

AVALIAÇÃO DA CONSERVAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE VARIEDADES DE ALHO PRECOSES LIVRES DE VÍRUS NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO PIAUIENSE

Joanderson Mendes de Almeida¹

Iriani Rodrigues Maldonade²

Lenita Lima Haber³

Francisco Vilela Resende⁴

Introdução

O alho (*Allium sativum* L.) destaca-se como uma das principais hortaliças produzidas no país, de grande importância econômica e social, sendo cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversas regiões no país, com um grande uso de mão de obra familiar.

Entre os estados produtores no Brasil, destacam-se Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Bahia como responsáveis por mais de 90% da produção nacional (RESENDE et al., 2004). O mercado nacional de alho (*A. sativum*) demanda cerca de 300 mil toneladas por ano, sendo que 95% são designados para o consumo *in natura*.

Mundialmente os maiores produtores de alho são China, Índia, Bangladesh, Coreia do Sul, Espanha, Egito e Rússia que detêm aproximadamente 90% da produção mundial (FAO, 2018), com uma produção de aproximadamente 28.164.055 toneladas e média de produtividade de 17,85 t ha⁻¹.

O processo de seleção e adaptabilidade de variedades de alho para regiões específicas também exige o conhecimento das condições de conservação e qualidade condimentar dos bulbos, de acordo com o manejo pós-colheita. Além do mais, a exigência do mercado é um dos fatores mais importantes a ser acatado pelos produtores. Pela possibilidade de armazenamento prolongado, a comercialização do alho em geral é realizada por escalonamento, o que permite ao produtor atender às demandas do mercado e o controle de preço (OLIVEIRA et al., 2004). Em relação a qualidade condimentar, as características principais para aceitação do consumidor e com valor comercial são:

¹Engenheiro Agrônomo formado pela UESPI *Campus* prof. Barros Araújo, Consultor e instrutor do SEBRAE-PI.

²Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas e Pós-doutorado em Food Safety & Control pela London South Bank University (LSBU) em Londres-UK, trabalha na EMBRAPA Hortaliças - CNPH.

³Doutorado em Agronomia (Horticultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e trabalha na EMBRAPA Hortaliças como analista de transferência de tecnologia.⁴Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) pela UFV, trabalhando na EMBRAPA hortaliças.

químicas, físico-químicas, fitossanitárias, tamanho e aparência dos bulbos (LUENGO et al., 1999; MUNSHI et al., 2018).

Com crescimento e maturação, as hortaliças têm uma elevação dos teores de sólidos solúveis, alteração na acidez e textura que em conjunto servem como referência para escolha do ponto de colheita. Essas variáveis estão diretamente relacionadas a qualidade de bulbos de alho e, geralmente, são usadas como controle de qualidade nas indústrias. Os principais fatores que podem ser avaliados na pós-colheita para acompanhar as alterações físico-químicas no alho são: sólidos solúveis totais, acidez, matéria seca, teores de açúcares e pungência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Essas características variam e dependem de fatores como: variedades, tratos culturais, fatores ambientais, estado nutricional e fitossanitário da cultura, promovendo uma grande variabilidade fenotípica entre os diferentes grupos/variedades de alho. Essas variabilidades como peso, tamanho e cor de bulbos e bulbilhos, assim como no teor de açúcares totais (SAIF et al., 2020), são mais expressivos do que os fatores genotípicos da espécie (SANDHU et al., 2015).

Desta forma, considerando a importância dos fatores listados acima no processo, objetivou-se com este trabalho avaliar a conservação e qualidade pós-colheita de bulbos de variedades de alho precoce do banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças, melhoradas através de seleção e limpeza clonal, para o plantio na região de Picos (PI).

Metodologia

Este trabalho foi realizado em condições de ambiente na sede da Associação Piauiense de Produtores de Alho (APPA) no período de novembro/2019 a abril/2020 em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições (Figura 1). As parcelas foram formadas por bandejas de isopor contendo uma amostra de 10 bulbos selecionados aleatoriamente em cada repetição proveniente do experimento de campo. A massa dos bulbos durante o armazenamento foi monitorada através de pesagens periódicas aos 30, 60, 90, 120, 150 dias para obtenção da curva de resposta de perda de massa no armazenamento. A porcentagem de perda de massa dos bulbos foi estimada pela diferença de peso entre início (0 dias) e o fim (150 dias) do período de armazenamento.

Figura 1. Experimento de avaliação de características comerciais e conservação pós-colheita de variedades precoces de alho livres de vírus na região de Picos/PI



Fotos: Francisco Vilela Resende

Amostras de 20 bulbos de algumas variedades do grupo de melhor desempenho produtivo no experimento de campo (Centralina A, Branco Mineiro PI, Branco Mineiro CE, Branco Mineiro CB, Inhumas A, Inhumas E, Jacobina, Jundiáí) foram enviadas ao Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Hortaliças no início (30 dias) do período de armazenamento para as realizações de análises químicas e físico-químicas de sólidos solúveis (SS), matéria seca (MS) e ácido pirúvico (pungência).

A determinação de sólidos solúveis (SS) foi determinada por refratometria segundo método da AOAC (2005). Para determinação de SS, bulbilhos de alho foram amassados e filtrados, cujo exsudado das amostras foram colocados no refratômetro digital (PAL-1, Atago), previamente calibrado com água destilada, onde os resultados foram expressos em °Brix. O teor de matéria seca foi determinado através da diferença de peso entre as amostras antes e após a secagem em estufa a 60 °C até peso constante AOAC (2005). Para determinação da acidez titulável total, foram trituradas 10 gramas de matéria fresca com 25 ml de água destilada em liquidificador por 3 minutos. Em seguida, a amostra foi titulada com NaOH 0,5 N até pH 8,2, cujos resultados foram expressos (%) em relação ao ácido pirúvico.

Já a determinação da pungência foi estimada por espectrofotometria, usando o reagente 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), segundo ANTHON; BARRET (2003). Os bulbilhos de alho foram triturados (10 g) com 10 ml de água destilada e filtrados em papel de filtro. Em tubos de ensaio, foram adicionados 0,5 ml do extrato filtrado, 1,5 ml de ácido tricloroacético 5 % (v/v) e agitados. Após 1

hora de repouso, foram adicionados 18 ml de água destilada com agitação em vortex. Em seguida, foi transferido 1 ml dessa solução para tubos de ensaio, onde foram adicionados 1 ml de 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH), 1 ml de água destilada, agitados em vortex, e mantidos a 37 °C em banho-maria por 10 minutos. Após resfriamento em banho de gelo, foram adicionados 5 ml de NaOH (0,6 N) e mantidos em repouso por 5 min em temperatura ambiente. As leituras das absorbâncias das amostras foram feitas em espectrofotômetro (Agilent) a 420 nm. Foi utilizado o piruvato de sódio como padrão através de uma curva de calibração.

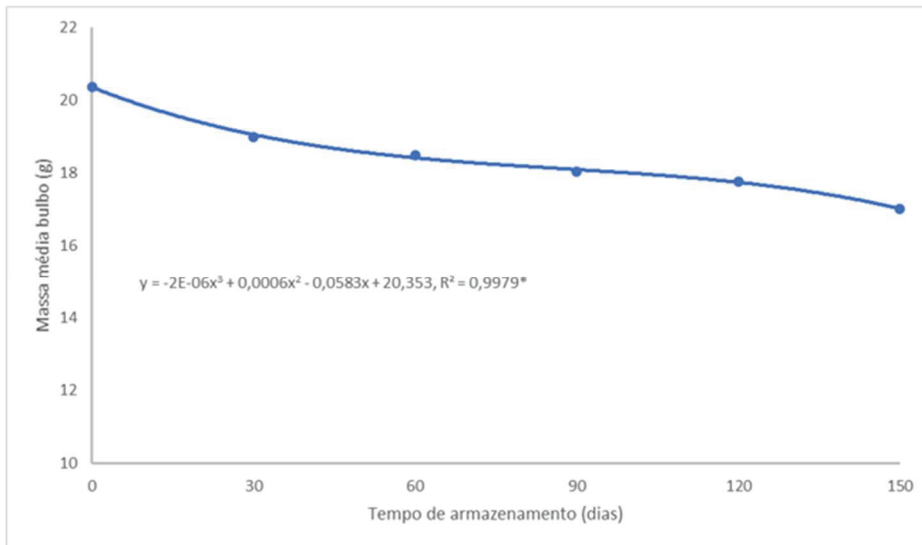
Os dados foram submetidos à análise de variância com um nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade (BORGES; FERREIRA, 2003), através do software SpeedStat[®] (CARVALHO et al., 2020), e os dados de perda de massa no armazenamento foram submetidas à análise de regressão.

Resultados e Discussão

A Figura 2 ilustra o comportamento da perda de peso das variedades ao longo do período de armazenamento que se ajustou a uma curva de regressão polinomial de terceiro grau, onde se observa um período mais acentuado de redução da massa dos bulbos nos primeiros 60 dias, seguido de um período de leve estabilidade até 120 dias, acentuando-se novamente até os 150 dias. No início do processo de cura dos bulbos ainda possuem um alto teor de umidade, portanto, a perda de peso é elevada nesta fase (BESSA et al., 2017).

Em uma fase intermediária do armazenamento a perda de umidade é superada pelo consumo reservas em função da respiração dos bulbilhos. Em função disso, os índices relativos de perda de peso continuam a reduzir gradualmente, porém de forma menos acelerada (FINGER; PUIATTI, 1994; OLIVEIRA et al., 2004). Já próximo dos 150 dias de armazenamento a perda de peso se acentua, o que pode ser atribuído a quebra de dormência do bulbilho. Nesta fase o desenvolvimento intenso da folha de brotação consome as reservas dos bulbilhos como substrato no processo de respiração celular (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Figura 2. Comportamento de perda da massa dos bulbos de variedades precoces de alho livres de vírus na região de Picos/PI durante um período de armazenamento de 150 dias



A colheita dos bulbos antes da maturação completa e a presença de microrganismos patogênicos e pragas que permanecem nos bulbos após a colheita também são fatores que elevam a perda de massa do alho no armazenamento (CARVALHO et al., 1991; OLIVEIRA et al., 2003).

Durante o armazenamento, ocorrem reações bioquímicas que são influenciadas pelas condições da câmara de armazenamento, que poderão alterar a textura e aroma. O alho pode ser armazenado em condições de ambiente por vários meses, permitindo o escalonamento da comercialização e conservação dos bulbos sementes até a próxima época de plantio. Entretanto, é fundamental que, para a conservação do alho nesta condição, a colheita ocorra quando os bulbos apresentarem ponto de maturidade fisiológico adequado (início da senescência da parte aérea, diferenciação em bulbilhos, e máximo acúmulo de matéria seca) e que os mesmos sejam acondicionados sem fazer o corte de folhas e raízes. Esta prática é determinante para a redução da porcentagem de bulbilhos chochos durante o armazenamento (OLIVEIRA et al., 2004). Por outro lado, o armazenamento em condições climáticas controladas (KADER, 1986; CHITARRA; CHITARRA, 2005), principalmente do alho semente, já está se tornando realidade entre os produtores de alho, uma vez que a dormência e o crescimento da gema de brotação, assim como todas as atividades metabólicas podem ser controladas em condições de atmosfera com baixa concentração de CO₂, como também sob temperatura (15 a 20 °C) e umidade relativa (60 a 70%) adequadas.

Pela análise de variância (Tabela 1), todas as características de qualidade pós-colheita do bulbo mostraram diferenças altamente significativas entre as variedades avaliadas, com destaque para

as características de acidez e pungência ($p < 0,001$) que estão diretamente relacionadas aos atributos de aroma e sabor do alho. Os coeficientes de variação para todas as características foram considerados como baixos por serem todos inferiores a 10% (GOMES, 2009), indicando elevada precisão das análises de pós-colheita realizadas.

Tabela 1. Resumo das análises de variância (ANOVA) e coeficientes de variação para características de qualidade pós-colheita de bulbos no início do armazenamento de variedades de alho comum livres de vírus de ciclo precoce e médio na região de Picos/PI

ANOVA	QM	F-valor	p-valor	CV (%)
Matéria Seca (%)	7,08	3,78	0,013	3,92
Sólidos Solúveis (°Brix)	4,85	6,17	0,001	2,38
Acidez (%)	0,03	24,49	<0,001	7,41
Pungência (% ác. pirúvico)	217,74	25,62	<0,001	7,34

As variedades Branco Mineiro CE (39,67°Brix) e Inhumas A (38,63°Brix) apresentaram teores de sólidos solúveis significativamente superiores aos demais variedades, seguidos por um segundo grupo com destaque para as variedades Centralina A (37,57°Brix) e Branco Mineiro PI (37,07°Brix) (Tabela 2). Em plantio realizado também no mês de maio na região de Mossoró/RN, obteve-se valores médios de sólidos solúveis semelhantes ao deste trabalho (LOPES et al., 2016). Estes autores obtiveram maiores valores de sólidos solúveis nesta época de plantio como consequência às temperaturas mais amenas registradas neste período em relação à outras épocas de plantio.

Tabela 2. Valores médios e erro padrão das médias de Sólidos Solúveis, Matéria Seca, Acidez e Pungência no início com 30 dias de armazenamento de variedades de alho comum livres de vírus de ciclo precoce e médio na região de Picos/PI

Variedades	Sólidos Solúveis (°Brix)	Matéria Seca (%)	Acidez (% ácido pirúvico)	Pungência ($\mu\text{mol.g}^{-1}$, ácido pirúvico)
Centralina A	37,57 ^b ± 0,39	35,95 ^a ± 3,92	0,49 ^b ± 0,006	30,02 ^d ± 5,95
Branco Mineiro CE	39,67 ^a ± 0,71	36,80 ^a ± 1,26	0,59 ^b ± 0,013	46,65 ^a ± 0,89
Branco Mineiro PI	37,07 ^b ± 0,24	34,37 ^b ± 0,65	0,78 ^a ± 0,047	42,52 ^b ± 1,06
Inhumas A	38,63 ^a ± 0,58	34,53 ^b ± 0,52	0,49 ^b ± 0,006	47,15 ^a ± 0,75
Jacobina	36,30 ^b ± 0,70	33,63 ^b ± 1,59	0,48 ^b ± 0,014	39,79 ^b ± 4,55
Jundiaí	37,03 ^b ± 0,47	37,30 ^a ± 1,09	0,40 ^b ± 0,023	25,84 ^d ± 3,16
Inhumas E	35,70 ^b ± 0,65	32,96 ^b ± 0,79	0,52 ^b ± 0,008	49,61 ^a ± 3,72
Branco Mineiro CB	36,83 ^b ± 0,87	34,33 ^b ± 0,74	0,50 ^b ± 0,002	36,20 ^c ± 3,13

* Médias seguidas por uma mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro

Os sólidos solúveis são constituídos de açúcares e outros compostos do metabolismo bioquímico como ácidos orgânicos, vitaminas, fenólicos, fibras solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No caso do alho, o teor de sólidos solúveis é constituído por 60% de açúcares, o que explica o sabor adocicado do alho negro durante o processo de envelhecimento onde a frutose é liberada após hidrólise enzimática (MALDONADE; RESENDE, 2015).

Em termos de matéria seca (Tabela 2), a variedade Jundiaí foi a que apresentou maior média de 37,30 % (ou 62,7% de umidade), enquanto que a Inhumas E com menor teor médio 32,96 % (ou 67,04 % de umidade). Esses valores encontram-se na mesma faixa observada tanto para bulbos variedades de alho comum produzidos no Brasil que atingiram um valor máximo de 69,3% de umidade quanto para bulbos comerciais de uma variedade importada da China que atingiu teor de umidade de 66,8% (PRATI et al., 2010).

A pungência típica de alho está relacionada à formação de ácido pirúvico, que é uma característica desejável nos bulbos, depende dos fatores de produção e das características genéticas. As variedades Inhumas E e A e Branco Mineiro CE se destacaram pelos altos teores de 49,61, 47,15 e 46,65 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ de ácido pirúvico, respectivamente, aos 30 dias de armazenamento. São valores expressivos quando comparados aos obtidos na região Sudeste que somente atingiram valores superiores à 40 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ após 90 dias de armazenamento (CARVALHO et al., 1991; CARVALHO et al., 1993). Por outro lado, o variedade Jundiaí (25,84 $\mu\text{mol.g}^{-1}$) apresentou um teor de ácido pirúvico bastante inferior aos demais na região do semiárido.

A pungência do alho aumenta com o tempo de armazenamento (CARVALHO et al., 1991; NASSUR et al., 2020), mas também pode ser influenciada pela época de plantio, genótipo e região de cultivo (LOPES et al., 2016; VARGAS et al., 2010). Na região do semiárido tem sido encontrados valores de ácido pirúvico em bulbos de alho considerados elevados que podem chegar até 99,40 $\mu\text{mol}\cdot\text{ml}^{-1}$ (LOPES et al., 2016; LUCENA et al., 2016; BESSA et al., 2017; LIMA et al., 2019).

Conforme observado também por LOPES et al. (2016), aparentemente não existe uma relação numérica direta entre o tamanho ou massa dos bulbos com a pungência com pode ser observado nas variedades Centralina A e Branco Mineiro PI que apesar de se destacarem para massa média de bulbos foram significativamente inferiores à Inhumas E e A para produção de ácido pirúvico.

Na conservação pós-colheita os principais fatores constituintes do alho, que afetam a sua qualidade, são o teor de sólidos solúveis, umidade da sua composição, acidez e pungência. A acidez é um dos componentes de qualidade mais importantes para o processamento e industrialização do alho; quanto mais elevada a acidez associado ao teor de ácido pirúvico, melhor as características de qualidade dos bulbos para a indústria (CHAGAS et al., 2003).

Considerações Finais

Após 150 dias de armazenamento as variedades Canela de Ema e Branco Mineiro RN foram os que menos perderam peso de bulbo, enquanto seleções Branco Mineiro PI e CB e Inhumas foram as variedades que apresentaram perda de peso superior a 20%, portanto, menor conservação durante o armazenamento.

As variedades Branco Mineiro CE (39,67 °Brix) e Inhumas A (38,63 °Brix) apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis dentre os materiais avaliados. Da mesma forma, Inhumas E e A e Branco Mineiro CE se destacaram com maior pungência devido as maiores concentrações de ácido pirúvico nos bulbos com 30 dias de armazenamento.

Baseado nas características produtivas, valoração comercial, conservação, valores de °Brix e pungência, os genótipos Centralina A, Branco Mineiro PI e CB e Inhumas A se mostraram promissores para o cultivo nas condições edafoclimáticas do semiárido piauiense.

Agradecimentos

Ao agricultor João Francisco da Luz (Sr. João Bernardes) da Comunidade Baixa dos Mouras em Sussuapara/PI por ceder a área para condução do experimento de campo. Ao Serviço de Apoio às Micros e Pequenas Empresas do Piauí (SEBRAE/PI) pelo apoio logístico e financeiro. À Associação Piauiense dos Produtores de Alho (APPA) através do seu presidente José Airton Carvalho Dantas por prover a mão de obra e acompanhamento técnico necessários para realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

ANTHON, G.E.; BARRETT, D.M. Modified method for the determination of pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, n.12, p.1210-1213, 2003.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, v.1, 2005.

ATKIN, M.; LAIGHT, D.; CUMMINGS, M.H. The effects of garlic extract upon endothelial function, vascular inflammation, oxidative stress and insulin resistance in adults with type 2 diabetes at high cardiovascular risk. A pilot double blind randomized placebo-controlled trial. **Journal of Diabetes Complications**, v.30, n.4 p723-727. 2016

BESSA, A.T.M. et al. Caracterização físico-química de alho ‘BRS Hozan’ e ‘Roxo Pérola de Caçador’ em função do tempo de armazenamento. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v.11, n.2, p.368-377, 2017.

BORGES, L.C.; FERREIRA, D.F. Power and type I error rates of Scott-Knott, Tukey and Student-Newman-Keuls’ tests under residual normal and non-normal distributions. **Revista Matemática e Estatística**, v.21, n.2, p.67-83, 2003.

CARVALHO, V.D. et al. Tempo de armazenamento na qualidade do alho, Cv. Amaranthe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.26, n.10, p.1679-1684, 1991.

CARVALHO, V.D.; SOUZA, S.M.C; BOTREL, N. Efeito da embalagem e tratamentos pós-colheita na conservação e qualidade do alho, Cv. Gigante de Lavínia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.9, p.987-992, 1993.

CARVALHO, A.M.X. et al. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.20, n.3 p.1-6, 2020.

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

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.C. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 785p.

RESENDE, F.V.; DUSI, A.N.; MELO, W.F. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília – DF: **Embrapa/CNPQ**, 2004. 11p.

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

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 2009. 467p.

IBGE. Tabela 5457: área plantada ou destinada a colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor de produção das lavouras temporárias e permanentes. 2019. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acessado em: 21 jul. 2021.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food technology**, v.40, n.5, p.99-104, 1986.

LIMA, M.F.P. et al. Garlic quality as a function of seed clove health and size and spacing between plants. **Revista Caatinga**, v.32, n.4, p.966-975. 2019.

LOPES, W.A.R. et al. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.34, p.231-238, 2016.

LUCENA, R.R.M. et al. Qualitative analysis of vernalized semi-noble garlic variedades in western Rio Grande do Norte State, Brazil. **Revista Caatinga**. v.29, n.3, p.764-773, 2016.

LUENGO, R.F.A. et al. Classificação de hortaliças. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 1999. 61p.

MALDONADE, I.R., RESENDE, F. V. Kinetics of bioactive compounds in aged Brazilian garlic. **Acta Horticulturae**, v.1106, p.179–184, 2015.

MORIHARA, N. et al. Aged garlic extract suppresses inflammation in apolipoprotein E-knockout mice. **Molecular Nutrition & Food Research**, 2017, v.61, n.10, 2017.

MUNSHI, R. et al. Effect of exogenous application of phytohormones and fungicides yield, quality storability and economics of garlic (*Allium sativum* L.). **Vegetable Science**, v.45, n.2, p.249-253, 2018.

NASSUR, R.C.M.R. et al. Características comerciais, armazenamento e qualidade pós-colheita de variedades de alho infectadas e livres de vírus. Brasília, **Embrapa Hortaliças**, 2020. 32p.

OLIVEIRA, C.M. et al. Determinação do ponto de colheita na produção de alho. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.506-509, 2003.

OLIVEIRA, C.M. et al. Época de colheita e potencial de armazenamento em variedades de alho. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.804-807, 2004.

PRATI, P.; HENRIQUE, C.M.; MARTINS, C.P.C.C. Caracterização físico-química de variedades de alho. **Pesquisa e Tecnologia, Campinas**, v.7, n.15, p.1-6, 2010.

REITER, J. et al. Diallylthiosulfinate (allicin), a volatile antimicrobial from garlic (*Allium sativum*), kills human lung pathogenic bacteria, including MDR strains, as a vapor, **Molecules**, v.22, n.10, p. 1711, 2017.

RESENDE, F.V.; NASSUR, R.C.M.R.; HABER, L.L. Variedades recomendadas: desempenho Agrônômico e qualidade pós-colheita. IN: NICK, C.; BORÉM, A. **Alho do Plantio à Colheita**. Viçosa: UFV, 2017, p.67-90.

SAIF, S. et al. Garlic. **Medicinal Plants of South Asia**, p.301–315, 2020.

SANDHU, S.; BRAR, P.; DHALL, R. Variability of agronomic and quality characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. **SABRAO Journal Breed. Genet**, n.47, p.133-142, 2015.

SANTOS, K.B. et al. O Sistema de cultivo do alho (*Allium sativum* L.) na microrregião de Picos (PI). **Revista Espacios**, v.38, n.21, p.19-25, 2017.

VARGAS, V.C.S. et al. Efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre la expresión del contenido de allicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum* L.). **Revista de la Facultad de Ciencias Ararias Universidad Nacionl de Cuyo**, n.42, v.2, p.15-22, 2010.