

## Características comerciais, armazenamento e qualidade pós colheita de cultivares de alho infectadas e livres de vírus





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
216**

**Características comerciais, armazenamento  
e qualidade pós colheita de cultivares de alho  
infectadas e livres de vírus**

*Rita de Cássia M. Resende Nassur*

*Lenita Lima Haber*

*Eduardo Valério de Barros Vilas Boas*

*Francisco Vilela Resende*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na  
**Embrapa Hortaliças**  
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9  
Caixa Postal 218  
Brasília-DF  
CEP 70.275-970  
Fone: (61) 3385.9000  
Fax: (61) 3556.5744  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac  
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Hortaliças

Presidente  
*Henrique Martins Gianvecchio Carvalho*

Editora Técnica  
*Flávia M. V. T. Clemente*

Secretária  
*Clidíneia Inez do Nascimento*

Membros  
*Geovani Bernardo Amaro*  
*Lucimeire Pilon*  
*Raphael Augusto de Castro e Melo*  
*Carlos Alberto Lopes*  
*Marçal Henrique Amici Jorge*  
*Alexandre Augusto de Moraes*  
*Giovani Olegário da Silva*  
*Francisco Herbeth Costa dos Santos*  
*Caroline Jácome Costa*  
*Iriani Rodrigues Maldonade*  
*Francisco Vilela Resende*  
*Italo Moraes Rocha Guedes*

Normalização Bibliográfica  
*Antonia Veras de Souza*

Tratamento de ilustrações  
*André L. Garcia*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*André L. Garcia*

Foto da capa  
Francisco Vilela Resende

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Hortaliças

---

Características comerciais, armazenamento e qualidade pós colheita de  
cultivares de alho infectadas e livres de vírus / Rita de Cássia M.  
Resende ... [et al.].  
- Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020.  
32 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm. (Boletim de pesquisa e  
desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1415-2312 ; 216).

1. *Allium sativum* 2. Produtividade. I. Nassur, Rita de Cássia  
II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 635.26

## Sumário

---

Resumo .....	7
Abstract .....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos .....	13
Resultados e Discussão .....	18
Conclusão.....	27
Referências .....	28



## Características comerciais, armazenamento e qualidade pós colheita de cultivares de alho infectadas e livres de vírus

*Rita de Cássia M. Resende Nassur<sup>1</sup>*

*Lenita Lima Haber<sup>2</sup>*

*Eduardo Valério de Barros Vilas Boas<sup>3</sup>*

*Francisco Vilela Resende<sup>4</sup>*

**Resumo** – O alho semente livre de vírus é o principal insumo para cultura do alho no Brasil devido aos expressivos aumentos de produtividade e valor agregado proporcionado por esta tecnologia. Desta forma, entender a influência da limpeza viral na qualidade condimentar e na capacidade de armazenamento dos bulbos se tornou uma demanda da cadeia produtiva desta cultura. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar as características comerciais, a qualidade dos bulbos e a capacidade de armazenamento em condição ambiente de alho infectado e livre de vírus. O estudo foi realizado na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF utilizando cinco cultivares comerciais de alho: Cateto Roxo (ciclo precoce); Amarante e BRS Hozan (ciclo médio) e Chonan e Quitéria (ciclo longo), livres e infectadas por vírus, originando um esquema experimental fatorial 5 x 2. Foi conduzido um ensaio em campo, em delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições para avaliação de produtividade e classificação comercial e outro, em galpão, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições para avaliação da conservação e qualidade pós colheita dos bulbos no início e final de um período de 133 dias de armazenamento. A produção comercial média das cultivares livres de vírus foi 90,4% superior aos dos seus clones infectados correspondentes. A classificação comercial dos bulbos indicou que a produção de clones livres de vírus concentrou-se nas classes de maior diâmetro de bulbo e conseqüentemente maior valor comercial, enquanto as classes de tamanho inferior, de menor valor comercial foram ocupadas de significativamente pela produção das plantas infectadas.

---

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência dos Alimentos, Professora do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Ouricuri, PE

<sup>2</sup> Bióloga, Doutora em Horticultura, Analista da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência dos Alimentos, Professor da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

Não foram observadas diferenças significativas entre cultivares livres de vírus para distribuição da produção dentro das classes comerciais, com exceção de Chonan que mostrou elevado índice de produção de bulbos não comerciais. Entre os clones infectados Amarante e BRS Hozan destacaram-se por apresentarem a menor produção de bulbos não comerciais. Observou-se uma redução linear progressiva da massa dos bulbos durante um período de 133 dias de armazenamento, chegando a 13,67 e 16,05% para o alho livre e infectado por vírus, respectivamente. Não foram observadas diferenças estatísticas entre cultivares para perda de massa no armazenamento, embora numericamente as cultivares Chonan e Quitéria (ciclo tardio) tiveram menores perdas de peso que os materiais de ciclo precoce e médio. Houve variação significativa no teor de sólidos solúveis entre as cultivares estudadas, com redução nos valores entre o início e o final do período de armazenamento, sendo que as perdas mais acentuadas foram observadas em clones infectados por vírus. As cultivares Amarante e Cateto Roxo, tanto infectadas quanto livres de vírus, apresentaram os maiores teores de ácido pirúvico, destacando-se como as mais pungentes. Ressalta-se que houve acréscimos elevados nos valores desta característica do início para o final do período de armazenamento para todas as cultivares estudadas, sendo que nos clones livres de vírus o acréscimo médio foi de 82,64%. A saturação de cor da túnica de proteção dos bulbos se acentuou durante o armazenamento, enquanto para película do bulbilho mostrou tendência de redução da mesma variável de forma similar para os clones livres e infectados por vírus.

**Termos para Indexação:** *Allium sativum* L., produção, conservação dos bulbos, pungência, coloração do bulbo.

## Marketable characteristics, storage and postharvest quality of infected and virus-free garlic cultivars

**Abstract** – Virus-free seed garlic is the main input for the cultivation of garlic in Brazil due to the significant yield increases and added value provided by this technology. Thus, understanding the influence of viral cleaning on the condiment quality and storage capacity of the bulbs has become a demand in the production chain of this crop. Thus, this study evaluated the commercial characteristics, quality of the bulbs and storage capacity in room conditions of infected and virus-free garlic. The study was carried out at Embrapa Vegetables, Brasília-DF, Brazil, using five commercial garlic cultivars: Cateto Roxo (early cycle); Amarante and BRS Hozan (medium cycle) and Chonan and Quitéria (long cycle), virus-free and infected, in a 5 x 2 factorial experimental scheme. A field trial was conducted in a randomized block design with four replications to evaluate productivity and commercial classification and another in a shed in a completely randomized design (DIC) with three repetition to assess conservation and postharvest quality of the bulbs at the beginning and end of storage for 132 days. The average commercial production of virus-free cultivars was 90.4% higher than that of their corresponding infected clones. The commercial classification of the bulbs showed that the production of virus-free clones was concentrated in the classes with the largest bulb diameter and, consequently, the highest commercial value, while for the classes of smaller size, with less commercial value, they were significantly occupied by the production of the infected plants. No significant differences were observed between virus-free cultivars for production distribution within commercial classes, except for Chonan, which showed a high rate of non-commercial bulb production. Among the infected clones, Amarante and BRS Hozan stood out for presenting the lowest production of non-commercial bulbs. A progressive linear reduction in the mass of the bulbs was observed during a period of 132 days of storage, reaching 13.67 and 16.05% for free and virus-infected garlic, respectively. No statistical differences were observed between cultivars for weight loss during storage, although numerically the cultivars Chonan and Quitéria (late cycle) presented lower weight losses than the materials from the groups of early and medium cycle. There was a significant variation in the content of soluble solids between the studied cultivars, however, for all of

them, the values for this characteristic decreased between the beginning and the end of the storage period, with the most accentuated losses occurring in virus-infected clones. The cultivars Amarante and Cateto Roxo, both infected and free of viruses, presented the highest levels of pyruvic acid, standing out as the most pungent. It is noteworthy that there were high increases in the values of this characteristic from the beginning to the end of the storage period for all studied cultivars, and in virus-free clones the average increase was 82.64%. The color saturation of the bulb's protective tunic increased during storage, while for the bulb film it showed a tendency to reduce the same variable for free and virus-infected clones.

**Index Terms:** *Allium sativum* L., production, bulbs conservation, pungency, bulb color

## Introdução

---

No ano de 2018 foram produzidas no mundo 28,5 milhões de toneladas de alho, sendo o que Brasil produziu apenas 118,8 mil toneladas, apenas 0,41% deste total (Faostat, 2020). Além do uso condimentar, o alho é consumido por seu alto valor medicinal, nutricional e atividade biológica. Como exemplos, podemos mencionar o seu efeito na redução de gorduras no sangue, antibiótico e antiinflamatório, sendo relatado também seu uso com sucesso na prevenção de doenças cardiovasculares (Reiter et al., 2017; Morihara et al., 2017; Atkin et al., 2017).

Como ocorre na maioria das espécies de propagação vegetativa, a multiplicação e disseminação de vírus na cultura do alho é facilitada pelo material propagativo (bulbos e bulbilhos). A presença de um complexo viral formado pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus* (Fajardo et al., 2001; Fayad-André et al., 2011; Mituti et al., 2011) causa redução drástica no vigor vegetativo e produtividade da cultura ao longo do tempo (Melo-Filho et al., 2006), levando à degenerescência das cultivares.

A obtenção de plantas livres de vírus e, conseqüentemente a recuperação do vigor e produtividade do alho tem sido possível através técnicas de cultura de tecidos, com cultivo *in vitro* de ápices caulinares precedido por termoterapia (Menezes Júnior, 2011; Torres et al., 2000). Assim, o alho livre de vírus está se consolidando como uma tecnologia fundamental para o aumento da competitividade da cadeia de produção do alho no Brasil, permitindo expressivos aumentos na produtividade e na qualidade dos bulbos pela sua adoção em plantios comerciais (Melo et al., 2011).

O alho e a cebola possuem elevada tolerância ao armazenamento em condições ambientais com variações de temperatura e umidade relativa, permitindo aos produtores comercializar de forma escalonada atendendo a demanda do mercado e facilitando o controle de preço do produto (Oliveira et al., 2004)

As características químicas, físico-químicas, fitossanitárias, tamanho e aparência dos bulbos são importantes atributos de qualidade que determinam o valor comercial e preferência do consumidor para a cultura (Munshi et al.,

2018). A qualidade dos bulbos de alho para comercialização é definida, além das características acima citadas, por atributos como a cor da túnica dos bulbos e película dos bulbilhos, o número de bulbilhos por bulbo e a forma do bulbo de acordo com os padrões exigidos pelo mercado (Luengo, et. al., 1999). Um outro fator diretamente relacionado à valoração monetária do produto refere-se a classificação dos bulbos por tamanho de acordo com o diâmetro transversal que segue a portaria Nº 242 de 17/09/1992 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1992), que se distribui nas seguintes classes comerciais: não comercial (menor que 32 mm) classe 3 (maior que 32 até 37 mm), classe 4 (maior que 37 até 42 mm), classe 5 (maior que 42 até 47 mm), classe 6 (maior que 47 até 56 mm) e classe 7 (maior que 56 mm).

Devido as acentuadas características de sabor, aroma e medicinais, o alho é muito utilizado como condimento e medicamento em diversos países do mundo. No Brasil, a maior parte do alho comercializado ainda é na forma *in natura*, embora o consumo de produtos processados venha crescendo gradativamente (Lucini, 2004). Nesse caso, faz-se necessário o uso de bulbos com altos teores de sólidos totais, uma vez que esses constituintes são os responsáveis por um maior rendimento industrial (Chagas et al., 2003). Além disso, a qualidade sensorial de alhos e seus subprodutos não está somente associada com seu conteúdo de compostos organossulfurados, mas também estritamente relacionado com teores de açúcares, aminoácidos e compostos fenólicos (Liu et al., 2019).

Há uma grande variabilidade entre os diferentes grupos/variedades de alho, observada, por exemplo, no peso, tamanho e cor de bulbos e bulbilhos, assim como no teor de açúcares totais (Saif et al., 2020). A variabilidade fenotípica em bulbos de alho apresenta-se em maior magnitude do que os fatores genotípicos da espécie (Sandhu et al., 2015).

A caracterização físico-química de bulbos de alho permite indicar se o produto é mais apropriado ao consumo *in natura* ou para a indústria, e identificar seu potencial de armazenamento pós-colheita. Em geral, para a determinação da qualidade do alho são realizadas análises qualitativas que consideram atributos como: acidez titulável, pH, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez titulável, sólidos totais, açúcares solúveis totais, açúcares redutores,

pungência, índice industrial, dentre outros. Recentemente com base nesses atributos de qualidade muitos produtos derivados de alho tornaram-se disponíveis para o consumidor, como alho em pasta, alho processado e fermentado atendendo a diversificação de demandas do mercado consumidor (Liu et al., 2019).

As características de qualidade e armazenamento das hortaliças podem variar de acordo com a variedades, tratos culturais, fatores ambientais, estado nutricional e fitossanitário da cultura (Chitarra; Chitarra, 2005). No caso do alho, para que o armazenamento ocorra de forma adequada e a qualidade dos bulbos seja mantida, é muito importante a realização da cura. O processo, em geral, consiste primeiramente na secagem do alho no campo, protegido do sol, pelas suas folhas, por dois a três dias, (pré-cura a campo), seguida de secagem a sombra em galpão por um período de 20 a 50 dias. Uma vez acondicionado para armazenamento, inicia-se o processo de perda de peso e modificações da composição físico-química dos bulbos, em consequência da perda de água, da atividade respiratória, da quebra de dormência e até mesmo da ação de diversos microrganismos patogênicos ou não presentes na fase pós-colheita na cura e no armazenamento (Carvalho et. al., 1991).

Desta forma, com intuito de compreender a influência da limpeza viral no comportamento pós colheita do alho, este trabalho teve como objetivo avaliar as características comerciais, a qualidade dos bulbos e a capacidade de armazenamento em condição ambiente de cultivares alho livre de vírus em relação ao mesmo material infectado.

## Material e Métodos

---

Este trabalho foi realizado na Embrapa Hortaliças, Brasília-DF (15° 55,973' S, 48° 8,674' W) e, altitude de 1150 m. O clima da região é classificado como tropical, Aw, segundo a classificação de Köppen, apresentando estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão, com temperatura média de 21,3 °C e a umidade relativa do ar média de 59%. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Eutrófico (Santos et al., 2006) de textura franco argilo siltoso.

O ensaio de campo foi conduzido no período de abril a setembro em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições e o de armazenamento de outubro a março em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com três repetições. Foram avaliadas cultivares de alho comum de ciclo precoce (Cateto Roxo), de ciclo médio ou semi-nobre (Amarante e BRS Hozan) e de ciclo tardio ou nobre (Chonan e Quitéria) (Tabela 1e Figura 1) infectadas por vírus (CIN) e seus respectivos clones livre de vírus (CLV) obtidos nos laboratórios de Biologia Celular da Embrapa Hortaliças. O teste sorológico Dot-Eliza (Hammond; Jordan, 1990) foi utilizado para comprovar a presença e ausência do complexo viral (gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus*) nas cultivares avaliadas.

**Tabela 1.** Características agrônômicas e exigências de fotoperíodo e temperatura (FP/T°C) das cultivares de alho avaliadas no experimento

Cultivares	Ciclo (meses)	Características do Bulbo				FP/T°C	Perfilha-mento
		Cor	Nº bulbilhos por bulbo	Formato	Palitos		
Cateto Roxo	3 - 4 (precoce)	Arroxeadada	20 – 25	Redondo	Sim	Baixa	Eventual
Amarante BRS Hozan	5 - 6 (médio)	Arroxeadada Branca	10 - 12 8 – 15	Redondo Ovalado	Não Não	Mediana Mediana	Resistente Eventual
Chonan Quitéria	6 ou > (tardios)	Branca Branca	7 – 9 7 – 12	Redondo Redondo	Não Não	Alta Alta	Suscetível Suscetível

Para condução do experimento de campo (Figura 2), as cultivares Chonan e Quitéria que são de ciclo tardio na região sul do Brasil, necessitam da vernalização para bulbificação nas condições climáticas da região Centro Oeste. Deste modo, essas cultivares foram acondicionadas em câmara fria, durante 50 dias antes do plantio, em temperatura de 3-5°C e umidade relativa entre 65 e 70% para vernalização.

A adubação de plantio foi realizada de acordo com a análise química de solo da área experimental: 6,3 de pH em água; 31,1 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica;



Fotos: Francisco Vilela Resende

**Figura 1.** Aspectos dos bulbos e bulbilhos das cultivares Cateto Roxo (A) de ciclo precoce, Amarante (B) e BRS Hozan (C) de ciclo intermediário e Quitéria (D) e Chonan (E) de ciclo tardio.

22 e 176 mg dm<sup>-3</sup> de P e K, respectivamente; 5,8; 2,4; 0; 2,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, Mg, Al e H+Al, respectivamente. Foram utilizadas 10 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, 1000 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 300 kg ha<sup>-1</sup> de yorin master®, 100 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 15 kg ha<sup>-1</sup> de bórax e 10 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco. As adubações de cobertura foram parceladas em duas aplicações (45 e 70 DAP) com total de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> e K<sub>2</sub>O, sendo utilizados ureia e cloreto de potássio como fontes para estes nutrientes.

Os tratos culturais e fitossanitários, bem como o manejo da irrigação e adubação foram realizados de acordo com os padrões técnicos recomendados e adotados pelos produtores de alho nobre na região do cerrado do Distrito Federal e Goiás. O controle de plantas espontâneas foi feito com o herbicida oxadiazon em pré-emergência do alho, complementado com capinas manuais. O controle fitossanitário foi realizado utilizando o fungicida iprodiona e o inseticida deltamethrin para controle de *Alternaria porri* e *Trips tabaci*, respectivamente. O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão convencional, de acordo com a necessidade e o estágio da cultura do alho. Em média foi aplicado um volume de 5 mm diários. A irrigação foi suspensa aos 50 dias após o plantio, durante 10 dias para promover o estresse hídrico, necessário para evitar a anormalidade fisiológica conhecida como superbrotamento nas cultivares Quitéria e Chonan (MACEDO et. al., 2006).

Fotos: Francisco Vilela Resende



**Figura 2.** Fase de campo do experimento de avaliação de características comerciais e qualidade pós colheita de cultivares de alho livres de vírus

A colheita foi efetuada após a maturidade dos bulbos aos 125 DAP para o Cateto Roxo e Quitéria, aos 135 DAP para o Chonan e 150 DAP para Hozan e Amarante. O processo de cura dos bulbos foi realizado por 5 dias ao sol e 20 dias à sombra. Após a cura, os bulbos foram separados das raízes e folhas com auxílio de uma tesoura de poda. Os bulbos foram classificados pelo diâmetro transversal em padrões comerciais de tamanho de acordo com a portaria Nº 242 de 17/09/1992 do MAPA (Brasil, 1992) nas seguintes classes: Não comercial (menor que 32 mm), Classe 3 (maior que 32 até 37

mm), Classe 4 (maior que 37 até 42 mm), Classe 5 (maior que 42 até 47 mm), Classe 6 (maior que 47 até 56 mm) e Classe 7 (maior que 56 mm). A produção comercial de bulbos foi determinada pelo somatório da massa dos bulbos das classes 7, 6, 5, 4 e 3, os valores foram expressos em  $t\ ha^{-1}$ .

Após as avaliações de produção e da classificação comercial, os bulbos foram utilizados para implantação do experimento de armazenamento em condições de ambiente no galpão de armazenamento de alho da Embrapa Hortaliças. Foram avaliadas as cinco cultivares provenientes do experimento de campo, livres e infectadas por vírus, originando um esquema fatorial  $5 \times 2$  em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições. As parcelas foram formadas por uma amostra de 10 bulbos selecionados aleatoriamente entre as repetições de cada variedade. Foi instalado um termohigrômetro para o monitoramento contínuo da temperatura e umidade relativa do ar no interior do armazém (Figura 3). Foi avaliado a perda de peso acumulada (%) durante o armazenamento pela diferença entre a massa inicial dos bulbos e a massa dos bulbos em cada tempo de armazenamento, sendo realizadas pesagens a cada 7 dias durante um período de 133 dias de armazenamento.



Foto: Francisco Vilela Resende

**Figura 3.** Fase de armazenamento do experimento de avaliação de características comerciais e qualidade pós colheita de cultivares de alho infectadas e livres de vírus.

Uma amostra de 20 bulbos de cada tratamento foi encaminhada ao Laboratório de Pós-colheita da Universidade Federal de Lavras (UFLA) no início (0 dias) e no final do período de armazenamento (133 dias) para as realizações de análises químicas e físico-químicas. Os bulbos foram descascados, e com o auxílio de um processador, foram triturados até atingir uma consistência pastosa e homogênea. O material foi filtrado em tecido fino, 100% poliéster, para realização de análises de coloração ( $L^*$ , Chroma e Hue) nos bulbos com auxílio de colorímetro Minolta (modelo CR-300, Minolta, Ramsey, NY), avaliações de acidez total titulável (% de ácido pirúvico) e sólidos solúveis totais (Association of Official Agricultural Chemists, 2000).

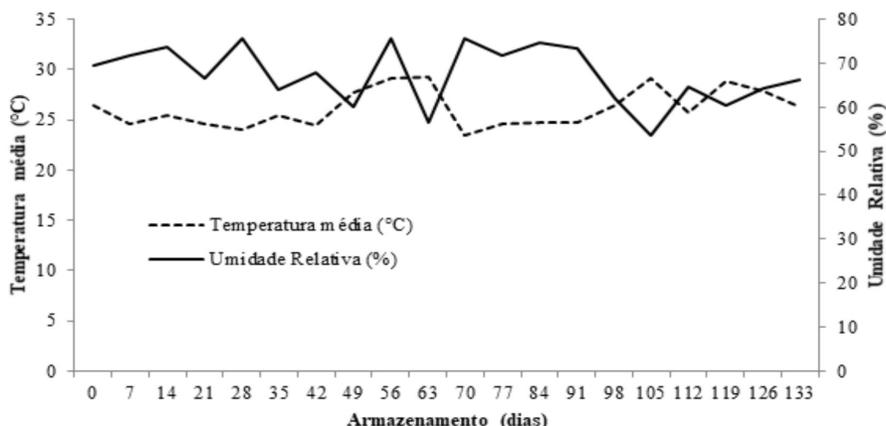
Os dados foram submetidos à análises de variância com um nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste F, sendo as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software Sisvar® (Ferreira, 2008), e as avaliações de perda de peso no armazenamento foram submetidas à análise de regressão.

## Resultados e Discussão

---

Foram observados valores elevados tanto de temperatura quanto de umidade relativa no interior do armazém durante o período de realização deste estudo, uma vez que o período de armazenamento do alho coincidiu com a época de verão/chuvosa na região Centro Oeste do Brasil. O período de temperaturas mais elevadas ocorreu entre 42 e 63 dias de armazenamento com um pico de 29,3°C, enquanto o período de temperaturas mínimas aconteceu entre 70 e 91 dias, registrando a temperatura mais baixa de 23,5°C. Esse período de temperaturas relativamente mais amenas coincidiu com o período de umidade relativa mais elevada que atingiu o máximo de 75,7% (Figura 3). O período de ocorrência de maior umidade relativa coincidiu com os meses de dezembro e janeiro que historicamente apresentam os maiores índices pluviométricos na região do Distrito Federal (Somar Meteorologia, 2020).

O alho possui capacidade de armazenamento por vários meses em condições de ambiente e, assim tem sido armazenado pela maioria dos produtores comerciais. Pode ser observado na Tabela 2 que o armazenamento nestas condições resultou em perda de massa de 13,67 e 16,05% durante 133 dias para o alho livre e infectado por vírus, respectivamente. Entretanto, a



**Figura 4.** Temperatura média e umidade relativa do ar no interior do armazém durante o período de armazenamento dos bulbos de alho.

conservação dos bulbos pode ser melhorada quando o armazenamento em condições de ambiente controlado, com temperatura (Chitarra; Chitarra, 2005) e umidade relativa mais baixas (Kader, 2002), uma vez que a dormência e o crescimento da gema de brotação, assim como todas as atividades metabólicas podem ser reduzidas nestas condições.

A interação entre as cultivares e a presença/ausência de vírus foi bastante evidente para a distribuição dos bulbos nas diferentes classes comerciais. Em relação a sanidade das plantas, nota-se um padrão de comportamento bem definido, sendo que nas classes superiores com maior diâmetro de bulbo (7+6) e conseqüente maior valor comercial prevalece a maior porcentagem da produção dos clones livres de vírus, enquanto que as classes de tamanho inferior (classe 3 e não comercial) foram ocupadas de forma significativa pela produção das plantas infectadas (Tabela 2).

Com relação às plantas livres de vírus, a distribuição da produção dentro das classes comerciais foi uniforme sem diferenças significativas entre cultivares, com exceção da classe não comercial, onde principalmente a cultivar Chonan apresentou índice bastante superior as demais. Verificou-se que mais de 28,7% da produção desta cultivar não pode ser destinada à comercialização, porcentagem considerada elevada em áreas de produção comercial (Tabela 2). Chonan e Quitéria são cultivares com elevada sensibilidade ao pseudoperfilhamento que pode levar a um índice mais alto de produção de

bulbos abertos (não comerciais), fator que pode ser agravado ainda pelo maior vigor vegetativo proporcionado pela limpeza viral.

Entre as cultivares infectadas por vírus, Chonan na classe 6+7 e BRS Hozan nas classes 5 e 4 se destacaram por concentrarem a maior porcentagem das suas respectivas produções nestas classes de maior valor comercial, enquanto Amaramte e BRS Hozan se destacaram por apresentar os menores índices de bulbos classificados como não comerciais (Tabela 2). Da mesma forma que para o clone livre de vírus, a cultivar Chonan, juntamente com Quitéria apresentaram elevados índices de produção de bulbos não comerciais

**Tabela 2.** Produção comercial, perda de massa após 133 dias de armazenamento e classificação de bulbos (em % de produção) em classes de tamanho de acordo com os padrões de comercialização.

Cultivares	Classes comerciais**					Produção Comercial (t.ha <sup>-1</sup> )	Perda de massa (%)*
	7 + 6	5	4	3	Não comercial		
<b>Livres de Vírus</b>							
Amarante	30,68 a	27,91 a	23,47a	10,88 a	7,06 b	7,55 ab	14,29 a
BRS Hozan	33,49 a	29,15 a	20,20 a	9,44 a	7,72 b	8,77 a	17,96 a
Cateto Roxo	36,73 a	22,50 a	21,34 a	10,58 a	8,85 b	5,63 bc	16,67 a
Quitéria	36,85 a	25,01 a	17,26 a	7,84 a	13,04 ab	8,45 a	11,08 a
Chonan	22,96 a	17,09 a	21,27 a	9,97 a	28,72 a	4,26 c	8,33 a
<b>Infectado</b>							
Amarante	24,31 ab	21,54 ab	27,91 ab	16,39 a	9,86 b	3,53 ab	23,66 a
BRS Hozan	13,29 b	28,82 a	32,18 a	17,39 a	8,33 b	5,14 a	19,24 a
Cateto Roxo	21,17 ab	22,4 ab	18,23 b	17,79 a	20,47 ab	3,27 ab	12,62 a
Quitéria	8,05 b	20,21 ab	28,27 ab	18,96 a	24,51 a	1,60 b	9,11 a
Chonan	37,64 a	13,47 b	16,27 b	15,08 a	17,55 a	4,66 a	15,65 a
<b>Sanidade</b>							
Livre de Vírus	32,14 a	24,33 a	20,71 a	9,74 b	13,08 b	6,93 a	13,67 a
Infectado	20,89 b	21,27 a	24,57 a	17,12 a	16,15 a	3,64 b	16,05 a
CV (%)	24,36	15,71	16,54	18,01	25,36	20,05	22,27

\*\* Médias seguidas por uma mesma letra minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

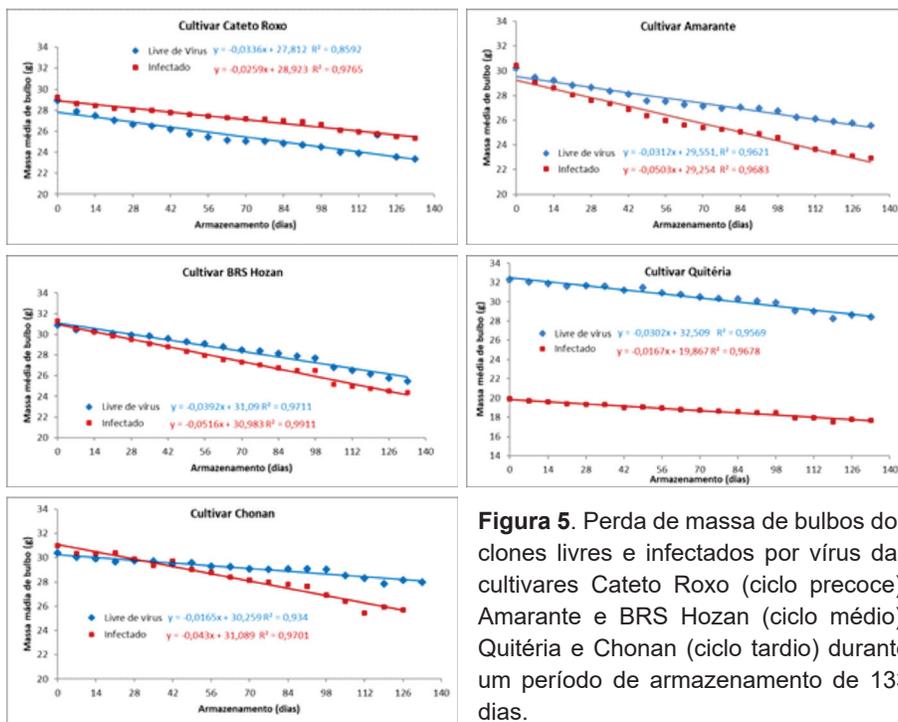
\* Análise estatística realizada com dados transformados para

Da mesma forma, a produção comercial que considera apenas bulbos com tamanho igual ou superior à classe 3, mostrou-se bastante influenciada pela interação entre cultivares e a sanidade das plantas. Obteve-se uma produtividade média de 6,93 t/ha para os clones livres de vírus e 3,64 t/ha para cultivares infectadas, ou seja, a produção comercial das cultivares infectadas correspondeu à apenas 52,5% da produção dos materiais livres de vírus. Este índice elevado de aumento de produtividade observado para cultivares livres de vírus em relação ao mesmo material infectado tem sido corroborado pela literatura em várias situações, principalmente para cultivares de alho de ciclo precoce e intermediário (Resende et al., 2009). Os efeitos degenerativos das várias espécies de vírus que infectam o alho vão desde a redução da capacidade fotossintética passando pela redução do vigor vegetativo, culminado na diminuição do tamanho de bulbos e bulbilhos e, conseqüentemente perdas significativas de produtividade (Resende et al., 2000, Marodin, 2014). Entre as cultivares livres de vírus destacaram-se Amarante, BRS Hozan e Quitéria com maior produção de bulbos comerciais. Por outro lado, Quitéria entre as cultivares infectados teve uma produção comercial bastante inferior as demais e em relação ao seu clone livre de vírus, apresentando alto nível de degenerescência devido presença das viroses, que reduziram sua produção em mais de 80%.

A perda de massa de bulbos durante o armazenamento não foi influenciada significativamente pelo fator cultivar ou mesmo pela infecção viral. Em termos numéricos, as cultivares Chonan e Quitéria (ciclo tardio) tiveram menores perdas de massa após 133 dias de armazenamento (Tabela 2). A maior capacidade de conservação de alhos tardios foi também observada por Bessa et al. (2017) para cultivar Roxo Pérola Caçador do mesmo grupo de Chonan e Quitéria em relação ao BRS Hozan após 120 dias de armazenamento. Bulbos da cultivar Amarante infectados apresentaram a maior perda de peso dentre todas as cultivares, com cerca de 23% de redução da massa do bulbo durante o armazenamento (Tabela 2). Altos índices de perda de massa durante o armazenamento foram observadas por Oliveira et al. (2004) em outras cultivares semelhantes ao Amarante que, em média, apresentaram redução de 39% de massa com 160 dias de armazenamento. Maior perda de massa pode resultar em menor turgidez dos tecidos e diminuição da qualidade de bulbos. Alguns metabólitos podem encontrar-se em maiores teores em bulbos com maior perda de massa, pela concentração dos componentes devido à perda de água (Chitarra; Chitarra, 2005).

A perda de massa acumulada ajustou-se às curvas de regressão com comportamento linear decrescente para todas as cultivares infectadas e seus clones livres de vírus com redução progressivo da massa dos bulbos ao longo do período de armazenamento (Figura 5). Durante o armazenamento, observou-se que a perda de massa foi mais acentuada em materiais infectados, com exceção da cultivar Cateto Roxo, visto que se observou maior perda de massa em bulbos livres de vírus. Essa inversão pode estar relacionada à precocidade da cultivar Cateto Roxo associada ao maior vigor vegetativo do clone livre de vírus, fator que resulta em maior acúmulo de água nos bulbos.

O ponto de colheita e a presença de microrganismos patogênicos (incluindo os vírus) e pragas que permanecem nos bulbos após a colheita tem grande efeito sobre a perda de massa do alho no armazenamento (Oliveira et al., 2003; Carvalho, 1991). Outro fator importante relacionado a perda de massa de bulbos de alho durante o armazenamento é a perda de água. Diante disso, cultivares com maior teor de água nos bulbos tendem a perder mais



**Figura 5.** Perda de massa de bulbos dos clones livres e infectados por vírus das cultivares Cateto Roxo (ciclo precoce), Amarante e BRS Hozan (ciclo médio), Quitéria e Chonan (ciclo tardio) durante um período de armazenamento de 133 dias.

peso do que aquelas que acumula menos água nos bulbos durante o cultivo. No início do processo de cura dos bulbos ainda possuem um alto teor de umidade, portanto, a perda de peso é elevada nesta fase. No decorrer do armazenamento os índices relativos de perda de massa tendem a reduzir gradualmente. (Finger; Puiatti, 1994; Oliveira et al., 2004).

Não foram observadas diferenças significativas no teor de sólidos solúveis entre as cultivares (livres e infectadas por vírus) tanto no início quanto no fim do período de armazenamento dos bulbos (Tabela 3). Tem sido observada pequena amplitude no teor de sólidos no germoplasma de alho disponível no Brasil, como verificado por Resende et al., (2003) que encontraram variação de 35,7 a 37,2%, assim como Prati et al. (2010) que observaram amplitude de 30,8 a 33,8%. Em ambos os trabalhos não foram verificadas diferenças significativas entre as cultivares avaliadas.

Apenas para as cultivares Amarante e BRS Hozan livre de vírus e Cateto Roxo infectada não houve redução no teor de sólidos solúveis entre o início e o final do armazenamento. As perdas mais acentuadas de sólidos foram registradas para o Chonan livre de vírus (37,88%) e Amarante infectada (41,81%). O comportamento do teor de sólidos solúveis do Cateto Roxo infectado durante o armazenamento pode estar relacionado à menor perda de peso, de acordo com o comportamento da curva desta cultivar apresentada na Figura 5 e os resultados apresentados na Tabela 2, que demonstram que a perda de peso do clone infectado foi inferior ao do livre de vírus.

Houve redução significativa no teor de sólidos solúveis tanto no alho infectado quanto no livre de vírus, sendo que esta foi maior nos bulbos com presença de vírus (29,27%) do que naqueles sem os vírus (24,13%) e ainda se manteve superior nos bulbos livres de vírus tanto no início quanto no final do período de armazenamento. Portanto, a perda mais acentuada de sólidos solúveis associado a redução de outros parâmetros de qualidade dos bulbos em alho infectado acarreta diminuição da sua vida útil, quando comparado ao alho livre de vírus. Em alguns casos a concentração sólidos solúveis nos bulbos pode apresentar acréscimo seguido de diminuição de teores, como foi observado por Bessa et al., (2017) para a cultivar Caçador (ciclo tardio) e BRS Hozan (ciclo médio) que aumentaram sólidos solúveis até 65 e 110 dias de armazenamento, respectivamente, seguido por queda até o final do período de armazenamento.

**Tabela 3.** Variação dos teores de sólidos solúveis e ácido pirúvico em bulbos de cultivares de alho infectadas e livres de vírus durante um período de armazenamento de 133 dias e diferença percentual entre o ponto inicial e final do armazenamento.

Cultivar	Sólidos Solúveis Totais (%)			Ácido Pirúvico ( $\mu\text{mol/L}$ )		
	0 dias	133 dias	$\Delta_{0-133}$ (%)	0 dias	133 dias	$\Delta_{0-133}$ (%)
<b>Livre de vírus</b>						
Amarante	37,33 aA	33,00 aA	-11,59	9,11 aB	14,23 bA	+56,20
BRS Hozan	39,66 aA	33,00 aA	-16,79	3,63 cB	8,31 cA	+128,92
Cateto Roxo	38,00 aA	27,00 aB	-28,94	10,61 aB	20,76 aA	+95,65
Quitéria	37,33 aA	27,66 aB	-25,90	5,72 bB	8,94 cA	+56,29
Chonan	37,00 aA	23,00 aB	-37,88	3,78 cB	7,74 cA	+104,76
<b>Infectado</b>						
Amarante	36,66 aA	21,33 aB	-41,81	11,57 aB	16,83 aA	+57,77
BRS Hozan	36,66 aA	29,00 aB	-20,89	5,75 bB	7,91 cA	+37,56
Cateto Roxo	26,23 aA	25,00 aA	-4,68	11,62 aA	12,55 bA	+8,00
Quitéria	32,66 aA	25,00 aB	-23,45	3,27 cA	3,77 dA	+15,29
Chonan	32,66 aA	24,33 aB	-25,50	4,15 bcA	4,60 dA	+10,84
Livre de vírus	37,87 aA	28,73 aB	-24,13	6,57 aB	12,00 aA	+82,64
Infectado	35,25 bA	24,93 bB	-29,27	7,28 aB	9,14 bA	+25,54
CV (%)	14,24			9,10		

Médias seguidas por uma mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

O teor de sólidos solúveis nos bulbos é um indicador importante de conservação pós-colheita e onde encontram-se os açúcares responsáveis em parte pelo sabor característico do alho. São importantes também para o processamento correlacionando-se com o rendimento do produto industrializado por peso de matéria prima (Souza; Macêdo, 2009).

As cultivares Amarante e Cateto Roxo tanto infectadas quanto livres de vírus desatacaram-se como as mais pungentes por apresentarem os maiores teores

de ácido pirúvico, sendo observado tanto no início quanto no final do período de armazenamento (Tabela 3). É importante ressaltar que houve acréscimos significativos nos teores desta característica do início para o final do período de armazenamento para todas as cultivares estudadas. No caso dos clones livres de vírus o acréscimo médio foi de 82,64% quando armazenados por 133 dias em condições de ambiente. Quando bulbos infectados destas cultivares foram armazenados nas mesmas condições, observou-se um acréscimo de 25,54% na pungência, indicando um acréscimo muito superior nos teores de ácido pirúvico para os materiais livres de vírus.

Têm sido observados aumento linear no teor de ácido pirúvico em bulbos de alho ao longo do período de armazenamento, intensificando-se significativamente a partir de 90 dias no armazém (Carvalho et al., 1991). Entretanto, o teor de ácido pirúvico no alho pode não apresentar variações significativas durante o armazenamento como foi observado em bulbos produzidos na região Nordeste do Brasil por Bessa et al., (2017).

Os níveis de ácido pirúvico em alho são influenciados por diversos fatores como época de plantio, genótipo condições agroclimáticas de cultivo, sendo que esta última tem ainda mais peso sobre a variação da pungência do alho (Vargas et al., 2010; Lopes, et al., 2016).

É de extrema importância a determinação de teores de ácido pirúvico, pois ele é um indicador de aroma e sabor do alho, característica mais importante para determinar a qualidade do produto. Altos teores de ácido pirúvico são desejáveis pois também são indicativos para o cálculo do índice industrial, muito importante para a indústria de processamento de alho (Lima et al., 2019). No caso de materiais que serão destinados ao processamento, tal fator relaciona-se diretamente com maior aceitação pelos consumidores (Lucena et al., 2016), pois quanto maior a concentração de ácido pirúvico nos bulbos, maior a pungência, ou seja, do aroma e sabor final do produto.

Na Tabela 4, são apresentados os valores de caracterização de coloração de bulbos das cultivares estudadas, representado pela variável Chroma (C\*) que indica saturação de cor das películas de proteção dos bulbos e bulbilhos. Nos materiais livres de vírus, observou-se acréscimo significativo para valor de Chroma na túnica do bulbo para todas as cultivares, com exceção do BRS Hozan e para película dos bulbilhos observou-se maiores valores em

bulbos da cultivar Cateto Roxo e redução em bulbos das cultivares Quitéria e Chonan, quando compara-se a coloração inicial com àquela avaliada após o armazenamento de 133 dias. No alho infectado por vírus, observa-se aumento na coloração do bulbo durante ao armazenamento apenas nas cultivares Amarante a Cateto Roxo. Para o bulbilho, observou-se uma redução bastante significativa da intensidade da cor da película para bulbos da cultivar Chonan. Em relação às demais cultivares não ocorreu variação nesta característica após 133 dias de armazenamento.

A saturação está diretamente relacionada com a concentração da cor do produto comercial. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (Pathare et al., 2013). Portanto, quanto maior o valor de Chroma, maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. É desejável que a cultivar mantenha a coloração e a retenção de água dos bulbos durante o armazenamento, como um dos principais parâmetros de qualidade pós colheita para a percepção do consumidor, ou seja, que os bulbos estejam mais brilhantes e menos opacos, indicando maior turgidez e menor perda de água.

De maneira geral não houve variação estatística quanto à coloração de bulbos/bulbilhos entre materiais livres de vírus e infectados, possivelmente por ser um parâmetro relacionado apenas às características genéticas de cada cultivar.

Os maiores valores de cromaticidade para coloração foram observados em bulbos e bulbilhos da cultivar Quitéria, independente da presença ou ausência de viroses (Tabela 4). Pode-se observar na Figura 1D que a coloração dos bulbos/bulbilhos desta cultivar é bastante intensa, sendo por isso uma das variedades preferidas pelos produtores nacionais de alho. No caso do alho, quanto mais intensa a o branco das túnicas dos bulbos e a coloração roxa dos bulbilhos mais valorizadas são as cultivares de alho pelo mercado consumidor do Brasil (Resende et al., 2017).

**Tabela 4.** Variação dos parâmetros de coloração (Chroma) de bulbos e bulbilhos de cultivares de alho infectadas e livres de vírus durante um período de armazenamento de 133 dias e diferença percentual entre o ponto inicial e final do armazenamento.

Cultivar	Intensidade de cor (Chroma)					
	Túnica (Bulbo)			Película (bulbilho)		
	0 dias	133 dias	$\Delta_{0-133}$ (%)	0 dias	133 dias	$\Delta_{0-133}$ (%)
<b>Livre de vírus</b>						
Amarante	13,77 aB	18,52 bA	+34,50	15,50 bcA	16,37 abA	+5,60
BRS Hozan	15,61 aA	16,42 bA	+5,20	13,20 cA	12,18 bA	-8,40
Cateto Roxo	13,56 aB	19,74 abA	+45,60	11,53 cB	16,08 abA	+39,45
Quitéria	18,16 aB	23,72 aA	+30,61	29,04 aA	21,65 aB	-34,15
Chonan	16,99 aB	20,89 abA	+23,00	21,19 bA	16,02 abB	-32,30
<b>Infectado</b>						
Amarante	14,09 bB	21,20 abA	+50,50	9,86 bA	12,60 aA	+27,80
BRS Hozan	15,27 abA	16,83 bA	+10,20	13,06 bA	15,06 aA	+15,30
Cateto Roxo	15,60 abB	20,75 abA	+33,00	10,90 bA	11,99 aA	+10,00
Quitéria	19,49 aA	21,93 aA	+12,50	20,48 aA	18,53 aA	-10,50
Chonan	19,91 aA	19,02 abA	-4,70	20,19 aA	15,31 aB	-31,90
Livre de vírus	15,62 aB	19,86 aA	+27,14	18,09 aA	16,46 aA	-9,90
Infectado	16,87 aB	19,94 aA	+18,20	14,90 bA	14,70 aA	-1,35
CV (%)		11,18			17,92	

Médias seguidas por uma mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

## Conclusões

1. Plantas livres de vírus concentram a produção em classes com maior diâmetro de bulbo (maior valor comercial) e plantas infectadas em classes de tamanho de bulbo inferiores. Os clones livres de vírus não apresentam diferenças entre si na distribuição da produção dentro das classes de maior aceitação comercial, enquanto entre clones infectados Chonan e BRS Hozan apresentaram maior índice de produção bulbos de maior valor comercial.

2. A perda de massa pelos bulbos, tanto no alho infectado quanto no livre de vírus, reduziu progressiva ao longo do período de armazenamento de 133 dias, sendo que os clones infectados (16,0%) apresentaram maior perda de peso durante esse período que os livres de vírus (13,7%).

3. As cultivares não diferiram entre si para o teor de sólidos solúveis durante o armazenamento. Por outro lado, esta característica reduziu-se progressivamente ao longo do período de armazenamento, sendo que esta redução é maior para os bulbos infectados por vírus (29,27%) do que para aqueles em que não há presença do patógeno (24,13%).

4. As cultivares Amarante e Cateto Roxo, tanto infectadas quanto livres de vírus, apresentam maiores teores de ácido pirúvico que as demais cultivares avaliadas. A pungência dos bulbilhos aumenta com o decorrer do período de armazenamento, sendo observado nos clones livres de vírus um acréscimo médio de 82,64%.

5. Não há diferenças de coloração tanto para bulbos quanto para bulbilhos entre clones livres e infectados por vírus. A cultivar Quitéria se destacou por apresentar os maiores valores de cromaticidade para coloração de bulbos e bulbilhos independente da presença ou ausência de vírus.

## Referências

---

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists. 17.ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 2000. 2v.

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 and its Complications**, v. 30, n. 4, p. 723–727, May/Jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2016.01.003>.

BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R.; SILVA, O. M. P.; LIMA, M. F. P.; OLIVEIRA, P. R. H.; SOUZA, H. C.; AGUIAR, A. F.; NEGREIROS, M. Z. Caracterização físico-química de alho 'BRS Hozan' e 'Roxo Pérola de Caçador' em função do tempo de armazenamento. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 11, n. 2, p. 368-377, jul./dic. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992. Institui Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento, Embalagem e Apresentação do Alho. Brasília, 1992. Disponível em: [http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/alho242\\_92.pdf](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/alho242_92.pdf). Acesso em: 10 mar. 2019.

CARVALHO, V. D.; SOUZA, S. M. C.; ABREU, C. M. P.; CHAGAS, S. J. R. Tempo de armazenamento na qualidade do alho, Cv Amaranthe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 10, p. 1679-1684, out. 1991. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/106169> Acesso em: 10 mar. 2019.

CHAGAS, S. J. R.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, L. V. Características qualitativas de cultivares de Alho no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1584-1588, dez. 2003. Edição Especial.

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. 785 p

FAJARDO, T. V. M., NISHIJIMA, M., BUSO, J. A., TORRES, A. C., ÁVILA, A. C.; RESENDE, R. O. Garlic viral complex: identification of potyviruses and carlaviruses in Central Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 619-626, 2001.

FAOSTAT. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: mar. 2020.

FAYAD-ANDRE, M. de S.; DUSI, A. N.; RESENDE, R. O. Spread of viruses in garlic fields cultivated under different agricultural production systems in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 341-349, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762011000600001>

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

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.

HAMMOND, J.; JORDAN, R. L. Dot blots (viruses) and colony screening. In: HAMPTON, R.; BALL, E.; DE BOER, S. (Ed.). **Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens: a laboratory manual**. Saint Paul: APS, 1990. p. 237-248.

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; MORAIS, P. L. D.; SOARES, A. M.; LUCENA, R. R. M.; SILVA, O. M. P.; GRANGEIRO, L. C. Caracterização físico-química de bulbos de alho submetido a períodos de vernalização e épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 231-238, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200013>.

LIMA, M. F. P. de; LOPES, W. de A. R.; NEGREIROS, M. Z. de; GRANGEIRO, L. C.; SOUSA, H. C. de; SILVA, O. M. D. P. da. 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n413rc>

LIU, J.; LIU, L.; GUO, W.; FU, M.; YANG, M.; HUANG, S.; ZHANG, F.; LIU, Y. A new methodology for sensory quality assessment of garlic based on metabolomics and an artificial neural network. **RSC Advances**, v. 9, n. 31, p. 17754-1776. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9RA01978B>

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. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 764-773, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n329rc>

- LUCINI, M. A. **Manual prático de produção**. Curitiba: Bayer CropScience, 2004. 140 p.
- LUENGO, R. de F. A.; CALBO, A. G.; LANA, M. M.; MORETTI, C. L.; HENZ, G. P. **Classificação de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1999. 61p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 22). Disponível em: [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/26382/1/do\\_22.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/26382/1/do_22.pdf). Acesso em: 17 ago. 2020.
- MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, G. M. Controle de superbrotamento e produtividade do alho venalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 629-635, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400012>
- 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.
- MARODIN, J. C. **Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do alho-semente e da densidade de plantio**. 2014. 97 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3650> Acesso em: 17 ago. 2020.
- MELO-FILHO, P. A.; RESENDE, R. O.; CORDEIRO, C. M. T.; BUSO, J. A.; TORRES, A. C.; DUSI, A. N. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 116, n. 2, p. 95-101, June 2006.
- MELO, W. F.; RESENDE, F. V.; FILHO, E. G.; DUSI, A. N. Da bancada ao agricultor: a transferência de tecnologia de alho livre de vírus aos agricultores familiares da Bahia. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 28, p. 81-114, 2011.
- MENEZES JÚNIOR, F. O. G. de. Cultivo in vitro do alho visando a limpeza clonal. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 10, n. 2, p. 158-167, 2011.
- MENEZES SOBRINHO, J. A. **Cultivo do alho (Allium sativum L.)**. Brasília: Embrapa-CNPH, 1997. 23 p. (Embrapa-CNPH. Instruções técnicas, 2).
- MITUTI, T.; MARUBAYASHI, J. M.; MOURA, M. F.; KRAUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. A. First report of Shallot latent virus in garlic in Brazil. **Plant Disease**, v. 95, n. 2, p. 227, Feb. 2011.
- MORIHARA, N.; HINO, A.; MIKI, S.; TAKASHIMA, J.; SUZUKI, J. I. Aged garlic extract suppresses inflammation in apolipoprotein E-knockout mice. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 61, n. 10, 2017. e1700308. DOI: 10.1002/mnfr.201700308
- MUNSHI, R.; SATESH, K.; SANDEEP, C.; MANOJ, K.; GUPTA, R. K. Effect of exogenous application of phytohormones and fungicides on yield, quality storability and economics of garlic (*Allium sativum L.*). **Vegetable Science**, v. 45, n. 2, p. 249-253, 2018.
- OLIVEIRA, C. M. de; SOUZA, R. J. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RESENDE, G. M. Determinação do ponto de colheita na produção de alho. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 506-509, Sept. 2003.
- OLIVEIRA, C. M. de; SOUZA, R. J. de; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RESENDE, G. M. de. Época de colheita e potencial de armazenamento em cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 804-807, 2004.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36-60, 2013.

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

REITER, J.; LEVINA, N.; VANDER LINDEN, M.; GRUHLKE, M.; MARTIN, C.; SLUSARENKO, A. J. Diallylthiosulfinate (allicin), a volatile antimicrobial from garlic (*Allium sativum*), kills human lung pathogenic bacteria, including MDR strains, as a vapor, *Molecules*, 22: 1711, 2017

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; TORRES, A. C.; PASQUAL, M. Obtenção de plantas livres de vírus e produção de alho semente de alta qualidade fisiológica e fitossanitária. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Ed.). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, 2009. p. 181-191.

RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p. 61-66, 2000.

RESENDE, F. V.; NASSUR, R. C. M. R.; HABER, L. L. Cultivares recomendadas: desempenho agrônomo e qualidade pós-colheita. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Alho do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2017. p. 67-90.

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

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

SAIF, S.; HANIF, M. A.; REHMAN, R.; RIAZ, M. Garlic. In: HANIF, M. A.; NAWAZ, H.; KHAN, M. M.; BYRNE, H. J. (Ed.). **Medicinal plants of South Asia: novel sources for drug discovery**. [s. l.]: Elsevier, 2020. p. 301-315. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02046-3>.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SOMAR METEOROLOGIA. **Climatologia para Brasília – DF**. São Paulo: Jornal do tempo, 2020. Disponível em: <http://jornaldotempo.uol.com.br/climatologia.html/Brasilia-DF/>. Acesso em 16/03/2020.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: Ed. UFLA, 2009. 181 p.

TORRES, A. C.; FAJARDO, T. V.; DUSI, A. N.; RESENDE, R. O.; BUSO, J. A. Shoot tip culture and thermotherapy in recovering virus free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 192-195, 2000.

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 alicina y ácido pirúvico en ajo (*Allium sativum* L.). **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNCuyo**, v. 42, n. 2, p. 15-22, 2010.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL