

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

GIOVANNA DE FREITAS

**PRODUTIVIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DO ARRANJO E DENSIDADE DE
PLANTAS**

**UBERLÂNDIA
2025**

GIOVANNA DE FREITAS

**PRODUTIVIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DO ARRANJO E DENSIDADE DE
PLANTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

UBERLÂNDIA
2025

GIOVANNA DE FREITAS

**PRODUTIVIDADE DE ALHO EM FUNÇÃO DO ARRANJO E DENSIDADE DE
PLANTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Uberlândia - MG, 25 de agosto 2025

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz - UFU
Orientador

Eng^a Thaís Farias dos Santos - UFU
Membro da Banca

Eng. Me. Maikon Ribeiro de Almeida Maximiano - UFU
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente à Deus, por ter me acompanhado e capacitado durante toda a minha graduação, tornando meu sonho possível.

À toda a minha família, pelo apoio e suporte ao longo dessa caminhada, principalmente à minha mãe Edna, que também não mediu esforços para que esse sonho se tornasse realidade.

À ANAPA, pela arrecadação de fundos e suporte na confecção do projeto, juntamente com a empresa Matrice, que disponibilizou o espaço e nos deu todo o apoio para condução do experimento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, pelo suporte e apoio ao longo da graduação, e por ter confiado em meu trabalho na condução desse e outros experimentos.

Aos colegas do grupo GEPOM, ao qual também me acompanharam ao longo da graduação e compartilharam viagens, experimentos e experiências extraordinárias na jornada acadêmica. Também me auxiliaram para que esse trabalho fosse possível.

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das hortaliças mais importantes do Brasil, utilizado como condimento em diversos pratos culinários. Entretanto, apesar da sua importância e crescente oferta no mercado, a produção brasileira ainda não é o suficiente para suprir a demanda nacional. Uma das técnicas que pode ser utilizada para tornar o mercado de alho mais competitivo, é alterar a população e o arranjo de plantas visando maior produtividade e qualidade dos bulbilhos. Diante do exposto, o trabalho consistiu em avaliar a influência de diferentes arranjos de plantas de alho em linhas duplas, com variados espaçamentos e densidades populacionais sobre a produtividade e a qualidade do alho na variedade Ito. O experimento foi instalado em Cristalina – GO, na empresa Matrice, no período de maio a setembro de 2023. Foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com 9 tratamentos e 4 repetições, utilizando 12, 14 ou 16 cm entre linhas duplas e 8, 9, 10 ou 12 cm entre plantas. Após colhido, o alho foi curado, contado e classificado com a utilização de um gabarito de classes, sendo contabilizado o número de bulbos e peso de cada classe obtida, além do número de plantas por hectare. A utilização de espaçamentos reduzidos propicia o menor tamanho de bulbos, apesar de maior densidade populacional e, por outro lado, espaçamentos maiores resulta em bulbos maiores, devido à menores competitividades em campo. O arranjo 8, com 4 linhas duplas no canteiro de 1,80 m com 12 cm entre linhas duplas e 12 cm entre plantas, totalizando 370.370 plantas ha⁻¹, demonstra um melhor equilíbrio entre rendimento e tamanho dos bulbos.

Palavras-chave: *Allium sativum* L.; espaçamento entre linhas; espaçamento entre plantas; população de plantas; fileiras duplas.

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) is one of the most important vegetables in Brazil, used as a condiment in various culinary dishes. However, despite its importance and increasing market availability, Brazilian production is still not sufficient to meet national demand. One of the techniques that can be used to make the garlic market more competitive is to modify the plant population and arrangement in order to achieve greater productivity and bulb quality. In this context, the study aimed to evaluate the influence of different garlic plant arrangements in double rows, with varying spacings and population densities, on the productivity and quality of the Ito variety. The experiment was carried out in Cristalina – GO, at the company Matrice, from May to September 2023. It was conducted in a randomized block design with 9 treatments and 4 replications, using 12, 14, and 16 cm between double rows and 8, 9, 10, and 12 cm between plants. After harvest, the garlic was cured, counted, and classified using a grading template, recording the number of bulbs and the weight of each class obtained, in addition to the number of plants per hectare. The use of reduced spacings results in smaller bulb size, despite the higher population density, whereas larger spacings produce larger bulbs, due to lower competition in the field. The 8 arrangement, with 4 double rows in a 1.80 m bed, 12 cm between double rows, and 12 cm between plants, totaling $370,370$ plants ha^{-1} , demonstrates a better balance between yield and bulb size.

Keywords: *Allium sativum* L.; row spacing; plant spacing; plant population; double rows.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 A CULTURA DO ALHO.....	8
2.2 ESTRATÉGIAS PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE.....	9
2.3 DENSIDADE E ARRANJO DE PLANTAS	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÕES	19
6. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das hortaliças mais antigas e cultivadas do mundo, destacando-se no Brasil por seu papel como condimento essencial em diversas preparações culinárias, devido às suas características marcantes de sabor, aroma e cor (RESENDE e PEREIRA, 2009). Além do seu valor gastronômico, a cultura possui grande importância econômica, movimentando bilhões de reais anualmente e sendo um pilar para a agricultura do país.

Apesar da sua relevância e do contínuo crescimento da área plantada, a produção brasileira de alho ainda não é suficiente para suprir a demanda interna. Dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) mostram um aumento tímido na área cultivada e na produtividade entre 2022 e 2023 (13627 kg hectare⁻¹ para 13647 kg hectare⁻¹), demonstrando um aumento de 0,15%), o que mantém o Brasil na posição de 5º maior importador mundial do produto (FAO, 2023; LUCINI, 2025).

Em 2025, estima-se que o país consiga uma média de 15.500 hectares de alho plantados, o que suprirá 55% do mercado interno. Os 45% restantes, serão importados da China, Argentina e Espanha (LUCINI, 2025). Essa lacuna na oferta nacional reforça a necessidade de buscar novas estratégias que otimizem a produção, visando maior competitividade e autossuficiência.

Para alcançar esse objetivo, é fundamental investir em um manejo agrícola mais eficiente, que leve em consideração os fatores agronômicos que mais influenciam a produtividade e a qualidade dos bulbos. Nesse sentido, a densidade de plantio e o arranjo das plantas despontam como ferramentas cruciais (RAPOSO, 2021). Essas variáveis determinam a competição por recursos essenciais, como luz, água e nutrientes.

Um espaçamento excessivamente amplo tende a gerar bulbos maiores, mas com menor produção total por área, enquanto espaçamentos menores resultam em bulbos de calibre reduzido, mesmo que a produção por área seja maior (GARCIA et al., 1992).

Diante da necessidade de conciliar alta produtividade com a obtenção de bulbos de maior valor comercial, este trabalho se propõe a analisar como diferentes arranjos de plantas podem influenciar o desempenho da cultura.

Desse modo, o objetivo foi avaliar a influência de diferentes arranjos de plantas de alho em linhas duplas, com variados espaçamentos e densidades populacionais, sobre a produtividade e a qualidade dos bulbos da variedade Ito, contribuindo para o aumento da produção nacional e a redução da dependência de importações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO ALHO

Pertencente à família Alliaceae, o alho é uma planta herbácea, de propagação vegetativa, com folhas alongadas, estreitas e cerasas, com presença de pseudocaule formado pelas bainhas das folhas. O bulbo do alho possui formato redondo e é dividido em bulbilhos (dentes), que podem variar o número, de formato ovóide arqueada (TRANI, 2009).

Se trata de uma planta aromática, tendo seu porte entre 50 e 70 cm de altura, podendo alterar conforme a variedade. Possui raízes pouco ramificadas e com profundidade variando de 20 a 30 cm (RESENDE et al., 2018).

A faixa de temperatura média mensal mais indicada para o desenvolvimento das plantas varia entre 13°C e 24°C, sendo que temperaturas abaixo de 15°C favorece o desenvolvimento dos bulbos (SOBRINHO et al., 1993).

De acordo com Trani (2009), o fotoperíodo (número de horas entre o nascer e o pôr-do-sol) é um fator determinante para formação do bulbo, sendo que algumas cultivares necessitam de dias mais longos para bulbificação, sendo denominadas tardias, e outras necessitam de dias mais curtos, sendo consideradas precoces.

No Brasil, a produção de alho é segmentada em duas categorias principais. A primeira é composta por produtores que cultivam alho nobre, de maior valor comercial e que exigem mais de 13 horas diárias de luz e temperaturas mais baixas para formação do bulbo. A segunda agrupa produtores de alho comum, cultivares mais rústicas e menos exigentes de condições edafoclimáticas, porém com aparência menos atrativa ao consumidor (RESENDE et al., 2018).

As cultivares de alho Ito, Jonas, Quitéria, Caçador e Chonan são amplamente cultivadas no Brasil, sendo valorizadas por sua alta qualidade agronômica e comercial. A escolha da cultivar ideal depende da região e da época de plantio. Para a região do Cerrado, as cultivares mais recomendadas são a Quitéria e a Ito (RESENDE e GUERRA, 2012).

A cultivar Ito é uma das variedades de alho mais valorizadas no Brasil, devido à suas características agronômicas e comerciais. Originária do Japão, adaptou-se bem às condições climáticas do Brasil, sendo uma cultivar bastante adaptável em diversas regiões, como o cerrado brasileiro, apesar de apresentar resultados mais significativos em regiões com temperaturas amenas durante o ciclo de cultivo, com alta exigência em fotoperíodo e ciclo tardio, de 6 meses ou mais quando cultivado sobre condições naturais (OLIVEIRA, 2020).

Para elevar a competitividade do mercado nacional de alho, busca-se aprimoramento tanto da produtividade quanto da qualidade dos bulbos nas lavouras. Para isso, instituições de pesquisa e desenvolvimento, como universidades e centros agropecuários, investem em estudos que abrangem diversas áreas (KREUZ e SOUZA, 2006). Esses esforços incluem o manejo do solo e da nutrição, o controle de pragas e doenças, e as práticas de plantio, todos visando a otimização da cultura (MACEDO, 2016).

A tripes (*Thrips tabaci*) é a principal praga que ataca as folhas de alho, causando danos que podem reduzir a produtividade da cultura em até 50%. Os sintomas do ataque se manifestam como manchas esbranquiçadas ou prateadas nas folhas. Com a evolução dos danos, essas áreas podem se tornar necróticas, levando ao secamento total das folhas (LINS JUNIOR et al., 2022).

A podridão branca, causada pelo fungo *Sclerotium cepivorum*, é uma das doenças mais destrutivas para o alho. Ela pode causar grandes perdas nas lavouras ao atacar as plantas em qualquer estágio, desde o início do desenvolvimento até o armazenamento. A doença causa a morte das plantas ainda no campo e a deterioração dos bulbos após a colheita, conforme indicado por Domingos (2015).

2.2 ESTRATÉGIAS PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

De acordo com Sobrinho et al. (1993), o alho se desenvolve bem em uma faixa de pH em torno de 6,5, sendo a calagem recomendada por fornecer nutrientes essenciais. A falta de cálcio pode comprometer a formação dos bulbos, enquanto o excesso de nitrogênio é capaz de aumentar a brotação lateral, resultando na desclassificação do produto comercial.

Além disso, o alho também exige nutrientes como boro, zinco, magnésio e fósforo, sendo esse último muito importante para garantir a produtividade, pois ajuda na produção de bulbos grandes. O potássio também é importante, garantindo um bom desenvolvimento da planta, retrata Sobrinho et al. (1993).

Outro importante ponto a ser avaliado é referente às pragas encontradas na cultura. Conforme relatório técnico divulgado por Moura et al. (2013), as principais pragas encontradas na cultura do alho incluem ácaros, tripes, pulgões, nematóides e fungos. Conforme dito por Gruchovski e Marcuzzo (2023), utilizar fungicidas, fosfitos e silicatos, são importantes para o controle de doenças de plantas, agindo como indutores de resistência, fortalecendo as defesas naturais das plantas.

Visando elevar a produtividade do alho, outra técnica agronômica que pode ser utilizada é referente ao manejo da população e arranjo de plantas (RAPOSO et al., 2021).

2.3 DENSIDADE E ARRANJO DE PLANTAS

A densidade e o arranjo das plantas podem alterar o formato, a massa e a quantidade de bulbilhos por bulbo, impactando, assim, a qualidade e a produtividade do alho. A disposição das plantas no campo influencia a eficiência com que as folhas captam a luz e as raízes absorvem água e nutrientes, alterando também a produtividade e tamanho dos bulbos produzidos (RAPOSO et al., 2021).

Conforme Garcia, Barni e Dettmann (1992), há uma relação inversa entre o espaçamento do alho e a produtividade. Enquanto espaçamentos maiores promovem um melhor desenvolvimento da planta, resultando em maior altura, diâmetro de pseudocaule e bulbos maiores, a produção comercial por área diminui. Por outro lado, a redução do espaçamento aumenta a produtividade por área, embora leve à produção de bulbos menores.

Strassburger et al. (2019), realizaram um trabalho de produtividade do alho em diferentes espaçamentos, com a cv. São Valentin e concluíram que a produtividade do alho aumenta diretamente proporcional ao aumento da densidade de cultivo de alho. Além disso, relatam que maiores densidades podem proporcionar redução na qualidade em termos de classificação de alho.

Um estudo de Pereira et al. (2009) com a cultivar Gigante Roxo do Espírito Santo também mostrou que espaçamentos maiores impactam positivamente a cultura. Eles notaram que o aumento do espaçamento reduziu significativamente a perda de matéria seca na parte aérea e nos bulbos, além de diminuir a porcentagem de "chocamento" em até 66% se comparado aos espaçamentos menores.

Reghin et al. (2003), realizou um estudo em relação à produtividade do alho comparando densidades de plantas e pesos de bulbilhos-sementes e concluíram que à medida que se aumentou a densidade de plantio, houve decréscimo na porcentagem de pseudoperfilhamento, visto que as plantas submetidas a uma maior densidade populacional, sujeitas à maior concorrência por espaço, luz, nutrição e umidade, formam bulbos menores, os quais têm menor predisposição ao pseudoperfilhamento.

Em um estudo conduzido por Lazzaretti et al. (2024) sobre a rentabilidade da cultura do alho, foi analisada a relação entre a densidade de plantio e o tamanho dos bulbos-semente. Concluiu-se que quando se utiliza menores densidades de alho ocorre redução da rentabilidade, uma vez que a produtividade é baixa. Em contrapartida, densidades de plantio elevadas geram uma produção abundante de bulbos, mas estes tendem a ser de calibre menor (\leq classe 4), o que acarreta em uma diminuição do seu valor comercial.

3. MATERIAL E MÉTODOS

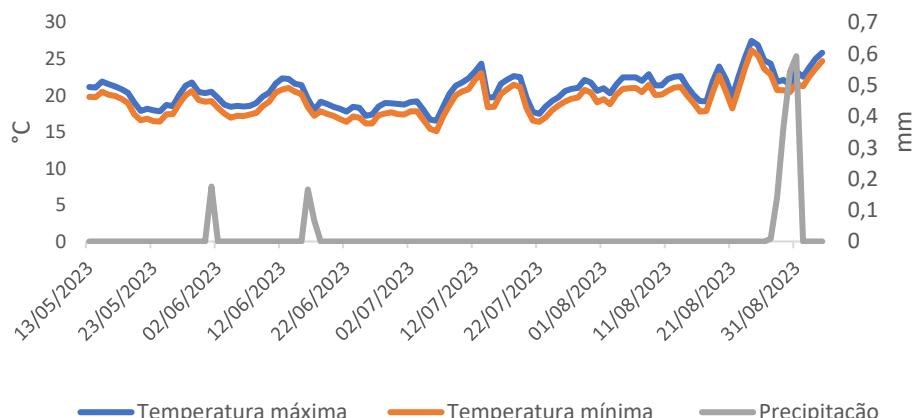
O experimento foi realizado em área da empresa Matrice Agronegócios, localizada no distrito de Campos Lindos, sob as coordenadas geográficas 16° 08' 71" de latitude sul, 47° 51' 54" de longitude oeste e 1022 m de altitude, no município de Cristalina - GO. Os solos do local são classificados como Latossolo Vermelho-amarelo de textura média. O relevo é suavemente ondulado a plano.

O plantio ocorreu no dia 13 de maio de 2023 e a colheita e classificação foram feitas nos dias 04 e 28 de setembro 2023, respectivamente, com ciclo da cultura de 114 dias. Entre a colheita e a classificação se deu a cura em barracão. A variedade utilizada foi a Ito.

Durante esse período houve condições climáticas comuns de outono, com precipitações esporádicas nos dias 1, 16 e 17 de junho de 2023. Seguiu-se o inverno, predominantemente seco, com exceção de fortes chuvas ocorridas na última semana de agosto e no início de setembro, início da primavera (Figura 1).

Durante todo o período do experimento, a precipitação total foi de 49,6 mm, a temperatura média máxima foi 20,7 °C e a temperatura média mínima foi 19,4°C. As temperaturas mais altas e mais baixas registradas durante o ciclo ocorreram nos dias 24 de agosto e 06 de julho, respectivamente, com valores de 32,6 °C e 10,7 °C (Figura 1).

Figura 1 – Climatograma da região de Cristalina - GO durante a condução do experimento, no ano de 2023.



Fonte: INMET (2023)

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso (DBC) com 9 tratamentos e 4 repetições. A parcela foi formada por 2 canteiros com largura total de 3,6 metros com 6 ou 8 linhas duplas de 5 metros de comprimento (Figura 2). Foi considerada parcela útil os 3 metros centrais das 4 linhas centrais da parcela.

Figura 2: Parcela formada por 2 canteiros e 8 linhas duplas.



Fonte: A autora (2023)

Os tratamentos variaram distância entre linhas duplas e distância entre plantas conforme tabela a seguir:

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados na condução do experimento.

Tratamento	Descrição do tratamento
T1	12 cm entre linhas duplas e 8,0 cm entre plantas = 416.667 plantas ha ⁻¹
T2	12 cm entre linhas duplas e 9,0 cm entre plantas = 370.370 plantas ha ⁻¹
T3	12 cm entre linhas duplas e 10 cm entre plantas = 333.333 plantas ha ⁻¹
T4	14 cm entre linhas duplas e 8,0 cm entre plantas = 416.667 plantas ha ⁻¹
T5	16 cm entre as linhas duplas das laterais do canteiro com 8,0 cm entre plantas nessas linhas, e 12 cm entre a linha dupla do meio do canteiro com 12 cm entre plantas nessas linhas = 370.366 plantas ha ⁻¹
T6	14 cm entre linhas duplas e 10 cm entre plantas = 333.333 plantas ha ⁻¹
T7	16 cm entre linhas duplas e 8,0 cm entre plantas = 416.667 plantas ha ⁻¹
T8	12 cm entre linhas duplas e 12 cm entre plantas, totalizando 08 linhas duplas na parcela = 370.370 plantas ha ⁻¹
T9	16 cm entre linhas duplas e 10 cm entre plantas = 333.333 plantas ha ⁻¹

O preparo do solo e adubação de plantio foram realizados de forma mecanizada. A demarcação das covas de plantio, com distâncias entre linhas e plantas, foi realizada com uso de demarcadores regulados conforme o tratamento e girados na parcela manualmente (Figura 3).

Figura 3: Demarcação das covas de plantio, girados de forma manual.



Fonte: A autora (2023)

As demais 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.

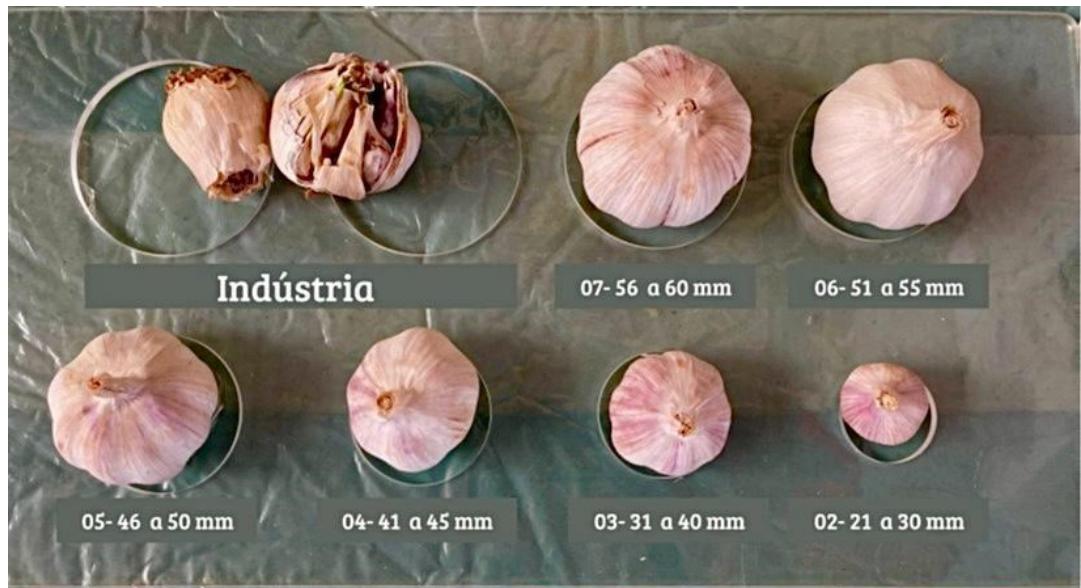
Aos 114 dias após o plantio (DAP) as plantas de alho da parcela útil foram colhidas manualmente e colocadas em sacos de polipropileno perfurados, que permitem troca gasosa, e penduradas em barracão apropriado para o processo de cura por 24 dias.

Após a cura, os bulbos foram cortados e separados das folhas e raízes secas e em seguida foram contados e classificados manualmente utilizando-se um gabarito no qual constam o diâmetro das classes 2 a 7: Classe 2 (21 a 30 mm), Classe 3 (31 a 40 mm), Classe 4 (41 a 45 mm), Classe 5 (46 a 50 mm), Classe 6 (51 a 55 mm) e Classe 7 (56 a 60 mm), definidos de acordo com a Portaria nº 435 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2022).

Além disso, foi realizado a classificação da classe Indústria, a qual fazem parte da classe bulbos que não se enquadram nas classificações comerciais de mesa, conforme critérios do MAPA, isto é, não são vendidos diretamente aos consumidores por possuírem algum tipo de deformação como tamanho e formato diferentes, bulbilhos irregulares, etc. (Figura 4).

Em cada classe foi contado o número de bulbos e pesados em balança analítica. A partir do número de bulbos, peso de cada classe obtida na parcela útil e número de plantas por hectare foi feita a estimativa da produtividade, extrapolando-se de kg parcela⁻¹ para toneladas hectare⁻¹.

Figura 4: Classificação dos bulbos de alho de acordo com o diâmetro.



Fonte: Santos (2024)

3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a testes de pressuposições a 5% de probabilidade (Shapiro Wilk, O'Neill e Mathews e Tukey). Atendida as pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de probabilidade e, existindo diferença, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, pois compara as médias dos tratamentos por conglomerados ou grupos homogêneos, pela minimização da variação dentro, e maximização entre grupos, com a grande vantagem em sua utilização no fato de que nenhuma média pode pertencer a mais de um agrupamento, como ocorre em outros testes, como por exemplo, no teste de Tukey.

Para a variável Produtividade Total utilizou-se o teste de médias Duncan ($P<0,05$), uma vez que o Scott-Knott não foi eficaz para apontar as diferenças detectadas pelo teste F da ANOVA.

No tratamento de dados precedente à análise de variância, foi avaliado o atendimento aos pressupostos de normalidade dos resíduos, homogeneidade de variâncias e aditividade de blocos pelos testes de Lilliefors, Levene e Tukey, respectivamente. Em seguida, realizou-se o

teste F da ANOVA e a comparação de médias pelo teste de Tukey. Foi considerado o nível 5% probabilidade para todos os testes e utilizado o pacote “ExpDes.pt”. Todas as análises foram realizadas pelo software estatístico R, versão 4.2.1. (R CORE TEAM, 2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de determinadas classes de bulbos foi significativamente influenciada pelos diferentes arranjos de plantio (Tabela 2). Para a classe 2 destacou-se o tratamento 5, que possui 8 cm entre plantas. Espaçamentos menores favorecem a ocorrência de bulbos menores, conforme será discutido adiante. No entanto, vale lembrar que essa classe é uma das de menor valor de mercado e em geral as produtividades desses bulbos foram baixas.

Tabela 2. Produtividade de classes do alho, variedade Ito, sob diferentes arranjos de plantio.

Tratamentos	Classes								
	2	3	4	5	6	7	8	9	
T1	0,007 a	0,17 a	1,20 b	5,70 a	6,12 a	2,21 b	0,36 b	0,00 a	
T2	0,010 a	0,19 a	0,96 b	4,93 a	6,57 a	2,09 b	0,34 b	0,00 a	
T3	0,002 a	0,09 a	0,38 a	2,28 c	6,15 a	4,56 a	0,95 a	0,00 a	
T4	0,005 a	0,24 a	1,63 c	6,15 a	6,66 a	2,33 b	0,47 b	0,00 a	
T5	0,052 b	0,10 a	1,04 b	5,67 a	6,10 a	1,92 b	0,34 b	0,02 a	
T6	0,010 a	0,06 a	0,55 a	3,33 b	6,21 a	3,99 a	0,38 b	0,05 a	
T7	0,002 a	0,26 a	1,47 c	4,09 b	6,20 a	4,26 a	0,26 b	0,00 a	
T8	0,012 a	0,11 a	0,53 a	3,77 b	7,58 a	3,45 a	0,55 b	0,00 a	
T9	0,002 a	0,22 a	0,69 a	2,59 c	6,71 a	4,93 a	0,82 a	0,02 a	
CV (%)	199,87	78,77	31,18	19,95	13,55	21,14	60,37	275,53	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott ($P<0,05$). CV: coeficiente de variação. ns=não significativo.

Nas classes 4 e 5, que também são classes de bulbos menores e com menor valor de mercado ou de transição para preços mais altos no mercado (Resende et al., 2018), destacaram-se tratamentos com arranjos de altas densidades de plantio (416.667 e 370.366 plantas ha^{-1}) e menores espaçamentos entre plantas (Tabela 2), evidenciando que menores espaçamentos

podem resultar em menores classes de bulbo, justamente pela competição entre plantas, luz, água e nutrientes.

Por outro lado, as menores produtividades para bulbos 4 e 5 ocorreram nos tratamentos 3 e 9, justamente por serem arranjos com maiores espaçamentos entre plantas, que produzem bulbos de tamanhos maiores, conforme será discutido mais à frente.

Para a classe de bulbos 7, que apresenta maior calibre e valor comercial quando comparada a classes anteriores, observa-se menor rendimento em tratamentos com menor espaçamento entre plantas e/ou linhas duplas, o que reforça que a diminuição dos espaçamentos intensifica a competição entre as plantas. Um exemplo disso é o aumento de 156% na produção de bulbos de classe 7 ao se alterar o espaçamento entre plantas de 8 cm para 10 cm, como evidenciado pela produção no tratamento 5 ($1,92 \text{ t ha}^{-1}$), tratamento de menor produção, em comparação com o tratamento 9 ($4,93 \text{ t ha}^{-1}$), tratamento de maior produção.

Pereira et al. (2009), fizeram a mesma análise, quando relataram em seus estudos que o menor espaçamento promove maior competição e bulbos menores, levando até mesmo ao estresse na planta, podendo ocasionar maturação precoce no campo.

No que diz respeito aos bulbos maiores, classes 8 e 9, houve em geral baixas produtividades dessas classes, principalmente para a classe 9 (Tabela 2). Na classe 8 destacaram-se os tratamentos que têm menor população de plantas, $333.333 \text{ plantas ha}^{-1}$, comparado com a maioria dos demais tratamentos, além de arranjos de plantas com maior distância entre linhas duplas (T3) ou entre plantas (T9). Maior espaçamento entre plantas e entre linhas propicia às plantas menor competitividade por luz, água e nutrientes, condicionando assim um maior desenvolvimento de bulbos, conforme citado anteriormente.

Analisou-se dois grupos de classes de diâmetro do bulbo, sendo um grupo de bulbos menores com menor valor comercial (classes 02 a 05) e outro com bulbos maiores com maior valor agregado (classes 06 a 09), além da classe Indústria. A produtividade total foi composta pelo somatório desses grupos, acrescida da classe Indústria (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade total do alho, variedade Ito, sob diferentes arranjos de plantio.

Tratamentos	Classificação				Total ²
	2 a 5 ¹		6 a 9 ¹	Indústria	
			T ha ⁻¹		
T1	7,08 b	8,69 b	0,50 a	16,27 abc	
T2	6,11 b	9,00 b	0,38 a	15,50 bc	
T3	2,75 a	11,67 a	0,38 a	14,81 c	

T4	8,02 b	9,46 b	0,50 a	17,99 a
T5	6,87 b	8,39 b	0,64 a	15,90 bc
T6	3,96 a	10,63 a	0,56 a	15,15 bc
T7	5,82 b	7,73 b	0,35 a	16,90 ab
T8	4,44 a	11,59 a	0,97 a	17,00 ab
T9	3,50 a	12,49 a	0,52 a	16,52 abc
CV (%)	18,83	13,36	59,47	7,50

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott ($P<0,05$). ²Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P<0,05$). CV: coeficiente de variação. ns:não significativo.

Em relação aos bulbos das classes 2 a 5, os arranjos de plantas que alcançaram os maiores índices de produtividade foram aqueles com as maiores populações e menor espaçamento entre plantas (predominantemente 8 cm). Tal densidade populacional elevada, apesar de contribuir para o aumento da produção, acentua a competição entre plantas e, consequentemente, compromete o desenvolvimento dos bulbos, tornando-os menores.

Lima et al. (2021) também relataram em seus estudos que a alta densidade de plantio intensifica a competição entre as plantas por recursos essenciais como água, luz e nutrientes. Essa competição leva a um menor acúmulo de fotoassimilados e, por consequência, a uma menor biomassa nos bulbos.

Por outro lado, Lima (2019) relatou que plantas de alho cultivadas em baixas densidades populacionais resultam em bulbos grandes devido à alta disponibilidade de espaço para o crescimento e desenvolvimento dos brotos e para a expansão dos bulbos, o que foi possível verificar nos bulbos das classes 6 a 9.

A maior produtividade de bulbos de calibre superior (classes 6 a 9) foi obtida em tratamentos com menores populações (333.333 plantas ha^{-1}) e/ou maiores distâncias entre plantas (10 e 12 cm). No tratamento 9, que apresentou o melhor rendimento desse grupo, a produção de bulbos das classes 2 a 5 foi de apenas $3,5\text{ t ha}^{-1}$, enquanto a produção de bulbos das classes 6 a 9 alcançou $12,49\text{ t ha}^{-1}$.

De fato, Garcia et al. (1992), chegaram à mesma conclusão quando relataram em seus estudos que empregando espaçamentos maiores foi possível observar acréscimos na altura de plantas, diâmetro do pseudocaule, número de folhas por planta e consequentemente maior tamanho de bulbo, mesmo que em uma menor produção por área.

A produtividade do alho tipo Indústria foi baixa, o que é um resultado positivo, visto que esse tipo de alho tem um valor de mercado mais baixo. Segundo estudos de Pereira et al. (2009), é possível reduzir a porcentagem desses bulbos, também chamados de chochos, usando

maior espaçamento entre as linhas de plantio. O aumento do espaço permite que os bulbos acumulem mais matéria seca, o que diminui o "chochamento" e melhora a qualidade final do produto.

Com relação a produtividade total destaca-se o tratamento 4 junto com os tratamentos 7 e 8 (Tabela 2). O tratamento 4 é um dos que tem a maior população de plantas (416.667 plantas ha^{-1}), no entanto, vale lembrar que junto com o 7, que tem a mesma população de plantas, não está entre os tratamentos com maior produtividade para alhos de classes de maior valor (bulbos 6 a 9).

Apesar de o tratamento 4 ter a maior produtividade total, excedendo o 8 em 5,82%, a avaliação do valor comercial dos bulbos é crucial. O tratamento 4 produziu o dobro de bulbos de menor valor comercial em relação ao 8, com 44% de sua produção total nessas classes. Por outro lado, o tratamento 8, com uma população de 370.370 plantas ha^{-1} , apresentou a maior produtividade de bulbos de maior calibre (classes 6 a 9), assegurando um melhor retorno financeiro para o produtor.

O tratamento 8 foi o único a utilizar 4 linhas duplas no canteiro de 1,80 m, espaçadas em 12 cm. Apesar da maior distância entre as plantas (12 cm), ele se destacou por ter a maior produção de bulbos de classes com maior valor agregado, com apenas 26% de bulbos de menor valor de mercado. Esse arranjo permitiu maior aproveitamento da área sem prejudicar o desenvolvimento dos bulbos em função justamente da maior distância entre plantas.

Os tratamentos 1 e 9 podem ser considerados como de produtividades intermediárias, pois não influenciaram no rendimento das classes para a Produtividade Total. O 1 é um dos tratamentos com maior população de plantas (416.667 plantas ha^{-1}), mas com as menores distâncias entre linhas duplas e plantas, enquanto o 9 está entre os tratamentos com menor população de plantas (333.333 plantas ha^{-1}), apesar de estar no grupo de maiores produtividades de bulbos com maior calibre (6 a 9) (Tabela 3).

Por fim pode se considerar como os tratamentos com menores rendimentos de produtividades totais: 2, 3, 5 e 6. Eles têm em comum menores populações de plantas (T3 e T6) ou populações intermediárias (T5 e T2), mas estes com menores distâncias entre plantas ou entre linhas duplas. Os tratamentos 3 e 6 têm arranjos de plantas com maiores distâncias e por isso estão no grupo com maiores produtividades de bulbos de 6 a 9, no entanto, perderam na produtividade total justamente por terem menor população de plantas.

É importante ressaltar que a variedade Ito com o manejo empregado tem potencial para maiores produtividades, o que não ocorreu por questões de clima, já que foi um período mais quente do que tradicionalmente se espera, conforme discutido anteriormente (Figura 1).

Além disso ocorreram fortes chuvas no início de setembro o que comprometeu o ponto ideal de colheita da cultura e levou a decisão pela colheita antecipada que ocorreu aos 114 dias. Ressalta-se que, para esta variedade, o ciclo esperado é de, no mínimo, 120 a 130 dias.

Cabe ao produtor checar a viabilidade operacional dos arranjos considerando o plantio, o manejo e a colheita, levando em consideração também o valor total de mercado que se pode alcançar com cada tratamento. Os arranjos de plantas de fato influenciam a produtividade como um todo e fica claro a necessidade da combinação da população de plantas com maiores distâncias entre linhas duplas e entre plantas, o que permite maior desenvolvimento dos bulbos. Entretanto, são necessários mais estudos para aumentar a efetividade dos arranjos e densidade sobre a produção.

5. CONCLUSÕES

O arranjo de densidade de plantio influencia consideravelmente na produtividade e no calibre dos bulbos de alho.

O tratamento 8, com 4 linhas duplas no canteiro de 1,80 m com 12 cm entre linhas duplas e 12 cm entre plantas, totalizando 370.370 plantas ha^{-1} , demonstra um melhor equilíbrio entre rendimento e tamanho dos bulbos.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. **Mercado do alho foi tema de debate promovido pela ANAPA em live.** [S. I.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://anapa.com.br/mercado-do-alho-foi-tema-de-debate-promovido-pela-anapa-em-live/>. Acesso em 27 de agosto de 2025.

DOMINGOS, L. B. INDUTORES DE GERMINAÇÃO DE ESCLERÓDIOS E USO DE FUNGICIDAS NO MANEJO DE *Sclerotium cepivorum*. 2015. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Rio Paraíba, 2015. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/024f8332-ecca-4bce-89d4-af58e44b42ca/content>. Acesso em: 11 set. 2025.

FEITOSA, H. O.; JUNQUEIRA, R. M.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; RESENDE, F. V.; CARVALHO, C. M. **PRODUTIVIDADE DO ALHO EM DIFERENTES REGIÕES DO RIO DE JANEIRO, SOB SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO.**

Agropecuária Técnica, Paraíba, v. 30, n. 1, p. 13-20, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/860110/1/PRODUTIVIDADEDOALHOEMDIFERENTESREGIOES.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.

Ciência e Agrotecnologia, [S.I.], v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yyWQQVwqNcH6kzf9qT9Jdhv/?lang=en>. Acesso em: 27 de agosto de 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2024) FAO. **Produção e comércio de commodities** - FAOSTAT. Brazil, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 3 set. 2025.

GARCIA, D. C.; BARNI, V.; DETTMANN, L. A. **INFLUENCIA DA DISPOSIÇÃO DAS FILEIRAS E ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS NO RENDIMENTO DE ALHO**. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 277-280, dez. 1992. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781992000300004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4bv88t9yK8cdV7XtBPLNC7n/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 de agosto de 2025.

LEINEKER, N. G.; MARCUZZO, L. L. **AVALIAÇÃO DE INDUTORES DE RESISTÊNCIA NO CONTROLE DA MANCHA PÚRPURA NO ALHO**. **Anais da Feira do Conhecimento Tecnológico e Científico**, [S. I.], n. 23, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/fetec/article/view/4666>. Acesso em: 17 set. 2025.

GRÜNDLING, R. D. P.; GAZZOLA, R.; ARAGÃO, A. A. **MERCADO MUNDIAL DO ALHO: TENDÊNCIAS GERAIS E AS IMPLICAÇÕES PARA O BRASIL**. In: 59º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 6., 2021, Brasilia. **Mercados Agrícolas e Comércio Exterior**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1142479/1/ALHO-SOBER-2021.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

GUIMARÃES, G. A.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; COSTA, A. A. A.; FIRME, T. D.; SILVA, L. R.; LOPES, T. K.; COSTA, M. R.; RESENDE, F. V. **Potencial produtivo de genótipos de alhos em Minas Gerais**. **Revista Agraria Academica**, [S.I.], v. 2, n. 3, p. 106-114, 1 maio 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.32406/v2n32019/106-114/agrariacad>. Disponível em: <https://agrariacad.com/wp-content/uploads/2019/05/rev-agr-acad-v2-n3-2019-p106-114.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2025.

LINS JUNIOR, J. C.; GEREMIAS, L. D.; SANTOS, J. P.; HAHN, L.; MALLMANN, G. **Eficiência de inseticidas no controle do tripes do alho, *Thrips tabaci Lindeman***. **Agropecuária Catarinense**, [S. I.], v. 35, n. 1, p. 49–53, 2022. DOI: 10.52945/rac.v35i1.1333. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1333>. Acesso em: 11 set. 2025.

KREUZ, C. L.; SOUZA, A. **CUSTOS DE PRODUÇÃO, EXPECTATIVAS DE RETORNO E DE RISCO DO AGRONEGÓCIO DO ALHO NO SUL DO BRASIL. ABCustos, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 43–65, 2006. DOI: 10.47179/abcustos.v1i1.324.** Disponível em: <https://revista.abcustos.org.br/abcustos/article/view/324>. Acesso em: 8 set. 2025.

LAZZARETTI, B. G.; HAHN, L.; CARNEIRO, A.; BRANCHER, T. L.; SANTOS, M. R.; WERNER, F. **Produção e rentabilidade de alho ‘San Valentin’ em função da densidade de plantio e tamanho de alho-semente. Revista Ambientes em Movimento**, Santa Catarina, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2024. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/am/article/view/7901>. Acesso em: 1 set. 2025.

LIMA, M. F. P. **DESEMPENHO AGRONÔMICO E QUALIDADE DE ALHO NOBRE LIVRE DE VÍRUS EM FUNÇÃO DO TAMANHO DO BULBILHO E ESPAÇAMENTO DE PLANTIO EM REGIÃO DE ALTITUDE DO SEMIÁRIDO.** 2019. 107 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21708/bdtd.ppgfito.tese.3742>. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/921a61f3-1b04-4a01-ad03-95e77ac08053/content>. Acesso em: 20 ago. 2024.

LIMA, M. F. P.; LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; RESENDE, F. V.; BESSA, A. T. M.; GRANGEIRO, L. C. **CLOVE-SEED SIZE AND HEALTH AND PLANT SPACING ON THE VIABILITY OF GARLIC CROPS. Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n307rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/FPFWvG5BJ5QyCcwS4VTHNbm/?format=html&lang=en>. Acesso em: 20 ago. 2024.

LUCINI, M. **Audiência pública 11/jun/2025.** Santa Catarina: Marco A Lucini, 2025. Color. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/capadr/apresentacoes-em-eventos/eventos-de-2025/ApresentaoMARCOANTNIOLUCINI.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2025.

MACEDO, A. **Tecnologias mudam cenário da produção de alho no Brasil. [S.I.],** Distrito Federal, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8996010/tecnologias-mudam-cenario-da-producao--de-alho-no-brasil>. Acesso em: 3 set. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria MAPA nº 435, de 18 de maio de 2022.** Brasília, DF, 2022. Disponível em: <http://www.ceasaminas.com.br/agroqualidade/PORTARIA%20MAPA%20N%C2%BA%20435,%20DE%2018%20DE%20MAIO%20DE%202022%20-%20DOU.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.

OLIVEIRA, T. G. **PRODUTIVIDADE DE ALHO ITO, SOB DIFERENTES IVD's, TEMPERATURAS DE VERNALIZAÇÃO E PONTOS DE MATURAÇÃO, COM PLANTIO EM ABRIL.** 2020. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31890/1/ProdutividadeAlhoIto.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

PEREIRA, W. R.; SOUZA, R. J.; PEREIRA, A. J. P.; SCALCO, M. S. **ESTUDO DA DENSIDADE DE PLANTIO EM ALHO NA REGIÃO DE INCONFIDENTES – MG.** *Revista Agrogeoambiental*, [s. n.], 2009. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v1n12009234>. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/234/230>. Acesso em: 20 ago. 2024.

RAPOSO, T. P.; SENOSKI, M. P.; FERNANDES, M. E. S.; AQUINO, L. A.; FERNANDES, F. L. **PRODUTIVIDADE DO ALHO EM FUNÇÃO DA POPULAÇÃO E DO ARRANJO DE PLANTAS:** alho em diferentes arranjos de plantas. *Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil - [S.I.]*, v. 2, p. 233-249, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.37885/210805853>. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210805853.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2025.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; ZAGONEL, J.; PRIA, M. D.; VINNE, J. V. D. **RESPOSTAS PRODUTIVAS DO ALHO A DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTAS E PESO DE BULBILHOS-SEMENTE.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 28, n. 1, p. 87-94, jan./fev., 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/RvYXvVny96RnhqvBb5F3pLs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 jul. 2025.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 8 set. 2025.

RESENDE, F. V.; GUERRA, J. G. M. **Cultivares de alho para agricultura orgânica. NossoAlho.** Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/945799/1/Nossoalho15.pdf>. Acesso em: 1 set. 2025.

RESENDE, G. M.; PEREIRA, A. J. **Cultura do alho:** tecnologias modernas de produção. In: SOUZA, R. J. de; MACÊDO, F. S. (Coord). Lavras: UFLA, 2009. cap. 1, p. 13-18. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/513663/importancia-economica>. Acesso em: 28 jul. 2025.

RESENDE, F. V.; HABER, L. L.; PINHEIRO, J. B.; LOURENÇO JUNIOR, V.; LIMA, M. F.; MICHEREFF FILHO, M.; MALDONADE, I. R. **Sistema de produção de alho.** [s. n.], 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/alho/cultivares>. Acesso em: 28 jul. 2025.

SANTOS, T. F. **FUNGICIDAS E MOSTARDA CALIENTE 199 NO CONTROLE DE RAIZ ROSADA EM ALHO.** 2024. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/41611/1/FungicidasMostardaCaliente.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

SOBRINHO, J. A. M.; LOPES, C. A.; REIFSCHEIDER, F. J. B.; CHARCHAR, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; CARRIJO, O. A.; BARBOSA, S. **Pragas e doenças.** In: SOBRINHO,

J.; LOPES, C.; REIFSCHEIDER, F.; CHARCHAR, J.; CRISOSTOMO, L.; CARRIJO, O.; BARBOSA, S. **A cultura do alho.** Brasilia: Textonovo Editora e Serviços Editoriais Ltda, 1993. p. 30-36. Disponível em:
<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/olericultura/livros/A%20CULTURA%20DO%20ALHO%20EMBRAPA.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

STRASSBURGER, A. S.; ZANARDI, W.; BUTTOW, M. V.; STRASSBURGER, K. F. S.; LATTUADA, D. S. **Crescimento e produtividade do alho em diferentes densidades de cultivo. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, [S. I.],** v. 25, n. 3, p. 80–90, 2019. DOI: 10.36812/pag.201925380-90. Disponível em:
<https://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/108>. Acesso em: 28 jul. 2025.

TRANI, P.E. **Cultura do alho (*Allium sativum*):** Diagnóstico e recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em:
http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/alho/index.htm. Acesso em: 1 set. 2025.