozan é uma cultivar de alho comum, que possui bulbos com formato irregular 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, de ciclo tardio, e possui bulbos redondos e grandes (Resende *et al.*, 2013). 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.*, 2016a; 2016b). Assim, os bulbos-semente da cultivar Roxo Pérola de Caçador passaram pelo processo de vernalização por um período de 50 d em câmara frigorífica à temperatura de 4°C ± 1°C e umidade relativa de 70%, antes do plantio dos bulbilhos no campo.

O plantio das cultivares de alho foi realizado a uma profundidade de 0,05 m em canteiros de 0,20 m de altura, 1,00 m de largura, com cinco fileiras simples no espaçamento de 0,20 x 0,10 m. Baseada na análise de solo, foi realizada a adubação de plantio com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio), 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), 9,71 kg ha<sup>-1</sup> de B (ácido bórico) e 60 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (sulfato de zinco) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de Pole Fertil®, Integral Agroindustrial, Brasil, à base de esterco bovino e de galinha decompostos, com 1% de N total, 15% de Composto orgânico, 50% de umidade, pH 6,0 e CTC de 80 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. As aplicações de N em cobertura foram realizadas aos 20, 35 e 50 d após o plantio, utilizando como fonte a ureia.

Utilizou-se a irrigação por microaspersão, com vazão de 40 L h<sup>-1</sup>. Visando à prevenção e controle de doenças como mancha púrpura (*Alternaria porri* (Ellis) Cif.) e ferrugem (*Puccinia allii* Castagne), realizou-se pulverizações com produtos à base de mancozeb (Manzate®, DuPont do Brasil S.A., 2,5 g do princípio ativo/L da solução), em intervalos de 7 d. O controle de pragas, como tripes e ácaros, foi efetuado mediante pulverizações em intervalos de 15 d com produtos

à base de deltametrina (Decis®, Bayer CropScience Ltda, Brasil, 0,3 mL do princípio ativo/L da solução) e/ou clorfenapir (Pirate®, BASF S.A., Brasil, 0,5 mL do princípio ativo/L da solução). O manejo de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais, efetuadas sempre que necessário, de modo que a cultura permanecesse sem interferência.

Suspendeu-se a irrigação 3 d antes da colheita, quando as plantas apresentaram sinais de maturação, caracterizadas pelo amarelecimento e secamento parcial da parte aérea e/ou tombamento das plantas. As plantas colhidas foram submetidas ao processo de “pré-cura”, permanecendo por 3 d expostas ao sol, de forma que as folhas de uma planta cobrissem os bulbos de outra, protegendo-os da radiação solar direta. Em seguida, realizou-se a cura de armazém, onde as plantas permaneceram por um período de 17 d em local sombreado, seco e arejado. Após o processo de cura, realizou-se toailete, que consiste na limpeza dos bulbos, descartando-se as raízes, folhas e túnicas secas e sujas. Após o toailete, os bulbos de alho foram colocados em bandejas distribuídas em prateleiras, conforme o tempo de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 d), em uma sala do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brasil, em temperatura ambiente (média diária de 28°C), luz natural, seca e arejada.

Em cada tempo de armazenamento, os bulbos foram encaminhados para o Laboratório de Pós-colheita do Centro de Pesquisas Vegetais do Semiárido Nordeste - CPVSA/ UFERSA, Mossoró, RN, Brasil, para a realização das análises:

- 1) Perda de peso (%) obtida pela diferença entre a massa inicial dos bulbos após o toailete e a massa dos bulbos em cada tempo de armazenamento;
- 2) O índice de chochamento (%) determinado pela relação entre número de bulbilhos chochos e número total de bulbilhos;
- 3) 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 rósea. Os resultados foram expressos em  $\text{mEq H}_3\text{O}^+/100 \text{ g}$ ;
- 4) 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;
- 5) Sólidos solúveis (SS), expressos em percentagem, foram quantificados 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;
- 6) Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) obtida pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável;
- 7) Pungência, estimada por meio da determinação do ácido pirúvico, utilizando-se o reagente 2,4-Dinitrofenilhidrazina (DNPH). 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 absorvâncias 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  $\text{mmol L}^{-1}$ ). Os resultados foram obtidos em  $\mu\text{moles}$  de ácido pirúvico por mL de suco de alho ( $\mu\text{mol mL}^{-1}$ );
- 8) Sólidos totais (ST), foram debulhados cinco bulbos, de cada tratamento; os bulbilhos obtidos foram levados a uma estufa com circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C, até atingirem massa seca constante. Os ST 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 (%);
- 9) Índice industrial (II), calculado pela fórmula:  $\text{II} = (\text{Sólidos totais} \times \text{ácido pirúvico}) / 100$  (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 tempos de armazenamento foram submetidos à análise de regressão, obedecendo-se ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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, e efeito isolado de cultivares e tempo de armazenamento para a relação SS/AT. Para sólidos totais, houve efeito significativo apenas de cultivares, enquanto que para o índice industrial, apenas do

tempo de armazenamento. Para a pungência, não se observou efeito significativo de nenhum dos fatores.

Houve aumento da perda de peso com o tempo de armazenamento, com valores máximos estimados de até 22,88% para a cultivar BRS Hozan e 8,95% para a cultivar Roxo Perola de Caçador, aos 120 d após o toalete (Fig. 1A). 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 (Chitarra e Chitarra, 2005). Sobre isso, Carvalho *et al.* (1991) encontraram perda de peso de até 10,88%, com 120 d de armazenamento para a cultivar Amaranthe. 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, Gravató, Gigante Roxo

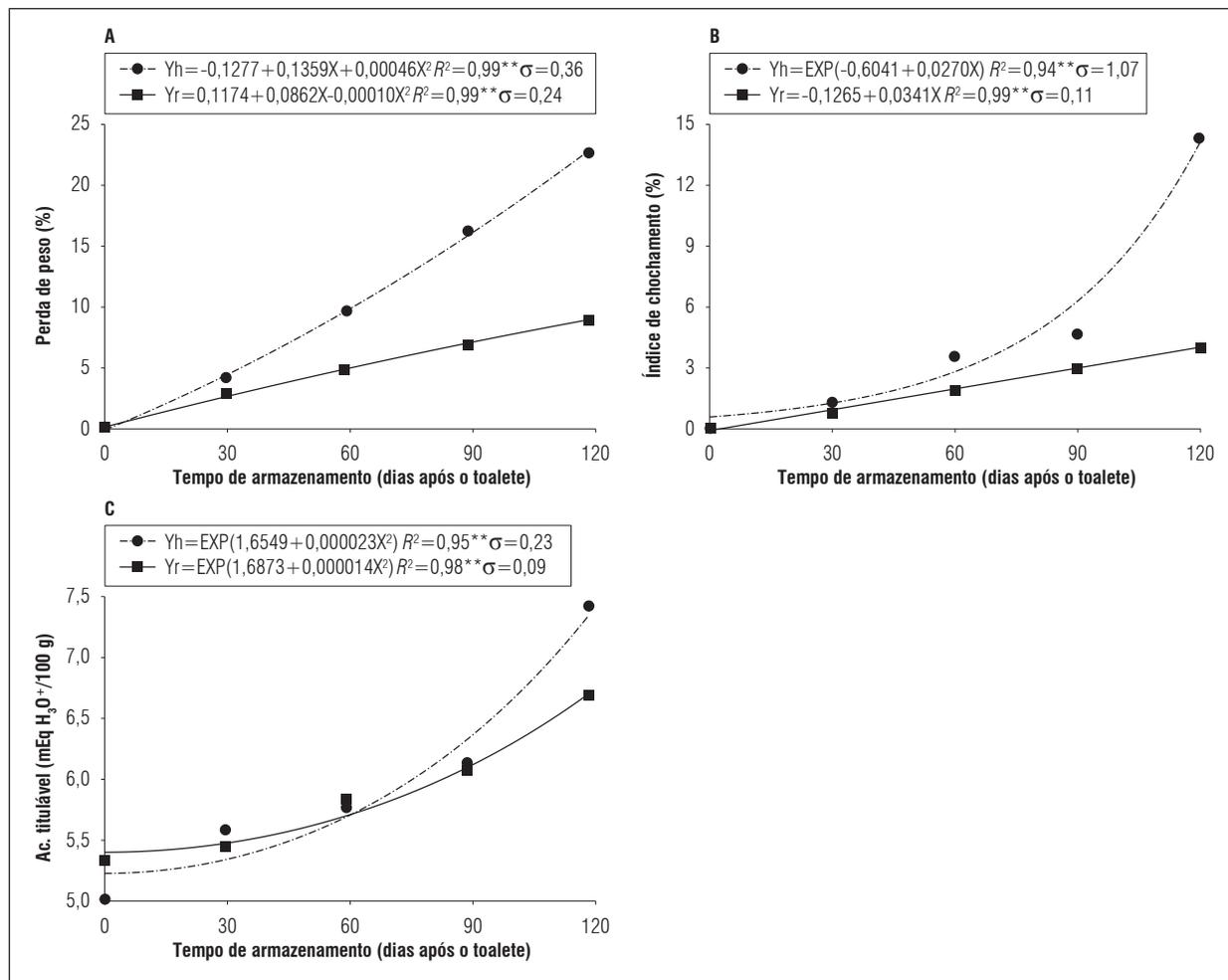


Figura 1. Perda de peso (A), índice de chochamento (B) e acidez titulável (C) de cultivares de alho armazenado, BRS Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r) [significativo ao nível de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade].

e Gigante Lavínia, respectivamente, em função das épocas de colheitas e potencial de armazenamento em alho.

A cultivar Roxo Pérola de Caçador apresentou menor perda de peso ao longo do tempo de armazenamento, embora significativo apenas dos 90 d após o toalete (Tab. 1). É possível que a cultivar BRS 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.

Para o índice de chochamento observou-se comportamento diferenciado entre as cultivares. Para a cultivar Roxo Pérola de Caçador verificou-se efeito linear crescente, com valores mínimos estimados de 0,01%

aos 0 d e máximo de 3,97% aos 120 d após o toalete. Enquanto para a cultivar BRS Hozan, observou-se comportamento exponencial, com valores mínimos e máximos estimados de 0,54% aos 0 d e 14,02%, respectivamente, aos 120 d após o toalete (Fig. 1B). Em relação às cultivares em cada tempo de armazenamento, verificou-se efeito significativo apenas para o tempo de 120 d após o toalete, tendo a cultivar BRS Hozan apresentado valores superiores à Roxo Pérola de Caçador (Tab. 1).

O chochamento é comum nos alhos armazenados e apresenta índice diferenciado entre clones submetidos ou não ao toalete. Oliveira *et al.* (2004) verificaram índice de chochamento médio de 12,76%, para as cultivares Gigante de Curitiba, Gravatá, Gigante Roxo e Gigante de Lavínia, com 180 d de armazenamento, ao passo que Soares *et al.* (2015), avaliando índice de chochamento de cultivares após 20 d de cura, encontraram valores variando de 0 até 5,60%. Segundo os autores, o índice de chochamento ou a porcentagem de bulbos 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.

Considerando 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  $H_3O^+$ /100 g aos 0 d, e o maior de 7,34 mEq  $H_3O^+$ /100 g aos 120 ds após o toalete, para o BRS Hozan, ao passo que o mínimo e o máximo para a cultivar Roxo Pérola de Caçador foram de 5,41 aos 0 d e 6,70 mEq  $H_3O^+$ /100 g, respectivamente, aos 120 d de armazenamento (Fig. 1C). 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 (Chitarra e Chitarra, 2005). Em alguns produtos, os ácidos orgânicos não só contribuem para a acidez como também para o aroma característico, porque alguns componentes são voláteis (Chitarra e Chitarra, 2005). No presente trabalho, a acidez aumentou devido a uma maior concentração dos ácidos orgânicos com o tempo de armazenamento.

A acidez titulável pode apresentar valores diferentes entre clones de alho e regiões de cultivo. Carvalho *et al.* (1991) observaram valores de acidez total inferiores

**Tabela 1. Perda de peso, índice de chochamento, acidez titulável, pH e sólidos solúveis de cultivares de alho armazenado.**

Cultivar	Tempo de armazenamento (dias após o toalete)				
	0	30	60	90	120
Perda de peso (%)					
R. Pérola de Caçador	-	2,88 a	4,82 a	6,89 b	9,04 b
BRS Hozan	-	4,16 a	9,56 a	16,28 a	22,71 a
Desvio padrão	-	1,88	1,88	1,88	1,88
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
Desvio padrão	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Acidez titulável (mEq $H_3O^+$ /100 g)					
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
Desvio padrão	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
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
Desvio padrão	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
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
Desvio padrão	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34

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

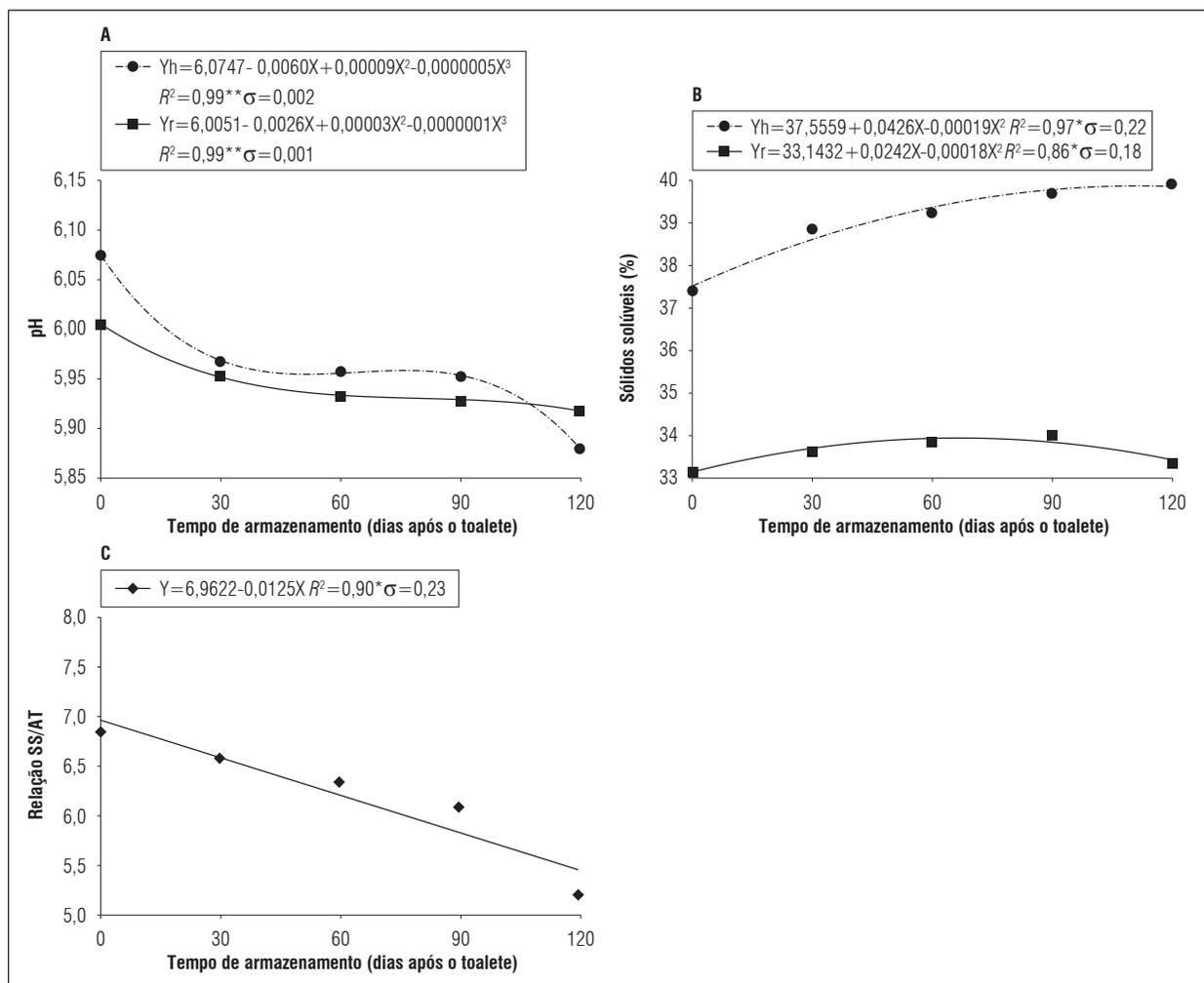
ao que foi observado no trabalho, variações de 1,08 a 1,34% aos 120 d de armazenamento, ao passo que Lopes *et al.* (2016a) verificaram acidez semelhantes ao que foi encontrado no trabalho, valores de 5,82 a 7,45 mEq  $H_3O^+/100g$ . Lucena *et al.* (2016a) encontraram acidez de 4,64 a 8,44 mEq  $H_3O^+/100g$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

Analisando as cultivares nos diferentes tempos de armazenamento, verificou-se que houve efeito apenas

para 120 d de armazenamento, tendo a cultivar BRS Hozan acidez titulável superior à Roxo Pérola de Caçador (Tab. 1).

Com relação ao pH obteve-se variação de 6,07 aos 0 d a 5,88 aos 120 d após o toalete para a cultivar BRS Hozan, ao passo que a Roxo Pérola de Caçador variou de 6,01 aos 0 d a 5,92 aos 120 d após o toalete (Fig. 2A). Os resultados obtidos são próximos aos encontrados por Lopes *et al.* (2016a) que verificaram variação de 5,76 a 6,04 na região de Baraúna-RN, Brasil. Para as cultivares, em cada período de armazenamento, houve efeito significativo apenas para os tempos de 0 e 120 d; para os demais períodos, os valores foram estatisticamente semelhantes (Tab. 1).

Para o teor de sólidos solúveis (SS) verificou-se comportamento quadrático com o tempo de armazenamento,



**Figura 2.** pH (A), sólidos solúveis (B) e relação SS/AT (C) de cultivares de alho armazenado, BRS Hozan (h) e Roxo Pérola de Caçador (r) [significativo ao nível de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade].

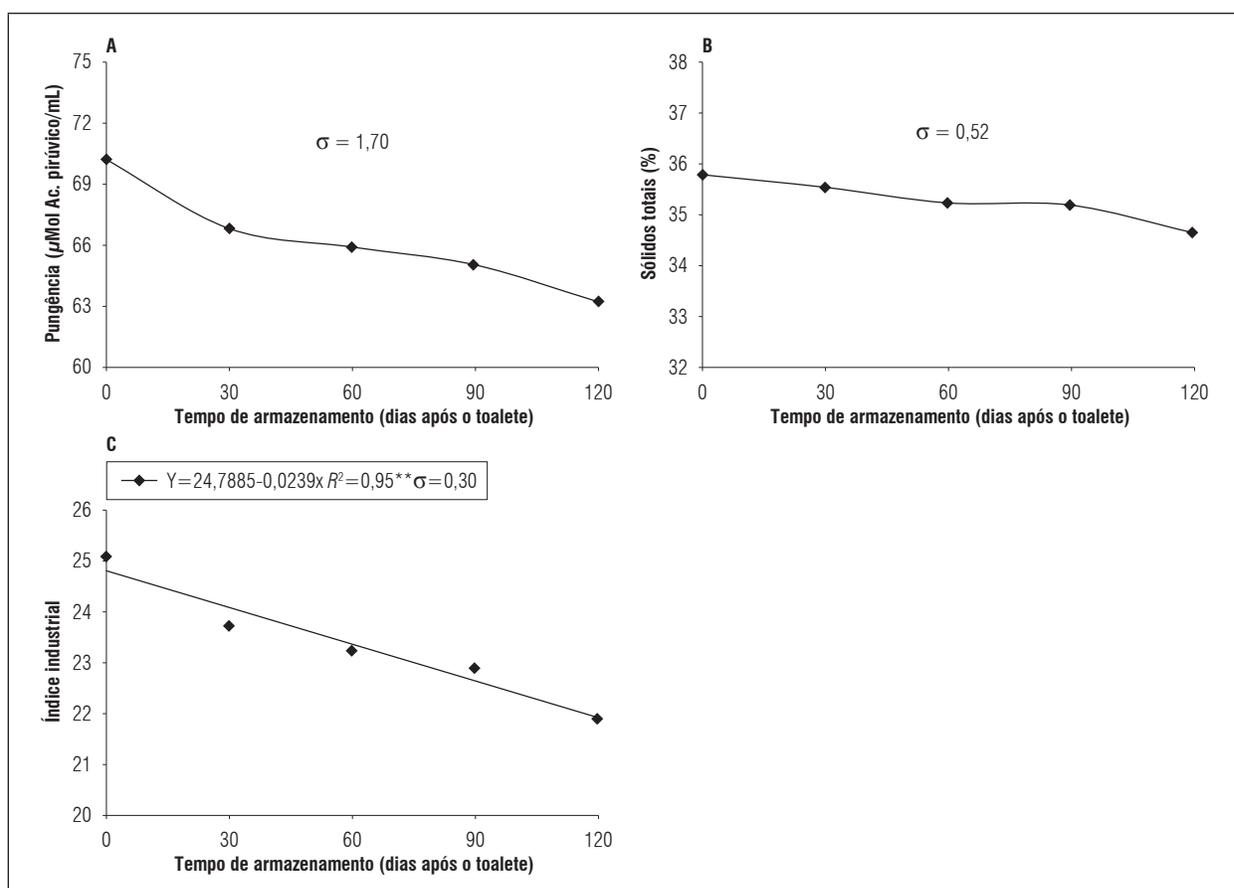
atingindo valores máximos estimados de 39,94% para a cultivar BRS Hozan, aos 111 d de armazenamento, e 33,95% para a Roxo Pérola de Caçador aos 66 d após o toalete (Fig. 2B). Houve efeito significativo para as cultivares, em todos os períodos de armazenamento, destacando-se a BRS Hozan, com valores superiores à Roxo Pérola de Caçador (Tab. 1). Resende *et al.* (2003) observaram pequena variação nas cultivares avaliadas entre 35,75 a 37,25%, sem diferenças significativas entre si. Ao passo que Lopes *et al.* (2016a) encontraram valor médio de 33,91% para a Roxo Pérola de Caçador e Lucena *et al.* (2016a) observaram valores máximos para a cultivar BRS 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 (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 (Chitarra e Chitarra, 2005).

Para a relação SS/AT observou-se comportamento linear decrescente com o aumento do tempo de armazenamento, com variação média de 6,96 aos 0 d e 5,45 aos 120 d após o toalete (Fig. 2C), 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 BRS Hozan proporcionou relação SS/AT superior à Roxo Pérola de Caçador (Tab. 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



**Figura 3.** Pungência (A), sólidos totais (B) e índice industrial (C) de cultivares de alho armazenado [significativo ao nível de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade].

isolada de açúcares ou da acidez, pois reflete o balanço entre açúcares e ácidos (Chitarra e Chitarra, 2005). Variação entre 4,42 e 5,91 na relação SS/AT foi encontrada por Lopes *et al.* (2016a) e valores de 3,96 e 6,16 na relação SS/AT foram encontrados por Soares (2013), avaliando diferentes cultivares de alho.

Com relação a pungência não foi observado efeito significativo dos tempos de armazenamento sobre a pungência, com média de 66,27  $\mu\text{mol mL}^{-1}$  de ácido pirúvico. No entanto, verificou-se tendência de redução ao longo do armazenamento (Fig. 3A), 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  $\mu\text{mol g}^{-1}$  aos 150 d de armazenamento para a cultivar Amaranthe na região de Lavras-MG, ao passo que Lopes *et al.* (2016a) observaram variações de 80,59 a 99,40  $\mu\text{mol mL}^{-1}$  de ácido pirúvico em Baraúna-RN e Lucena *et al.* (2016a) observaram valores de 80,23 a 90,45  $\mu\text{mol mL}^{-1}$  de pungência em Baraúna-RN, e 67,32 a 76,10 45  $\mu\text{mol mL}^{-1}$  em Governador Dix-sept Rosado-RN.

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

**Tabela 2. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), pungência, sólidos totais (ST) e índice industrial (II) de cultivares de alho armazenado.**

Cultivar	SS/AT	Pungência ( $\mu\text{mol mL}^{-1}$ )	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
Desvio padrão	0,14	2,11	0,43	0,73

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

Sabe-se que o grau de pungência no alho é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado (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.

Para sólidos totais (ST) dos bulbos não houve efeito significativo, 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 (Fig. 3B). Em relação às cultivares, houve efeito significativo, sendo a BRS Hozan superior à Roxo Pérola de Caçador (Tab. 2).

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

Observou-se comportamento linear decrescente no índice industrial com os períodos de armazenamento, com valores estimados de no máximo 24,79 e mínimo de 21,92, aos 0 e 120 d após o toailete, respectivamente (Fig. 3C). Não se observou diferenças entre as cultivares para índice industrial (Tab. 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 d de armazenamento, respectivamente. Lopes *et al.* (2016a) verificaram variação de 28,33 a 33,33 de índice industrial em Baraúna, RN, ao passo que Lucena *et al.* (2016a) obtiveram valores de índice industrial de 27,22 a 36,67 em Baraúna, RN, e 25,15 a 28,07 em Governador Dix-sept Rosado, RN.

## 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, para as duas cultivares avaliadas. O alho manteve o padrão ideal para consumo até os 120 d de armazenamento, para ambas as cultivares. A cultivar Roxo Pérola de Caçador teve potencial de armazenamento superior a cultivar BRS Hozan.

**Conflito de interesses:** o manuscrito foi preparado e revisado com a participação de todos os autores, que declaram não ter qualquer conflito de interesses que possa afetar a validade dos resultados do trabalho apresentado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAPA. 2014. Associação nacional dos produtores de alho. Nosso Alho No. 13. Brasília, Brasil.
- Beckles, D.M. 2012. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 63(1), 129-140. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2011.05.016
- Berno, N.D. 2013. Processamento mínimo de cebola roxa: aspectos bioquímicos, fisiológicos e microbiológicos. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz-ESALQ, Piracicaba, Brasil.
- Botrel, N. e V.R. Oliveira. 2012. Cultivares de cebola e alho para processamento. *Hortic. Bras.* 30(230), S8420-S8434.
- Carvalho, V.D., S.M. Chalfoun, C.M.P. Abreu e S.J.R. Chagas. 1991. Tempo de armazenamento na qualidade do alho cv. Amarante. *Pesq. Agropec. Bras.* 26(10), 1679-1684.
- Chitarra, M.I.F. e A.B. Chitarra. 2005. Pós-colheita e frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2ª ed. UFLA, ESAL/FAEPE, Lavras, Brasil.
- Ferreira, D.F. 2008. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. *Rev. Symposium* 6(2), 36-41.
- Honorato, A.R.F., M.Z. Negreiros, F.V. Resende, W.A.R. Lopes e A.M. Soares. 2013. Avaliação de cultivares de alho na região de Mossoró. *Rev. Caatinga* 26(3), 80-88.
- Lopes, W.A.R., M.Z. Negreiros, P.L.D. Morais, A.M. Soares, R.R.M. Lucena, O.M.P. Silva e L.C. Grangeiro. 2016a. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. *Hortic. Bras.* 34(2), 231-238. Doi: 10.1590/S0102-053620160000200013
- Lopes, W.A.R., M.Z. Negreiros, F.V. Resende, R.R.M. Lucena, A.M. Soares, O.M.P. Silva e J.F. Medeiros. 2016b. Produção de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio em região de clima semiárido. *Hortic. Bras.* 34(2), 249-256. Doi: 10.1590/S0102-053620160000200016
- Lucena, R.R.M., M.Z. Negreiros, P.L.D. Morais, W.A.R. Lopes e A.M. Soares. 2016a. Qualitative analysis of vernalized semi-noble garlic cultivars in western Rio Grande do Norte state, Brazil. *Rev. Caatinga* 29(3), 764-773. Doi: 10.1590/1983-21252016v29n329rc
- Lucena, R.R.M., M.Z. Negreiros, F.V. Resende, W.A.R. Lopes e O.M.P. Silva. 2016b. Productive performance of vernalized semi-noble garlic cultivars in western Rio Grande do Norte State, Brazil. *Rev. Caatinga* 29(2), 327-337. Doi: 10.1590/1983-21252016v29n209rc
- Oliveira, C.M., R.J. Souza, J.E. Yuri, J.H. Mota e G.M. Resende. 2004. Época de colheita e potencial de armazenamento em cultivares de alho. *Hortic. Bras.* 22(4), 804-807. Doi: 10.1590/S0102-05362004000400029
- Prati, P., D.E. Foltran, C.M. Henrique e C.P.C.C. Martins. 2010. Alterações físico-químicas em pastas de alho. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* 11(2), 191-195.
- Resende, J.T.V., R.G.F. Morales, D.S. Zanin, F.V. Resende, J.T. Paula, D.M. Dias e A.G. Galvão. 2013. Caracterização morfológica, produtividade e rendimento comercial de cultivares de alho. *Hortic. Bras.* 31(1), 157-162. Doi: 10.1590/S0102-05362013000100025
- Resende, G.M., S.J.R. Chagas e L.V. Pereira. 2003. Características produtivas e qualitativas de cultivares de alho. *Hortic. Bras.* 21(4), 686-689. Doi: 10.1590/S0102-05362003000400023
- Soares, A.M. 2013. Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, Brasil.
- Soares, A.M., M.Z. Negreiros, F.V. Resende, W.A.R. Lopes, J.F. Medeiros e L.C. Grangeiro. 2015. Avaliação de cultivares de alho no município de Governador Dix-sept Rosado-RN, Brasil. *Rev. Agroamb.* 9(4), 423-430.
- Souza, R.J. e F.S. Macêdo. 2009. Cultura do alho: Tecnologias modernas de produção. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil.
- Vargas, V.C.S., R.E. González, M.M. Sance, J.L. Burba e A.B. Camargo. 2010. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la expresión del contenido de allicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum* L.). *Rev. FCA UNCuyo* 42(2), 15-22.