



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



THAÍS FARIAS DOS SANTOS

**QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE ALHO-SEMENTE EM FUNÇÃO DOS
PONTOS DE COLHEITA E MÉTODOS DE SECAGEM**

UBERLÂNDIA

2026

THAÍS FARIAS DOS SANTOS

**QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE ALHO-SEMENTE EM FUNÇÃO DOS
PONTOS DE COLHEITA E MÉTODOS DE SECAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado para obtenção de “Mestre”

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

UBERLÂNDIA

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S237 2026	Santos, Thaís Farias dos, 2001- QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE ALHO-SEMENTE EM FUNÇÃO DOS PONTOS DE COLHEITA E MÉTODOS DE SECAGEM [recurso eletrônico] / Thaís Farias dos Santos. - 2026. Orientador: José Magno Queiroz Luz . Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia. Modo de acesso: Internet. DOI http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.150 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Agronomia. I. , José Magno Queiroz Luz, 1967-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Agronomia. III. Título. CDU: 631
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 001/2026, PPGAGRO				
Data:	Doze de fevereiro de dois mil e vinte e seis	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	11:40
Matrícula do Discente:	12422AGR013				
Nome do Discente:	Thaís Farias dos Santos				
Título do Trabalho:	QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE ALHO-SEMENTE EM FUNÇÃO DOS PONTOS DE COLHEITA E MÉTODOS DE SECAGEM				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Renata Castoldi - UFU; Roberta Camargos de Oliveira - IF Goiano; Sérgio Macedo Silva - UFVJM; José Magno Queiroz Luz - UFU - orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. José Magno Queiroz Luz, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada.

Essa dissertação possui mérito para ser indicada como destaque do Programa?
(X) SIM NÃO ()

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **José Magno Queiroz Luz, Professor(a) do Magistério Superior**, em 12/02/2026, às 11:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Castoldi, Professor(a) do Magistério Superior**, em 12/02/2026, às 11:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **SÉRGIO MACEDO SILVA, Usuário Externo**, em 12/02/2026, às 11:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberta Camargos de Oliveira, Usuário Externo**, em 12/02/2026, às 11:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7055895** e o código CRC **93F52023**.

THAÍS FARIAS DOS SANTOS

**QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE ALHO-SEMENTE EM FUNÇÃO DOS
PONTOS DE COLHEITA E MÉTODOS DE SECAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado para obtenção de “Mestre”

Área de concentração: Produção Vegetal

Uberlândia, 12, de fevereiro de 2026

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Renata Castoldi

UFU

Prof.^a Dr.^a Roberta Camargos de Oliveira

IF Goiano

Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva

UFVJM

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
ICIAG-UFU
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, pela saúde, proteção e discernimento concedidos ao longo de toda essa trajetória, permitindo que eu trilhasse este caminho com fé e perseverança.

À minha família, pelo carinho, apoio e compreensão em todos os momentos. Em especial, aos meus pais, Maurivânia e Cleber, que sempre foram meus pilares, oferecendo incentivo, confiança e suporte nos períodos de maior dificuldade.

Às minhas amigas Ana Luiza e Eduarda, pela amizade, companheirismo e presença constante durante minha caminhada acadêmica.

Aos meus colegas de pós-graduação, pelo incentivo, troca de conhecimentos e convivência ao longo do curso, que contribuíram de forma significativa para meu aprendizado e crescimento acadêmico.

Ao meu orientador, professor José Magno Queiroz Luz, pelos ensinamentos, pela orientação dedicada e pela oportunidade de desenvolver este trabalho, contribuindo de maneira decisiva para minha formação acadêmica e profissional.

À AMIPA e à Sekita Agronegócios, pelo incentivo, apoio e pela oportunidade de desenvolvimento de trabalhos que ampliam a visão e o conhecimento sobre a horticultura no Cerrado Mineiro.

Aos meus colegas do GEPOM, principalmente ao Maikon, Marcela, Tiago, Arthur e Diego. Pela convivência, aprendizado e contribuições para o meu crescimento pessoal e profissional ao longo desses anos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização deste trabalho.

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma cultura de elevada importância econômica, propagada vegetativamente, cuja produtividade e qualidade comercial dependem diretamente da qualidade do alho-semente utilizado no plantio. A definição do ponto de colheita e o manejo pós-colheita, especialmente o método de secagem dos bulbos, constituem fatores determinantes para a manutenção da qualidade fisiológica e estrutural do material propagativo e para o desempenho produtivo na geração subsequente. Entretanto, informações sobre a interação entre esses fatores ainda são limitadas para condições de cultivo no Cerrado brasileiro. Sendo assim, objetivou-se avaliar a influência de diferentes pontos de colheita e métodos de secagem na produtividade e qualidade do alho-semente da cultivar Ito. O experimento foi conduzido no município de Rio Paranaíba, Minas Gerais, em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em três pontos de colheita do alho-semente (precoce, normal e tardio) combinados a dois métodos de secagem (pendura em estaleiro e secagem artificial). Avaliações biométricas foram realizadas aos 50, 89, 110 e 134 dias após o plantio, além da classificação dos bulbos quanto ao diâmetro, integridade da casca e produtividade estimada. O ponto de colheita constituiu o principal fator associado ao desempenho do alho-semente, influenciando o acúmulo de matéria seca, a integridade física dos bulbos e a distribuição das classes comerciais. As colheitas realizadas nos estádios normal e tardio favoreceram maior participação das classes superiores (>6) de maior valor econômico, além de maior proporção de bulbos fechados, enquanto a colheita precoce restringiu o enchimento bulbar e aumentou a ocorrência de bulbos abertos. O método de secagem apresentou efeito complementar, atuando predominantemente sobre atributos físicos dos bulbos e sobre a manutenção da qualidade estrutural do material propagativo. A secagem artificial mostrou maior eficiência para materiais provenientes de colheita precoce, reduzindo perdas estruturais, enquanto a pendura em estaleiro apresentou desempenho equivalente quando associada ao ponto fisiológico normal de colheita.

Palavras-chave: *Allium sativum* L.; pós-colheita; desempenho agrônomo; cura; maturação fisiológica

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) is a crop of high economic importance that is vegetatively propagated; thus, its productivity and commercial quality depend directly on the quality of the seed garlic used. Determining the harvest stage and post-harvest management, particularly bulb drying methods, are key factors for maintaining the physiological and structural quality of propagative material and the productive performance of the subsequent generation. However, information regarding the interaction between these factors remains limited under Brazilian Cerrado growing conditions. Therefore, this study aimed to evaluate the influence of different harvest stages and drying methods on the productivity and quality of seed garlic (cv. Ito). The experiment was conducted in Rio Paranaíba, Minas Gerais, Brazil, using a randomized block design arranged in a 3×2 factorial scheme with five replications. Treatments consisted of three harvest stages (early, normal, and late) combined with two drying methods (natural curing by hanging and artificial drying). Biometric evaluations were performed at 50, 89, 110, and 134 days after planting, in addition to bulb classification based on diameter, skin integrity, and estimated yield. Harvest stage was the main factor associated with seed garlic performance, influencing dry matter accumulation, bulb physical integrity, and the distribution of commercial classes. Harvesting at normal and late stages increased the proportion of higher commercial classes (>6), which have greater economic value, and resulted in a higher proportion of closed bulbs, whereas early harvesting restricted bulb filling and increased the occurrence of open bulbs. The drying method showed a complementary effect, acting predominantly on bulb physical attributes and the maintenance of the structural quality of planting material. Artificial drying was more efficient for materials harvested early, reducing structural losses, while natural curing by hanging showed equivalent performance when associated with the normal harvest stage.

Keywords: *Allium sativum* L.; postharvest; agronomic performance; curing; physiological maturity.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1	Alho.....	10
2.2	Importância Social.....	12
2.3	Importância Econômica.....	13
2.4	Produção de Alho-Semente.....	14
2.5	Pontos de Colheita.....	15
2.6	Métodos de secagem.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Análise Biométrica de Plantas.....	23
4.2	Quantidade de bulbos e Produtividade.....	32
5	CONCLUSÕES.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça amplamente cultivada em escala mundial, apresentando expressiva relevância econômica. Em 2024, a produção brasileira alcançou aproximadamente 173 mil toneladas, resultando em um valor bruto de produção superior a R\$ 2,4 bilhões, o que demonstra a importância da cultura tanto para o abastecimento interno quanto para a geração de renda no setor agrícola (IBGE, 2024).

No Brasil, a cultura ocupa posição de destaque entre as hortaliças bulbo, principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Bahia, onde apresenta relevante papel socioeconômico por gerar renda e empregos (Resende *et al.*, 2020). O consumo médio nacional está em torno de 1,5 kg por habitante ao ano, o que sustenta uma demanda interna consistente, contribuindo para a expansão da cultura e para o avanço tecnológico dos sistemas de produção no país (ANAPA, 2023).

Entretanto, a produção demanda elevado domínio dos manejos culturais e emprego de alta tecnologia. O uso de alho-semente de qualidade é um fator determinante para o adequado estabelecimento da lavoura. A qualidade do material propagativo influencia diretamente a emergência, o vigor inicial das plantas, a sanidade do cultivo e a uniformidade do estande, refletindo em alto desempenho agrônomo da cultura (Marodin *et al.*, 2019; Desta *et al.*, 2021).

Dessa forma, para obtenção de alhos sementes de elevado poder germinativo, há necessidade de correto fornecimento de fotoperíodo e temperatura, além de tratamentos culturais adequados, já que a produtividade e a qualidade dos bulbos estão associadas à fisiologia da cultura, a qual está diretamente relacionada às condições climáticas e de manejo (Kamenetsky; Rabinowitch, 2017).

O enchimento e a maturação dos bulbos constituem fases determinantes para a formação do rendimento e da qualidade comercial do alho, sendo diretamente influenciados pela capacidade de translocação e acúmulo de fotoassimilados, bem como pela sanidade e pelo vigor dos bulbilhos utilizados no plantio. O ponto de colheita também exerce influência direta sobre a qualidade final dos bulbos. Trabalhos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA mostram que a definição inadequada desse momento, tal como colheita antecipada, tende a resultar em menor acúmulo de massa; da mesma forma, atraso na colheita pode levar a um avanço excessivo da maturação, aumentando o risco de perdas na pós-colheita (Oliveira *et al.*, 2003).

Já na etapa de pós-colheita, a secagem exerce papel central na preservação da integridade dos bulbos e na finalização dos processos fisiológicos associados à maturação. A cura adequada promove a redução gradual da umidade, favorece a estabilização dos tecidos e minimiza perdas fisiológicas, refletindo diretamente na conservação e no desempenho do alho-semente em ciclos subsequentes. Diferentes métodos de secagem, como a pendura em ambiente natural e a secagem artificial sob condições controladas, podem resultar em variações na uniformidade do processo, na massa final e na ocorrência de danos físicos e fisiológicos, influenciando a qualidade comercial e fisiológica dos bulbos (Chitarra; Chitarra, 2005).

Atualmente, a cultura do alho necessita de diversos estudos, justamente pela complexidade da fisiologia e manejo da cultura. Diversas práticas adotadas por produtores de alho não foram embasadas em métodos científicos, sendo várias delas, práticas rotineiras e populares, adotadas por produtores de gerações anteriores, e que necessitam de evidências científicas para aprimoramento e divulgação.

Assim, estudos que integrem, o efeito do ponto de colheita e do método de secagem são necessários para orientar o manejo do alho-semente em condições comerciais. A compreensão dessas interações permite definir estratégias capazes de maximizar produtividade, garantir qualidade fisiológica e, ao mesmo tempo, atender às exigências do mercado consumidor e das etapas subsequentes de multiplicação. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes pontos de colheita e métodos de secagem na produtividade e qualidade do alho-semente da cultivar Ito, visando gerar informações no manejo da cultura em sistemas de produção intensiva.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do alho

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça pertencente à família Aliaceae. Considerada uma das plantas cultivadas há mais tempo no mundo. Sua origem se dá na Ásia Central, e sua utilização em cultivos acontece no mar Mediterrâneo em heras pré-históricas (Fritsch; Friesen, 2002).

A cultura adentrou no Brasil por meio dos portugueses juntamente com a descoberta do nosso país, e era bastante utilizado como remédio, principalmente para controle de enfermidades como gripes e resfriados. Com relação às suas propriedades nutricionais, contém importantes sais minerais se destacando entre as hortaliças, sendo fonte de zinco, potássio e de vitaminas como B1 e B6 (Lana; Tavares, 2010).

De acordo com EMBRAPA (2018) a planta possui folhas alongadas (lanceoladas), estreitas e cerosas. Suas folhas têm bainhas que originam um pseudocaule curto, formando um bulbo em sua extremidade inferior. Tem um caule autêntico no formato de um disco comprimido, sendo a partir desse, o surgimento das folhas e raízes, não apresentando muitas ramificações e atingindo profundidade entre 20 e 30 cm.

Adicionalmente, o mesmo autor ressalta que os bulbilhos têm forma ovoide, comprida e arqueada, cobertas por brácteas que são folhas guardiãs; elas têm variação de cores se apresentando nas colorações branca, vermelha, roxa, marrom ou violeta. Aquém dessa proteção individual o bulbo ainda é recoberto por algumas túnicas que podem ser facilmente removidas. Quanto à altura da planta a mesma pode alcançar os seus 60 cm (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2018).

Com o passar do tempo, o alho deixou de produzir sementes férteis, sendo que em algumas variedades as flores não são formadas (Rosen *et al.*, 2023). A obtenção de bulbos de alho, depende quase que exclusivamente de reprodução assexuada. Apesar de ainda ocorrer a floração da cultura, sua propagação não acontece de forma eficiente (Simon; Jenderek, 2004).

As variedades plantadas do alho, atualmente podem ser separadas em praticamente dois grupos: 1) Alhos nobres, que são caracterizados por apresentarem bulbos popularmente conhecido como **cabeça**, bem definidos e bulbilhos grandes sem a presença de bulbilhos extremamente finos (denominados de bulbilhos palitos), com sensibilidade ao superbrotamento, com maior aprovação comercial; esses também necessitam do processo chamado vernalização para que possa ser cultivado nas regiões do cerrado mineiro. 2) Alhos comuns ou seminobres, esses por sua vez têm seus bulbos e bulbilhos irregulares, túnicas de coloração branca, com película também branca e ligeiramente roxeada e existência de palito, dispensando o processo de vernalização, uma vez que praticamente não tem o superbrotamento (Mota *et al.*, 2006).

É importante ressaltar que o superbrotamento contribui de forma negativa em relação à produtividade, além de ser um parâmetro de que há baixa adaptabilidade da cultivar em determinada região. Alguns fatores estão ligados de forma direta para que isso possa ocorrer

sendo eles, o fotoperíodo, temperatura, cultivar, adubação nitrogenada e irrigação (Macêdo *et al.*, 2006).

As cultivares de alho nobre têm como característica ter um ciclo um pouco mais longo, algo em torno de seis meses ou mais, sendo também mais rigoroso quanto ao fotoperíodo exigindo um mínimo de 13 horas e temperaturas moderadas. Portanto, para que possam ser cultivadas em regiões que não atendam aos requisitos exigidos pela cultura, necessitam se submeter ao processo conhecido como vernalização (Souza; Macedo, 2009).

O processo de vernalização consiste em submeter o alho-semente a permanência em câmara fria com temperaturas baixas, por um período em torno de 60 dias, dessa forma se torna possível o cultivo dos alhos nobres em localidades onde as condições de temperatura e fotoperíodo não suprem a necessidade da cultura (Souza; Macedo, 2009).

Ainda em relação ao cultivo, o solo deve possuir boa drenagem e porosidade, e com espaçamentos que proporcionem o potencial máximo fotossintético da planta, uma vez que a densidade atua de forma direta no tamanho dos bulbos. Quando se adota práticas com adensamentos muito intensos, o tamanho desses bulbos pode ser afetado, ocasionando perda de produtividade (Lucini *et al.*, 2021).

De acordo com Filgueira (2013), o alho é altamente exigente em nutrientes, principalmente de nitrogênio e potássio, necessitando de atenção para o suprimento de tais nutrientes em quantidades corretas e exigidas a fim de evitar um crescimento vegetativo excessivo em detrimento da bulbificação.

No que diz respeito à classificação tem uma grande variabilidade em relação aos grupos e às variedades, que pode ser notada pelo tamanho e a cor dos bulbos e bulbilho, no seu peso e no teor de açúcares totais (Saif *et al.*, 2020). É possível dizer que a variabilidade fenotípica dos bulbos é maior em relação de magnitude do que as variações presentes nos genótipos da espécie (Sandhu *et al.*, 2015).

É importante mencionar que existe uma portaria que classifica os bulbos a fim de facilitar o processo de comercialização, contribuindo para precificação do produto, a portaria de Nº 242 de 17/09/1992 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1992), utiliza como parâmetro o tamanho dos bulbos de acordo com o diâmetro transversal separando as classes da seguinte forma: não comercial (menores de 32mm), classe 3 (maior que 32 até 37mm), classe 4 (maior que 37 até 42mm), classe 5 (maior que 42 até 47 mm), classe 6 (maior que 47 até 56 mm) e classe 7 (maior que 56 mm).

Ainda de acordo com a portaria citada existe a classificação quanto ao tipo sendo três tipos: Extra, especial e comercial essa classificação é definida de acordo com o percentual de defeitos onde são considerados, bulbos chochos, danos por doença e ou praga, brotado, mofado ou bulbo aberto. A porcentagem se dá pela somatória dos danos, limitando em até 2% no caso do tipo extra, 8% no tipo especial e 15% no tipo comercial.

2.2. Importância Social

Além dos parâmetros técnicos, a cultura é altamente exigente em cuidados manuais e intensivos em todo o seu processo de produção. De acordo com Luz et al. (2025) é estimado que para o cultivo de um hectare de alho há geração de cerca de dez empregos diretos e indiretos, contribuindo com a distribuição de renda para diversas famílias principalmente associadas ao meio rural.

Além de proporcionar a inserção de pessoas durante o processo de produção da cultura existe a possibilidade de que diferentes perfis de produtores possam realizar o plantio do alho pelo fato de existirem tanto a produção de alhos nobres quanto de alhos comerciais, garantindo assim que esses diferentes perfis acessem os diversos nichos de mercado, conferindo maior flexibilidade econômica ao sistema (Resende *et al.*, 2013).

Entretanto, a cadeia produtiva é caracterizada por elevada dependência de mão de obra, especialmente nas etapas pré-plantio, plantio e colheita, constituindo um fator limitante à eficiência operacional. A indisponibilidade de trabalhadores em períodos críticos pode comprometer a execução adequada dessas operações, resultando em atrasos e impactos negativos sobre a qualidade e a capacidade de armazenamento. A etapa de cura em estaleiros requer manuseio intensivo e suspensão de grande volume de material vegetal, expondo os trabalhadores a elevada concentração de partículas sólidas de solo aderido aos bulbos e a riscos físicos associados à altura das estruturas e ao esforço repetitivo, configurando ambiente ocupacional com potencial comprometimento da segurança laboral.

Adicionalmente, a altura das estruturas e a elevada carga sustentada representam fatores de risco à segurança, aumentando a probabilidade de acidentes durante a execução das atividades. Sob o ponto de vista econômico, o estaleiro constitui uma estrutura de uso sazonal, permanecendo inativo durante grande parte do ciclo produtivo, o que reduz a eficiência de utilização do capital investido e, frequentemente, resulta em sua utilização secundária como

espaço para armazenamento de máquinas, equipamentos e insumos, evidenciando baixa taxa de aproveitamento dessa infraestrutura dentro do sistema de produção.

2.3 Importância Econômica

É fato que a cultura apresenta grande importância para agricultura, para o social como um todo, mas principalmente para o setor econômico, importância essa que pode ser atribuída ao seu grande valor de mercado, que está avaliado em 24 bilhões de dólares levando em consideração um histórico de cinco anos, todo esse incremento se deve claro pela disseminação do uso do alho na culinária, principalmente no que se tem dito em relação aos benefícios a saúde humana (Global Garlic Market, 2025).

Os custos para a produção da cultura são significativos podendo chegar a 250 mil reais por hectare, porém é possível alcançar retorno em torno de 360 mil reais por hectare quando se tem uma produção média entre 16 e 20 toneladas ha⁻¹, claro que para obtenção de tais números é necessário que o produtor seja tecnicado e com um bom acesso a consultorias técnicas de referência (Portal do Agronegócio, 2025).

A principal utilização do alho é na forma in natura, liofilizado, em pasta ou também em conserva (Arruda, 2016). A maior oferta do alho está na Ásia, isso desde os anos 1990, sendo a China o principal produtor do mundo e o maior consumidor por pessoa tendo um consumo de 14,3 kg, seguido pela Coreia do Sul com consumo per capita de 6,2 kg, Bangladesh 2,6 kg, Rússia 2,2 kg, Indonésia 1,8 kg, Brasil 1,5 kg e Índia 1,1 kg (Gründling *et al.*, 2021).

Quanto à produção de alho no ano de 2024, a China liderou novamente como maior produtora mundial, com aproximadamente 21,6 milhões de toneladas, seguida pela Índia, com 3,2 milhões de toneladas, e pelo Egito, com 558,2 mil toneladas produzidas. No Brasil, a produção alcançou cerca de 172,8 mil toneladas, mantendo o país na décima segunda posição no ranking mundial. Em âmbito nacional, Minas Gerais destacou-se como o principal estado produtor, concentrando aproximadamente 50 % da produção brasileira (CONAB, 2025; FAO, 2023; IBGE, 2024; Governo de Minas Gerais, 2025).

Apesar de sermos produtores da cultura, o consumo interno é expressivo, sendo necessário que se realize a importação de alho de países como da China por exemplo, e para que o produto importado não cause um impacto negativo de competitividade com o produto nacional algumas medidas são adotadas, segundo a Conab (Companhia Nacional de

Abastecimento), o alho advindo de importação de países que não fazem parte do Mercosul tem uma tributação de 35% sobre o valor aduaneiro, conforme previsto na Lista de Exceção à Tarifa Externa Comum (LETEC), além da cobrança de antidumping, tais ações visam dificultar a entrada de alho importado com valores mais baratos do que o praticados pelo produto nacional, não prejudicando assim os produtores brasileiros.

2.4 Produção Alho- Semente

As cultivares de alho de uma maneira geral são agêmicas, ou seja, não produz sementes botânicas que sejam viáveis, por esse motivo a sua propagação se dá por meio de bulbilhos que se originam dos bulbos, esse tipo de propagação é eficiente, porém deve-se ter cuidado em relação as doenças, uma vez que podem propagar fungos, bactérias e principalmente vírus, e é intensificado pelo fato dos plantios serem sucessivos, o que interfere de forma negativa, ocasionando perda de produtividade e qualidade do produto final (EMBRAPA, 2001).

O custo da produção de alho semente pode chegar até 30% do valor total para desenvolver a cultura no campo, por isso é muito importante se atentar em relação a qualidade fisiológica e sanitária no momento da aquisição. Além disso, as necessidades da planta são atendidas por meio das reservas dos bulbilhos, o que torna ainda mais importante a seleção de alho sementes saudáveis, sendo eles responsáveis pela emergência e estabelecimento inicial da cultura (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2018).

Para obtenção de alhos-sementes isentos de vírus, é necessário realizar um processo conhecido como limpeza clonal, realizada em laboratórios capacitados e que envolvem técnicas de termoterapia dos bulbilhos e de cultura “in vitro” dos ápices caulinares. Através desse procedimento se faz a retirada dos vírus dos explantes e ainda extermina outras pragas que possam estar nos bulbilhos. Após a obtenção dos bulbos “in vitro”, estes serão propagados em ambientes cujo controle seja possível, e em seguida, são testados para atestar a sanidade do material. Tal procedimento é conhecido como indexação (Torres *et al.*, 2000).

No processo de indexação os bulbilhos são plantados em vasos com solo esterilizado e acondicionados em casas-de-vegetação ou em câmaras de crescimento. Posteriormente, essas plantas passam pelo teste dot-Elisa (Elisa em membrana de nitrocelulose), utilizando-se

antissoro polivalente, que permite identificar as principais espécies de vírus do alho (Tanabe, 1999).

Tal procedimento é repetido por três anos consecutivos. As plantas que são detectadas com vírus são descartadas, uma vez atestado que os bulbos estão livres de vírus, parte-se para o processo de multiplicação, o qual é realizado em canteiros suspensos onde o substrato utilizado é esterilizado contando ainda com a proteção de telados antiafídeos e com rigoroso controle fitossanitário, promovendo assim um estoque básico de alho-semente que não possui vírus e poderão ser repassados aos produtores (Resende *et al.*, 2011).

Para a produção alguns fatores devem ser levados em consideração como clima, solo, material genético e tecnologia. Optando pela utilização de sementes livres de vírus em lavouras comerciais pode-se obter aumento de 30 a 50% na produtividade, em detrimento do método convencional (Resende, 2013).

2.5 Ponto de Colheita

O ponto de colheita é algo de suma importância considerando todo o processo de produção, pois a determinação do melhor momento para a colheita, interferirá no pós-colheita, ou seja, no melhor aproveitamento do produto com máxima qualidade e menores perdas, principalmente quando for destinado para o consumo in natura ou processamento (Chitarra, 1994).

Em algumas ocasiões o valor de mercado infere na decisão do melhor momento de colheita ou não. Entretanto, deve-se sempre considerar as características fisiológicas dos bulbilhos, como, por exemplo: acúmulo de matéria-seca. Plantas com maior acúmulo de matéria-seca, podem refletir em bulbos fisiologicamente mais desenvolvidos e, isso implicará em maior capacidade de conservação (Saturnino, 1978; Chitarra *et al.*, 1990).

Apesar de estudos indicando melhor ponto de colheita, não existem informações concretas sobre o melhor período para realizar colheita e o método de secagem adequado para o alho-semente.

De acordo com Marquelli *et al.* (2014), o estágio de maturação tem duração média de 20 a 35 dias, quando ocorre redução em torno de 35%, no uso da água pela planta. Isso acarreta amarelecimento e secamento das folhas, ocasionando grande translocação de reservas da parte

aérea para os bulbos. Dessa forma, deve-se atentar com a quantidade irrigada, pois supressão de água no momento adequado, favorece a produção de bulbos com maior teor de matéria seca e de sólidos solúveis.

Se por um lado, colher no momento correto acarreta produtos com qualidade física e fisiológica, se ela for realizada de forma antecipada o resultado será alhos com bulbos menores, túnicas malformadas e maior perda de peso. Enquanto bulbos precoces têm maior teor de umidade, o que favorece o surgimento de podridões e uma drástica redução de eficiência no processo da cura. Por isso, a importância em se realizar mais estudos para definir de maneira eficaz o ponto de colheita para reduzir ao mínimo possível a perda de qualidade (Filgueira, 2013).

2.6 Métodos de secagem

O processo de secagem configura-se como uma das principais operações unitárias aplicadas à conservação de produtos agrícolas, fundamentando-se na redução controlada do teor de umidade com a finalidade de diminuir a atividade de água, e, conseqüentemente, restringir a proliferação microbiológica e a atividade enzimática responsáveis pela deterioração do produto (Evangelista, 2003). No caso do alho, esta etapa assume papel estratégico na manutenção da qualidade pós-colheita, influenciando diretamente a estabilidade física, sanitária e comercial dos bulbos durante o armazenamento.

Após a colheita, procede-se à cura dos bulbos, etapa que consiste na desidratação controlada da parte aérea remanescente (folhas e raízes) e na secagem das túnicas externas. Esse processo favorece a redução da umidade superficial e a estabilização dos tecidos externos do bulbo, constituindo condição necessária para o armazenamento sob menores riscos de deterioração fisiológica e microbiológica.

O método de secagem mais tradicional é a secagem natural, no campo, logo após a colheita, cujos bulbos ficam protegidos do sol pelas suas folhas (Oliveira *et al.*, 2004).

Outro método também bastante utilizado é a secagem à sombra, essa é feita em galpões em período variável em função da umidade das plantas e da umidade relativa do ar. Para esse método as plantas são separadas em feixes em forma de “V” e ficam sobre bambus ou tábuas por um período de 30 dias (Lucini, 2004).

Além desses métodos, também existe a secagem artificial, na qual aplica-se um fluxo de ar forçado e frequentemente aquecido, o que determina a efetividade desse método é a psicrometria do ar, que se baseia em controlar de forma minuciosa a temperatura e a umidade relativa, tais fatores são muito importantes, pois se não estiverem controlados podem ocasionar “cozimento” do bulbo ou pode também gerar dessecação excessiva. Nos sistemas avançados, o ar fica em torno de 35° a 40° com fluxo de volume constante, com isso a umidade das camadas externas do bulbo diminui de forma rápida, fazendo com que os bulbos entre em estado de dormência fisiológica (Park *et al.*,2015).

Nesse processo é importante que a parte aérea não seja retirada da planta, para não interromper a cicatrização natural do seu ápice, evitando a penetração de patógenos (Neves, 2007).

O processo da cura é considerado finalizado quando a parte aérea da planta estiver seca, na coloração amarelo palha, o diâmetro de colo menor e a película externa do bulbo desprendendo-se com certa facilidade (EMBRAPA,2018).

Para selecionar o método de secagem se faz necessário considerar a escala de produção, o clima no momento da secagem, o custo operacional disponibilidade de mão de obra e infraestrutura, a secagem é uma parte crucial para entrega de qualidade e deve ser tratada com afinco quanto os demais processos dentro da produção, para obtenção de uma maior valorização do produto no mercado consumidor (Souza *et al.*,2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento iniciou no ano de 2024 em campo, na área de produção do grupo Sekita Agronegócios. A primeira etapa consistiu no plantio dos bulbilhos selecionados da primeira geração (G1) realizada em 2024, enquanto as colheitas foram em diferentes épocas para realizar o plantio e análises na safra subsequente.

A primeira colheita foi realizada em 13/09, caracterizando a época precoce em relação ao ponto considerado ideal. Nesse estágio, os bulbos encontravam-se completamente formados, porém apresentavam apenas início de pigmentação arroxeada nas túnicas externas. A segunda colheita ocorreu em 18/09, correspondente ao ponto ideal de colheita, quando os bulbos apresentavam coloração arroxeada intensa e túnicas externas íntegras e firmes. A colheita tardia

foi realizada em 23/09, ocasião em que os bulbos exibiam coloração fortemente arroxeada, porém com uma ou mais túnicas externas danificadas.

Após cada data de colheita, o material foi disposto no campo por dois dias e depois seguiu para a secagem/cura sendo adotado dois métodos. O primeiro consistiu na secagem através da pendura em estaleiro, na qual as plantas provenientes das três épocas de colheita (precoce, ideal e tardia), mantidas com a parte aérea intacta, foram suspensas em ripas no interior de galpões, visando à condução do processo de cura. O segundo método correspondeu à secagem artificial, realizada com o uso de ventiladores dotados de duas saídas de ar, promovendo a circulação de ar em condição ambiente para a desidratação do material vegetal. Para esse método foram organizadas duas fileiras de paletes contendo caixas, mantendo-se um corredor central para favorecer a distribuição uniforme do fluxo de ar sobre os bulbos, conforme ilustrado na Imagem 1.

Através dessas combinações de pontos de colheita e métodos de secagem, foi determinado os tratamentos:

Tabela 1- Descrição dos tratamentos do experimento

T1	Ponto de Colheita Precoce (13/09) + Pendura Estaleiro
T2	Ponto de Colheita Precoce (13/09) + Secagem Artificial
T3	Ponto de Colheita Normal (18/09) + Pendura Estaleiro
T4	Ponto de Colheita Normal (18/09) + Secagem Artificial
T5	Ponto de Colheita Tardia (23/09) + Pendura Estaleiro
T6	Ponto de Colheita Tardia (23/09) + Secagem Artificial

Fonte: A autora

Imagem 1- Ventiladores de secagem de alho



Fonte: Wallace Junio

Os materiais vegetais permaneceram em secagem artificial até a estabilização da umidade dos bulbos, condição semelhante à obtida no método de secagem em estaleiro. Após a finalização da secagem, os bulbos foram submetidos à classificação por classes de tamanho.

Concluída essa etapa, os materiais foram mantidos nas respectivas condições de armazenamento para período de repouso, destinado à preparação fisiológica para o plantio da safra subsequente. Durante esse período, não se observou incremento no índice de vigor determinado (IVD).

Posteriormente, os bulbos foram transferidos para pré-câmara fria, onde permaneceram em fase de estabilização térmica, seguindo-se o armazenamento sob condições controladas para o processo de vernalização até a data de plantio.

A segunda fase experimental foi conduzida na safra de 2025, utilizando bulbos de alho provenientes da safra de 2024, previamente submetidos aos tratamentos de épocas de colheita e métodos de secagem descritos anteriormente. O experimento foi implantado em área comercial do grupo Sekita Agronegócios, localizada no município de Rio Paranaíba, MG, Brasil, a 1.170,68 m de altitude, nas coordenadas 19°24'40.84'' S e 46°13'41.30'' W.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3×2 , com cinco repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de três épocas

de colheita (precoce, ideal e tardia) e dois métodos de secagem (pendura em estaleiro e secagem artificial), totalizando seis tratamentos (safra anterior).

Cada unidade experimental foi constituída por um canteiro de 1,80 m × 6 m, contendo seis linhas duplas. O espaçamento adotado foi de 0,12 m entre linhas simples, 0,52 m entre linhas duplas e 0,08 m entre plantas na linha, (Imagem 2). A área útil correspondeu aos 4,00 m centrais das duas linhas duplas centrais, desconsiderando as bordaduras.

Imagem 2- Arranjo de plantas



Fonte: A autora

O preparo do solo, adubações bem como os tratos culturais e controle fitossanitário foram comuns a todos os tratamentos e definidos pelo produtor conforme prática e manejo da empresa com base em orientações técnicas do responsável pela área.

Para as análises biométricas foram coletadas 4 plantas da fora da parcela útil aos 50, 89, 110 e 134 dias após o plantio (DAP), a fim de avaliar o desenvolvimento das plantas submetidas manejos de tratamento do ano anterior. Em cada coleta foram amostradas quatro plantas representativas da parcela para realizar as avaliações biométricas.

O comprimento de planta foi determinado pela mensuração da distância entre a região de transição da coloração branca para verde no pseudocaule — estrutura formada pelo

imbricamento das bainhas foliares — e a extremidade apical da folha fotossinteticamente ativa de maior comprimento, conforme ilustrado na Imagem 3.

A última coleta foi no momento da colheita, que ocorreu aos 134 dias após a semeadura, no dia 02 de setembro de 2025. Para tanto, todas as plantas da parcela útil foram acondicionadas em sacos de polipropileno perfurados, de modo a permitir a troca gasosa, levados para o barracão, onde realizou-se a cura em estaleiros por 52 dias.

Imagem 3- Plantas colhidas aos 110 DAP para análise biométrica.

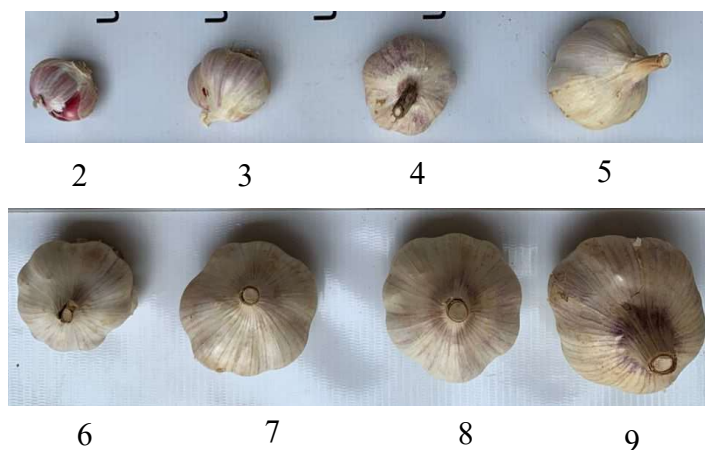


Fonte: A autora

Após a cura, as folhas e raízes foram cortadas manualmente e os bulbos foram contados e classificados manualmente conforme Portaria do MAPA nº 435 de 18 de maio de 2022 (Imagem 4). As classes 2 e 3 foram contabilizadas juntas. Em cada classe os alhos foram separados entre os que tinham ou não casca íntegra, os que não tinham foram denominados de

bulbos abertos, comumente chamados de “Sorriso”, e os que possuíam casa íntegra foram denominados de Extra (Imagem 5). Cada classe foi pesada em balança analítica, e através da quantidade e peso de cada classe foi possível estimar a produtividade em toneladas hectare⁻¹.

Imagem 4. Classes de bulbos em função do diâmetro, conforme Portaria do MAPA nº 435 de 18 de maio de 2022.



Fotos: Thaís Farias dos Santos, 2025

Imagem 5. Alho aberto, denominado de “Sorriso” (à esquerda) e Alho fechado, denominado de Extra (à direita).



Fonte: A autora

Análise estatística

Após obtenção dos dados, esses foram submetidos ao teste de F da análise de variância a 5% de probabilidade, após atender as pressuposições de normalidade residual, homogeneidade de variâncias e aditividade, pelos testes de Shapiro-Wilk, ONeil e Mathews e

Tukey, respectivamente. Posteriormente, os dados foram analisados quanto a variância pelo teste da ANOVA, e comparação pelo teste de Tukey, ambas considerando o valor de $P < 0,05$

Todas as análises foram realizadas pelo software R versão 4.4.3 (R Core Team, 2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Biométrica de Plantas

Na avaliação de 50 DAP indica que o crescimento vegetativo observado nesta geração reflete, de maneira indireta, a integridade metabólica, o estado das reservas e o grau de estabilidade estrutural do bulbo utilizado como propágulo.

O número de folhas variou entre 8,30 e 8,40 folhas, diferença inferior a 1,5%, indicando que os tratamentos aplicados ao alho-semente não comprometeram a capacidade de emissão foliar da geração subsequente (Tabela 2). Em espécies bulbosas, a emergência e o estabelecimento inicial dependem da mobilização eficiente de frutanos e sacarose acumulados no bulbo (Ritsema; Smeekens, 2003). A uniformidade sugere que os processos de secagem e os diferentes pontos de colheita não causaram degradação significativa das reservas estruturais ou desorganização celular capaz de afetar a brotação.

O comprimento da maior folha apresentou variação próxima de 3%, o que reforça a manutenção da capacidade de expansão celular. A expansão foliar depende de turgor, integridade de membranas e disponibilidade energética derivada da respiração mitocondrial. Caso o bulbo-semente tivesse sofrido danos oxidativos durante a secagem — como peroxidação lipídica ou degradação de açúcares redutores — seria esperado comprometimento inicial do crescimento (Taiz *et al.*, 2017). A ausência dessa resposta indica que os tratamentos preservaram a funcionalidade fisiológica do propágulo.

A massa fresca da parte aérea apresentou diferença aproximada de 11% entre extremos. Embora não configure alteração estrutural consolidada, essa amplitude pode refletir pequenas variações na taxa de mobilização de reservas. Durante as primeiras semanas após o plantio, o crescimento é sustentado predominantemente por reservas do bulbo até que o aparato fotossintético esteja plenamente ativo (Brewster, 2008). Assim, diferenças discretas podem estar associadas à eficiência na translocação inicial de carboidratos, mas sem impacto fisiológico suficiente para alterar o padrão geral de crescimento.

Para massa fresca de raiz, a variação foi próxima de 10%, sugerindo que o vigor radicular — frequentemente utilizado como indicador de qualidade fisiológica de propágulos

— não foi significativamente afetado pelos tratamentos prévios. O desenvolvimento radicular inicial depende da disponibilidade energética e da integridade das vias respiratórias (Fenell *et al.*, 2015). Bulbos submetidos a secagem inadequada poderiam apresentar maior taxa respiratória residual e depleção de reservas, reduzindo o vigor subsequente, o que não foi observado.

A massa seca da parte aérea e da raiz apresentou variações inferiores a 4%, indicando deposição estrutural semelhante. A massa seca representa efetivo acúmulo de carbono estrutural, e sua estabilidade sugere que a partição de assimilados entre parte aérea e sistema radicular ocorreu de forma equilibrada, sem prejuízo estrutural herdado do tratamento aplicado ao alho-semente.

Portanto, aos 50 DAP, a geração oriunda dos bulbos tratados demonstra desempenho fisiológico equivalente entre tratamentos, indicando que o ponto de colheita e o método de secagem adotados na safra anterior não comprometeram a viabilidade metabólica, a integridade das reservas nem o vigor inicial das plantas.

Esse resultado é coerente com o conceito de qualidade fisiológica de propágulos vegetativos, no qual a manutenção da integridade de carboidratos de reserva e da estabilidade de membranas durante o armazenamento e a secagem determina a performance da geração subsequente (Brewster, 2008; Taiz *et al.*, 2017). Alterações decorrentes dos tratamentos tendem a se manifestar com maior intensidade em fases posteriores, especialmente durante a transição para bulbificação, quando a eficiência de partição de carbono e a capacidade fotossintética passam a determinar o potencial produtivo final.

Tabela 2-Valores médios aos 50 DAP para número de folhas verdes (NF), comprimento da maior folha (CMF), massa fresca da parte aérea (MFA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSA) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de alho, cultivar Ito. 2025.

NF	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	8,40	8,30	8,55	8,42 A	3,97
Secagem Artificial	8,40	8,30	8,25	8,32 A	P₁=0,423
Média	8,40 a	8,30 a	8,40 a		P₂=0,787
CMF (cm)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	73,17	69,37	72,57	71,70 A	4,59
Secagem Artificial	72,74	71,82	71,32	71,96 A	P₁=0,116
Média	72,95 a	70,60 a	71,94 a		P₂=0,495
MFA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	223,81	194,67	217,27	211,92 A	12,39
Secagem Artificial	221,45	204,19	212,18	212,60 A	P₁=0,054
Média	222,63 a	199,43 a	214,72 a		P₂=0,551
MFR (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	26,93	26,14	29,73	27,60 A	20,77
Secagem Artificial	26,29	23,30	24,97	24,85 A	P₁=0,364

Média	26,61 a	24,72 a	27,35 a		$P_2=0,414$
MSA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	34,60	31,59	33,93	33,37 A	8,15
Secagem Artificial	32,18	32,94	32,72	32,61 A	$P_1=0,165$
Média	33,39 a	32,27 a	33,32 a		$P_2=0,918$
MSR (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	9,08	8,73	8,99	8,93 A	5,76
Secagem Artificial	8,80	8,64	8,71	8,72 A	$P_1=0,317$
Média	8,94 a	8,68 a	8,85 a		$P_2=0,445$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P_1 = p-valor referente ao efeito do ponto de colheita. P_2 = p-valor referente ao efeito do tipo de secagem.

Aos 89 DAP observa-se transição metabólica importante no alho, com início do redirecionamento de assimilados para o bulbo e intensificação da atividade das enzimas envolvidas na síntese e degradação de frutanos (Tabela 3). Diferentemente dos 50 DAP, as respostas fisiológicas começam a se manifestar associadas à qualidade do alho-semente submetido aos tratamentos de colheita e secagem no ano anterior.

O número de folhas e o comprimento da maior folha apresentaram variações discretas, inferiores a 3%, indicando que a arquitetura vegetativa da geração seguinte não foi estruturalmente comprometida pelos tratamentos aplicados ao alho-semente. Isso demonstra que a mobilização inicial de reservas e a expansão foliar ocorreram de forma semelhante entre materiais oriundos de diferentes combinações de colheita e secagem, preservando o estabelecimento da área fotossintética ativa.

Entretanto, ao analisar a razão bulbar, observa-se comportamento dependente da combinação entre ponto de colheita e método de secagem do alho-semente. Plantas oriundas de bulbos colhidos no ponto normal e submetidos à secagem artificial apresentaram razão bulbar de 0,41, enquanto aquelas provenientes de colheita normal com pendura apresentaram 0,40, incremento de 2,5%. Já quando o alho-semente foi oriundo de colheita tardia, a secagem artificial elevou a razão bulbar de 0,37 (pendura) para 0,40, incremento de aproximadamente 8,1%. Esse comportamento indica que bulbos colhidos tardiamente podem responder de forma diferenciada ao método de secagem, afetando a eficiência de transição vegetativo-reprodutiva na geração seguinte.

A razão bulbar é um marcador fisiológico da intensificação da partição de carbono para o bulbo, processo associado ao aumento da atividade de enzimas como sacarose-sintase e frutano-frutosiltransferases, responsáveis pelo acúmulo de frutanos (Ritsema; Smeekens, 2003). Assim, o efeito observado sugere que o estado fisiológico do bulbo-semente — determinado pelo momento de colheita e pela intensidade de secagem — influencia a dinâmica de assimilação e redistribuição de carboidratos na geração subsequente.

A massa fresca do bulbo evidencia diferenças mais expressivas. Plantas oriundas de alho-semente colhido no ponto normal e submetido à pendura apresentaram 134,99 g, enquanto aquelas provenientes da mesma época de colheita, porém com secagem artificial, apresentaram 116,78 g, redução de 13,5%. Quando comparado o ponto precoce sob secagem artificial (108,81

g) com o ponto normal sob pendura (134,99 g), a diferença atinge aproximadamente 24%. Esses dados indicam que o manejo pós-colheita do alho-semente impacta diretamente o potencial de enchimento do bulbo na geração seguinte.

O enchimento do bulbo depende da eficiência do fluxo fonte-dreno e da capacidade do bulbo em atuar como dreno metabólico ativo. Caso o processo de secagem tenha provocado maior degradação de açúcares redutores ou maior estresse oxidativo no tecido do bulbo-semente pode ocorrer redução na eficiência metabólica subsequente, refletindo em menor acúmulo de massa fresca (Taiz *et al.*, 2017).

A massa fresca de raiz também evidencia efeito do método de secagem do alho-semente. A geração oriunda de bulbos submetidos à pendura apresentou média de 31,30 g, enquanto aquela proveniente de secagem artificial apresentou 27,49 g, redução de 13,9%. O sistema radicular é altamente dependente da disponibilidade inicial de reservas e da integridade das vias respiratórias. Bulbos submetidos a condições mais intensas de secagem podem apresentar maior consumo respiratório durante armazenamento, reduzindo a energia disponível para o estabelecimento radicular na geração seguinte (Brewster, 2008).

A massa seca do bulbo reforça essa tendência. Plantas oriundas de alho-semente colhido no ponto normal e submetido à pendura acumularam 27,59 g, enquanto aquelas provenientes de secagem artificial acumularam 23,44 g no ponto normal, diferença de aproximadamente 17,7%. A deposição de massa seca está associada ao acúmulo de frutanos de alto grau de polimerização e compostos estruturais das túnicas externas. Assim, maior massa seca indica maior eficiência de conversão de fotoassimilados em reserva estrutural.

De maneira integrada, aos 89 DAP observa-se que as diferenças entre tratamentos passam a se manifestar principalmente nas variáveis associadas ao bulbo e ao sistema radicular, enquanto as variáveis estritamente vegetativas permanecem relativamente estáveis. Isso sugere que o efeito residual do ponto de colheita e do método de secagem do alho-semente se expressa sobretudo na eficiência de partição de carbono e no estabelecimento do dreno bulbar na geração subsequente.

Esse comportamento é consistente com o padrão fisiológico descrito para espécies do gênero *Allium*, nas quais a qualidade fisiológica do bulbo propagativo influencia diretamente o vigor inicial e a capacidade de enchimento do bulbo na safra seguinte (Brewster, 2008; Ritsema; Smeekens, 2003).

Tabela 3- Valores médios aos 89 DAP para número de folhas verdes (NF), comprimento da maior folha (CMF), razão bulbar (RB), massa fresca da parte aérea (MFA), massa fresca do bulbo (MFB), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca do bulbo (MSB), massa seca da raiz (MSR) de plantas de alho, cultivar Ito. 2025.

NF	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	9,15	8,95	8,85	8,98 A	5,06
Secagem Artificial	8,89	9,05	8,65	8,87 A	P₁=0,455
Média	9,02 a	9,00 a	8,75 a		P₂=0,142
CMF(cm)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)

Pendura Estaleiro	95,80	93,85	94,60	94,75 A	2,45
Secagem Artificial	95,47	95,30	96,40	95,72 A	P₁=0,679
Média	95,64 a	94,57 a	95,50 a		P₂=0,489
RB	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	0,40 aA	0,38 aA	0,37aA	0,38	6,63
Secagem Artificial	0,41aA	0,38 aA	0,40aA	0,40	P₃= 0,0452
Média	0,40	0,38	0,39		
MFA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	392,03	346,86	354,10	364,33 A	11,14
Secagem Artificial	348,50	354,65	365,28	356,14 A	P₁=0,752
Média	370,26 a	350,76 a	359,69 a		P₂=0,407
MFB (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	134,99	123,53	126,72	128,41 A	20,23
Secagem Artificial	116,78	108,81	121,22	115,60 A	P₁=0,425
Média	125,88 a	116,17 a	123,97 a		P₂=0,321
MFR (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	32,60	31,76	29,54	31,30 A	16,68
Secagem Artificial	29,89	25,81	26,76	27,49 B	P₁=0,587
Média	31,25 a	28,79 a	28,15 a		P₂=0,022
MSA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	52,61	47,07	48,20	49,29 A	11,55
Secagem Artificial	46,03	48,84	47,23	47,37 A	P₁=0,866
Média	49,32 a	47,95 a	47,72 a		P₂=0,301
MSB(g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	27,59	24,99	27,05	26,54 A	9,88
Secagem Artificial	23,44	26,46	24,62	24,84 A	P₁=0,383
Média	25,51 a	25,73 a	25,83 a		P₂=0,551
MSR(g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	5,36	5,18	4,65	5,06 A	15,83
Secagem Artificial	4,92	4,59	4,35	4,62 B	P₁=0,419
Média	5,14 a	4,89 a	4,50 a		P₂=0,039

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P₁ = p-valor referente ao efeito do Ponto de Colheita. P₂ = p-valor referente ao efeito do tipo de secagem. P₃= p-valor referente ao efeito da interação entre o ponto de colheita e o tipo de secagem.

Aos 110 DAP, a cultura encontra-se em fase avançada de enchimento do bulbo, com redução progressiva da atividade vegetativa e intensificação da remobilização de fotoassimilados para o órgão de reserva (Tabela 4). Nessa etapa, o comportamento fisiológico observado reflete de maneira mais consolidada a eficiência metabólica herdada do alho-semente utilizado.

O número de folhas variou de 7,15 (tardia pendura) a 7,85 (normal pendura), diferença aproximada de 9%. Essa redução geral em relação aos 89 DAP está associada ao início da senescência foliar fisiológica, fenômeno típico do avanço da bulbificação. A senescência envolve degradação controlada de clorofila, mobilização de nitrogênio e redirecionamento de carboidratos para o bulbo (Taiz *et al.*, 2017). O fato de não haver diferenças estruturais marcantes indica que o potencial fotossintético máximo já foi atingido anteriormente.

O comprimento da maior folha apresentou variação inferior a 4%, indicando manutenção da arquitetura vegetativa estabelecida. Na cultura do alho, após o pico de expansão, o comprimento foliar tende a estabilizar, e a diferença na produtividade passa a depender mais da eficiência de partição do que da dimensão foliar propriamente dita (Brewster, 2008).

A razão bulbar variou entre 0,26 e 0,30, amplitude aproximada de 15%. Plantas oriundas de alho-semente colhido no ponto precoce e submetido à pendura apresentaram 0,30, enquanto aquelas provenientes de colheita tardia sob pendura apresentaram 0,26, diferença de aproximadamente 13,3%. Essa variável indica consolidação da dominância do bulbo como dreno metabólico. A fase de enchimento envolve elevada atividade da sacarose-sintase e das frutano-frutossiltransferases, promovendo conversão de sacarose em frutanos de cadeia longa, principais carboidratos de reserva em alho (Ritsema; Smeekens, 2003).

A massa fresca do bulbo evidencia diferenças importantes. Plantas oriundas de alho-semente colhido no ponto normal e submetido à pendura acumularam 233,66 g, enquanto aquelas provenientes de secagem artificial no mesmo ponto acumularam 210,19 g, redução de aproximadamente 10%. Comparando o maior valor (233,66 g) com o menor observado na tabela (205,56 g, precoce pendura), a diferença é de cerca de 12%. Esses valores indicam que a qualidade fisiológica do bulbo-semente continua influenciando o potencial de enchimento final.

A massa seca do bulbo reforça essa tendência. O maior valor foi observado na geração oriunda de alho-semente colhido no ponto normal sob pendura (63,21 g), enquanto o menor ocorreu no ponto precoce sob pendura (54,02 g), diferença de aproximadamente 17%. A massa seca representa efetivo acúmulo estrutural de frutanos e compostos estruturais das túnicas externas. Maior deposição de matéria seca indica maior eficiência na conversão de fotoassimilados em reserva estável.

Para massa fresca da parte aérea, a variação foi inferior a 7%, indicando que o crescimento vegetativo já não é o principal determinante das diferenças observadas. O sistema encontra-se claramente em fase de remobilização. Segundo Ho (1996), em culturas de órgão de reserva, o rendimento final é determinado pela eficiência de redistribuição de assimilados acumulados previamente na parte aérea.

A massa fresca de raiz variou de 30,50 a 33,16 g, diferença próxima de 8%. A manutenção do sistema radicular até essa fase é essencial para suprimento hídrico e manutenção da atividade fotossintética residual. Plantas oriundas de alho-semente submetido à secagem artificial apresentaram valores ligeiramente superiores em alguns pontos, sugerindo que, apesar de possíveis diferenças iniciais, o sistema radicular atingiu equilíbrio fisiológico.

A massa seca de raiz apresentou variação máxima de aproximadamente 5%, indicando que a deposição estrutural radicular já se encontra consolidada e menos sensível às diferenças herdadas do tratamento do alho-semente.

De forma integrada, aos 110 DAP observa-se que as diferenças associadas ao manejo pós-colheita do alho-semente manifestam-se principalmente nas variáveis diretamente relacionadas ao bulbo, especialmente massa fresca e massa seca. As variáveis vegetativas tendem à estabilização, pois o sistema encontra-se em fase de maturação fisiológica e redistribuição interna de assimilados.

Esse comportamento confirma que o efeito residual do ponto de colheita e do método de secagem do alho-semente influencia predominantemente a eficiência de enchimento do bulbo na geração subsequente, mais do que a formação da estrutura vegetativa. A preservação da integridade de reservas e da organização celular durante a secagem pode reduzir perdas respiratórias e manter maior potencial metabólico para síntese de frutanos, refletindo em maior acúmulo de massa seca final (Brewster, 2008; Ritsema; Smeekens, 2003).

Tabela 4- Valores médios aos 110 DAP para número de folhas verdes (NF), comprimento da maior folha (CMF), razão bulbar (RB), massa fresca da parte aérea (MFA), massa fresca do bulbo (MFB), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca do bulbo (MSB) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de alho, cultivar Ito. São Gotardo-MG, 2025.

NF	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	7,85	7,65	7,15	7,55 A	6,83
Secagem Artificial	7,77	7,65	7,5	7,64 A	P₁=0,099
Média	7,81 a	7,65 a	7,32 a		P₂=0,546
CMF(cm)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	90,99	93,47	89,88	91,45 A	4,87
Secagem Artificial	93,46	89,85	94,15	92,49 A	P₁=0,984
Média	92,23 a	91,66 a	92,02 a		P₂=0,622
RB	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	0,28	0,30	0,26	0,28 A	10,55
Secagem Artificial	0,30	0,29	0,29	0,29 A	P₁=0,293
Média	0,29 a	0,29 a	0,27 a		P₂=0,508
MFA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	385,18	374,59	349,01	369,59 A	11,65
Secagem Artificial	391,55	392,57	402,33	395,48 A	P₁=0,920
Média	388,36 a	383,58 a	375,67 a		P₂=0,249
MFB (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	233,66	205,56	222,86	220,69 A	9,07
Secagem Artificial	210,19	225,27	216,86	217,44 A	P₁= 0,716
Média	221,93 a	215,41 a	219,86 a		P₂= 0,709
MFR (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	30,50	32,01	31,27	31,26 A	16,48
Secagem Artificial	34,14	33,16	31,91	33,07 A	P₁=0,566
Média	32,32 a	32,59 a	31,59 a		P₂=0,864
MSA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	54,99	52,23	48,23	51,82 A	12,11

Secagem Artificial	54,13	54,17	56,62	54,97 A	P₁=0,911
Média	54,56 a	53,20 a	52,42 a		P₂=0,291
MSB(g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	63,21	54,02	62,27	59,84 A	10,81
Secagem Artificial	55,16	60,72	58,20	58,03 A	P₁=0,534
Média	59,18 a	57,37 a	60,24 a		P₂=0,623
MSR(g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	4,53	4,56	4,57	4,55 A	12,55
Secagem Artificial	4,94	4,58	4,36	4,63 A	P₁=0,915
Média	4,73 a	4,57 a	4,46 a		P₂=0,715

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P = *p-valor* referente a interação entre Ponto de Colheita e Tipo de Secagem. P₁ = *p-valor* referente ao efeito do Ponto de Colheita. P₂ = *p-valor* referente ao efeito do Tipo de Secagem.

Aos 134 DAP, o alho encontra-se em fase final de maturação, caracterizada por intensa remobilização de assimilados, avanço da senescência foliar e consolidação da massa do bulbo. (Tabela 5). Nessa etapa, o comportamento produtivo reflete definitivamente a eficiência metabólica estabelecida ao longo do ciclo e, portanto, a qualidade fisiológica do alho-semente que originou a lavoura.

O número de folhas remanescentes variou entre 3,45 e 3,80 folhas, diferença aproximada de 10%. Essa redução expressiva em relação às avaliações anteriores confirma o avanço da senescência programada. A senescência foliar envolve degradação de clorofila, aumento da atividade de proteases e redirecionamento de nitrogênio e carboidratos para o bulbo (Taiz *et al.*, 2017). A semelhança entre plantas oriundas dos diferentes tratamentos indica que o ritmo de maturação não foi alterado pelo ponto de colheita ou método de secagem do alho-semente.

A razão bulbar apresentou valores extremamente próximos (0,18–0,20), com variação inferior a 10%. Isso indica que o bulbo já atingiu predominância estrutural sobre o pseudocaule e que a partição de assimilados encontra-se estabilizada. Nesse estágio, a taxa de expansão do bulbo reduz-se progressivamente, e o acúmulo passa a refletir majoritariamente deposição de matéria seca (Brewster, 2008).

A massa fresca do bulbo revela diferenças relevantes. Plantas oriundas de alho-semente colhido no ponto tardio e submetido à secagem artificial acumularam 318,74 g, enquanto aquelas provenientes de colheita normal sob pendura acumularam 291,78 g, diferença aproximada de 9,2%. Comparando o menor valor observado (295,68 g, tardia pendura) com o maior (318,74 g), a amplitude atinge cerca de 7,8%. Esses valores indicam que, nesta geração, o enchimento final do bulbo foi influenciado pela combinação entre maturação do bulbo-semente e método de secagem.

A massa seca do bulbo reforça esse comportamento. O maior valor foi observado em plantas oriundas de alho-semente colhido no ponto tardio e submetido à secagem artificial (101,38 g), enquanto o menor ocorreu no ponto precoce sob pendura (78,42 g), diferença

expressiva de aproximadamente 29%. Essa diferença é fisiologicamente robusta e indica maior eficiência na conversão de assimilados em reserva estrutural quando o bulbo-semente foi colhido em estágio mais avançado de maturação e submetido à secagem artificial.

O acúmulo de massa seca no bulbo resulta da síntese e deposição de frutanos de cadeia longa, principais carboidratos de reserva em alho, além da lignificação parcial das túnicas externas (Ritsema; Smeekens, 2003). Bulbos colhidos tardiamente apresentam maior grau de maturação fisiológica, com reservas já consolidadas. Quando submetidos a secagem controlada podem preservar melhor essas reservas e reduzir perdas respiratórias excessivas durante armazenamento, refletindo em maior potencial produtivo na geração subsequente.

A massa fresca e seca da parte aérea apresentaram variações inferiores a 10%, indicando que a estrutura vegetativa já não é determinante para o rendimento final nessa fase. O sistema encontra-se claramente em fase de remobilização terminal, e diferenças de produtividade passam a refletir essencialmente a eficiência de enchimento do bulbo ao longo do ciclo.

A massa fresca de raiz variou aproximadamente 10%, enquanto a massa seca de raiz apresentou variação máxima de cerca de 11%. A manutenção do sistema radicular até essa fase garante suprimento hídrico residual e sustentação metabólica final, mas seu impacto sobre o rendimento já é secundário em relação à capacidade do bulbo em atuar como dreno dominante.

De forma integrada, aos 134 DAP observa-se que as diferenças associadas ao manejo pós-colheita do alho-semente se manifestam principalmente na massa seca do bulbo, variável diretamente relacionada ao potencial produtivo e à qualidade comercial. A maior amplitude observada para MSB sugere que a maturação fisiológica no momento da colheita do bulbo-semente, combinada ao método de secagem, influencia a eficiência de síntese e armazenamento de reservas na geração subsequente.

Esse comportamento confirma que o ponto de colheita define o estágio de consolidação das reservas, enquanto o método de secagem pode modular a preservação estrutural dessas reservas durante o período pós-colheita, impactando a performance fisiológica do ciclo seguinte (Brewster, 2008; Ritsema; Smeekens, 2003).

Tabela 5- Valores médios aos 134 DAP para número de folhas verdes (NF RE), razão bulbar (RB), massa fresca da parte aérea (MFA), massa fresca do bulbo (MFB), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca do bulbo (MSB) e massa seca da raiz (MSR) de plantas de alho, cultivar Ito, 2025.

NF RE	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	3,55	3,65	3,45	3,55 A	15,44
Secagem Artificial	3,45	3,80	3,65	3,64 A	P₁=0,642
Média	3,50 a	3,72 a	3,55 a		P₂=0,685
RB	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	0,20	0,19	0,19	0,19 A	10,62
Secagem Artificial	0,18	0,20	0,19	0,19 A	P₁=0,925
Média	0,19 a	0,19 a	0,19 a		P₂=0,970
MFPA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)

Pendura Estaleiro	263,89	273,73	218,02	251,88 A	21,05
Secagem Artificial	256,09	281,55	283,23	273,63 A	P₁=0,550
Média	259,99 a	277,64 a	250,62 a		P₂=0,294
MFB (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	291,78	300,48	295,68	295,98 A	9,65
Secagem Artificial	298,44	299,50	318,74	305,56 A	P₁=0,651
Média	295,11 a	299,99 a	307,206 a		P₂=0,377
MFR (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	36,426	35,08	31,212	34,24 A	18,25
Secagem Artificial	34,852	36,494	36,398	35,91 A	P₁=0,746
Média	35,64 a	35,79 a	33,80 a		P₂=0,482
MSA (g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	42,874	45,862	44,202	44,31 A	17,17
Secagem Artificial	41,42	47,516	44,432	44,46 A	P₁=0,427
Média	42,15 a	46,69 a	44,32 a		P₂=0,959
MSB(g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	93,70	78,42	96,03	89,38 A	17,24
Secagem Artificial	99,01	97,53	101,38	99,31 A	P₁=0,321
Média	96,36 a	87,97 a	98,70 a		P₂=0,110
MSR(g)	Normal	Precoce	Tardia	Média	CV(%)
Pendura Estaleiro	5,973	5,679	4,790	5,48 A	17,69
Secagem Artificial	5,633	5,730	5,462	5,61 A	P₁=0,272
Média	5,80 a	5,70 a	5,12 a		P₂=0,726

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P = p-valor referente a interação entre Ponto de Colheita e Tipo de Secagem. P₁ = p-valor referente ao efeito do Ponto de Colheita. P₂ = p-valor referente ao efeito do Tipo de Secagem.

4.2 Quantidade de bulbos e Produtividade

Conforme descrito na seção de Material e Métodos, a parcela útil foi composta por 100 bulbos, distribuídos em diferentes classes de tamanho, variando de 2–3 até 9, e classificados nas categorias aberto e fechado. A soma das classes corresponde ao total de 100 bulbos, em conformidade com os ajustes realizados segundo as orientações estabelecidas.

Na tabela 6, a distribuição dos bulbos abertos evidencia predominância das classes 7A (8,56 bulbos) e 8A (4,31 bulbos), enquanto a classe 5A apresentou média reduzida (1,21 bulbos). Considerando o total de bulbos abertos, as classes 7A e 8A representam mais de 60% da distribuição, indicando deslocamento da produção para calibres intermediário-superiores.

Esse comportamento é fisiologicamente coerente com os resultados biométricos observados na Tabela 3 aos 110 DAP e na Tabela 4 aos 134 DAP, quando a massa fresca do

bulbo (MFB) atingiu aproximadamente 300 g planta⁻¹ e a massa seca do bulbo (MSB) superou 95 g planta⁻¹. O período entre 110 e 134 DAP corresponde à fase de máximo enchimento bulbar.

A distribuição dos bulbos abertos evidencia predominância das classes 7A (8,56 bulbos) e 8A (4,31 bulbos), enquanto a classe 5A apresentou média reduzida (1,21 bulbos). Considerando o total de bulbos abertos, as classes 7A e 8A representam mais de 60% da distribuição, indicando deslocamento da produção para calibres intermediário-superiores.

Esse comportamento é fisiologicamente coerente com os resultados biométricos observados na Tabela 4 aos 110 DAP e na Tabela 5 aos 134 DAP, quando a massa fresca do bulbo (MFB) atingiu aproximadamente 300 g planta⁻¹ e a massa seca do bulbo (MSB) superou 95 g planta⁻¹. O período entre 110 e 134 DAP corresponde à fase de máximo enchimento bulbar.

Tabela 6- Valores médios da quantidade de bulbos de alho aberto submetidos a diferentes tipos de secagem e pontos de colheita referente a parcela útil. 2025.

5A¹		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,194	2,346	1,018	1,186 A	152,74
Secagem Artificial	0,773	1,946	1,023	1,247 A	P ₁ =0,150 P ₂ =0,929
Médias	2,146 a	0,484 a	1,02 a		
6A		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	2,743	5,130	5,220	4,364 A	68,67
Secagem Artificial	3,532	3,444	4,112	3,696 A	P ₁ =0,415 P ₂ =0,516
Médias	4,287 a	3,137 a	4,666 a		
7A²		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	7,657	9,460	11,794	9,637 A	56,38
Secagem Artificial	9,169	5,037	8,251	7,486 A	P ₁ =0,449 P ₂ =0,236
Médias	7,249 a	8,413 a	10,023 a		
8A²		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,632 bB	2,957 bA	8,187 aA	3,925	61,51
Secagem Artificial	4,416 aA	4,573 aA	5,087 aA	4,692	P ₃ =0,026

Médias	3,765	2,524	6,637		
9A²	Ponto de Colheita				
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,194	1,956	1,296	1,149 A	214,83
Secagem Artificial	0,392	0,194	1,433	0,673 A	P ₁ =0,462 P ₂ =0,513
Médias	1,075 a	0,293 a	1,364 a		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Nas classes 2-3 A e 4A em razão da ausência de variação na variável, não foi possível realizar a análise de variância. P₁ = p-valor referente ao efeito do Ponto de Colheita. P₂ = p-valor referente ao efeito do Tipo de Secagem. P₃ = p-valor referente ao efeito da interação entre o ponto de colheita e o tipo de secagem. ¹ Dados analisados após transformação Box–Cox ($\lambda = 0,6$). ² Dados analisados após transformação arcsinh(x).

Entre os bulbos fechados, as classes 6F (≈ 16 bulbos) e 7F (≈ 38 bulbos) concentraram a maior proporção da produção, sendo a classe 7F responsável por aproximadamente 40% do total dessa categoria (Tabela 7).

O fechamento do bulbo representa etapa final da maturação fisiológica e envolve consolidação estrutural das túnicas externas, redução gradual da atividade respiratória e estabilização do teor de matéria seca. Aos 134 DAP (Tabela 5) auxilia a reforçar que o acúmulo de reservas já estava consolidado antes do término do ciclo.

Segundo Berner *et al.* (2017), a maximização da produtividade em culturas bulbosas ocorre quando a assimilação líquida supera as perdas respiratórias durante o enchimento. A manutenção da massa seca da parte aérea (134 DAP) sugere que a senescência foi gradual, permitindo continuidade da exportação de fotoassimilados até a consolidação estrutural do bulbo.

Holzapfel *et al.* (2019) destacam que o fechamento adequado depende da reorganização celular e deposição de compostos estruturais nas túnicas externas. Assim, a elevada frequência da classe 7F confirma que o enchimento e a maturação ocorreram de forma fisiologicamente sincronizada.

Tabela 7-Quantidade média de bulbos de alho fechado submetidos a diferentes tipos de secagem e pontos de colheita referente a parcela útil. 2025.

2-3F	Ponto de Colheita				
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0	0,7901	0,383	0,391 A	258,54
Secagem Artificial	0	0	0,206	0,069 A	P ₁ = 0,324 P ₂ = 0,153

Médias	0,395 a	0,000 a	0,294 a		
4F	Ponto de Colheita				
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	1,183	0,394	0,954	0,844 A	125,74
Secagem Artificial					P ₁ = 0,477
	0,373	0,381	0,604	0,453 A	P ₂ =0,204
Médias	0,387 a	0,778 a	0,779 a		
5F¹	Ponto de Colheita				
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	3,725	5,217	3,710	4,217 A	75,57
Secagem Artificial					P ₁ = 0,598
	3,195	4,225	3,554	3,658 A	P ₂ = 0,612
Médias	4,721 a	3,46 a	3,632 a		
6F²	Ponto de Colheita				
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	15,407	19,173	14,880	16,487 A	48,62
Secagem Artificial					P ₁ = 0,833
	16,635	13,521	13,970	14,709 A	P ₂ =0,528
Médias	16,347 a	16,021 a	14,425 a		
7F	Ponto de Colheita				
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	44,953	37,274	33,077	38,435 A	20,25
Secagem Artificial					P ₁ = 0,015
	44,960	39,215	34,163	39,446 A	P ₂ =0,729
Médias	38,244 ab	44,957 a	33,620 b		
8F	Ponto de Colheita				
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	20,573	16,401	18,717	18,563 A	38,92
Secagem Artificial					P ₁ = 0,564
	16,011	26,674	24,782	22,489 A	P ₂ =0,193
Médias	21,537 a	18,292 a	21,749 a		
9F²	Ponto de Colheita				

Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	2,062	6,126	3,821	0,800 A	125,77
Secagem Artificial					P ₁ =0,102
	1,933	4,731	14,073	1,382 A	P ₂ =0,259
Médias	1,086 a	0,399 a	1,789 a		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P₁ = p-valor referente ao efeito do Ponto de Colheita. P₂ = p-valor referente ao efeito do Tipo de Secagem.¹ Dados analisados após transformação Box–Cox ($\lambda = 0,6$). ² Dados analisados após transformação arcsinh(x).

A Tabela 8 detalha que os dados de produtividade dos bulbos abertos concentraram-se nas classes 6A ($\approx 0,75 \text{ t ha}^{-1}$) e 7A ($\approx 2,25 \text{ t ha}^{-1}$), com participação complementar da classe 8A ($\approx 1,21 \text{ t ha}^{-1}$). A classe 5A apresentou contribuição inferior, caracterizando-se como faixa de transição entre calibres de menor valor e aqueles de maior valorização comercial.

Sob o ponto de vista econômico, a classe 5 representa limiar de mudança de padrão de mercado, pois classes ≥ 6 são associadas a maior padronização, maior massa individual e maior aceitação comercial. Estudos de mercado hortícola indicam que o calibre é o principal determinante do valor agregado do alho in natura, sendo diretamente proporcional ao peso individual do bulbo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI, 2023).

Observa-se incremento de produtividade nas classes 6A e 7A para os tratamentos oriundos de colheita normal e tardia em comparação ao ponto precoce. Esse comportamento está alinhado com os resultados biométricos obtidos aos 110 DAP (Tabela 4) e 134 DAP (Tabela 5).

O prolongamento do ciclo até a maturação fisiológica plena favorece maior período efetivo de translocação de assimilados e deposição de frutanos no parênquima bulbar. Segundo Van den Ende (2013), o acúmulo de frutanos é determinante para o aumento do diâmetro do órgão de reserva em geófitas. Wang *et al.* (2018) demonstraram que a limitação do período de enchimento reduz a expansão celular e restringe o calibre final.

Assim, os tratamentos colhidos precocemente tendem a apresentar menor participação nas classes superiores na geração seguinte devido à interrupção antecipada da atividade fonte–dreno. Já nos tratamentos normal e tardio, a manutenção da atividade fotossintética até estádios avançados (110 DAP) possibilitou maior aporte de carbono ao bulbo.

Kumar *et al.* (2020) relatam que, em alho, a produtividade-1 apresenta forte correlação com a massa seca acumulada no órgão de reserva, reforçando que o desempenho da classe 7A decorre da eficiência fisiológica observada nas avaliações finais.

Dessa forma, a predominância produtiva das classes $\geq 6A$ evidencia coerência entre crescimento vegetativo, partição de biomassa e retorno econômico.

Tabela 8-Produtividade média (t ha⁻¹) de bulbos de alho aberto submetidos a diferentes tipos de secagem e pontos de colheita. exceto Classes 2-3 A e 4A em razão da ausência de variação na variável, não foi possível realizar a análise de variância, 2025.

5A		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,019	0,335	0,143	0,165 A	155,47
Secagem Artificial					P ₁ =0,133
	0,113	0,286	0,132	0,177 A	P ₂ =0,909
Médias	0,310 a	0,066 a	0,137 a		
6A		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,508	0,906	0,951	0,788 A	64,03
Secagem Artificial					P ₁ =0,806
	0,842	0,598	0,680	0,706 A	P ₂ =0,646
Médias	0,752 a	0,674 a	0,815 a		
7A		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	1,925	2,188	2,635	2,249 A	54,18
Secagem Artificial					P ₁ =0,439
	2,575	1,259	2,053	1,962 A	P ₂ =0,499
Médias	1,724 a	2,245 a	2,344 a		
8A		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,910	0,526	2,203	1,213 A	68,72
Secagem Artificial					P ₁ =0,069
	1,259	1,229	1,363	1,284 A	P ₂ =0,823
Médias	0,877 a	1,084 a	1,783 a		
9A		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,338	0,590	0,414	0,447 A	218,48
Secagem Artificial					P ₁ =0,851
	0,124	0,068	0,410	0,200 A	P ₂ =0,351
Médias	0,328 a	0,231a	0,412 a		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = p-valor referente ao efeito do Ponto de Colheita. P2 = p-valor referente ao efeito do Tipo de Secagem.

Na produtividade de bulbos fechados, a classe 7F apresentou rendimento médio de aproximadamente $9,3 \text{ t ha}^{-1}$, representando cerca de 40% da produtividade total dessa categoria (Tabela 9). As classes 6F e 8F contribuíram de forma complementar, enquanto as classes inferiores apresentaram baixa participação.

O fechamento do bulbo está associado à consolidação estrutural das túnicas externas e à estabilização da matéria seca acumulada. Aos 134 DAP (Tabela 5), a MSB indica que o enchimento já estava consolidado antes da senescência final.

Rodrigues *et al.* (2021) demonstraram que o rendimento máximo em geófitas ocorre quando a assimilação líquida de carbono supera as perdas respiratórias durante o final do ciclo. Esse equilíbrio foi observado nos tratamentos normal e tardio, nos quais a maior proporção de produtividade concentrou-se na classe 7F.

Holzapfel *et al.* (2019) destacam que o fechamento adequado depende da reorganização celular e deposição de compostos estruturais nas túnicas externas, processo que requer maturação fisiológica completa. A colheita precoce tende a comprometer parcialmente essa consolidação, reduzindo a proporção de classes fechadas superiores.

Bulbos fechados de classes 6F e 7F apresentam maior estabilidade pós-colheita, melhor conservação e maior resistência ao transporte, fatores determinantes para comercialização em mercados mais exigentes. Assim, a concentração produtiva na classe 7F indica não apenas eficiência fisiológica, mas também maior potencial de valorização econômica.

Além disso, a baixa contribuição das classes 2–3F e 4F demonstra que o sistema produtivo não concentrou rendimento em calibres de menor retorno financeiro, reforçando a eficiência do manejo adotado.

Tabela 9-Produtividade média (t ha^{-1}) de bulbos de alho fechado submetidos a diferentes tipos de secagem e pontos de colheita. 2025.

2-3F		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0	0,0602	0,0263	0,029A	262,47
Secagem Artificial	0	0	0,0150	0,005A	P ₁ = 0,322 P ₂ = 0,157
Médias	0,030 a	0,000 a	0,020 a		
4F		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)

Pendura Estaleiro	0,222	0,049	0,094	0,121A	133,85
Secagem Artificial				0,045 A	P ₁ = 0,204
	0,049	0,034	0,064		P ₂ =0,096
Médias	0,041 a	0,135 a	0,08 a		
5F		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,921	0,771	0,541	0,744 A	86,1
Secagem Artificial				0,571 A	P ₁ =0,692
	0,496	0,695	0,523		P ₂ =0,413
Médias	0,733 a	0,708 a	0,532 a		
6F		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	3,444	4,023	2,857	3,441 A	61,26
					P ₁ =0,705
Secagem Artificial	3,271	2,605	2,564	2,813 A	P ₂ =0,380
Médias	3,314 a	3,357 a	2,710 a		
7F		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	8,274	10,959	7,906	9,046A	23,38
					P ₁ =0,032
Secagem Artificial	9,647	10,910	8,526	9,694A	P ₂ =0,427
Médias	8,960 ab	10,934 a	8,216 b		
8F		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	5,075	6,282	5,387	5,581 A	38,67
					P ₁ = 0,575
Secagem Artificial	7,763	4,440	6,932	5,894 A	P ₂ = 0,356
Médias	5,361 a	6,419 a	6,160 a		
9F		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)

Pendura Estaleiro	0,406	0,128	0,252	0,262 A	173,13
Secagem Artificial	0,316	0,786	0,913	0,671 A	P ₁ =0,829
					P ₂ =0,180
Médias	0,360 a	0,457a	0,583a		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P₁ = p-valor referente ao efeito do Ponto de Colheita. P₂ = p-valor referente ao efeito do Tipo de Secagem.

A produtividade total de bulbos, considerando o somatório de bulbos abertos e fechados, apresentou ganho progressivo da produção das classes inferiores para classes intermediárias e superiores, evidenciando avanço do desenvolvimento fisiológico dos bulbos provenientes da safra subsequente aos tratamentos aplicados no ciclo anterior (Tabela 10). Esse comportamento indica a ocorrência de efeito residual do manejo sobre o material propagativo, uma vez que, no alho (*Allium sativum* L.), o desempenho produtivo da geração seguinte é fortemente condicionado pelo estado fisiológico e metabólico do bulbo-semente formado na safra precedente.

Por se tratar de uma espécie propagada vegetativamente, o bulbo utilizado no plantio atua como estrutura de armazenamento e como unidade fisiológica portadora de memória metabólica. Alterações promovidas pelo manejo na safra anterior podem modificar o balanço hormonal, o acúmulo de reservas carbonadas e nitrogenadas e a organização funcional dos tecidos meristemáticos, influenciando diretamente o estabelecimento inicial das relações fonte-dreno na safra subsequente. Estudos indicam que o desenvolvimento inicial do alho é regulado pela interação entre citocininas, que estimulam atividade meristemática e expansão celular, giberelinas associadas ao crescimento vegetativo, e ácido abscísico, relacionado à maturação e à mobilização de reservas, determinando a capacidade posterior de enchimento do bulbo (Rabinowitch & Kamenetsky, 2002; Kamenetsky & Rabinowitch, 2017).

A baixa participação das classes iniciais demonstra que a maioria das plantas ultrapassou rapidamente a fase de crescimento estrutural primário, atingindo estádios fisiológicos de maior eficiência assimilatória. A alteração mais evidente no padrão produtivo ocorreu a partir da classe 5, que representa a transição entre crescimento dominado por divisão e expansão celular e o estabelecimento efetivo do bulbo como principal dreno metabólico da planta. Nesse estágio ocorre intensificação do transporte floemático de sacarose proveniente das folhas fotossinteticamente ativas, seguida pela conversão em carboidratos de reserva, especialmente frutanos e outros compostos não estruturais característicos de espécies do gênero *Allium*. Esse redirecionamento metabólico resulta do aumento da força de dreno do bulbo, regulado pela atividade de enzimas relacionadas ao metabolismo de carboidratos, como invertases e sintases de sacarose, responsáveis pela manutenção do gradiente osmótico necessário ao acúmulo de matéria seca (Brewster, 2008; Lancaster & Boland, 1990).

Nas classes subsequentes observa-se predominância do período de máximo enchimento do bulbo, caracterizado por elevada taxa fotossintética líquida e maior eficiência no

particionamento de assimilados. Durante essa fase ocorre expansão das células de armazenamento, aumento da deposição de reservas e reorganização estrutural dos tecidos internos, processos diretamente dependentes da manutenção da área foliar funcional e do balanço positivo entre assimilação de carbono e respiração. A eficiência desse mecanismo determina a migração da produtividade para classes comerciais superiores e reflete adequada sincronização entre crescimento vegetativo e maturação fisiológica.

A classe 7 destacou-se por apresentar diferença estatística entre os pontos de colheita, indicando elevada sensibilidade dessa fase ao momento fisiológico da retirada das plantas do campo. Esse resultado demonstra que o efeito residual dos tratamentos aplicados na safra anterior manifestou-se principalmente durante o a colheita na época normal, em que a produtividade de bulbos nessa classe foi superior em comparação a época de colheita precoce e tardia da safra anterior (23,40% e 24,85%, respectivamente). Indicando, portanto, que no enchimento dos bulbos, é a etapa em que pequenas variações na duração da atividade fotossintética podem alterar significativamente a eficiência do acúmulo de matéria seca. Quando a assimilação líquida permanece ativa até estágios próximos à senescência foliar, ocorre maior deposição de reservas estruturais e estabilização metabólica do bulbo, resultando em maior frequência de calibres comerciais superiores (Rodrigues et al., 2021).

A resposta conjunta de bulbos abertos e fechados nas classes superiores evidencia continuidade fisiológica entre esses estádios morfológicos. O bulbo aberto representa condição ainda metabolicamente ativa, enquanto o bulbo fechado caracteriza maturidade fisiológica avançada, associada à reorganização das túnicas externas, deposição de compostos fenólicos e redução gradual da taxa respiratória. Esses processos promovem maior estabilidade estrutural e maior capacidade de conservação pós-colheita, indicando que o incremento observado na produtividade total reflete não apenas maior crescimento, mas também maior eficiência na consolidação dos tecidos de reserva (Volk & Stern, 2009; Cantwell et al., 2003).

A menor participação das classes finais indica limitação fisiológica natural na formação de calibres extremos, fenômeno associado à redução progressiva da atividade fotossintética durante a senescência e ao aumento relativo das perdas respiratórias. Em culturas bulbosas, o prolongamento excessivo do ciclo não resulta necessariamente em maior rendimento, pois a diminuição da eficiência metabólica reduz o ganho líquido de carbono e limita o acúmulo adicional de matéria seca (Brewster, 2008).

De forma integrada, os resultados demonstram que os tratamentos aplicados na safra anterior influenciaram o estado fisiológico do material propagativo, modulando o equilíbrio hormonal e a dinâmica fonte-dreno das plantas na geração subsequente. Esse efeito residual favoreceu a manutenção do fluxo assimilatório durante o período crítico de enchimento, promovendo deslocamento da produtividade total para classes superiores e concentrando o rendimento na classe 7, estágio que representa o ponto de maior eficiência fisiológica na conversão de fotoassimilados em massa seca do bulbo.

Tabela 10-Produtividade média ($t\ ha^{-1}$) de bulbos de alho aberto e fechado submetidos a diferentes tipos de secagem e pontos de colheita. 2025.

2-3		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,06	0	0,02	0,03 A	262,47
Secagem Artificial	0	0	0,01	0,005 A	
Médias	0,03 a	0 a	0,02 a		
4		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	0,05	0,22	0,09	0,12 A	133,85
Secagem Artificial	0,03	0,49	0,06	0,05 A	
Médias	0,04 a	0,13 a	0,08 a		
5		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	1,10	0,94	0,68	0,91 A	63,83
Secagem Artificial	0,98	0,61	0,65	0,75 A	
Médias	1,04 a	0,77 a	0,67 a		
6		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	4,92	3,95	3,81	4,23 A	50,01
Secagem Artificial	3,20	4,11	3,24	3,52 A	
Médias	4,06 a	4,03 a	3,53 a		
7		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	10,46	12,88	10,54	11,29 A	17,5
Secagem Artificial	10,90	13,49	10,57	11,66 A	
Médias	10,68 b	13,18 a	10,56 b		
8		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	5,60	7,19	7,59	6,79 A	37,5
Secagem Artificial	8,99	5,70	8,29	7,66 A	
Médias	7,30 a	6,44 a	7,94 a		

9		Ponto de Colheita			
Tipos de Secagem	Precoce	Normal	Tardia	Médias	C.V(%)
Pendura Estaleiro	1,00	0,47	0,66	0,71 A	148,42
Secagem Artificial	0,38	0,91	1,32	0,87 A	
Médias	0,69 a	0,69 a	0,99 a		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). P1 = p-valor referente ao efeito do Ponto de Colheita. P2 = p-valor referente ao efeito do Tipo de Secagem.

5 CONCLUSÕES

O ponto de colheita foi o fator de maior influência sobre o desempenho do alho-semente, determinando o acúmulo de matéria seca, a distribuição das classes comerciais e a produtividade na geração subsequente.

A colheita em estágio normal e tardio favoreceu maior participação das classes ≥ 6 , de maior valor econômico, enquanto a colheita precoce limitou o enchimento bulbar e reduziu a expressão produtiva nas classes superiores.

O método de secagem apresentou efeito secundário, atuando principalmente sobre características físicas dos bulbos, com impacto limitado sobre o rendimento. A secagem artificial favoreceu materiais oriundos de colheita precoce e a secagem através da pendura no estaleiro apresentou desempenho semelhante quando associada a colheita no ponto normal.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO (ANAPA). Nosso alho. ed.36. 2023. **ANAPA**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/701479532/Revista-Nosso-Alho-N-36-Outubro-2023-1>. Acesso em: 15 mar. 2025
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz. 2023. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2023/>. Acesso em: 15 mar. 2025
- ARRUDA, R. S. **Desenvolvimento do alho comum (cateto roxo) submetido a diferentes doses de biofertilizante**. 2016. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Redenção, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/421>. Acesso em: 16 mar. 2025
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 435, de 18 de maio de 2022. Incorpora ao ordenamento jurídico nacional o "Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade do Alho", aprovado pela Resolução GMC - MERCOSUL nº 05/21 e revoga ato normativo vigente sobre a matéria. **Diário Oficial da União**, seção 1, n. 94, p. 4, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <http://www.ceasaminas.com.br/agroqualidade/PORTARIA%20MAPA%20Nº%20435,%20DE%2018%20DE%20MAIO%20DE%202022%20-%20DOU.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025
- BERNER, P. G.; LÚCIO, A. D.; STRECK, N. A. *et al.* Análise de crescimento e produtividade em culturas hortícolas bulbosas. **Horticultura Brasileira**. [s. l.]. v. 35, n. 3, p. 1-9, 2017.
- BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetable alliums**. 2nd ed. [S. l.]: CAB International, 2008.
- BURBA, J. L. **Efeitos do manejo de alho-semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção do cultivar 'Chonan'**. 1983. 132 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1983. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/81ead427-739a-4a13-8c9c-ddb1faa40d19>. Acesso em: 16 mar. 2024
- CANTWELL, M.; HONG, G.; KANG, J. Quality and postharvest physiology of garlic. **Acta Horticulturae**, 600, 627–631. 2003.
- CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**. [s. l.]. Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.
- CHITARRA, F. G.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Análise mensal do mercado: alho. Brasília, DF, 2025 **CONAB**. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-de-mercado/analise-mensal/alho/alho-analise-mensal-2025-1>. Acesso em: 12 mar. 2025

DESTA, B.; WOLDESTSADIK, K.; MOHAMMED, W. **Effect of Harvesting time, curing and storage methods on storability of garlic bulbs**. The open Biotechnology journal, v.15, p.36-45, 2021. DOI:10.2174/1874070702115010036. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351844456_Effect_of_Harvesting_Time_Curing_and_Storage_Methods_on_Storability_of_Garlic_Bulbs. Acesso em: 12 mar. 2025

DUFOO-HURTADO, M. D. et al. **Low temperature conditioning of garlic (*Allium sativum* L.) seed cloves induces alterations in sprouts proteome**. Frontiers in Plant Science, Lausanne, v. 13, 2015. DOI: 10.3389/fpls.2015.00332. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26029231/>. Acesso em: 12 mar. 2025

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Sistema de produção de alho**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo. [S. l.]: Atheneu. 2003. 652 p.

FENNELL, A.; *et al.* Carbohydrate metabolism and storage in geophytes. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 1099, p. 45–58, 2015. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1099.4. Disponível em: https://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=1099_4. Acesso em: 13 mar. 2025

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. Acesso em: 22 abr. 2025

FRITSCH, R. M.; FRIESEN, N. Evolution, domestication and taxonomy of allium. *In*: HUI, Y. **Meat Science and Applications**. BOCA Raton: CRC Press, 2001. *E-book*. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780203908082>. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9780203908082/meat-science-applications-robert-rogers-wai-kit-nip-hui-hui>. Acesso em: 02 abr. 2025

GLOBAL GARLIC MARKET. Global garlic market overview. 2025. **Fresh Plaza**. Disponível em: <https://www.freshplaza.com/north-america/article/9789026/global-market-overview-garlic/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. **Balanco do agronegócio de Minas Gerais 2024**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2025. Disponível em: https://www.mg.gov.br/system/files/media/agricultura/documento_detalhado/2025/publicacoes-de-agrodados/balanco-do-agronegocio-de-minas-gerais-2024.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025

GRÜNDLING, P. D. R.; GAZZOLA, R.; ARAGÃO, A. A. **Mercado mundial do alho: tendências gerais e implicações para o Brasil**. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER). Brasília: SOBER, 2021. p. 2–14. **Anais eletrônicos** [...]. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1142479>. Acesso em: 24 jun. 2025

HO, L. C. The mechanism of assimilate partitioning in fruit and bulb crops. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47, p. 1239–1243. 1996.

DOI: 10.1093/jxb/47.Special_Issue.1239. Disponível em: https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/47/Special_Issue/1239/461058?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 16 jan. 2025

HOLZAPFEL, E. A.; ARUMÍ, J. L.; MATTA, P. Structural maturation and skin formation in bulb crops. **Horticulturae**, [s. l.], v. 5, p. 45, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal**: alho. Rio de Janeiro, 2024. IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/alho/br>. Acesso em: 25 abr. 2025

KAMENETSKY, R.; RABINOWITCH, H. D. Floral Biology of Garlic. **Horticultural Reviews**, Hoboken, v. 45, p. 181–246, 2017. DOI: 10.1007/s004970000061. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225639183_Floral_development_in_bolting_garlic. Acesso em: 13 jan. 2025

KOVAROVIČ, J. *et al.* Biologically valuable substances in garlic (*Allium sativum* L.) – A review. **Journal of Central European Agriculture**, v. 13, n. 1, p. 529–535, 2019. DOI: 10.5513/JCEA01/20.1.2304. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331886531_Biologically_valuable_substances_in_garlic_Allium_sativum_L_-_A_review. Acesso em: 17 jun. 2025

KUMAR, S.; SINGH, B.; SHARMA, R. **Dry matter partitioning and yield formation in garlic (*Allium sativum* L.)**. *Agronomy*: [s. l.], v. 10, p. 863, 2020.

LANA, M. M.; TAVARES, S. A. (org.). **50 hortaliças**: como comprar, conservar e consumir. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

LANCASTER, J. E.; BOLAND, M. J. Flavor biochemistry of onion and garlic. **Horticultural Reviews**: [s. l.], v. 12, p. 33–72, 1990.

LUCINI, M. A. **Alho (*Allium sativum*)**: manual prático de produção. 2. ed. Curitiba: Bayer CropScience, 2004. 140 p.

LUCINI, V. C. *et al.* **Desempenho agrônômico de cultivares de alho em diferentes densidades de plantio**. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 20, n. 4, p. 312–320, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811712042021312>. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/223811712042021312>. Acesso: 13 set. 2025.

LUZ, J. M. Q. *et al.* Productivity and quality of noble garlic cultivars under different vernalization temperatures. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 47, n. 1, 2025. DOI: 10.4025/actasciagron.v47i1.72379. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/72379>. Acesso em: 23 set. 2025.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, G. M. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,

Brasília, v. 41, p. 629-636, 2006. DOI em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400012>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/kqkL8SCDrYvTcgdVpw8VLqS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2025.

MARODIN, J.C. *et al.* Agronomic performance of both virus-infected and virus- free garlic with different seed bulbs and clove sizes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e01448, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.01448>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/4hKB4P6WttTrxPGVNxFcTzQ/abstract/?lang=pt> . Acesso em: 17 jul. 2025.

MARQUELLI, W.A.; BRAGA M. B.; LUCINI, M. A.; RESENDE, F.V. **Irrigação na cultura do alho**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. *E-book*. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1007679>. Acesso em: 17 jul. 2025.

MOTA, J. H. *et al.* Similaridade genética de cultivares de alho por caracteres morfológicos físico-químicos, produtivos e moleculares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 156-160, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/hsQzSxn5P3jMBfh5Ydk7vLD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2025.

NEVES, I. P. **Cultivo de alho: dossiê técnico**. Salvador: RETEC/BA, 2007. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTA0>. Acesso em: 14 maio. 2025.

OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, R. J.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Determinação do ponto de colheita na produção de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 506–509, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000300023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/T4xRK6b4yMm7B9DzYGGZ4gZg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 maio. 2025.

OLIVEIRA, C. M.; SOUZA, R. J.; YURI, J. E.; MOTA, L. H.; RESENDE, G. M. Época de colheita e potencial de armazenamento em cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 804-807, out./dez. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000400029>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/8rH9Lkw8T56kbR6xhvmQCWC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 mai. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). FAOSTAT: crops and livestock products – garlic. Rome, 2023. **FAO**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 13 set. 2024.

PARK, Y. *et al.* Effect of curing temperature and humidity on the quality of garlic bulbs. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, n. 6, p. 2680-2688, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12524>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12524>. Acesso em: 13 set. 2024.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. Produção nacional de alho tem alto potencial com uso de biotecnologia. 2025. **AGROPLANNING**. Disponível

em: <https://www.agroplanning.com.br/2025/11/25/producao-nacional-de-alho-tem-alto-potencial-com-uso-de-biotecnologia/>. Acesso em: 01 dez. 2025.

PUIATTI, M. *et al.* Cultivo do alho. *In: Olericultura: hortaliças bulbosas, tuberosas e condimentares*. Viçosa: UFV, 2019.

RABINOWITCH, H. D.; KAMENETSKY, R. Environmental and physiological regulation of growth and development in garlic. *In: ALLIUM crop science: recent advances*. [S. l.]: CABI Publishing, 2002.

RESENDE, F. V. *et al.* Sistemas de produção de alho no Brasil, 2020. **Embrapa Hortaliças**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/sistemas-de-producao/alho>. Acesso em: 12 mai. 2025.

RESENDE, F. V. *et al.* Cultivo do alho no Brasil. Brasília, DF, 2013. **Embrapa Hortaliças**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/publicacoes/cultivo-do-alho-no-brasil>. Acesso em: 12 mai. 2025.

RESENDE, T. V. de *et al.* **Caracterização morfológica e produtividade de cultivares de alho**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 31, n. 1, p. 97-101, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100025> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/L6HjNbzC7RJXqXXkPk3X8Lm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 fev. 2025

RESENDE, F.V.; MELO, W. F. de; GUIDUCCI FILHO, E.; DUSI, A. N. **Produção de alho-semente livre de vírus em pequenas propriedades**. Brasília, DF, 2011. Embrapa. Disponível: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/916712>. Acesso em: 12 mai. 2025.

RESENDE, J. T. V. *et al.* Rendimento e conservação pós-colheita de bulbos de alho provenientes de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 110-114, 2004.

RITSEMA, T.; SMEEKENS, S. **Fructans**: beneficial for plants and humans. *Current Opinion in Plant Biology*, v. 6, p. 223–230. 2003. DOI: 10.1016/s1369-5266(03)00034-7. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12753971/>. Acesso em: 12 mai. 2025.

RODRIGUES, M. A.; PEREIRA, A.; ARROBAS, M. Carbon assimilation efficiency and bulb yield in garlic. v. 10, p. 748, 2021.

ROSEN, C. *et al.* **Growing garlic in Minnesota**, 2023. **University of Minnesota Extension**, 2023. Disponível em: <https://extension.umn.edu/vegetables/growing-garlic>. Acesso em: 18 jun. 2025

SAIF, S. *et al.* Garlic. *In: HANIF, M. A. et al. (ed.). Medicinal plants of South Asia*. Amsterdam: Elsevier, 2020. p. 301-315. DOI: 10.1016/C2017-0-02046-3. Acesso em: 18 jun. 2025

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

Disponível em: <https://sabraojournal.org/index.php/sabrao/article/view/86>. Acesso em: 17 jun. 2025

SATURNINO, M. H. T. Colheita, cura, preparo, embalagem e armazenamento do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 48, p. 51-61, 1978.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL DO PARANÁ (SENAR-PR). **Capacitação de produtores em cultivo de alho**. [S. l.]: Curitiba, 2022.

SILVA, L. R.; ANDRADE, C. A. “Postharvest curing and storage of garlic: effects on physiological quality.” *Scientia Horticulturae*, [s. l.], 2021.

SIMON, P. W.; JENDEREK, M. M. Flowering, seed production and the genesis of garlic breeding. **Plant Breeding Reviews**, v. 23, p. 211-244, 2004. Disponível em: <https://catalogimages.wiley.com/images/db/pdf/047135421X.excerpt.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2025

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: UFLA, 2009. E-book. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/513678>. Acesso em: 13 jan. 2026.

SOUZA, R. J. *et al.* **Alho: tecnologias de produção e manejo**. Lavras: UFLA, 2009.

TANABE, C. M. N. **Avaliação da degenerescência em campo causada por fitovirose na cultura do alho**. 1999. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1999. Disponível em: <https://share.google/U1pnflfw9rPtmoECn>. Acesso em: 17 jun. 2025

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Plant Physiology and Development**. 6th ed. [S. l.]: Sinauer Associates. 2017. Disponível em: <https://global.oup.com/ushe/product/plant-physiology-and-development-9781605357459>. Acesso em: 17 jun. 2025

TORRES, A. C. *et al.* Shoot tip culture and thermotherapy for recovering virus-free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 192-194, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/hdZqG65ms5j7KrsjdK39SCn/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 13 jan. 2026.

VAN DEN ENDE, W. Multifunctional fructans and raffinose family oligosaccharides. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 247, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00247>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2013.00247/full>. Acesso em: 13 jan. 2026.

VOLK, G. M.; STERN, D. Postharvest physiology of garlic bulbs. **HortScience**, [s. l.]. 44, 1647–1651, 2009.

WANG, H.; LIU, Y.; ZHANG, F. Assimilate partitioning and bulb enlargement mechanisms in garlic. *Scientia Horticulturae*, [s. l.], v. 237, p. 147–155, 2018.