

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias - ICA

Paula Gabriela de Paula Sousa Nunes Souto

**TEMPERATURA NEGATIVA DE VERNALIZAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES
PONTOS DE MATURAÇÃO DA SEMENTE POTENCIALIZA A PRODUTIVIDADE
E QUALIDADE DE ALHO NOBRE**

Unai

2020

Paula Gabriela de Paula Sousa Nunes Souto

**TEMPERATURA NEGATIVA DE VERNALIZAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES
PONTOS DE MATURAÇÃO DA SEMENTE POTENCIALIZA A PRODUTIVIDADE
E QUALIDADE DE ALHO NOBRE**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva

Unai

2020

Paula Gabriela de Paula Sousa Nunes Souto

**TEMPERATURA NEGATIVA DE VERNALIZAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES
PONTOS DE MATURAÇÃO DA SEMENTE POTENCIALIZA A PRODUTIVIDADE
E QUALIDADE DE ALHO NOBRE**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva

Data de aprovação ____/____/____.

Prof. Dr. Alessandro Nicoli
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof. Dr. Paulo Roberto Ramos Barbosa
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para trilhar essa jornada.

A minha mãe Agda Sousa e meu pai Divino Nunes que sempre me apoiaram e me incentivaram.

A minha irmã Bruna Nunes e minhas sobrinhas Maria Cecília e Maria Clara pelo companheirismo e amparo durante esses anos.

A minha vó Sinhá e meus tios e tias pelo incentivo.

Ao Rodrigo Bassoli pelo companheirismo, suporte e paciência.

A todos meus amigos da universidade, em especial Bianca Teixeira pela amizade e parceria durante esses anos.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que me proporcionaram uma formação de excelente qualidade.

Ao meu orientador Sérgio Macedo pelo aprendizado, correções, incentivos e tamanha dedicação.

A banca examinadora, Alessandro e Paulo pela disponibilidade e contribuição para este trabalho.

A Associação Nacional dos Produtores de Alho (ANAPA) pelo apoio financeiro da pesquisa e a concessão de uma bolsa.

A Agrícola Wehrmann pela disponibilidade e apoio dos funcionários.

Ao Prof. Dr. José Magno pela oportunidade e orientações.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, meu muito obrigada.

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) tem origem na Ásia Central e foi introduzido no Brasil ainda no período colonial, desde então, seu consumo pela população brasileira é tamanha que atualmente sua produção não é suficiente, sendo necessária a importação entre diversos países. Devido isso, são necessárias medidas no sentido de diminuir a importação e aumentar a produtividade média brasileira. Propagado vegetativamente o alho necessita de horas de frio e dias longos (13 a 14 horas) para que ocorra a diferenciação dos bulbilhos. Por esse motivo, a produção de alho nobre é restrita a algumas regiões do país, sendo necessário o processo de vernalização. No entanto, há uma carência de informações quanto à influência de temperaturas negativas durante esse processo. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de temperaturas negativas de vernalização associadas a diferentes pontos de maturação da semente, sobre a produtividade e classificação de alho nobre. O bioensaio foi conduzido no município de Cristalina, GO, utilizando a cultivar Ito. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três faixas de temperatura de vernalização (-3°C a -1°C; 1°C a 3°C e 2°C a 4°C) e três pontos de maturação da semente (precoce, médio e tardio). As características avaliadas incluíram: número de folhas, altura, razão bulbar, massa fresca, produtividade e classificação de bulbos comerciais. Os resultados mostraram que a temperatura negativa de vernalização proporcionou maior produtividade de alho classe 6 a 8 e reduziu a produtividade de alho classe 2 a 5, que tem menor valor comercial. Em relação à produtividade total, obteve-se um incremento de 2 t ha⁻¹ em relação às maiores temperaturas de vernalização, o que confirma o benefício dessa técnica em potencializar a produtividade de alho nobre. Conclui-se que a temperatura negativa de vernalização apresenta grande potencial para aumentar a produtividade e qualidade de alho da variedade Ito, contribuindo para o abastecimento do mercado interno e maior rentabilidade ao produtor.

Palavras-chave: *Allium sativum*. Tratamento térmico. Produção de bulbos.

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) originates in Central Asia and was introduced in Brazil in the colonial period, since then, its consumption by the Brazilian population is such that currently its production is not enough, and it is necessary to import between different countries. Because of this, measures are needed to reduce imports and increase average Brazilian productivity. Vegetatively propagated, garlic needs cold hours and long days (13 to 14 hours) for bulb differentiation to occur. For this reason, the production of noble garlic is restricted to some regions of the country, requiring the process of vernalization. However, there is a lack of information regarding the influence of negative temperatures during this process. Given the above, the objective was to evaluate the influence of negative temperatures of vernalization associated with different points of seed maturation, on the productivity and classification of noble garlic. The bioassay was conducted in the municipality of Cristalina, GO, using the cultivar Ito. The experimental design was a randomized block, with three replications, in a 3 x 3 factorial scheme, with three vernalization temperature ranges (-3°C to -1°C; 1°C to 3°C and 2°C to 4°C) and three seed maturation points (early, medium and late). The evaluated characteristics included: number of leaves, height, bulbar ratio, fresh weight, productivity and classification of commercial bulbs. The results showed that the negative temperature of vernalization provided higher productivity of garlic class 6 to 8 and reduced the productivity of garlic class 2 to 5, which has less commercial value. In relation to total productivity, an increase of 2 t ha⁻¹ was obtained in relation to the higher temperatures of vernalization, which confirms the benefit of this technique in enhancing the productivity of noble garlic. It is concluded that the negative temperature of vernalization has great potential to increase the productivity and quality of garlic of the Ito variety, contributing to the supply of the internal market and greater profitability to the producer.

Keywords: *Allium sativum*. Heat treatment. Bulb production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Recomendações de densidade de plantio para a cultura do alho em função do peso dos bulbilhos. N° 14.

Tabela 2 – Características agronômicas dos três principais grupos de cultivares de alho plantados comercialmente no Brasil. N° 15.

Tabela 3 – Época de plantio do alho. N° 16.

Tabela 4 – Número de folhas em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 49 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 23.

Tabela 5 – Número de folhas em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 23.

Tabela 6 – Número de folhas em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 100 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 24.

Tabela 7 – Razão bulbar em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 25.

Tabela 8 – Razão bulbar de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 100, aos 100 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 25.

Tabela 9 – Massa fresca (g) de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 26.

Tabela 10 – Massa fresca (g) de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 100 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 27.

Tabela 11 – Comprimento (cm) da maior folha de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 28.

Tabela 12 – Comprimento (cm) da maior folha de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 100 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 28.

Tabela 13 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) de bulbos de classes 2 a 5 de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de ponto de maturação normal e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 29.

Tabela 14 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) de bulbos de classes acima de 6 de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de ponto de maturação normal e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 30.

Tabela 15 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) de bulbos de classe indústria de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de ponto de maturação normal e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 30.

Tabela 16 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) total de bulbos de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de ponto de maturação normal e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019. N° 31.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Características botânicas.....	13
2.2 Característica de cultivo.....	13
2.3 Sanidade do material propagativo.....	16
2.4 Dormência de bulbilhos.....	17
2.5 Vernalização artificial de semente.....	17
3 MATERIALE MÉTODOS.....	19
3.1 Área experimental.....	19
3.2 Delineamento experimental.....	19
3.3 Vernalização.....	19
3.4 Instalação do experimento.....	20
3.5 Nutrição.....	20
3.6 Avaliações.....	21
3.7 Análise estatística.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Número de folhas.....	22
4.2 Razão bulbar.....	24
4.3 Massa fresca.....	26
4.4 Altura de plantas.....	27
4.5 Produtividade e classificação.....	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
7 REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O alho, *Allium sativum* L, é um condimento utilizado em todo o mundo, tendo a Ásia Central como sua região de origem, de onde foi levado para a região do Mediterrâneo e disseminado para todos os continentes (FILGUEIRA, 2008). Existem relatos que mencionam o plantio e uso do alho desde o período do Egito Antigo (ANAPA, 2005).

O alho foi introduzido no Brasil ainda no período colonial e, por muitos anos, foi produzido em hortas domésticas, sem nenhuma expressão de produtividade. Após cinco séculos, sua importância foi identificada e levada aos campos e sua produção pôde gerar riquezas (ANAPA, 2005). Atualmente, os estados brasileiros que se destacam na produção de alho são: Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com aproximadamente 90% de todo alho produzido no país. A produtividade da cultura é muito variável entre as regiões, sendo que em Goiás e Minas Gerais, a produtividade varia de 12 a 16t ha⁻¹. Na região sul, os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul apresentam uma produção entre 5,0 e 9,0 tha⁻¹. Numa área de 10,5 mil ha, foram produzidas 118 mil toneladas de alho, no ano de 2018 (IBGE, 2020).

A produção nacional de alho não tem sido suficiente para suprir a demanda interna, daí a necessidade de importá-lo de diversos países, sobretudo China, Argentina e Espanha (ANAPA, 2014; CONAB, 2020). No início do século XXI, a Argentina liderou as exportações dessa hortaliça para o Brasil. No entanto, as condições mercadológicas mais favoráveis, incluindo muitos subsídios e incentivos governamentais, têm feito da China o principal fornecedor de alho para o Brasil. Entretanto, o alho argentino tem maior aceitação no mercado brasileiro em relação ao chinês, pela qualidade do produto e pelas características comerciais exigidas pelo consumidor brasileiro.

O consumo de alho no Brasil aproxima-se de 300.000 toneladas anualmente, sendo que destas, 160.000 toneladas são importadas (MORAIS, 2018). A importação dessa hortaliça ocorre mensalmente, concomitantemente com a oferta interna, principalmente entre os meses de outubro a março. Dessa forma, existem ajustes nos preços praticados, tanto pelo produto interno como pelo advindo de exportação, durante todo o ano (CONAB, 2020).

O alho produzido na China é conduzido ao Brasil com preços abaixo dos praticados no mercado interno. Essa prática é desleal com a concorrência e leva o produtor brasileiro até pensar em desistir, por ser uma cultura com alto custo de produção. Para minimizar esse efeito e valorizar a produção e o mercado nacional, foi instituída a lei

antidumping em 2006, taxando todo o alho de origem chinesa. Em 2019, essa lei foi prorrogada por mais cinco anos, em que será cobrada uma tarifa de US\$ 0,78kg⁻¹ de todo alho chinês (BRASIL, 2020).

Diante dessa realidade, são necessárias medidas no sentido de reduzir a importação e aumentar a produtividade média brasileira, a qual tem crescido de forma notável. No entanto, são necessários estudos com novas tecnologias e manejos que venham promover maiores produtividades e, assim, tornar a atividade competitiva frente às importações maciças, notadamente de produtos oriundas da China. Outras medidas, como a taxa *antidumping* e barreiras fitossanitárias são ferramentas possíveis e necessárias, mas a tecnologia de produção deve se manter em avanço contínuo e somar-se às primeiras.

Devido à sua origem na região fria da Ásia Central (Afeganistão), o alho necessita de horas de frio e dias longos (13 a 14 horas de luz) para que ocorra a diferenciação dos bulbilhos. Com as alterações climáticas, em que não é possível alcançar as temperaturas ideais para o desenvolvimento da cultura, seus bulbilhos apresentam tamanhos reduzidos e em menor quantidade. Com isso, sua classificação é prejudicada, acarretando baixa nos preços. Em algumas regiões, devido à estiagem, os produtores investiram em irrigação para manter a produção e, com isso, ocorreu o aumento dos custos de produção (ANAPA, 2020).

O alho produzido no Brasil é classificado em duas categorias: alho nobre e semi nobre ou alho comum (RESENDE e GUERRA, 2012). A produção de alho nobre, sem a necessidade da técnica de vernalização, se restringe à região sul do país (MACÊDO *et al.*, 2009). As variedades de alho cultivadas nas regiões sudeste, centro-oeste e nas microrregiões do nordeste brasileiro necessitam da técnica de vernalização pré-plantio pois através desta técnica a planta se torna menos exigente em fotoperíodo e temperaturas amenas. A vernalização consiste em submeter o alho-semente em câmara fria com temperatura de 3°C a 5°C, por um período de 40 a 60 dias (SOUZA e MACEDO, 2009). Esse tempo é necessário para proporcionar um manejo de diferenciação (folha de reserva) sem maiores dificuldades e, ao mesmo tempo, possibilitar que o cultivo atinja um ciclo capaz de garantir boa produtividade e qualidade da produção para cada local, época de plantio e material genético cultivado.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a influência de temperaturas negativas de vernalização, associadas a diferentes tipos de maturação da semente sobre a produtividade e qualidade de alho nobre.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características botânicas

O alho pertencente à família Liliaceae, a mesma da cebola, que inclui plantas de característica herbácea, com folhas lanceoladas, estreitas e cerosas, podendo atingir de 50 a 70 cm de altura, de acordo com a cultivar. O pseudocaule é formado pelas bainhas das folhas, em que a parte inferior forma o bulbo subterrâneo (RESENDE *et al.*, 2011). Trata-se de uma planta assexuada, a qual é propagada vegetativamente por meio de bulbilhos popularmente conhecidos como “dentes”. Há uma grande diversidade de alhos que se diferenciam pelo tamanho, cor, forma, sabor, quantidade de dentes por bulbos, acidez e tempo de prateleira (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Os bulbilhos são estruturas com grande quantidade de amido e substâncias aromáticas, por isso são empregados como condimentos. São compostos por três folhas modificadas, sendo elas: a folha de brotação, a de armazenamento e a protetora. A primeira folha envolve totalmente os primórdios funcionais, possuindo tecidos com grandes vacúolos. Ela desempenha importante papel na histogênese precoce, que isola fisiologicamente o meristema e aumenta sua morfogenética. As folhas de armazenamento permitem o desenvolvimento da planta no estágio inicial de crescimento, enquanto as folhas protetoras são constituídas por várias bainhas (TEIXEIRA, 1996).

Devido à cultura ser propagada de forma vegetativa, a fragilidade da planta é tamanha, devido à transmissão e a frequência de diversas pragas e doenças no cultivo (RESENDE *et al.*, 2011). Com isso, são empregados muitos estudos e tecnologias para produção de alho-semente com maior sanidade, sem ocorrência de pragas e contaminação por doenças em seus bulbilhos.

2.2 Característica de cultivo

O plantio do alho começa com a separação e classificação dos bulbilhos por tamanho e peso (Tabela 1). No campo o plantio mais utilizado é em fileiras duplas, o qual permite maior aproveitamento dos canteiros e uma melhor aeração do solo. Os bulbilhos são semeados a uma profundidade de 2 a 3 cm, com um espaçamento de 8 a 10 cm entre plantas e de 30 a 40 cm entre fileiras (RESENDE *et al.*, 2020).

Tabela 1. Recomendações de densidade de plantio para a cultura do alho em função do peso dos bulbilhos.

Peso do bulbilho (g)	Área da planta (cm ²)	Estande (N ^o plantas ha ⁻¹ x 1000)
1	200	500
3	250	400
5	275	365
7	300	335

Fonte: Embrapa, 2010.

A produção de alho é dividida em duas categorias: uma que utiliza as cultivares de alho nobre roxo, que produzem bulbos de estimado valor comercial, e a segunda, formada pela produção de alho comum, conhecido como tropical ou semi-nobre, com uma produção rudimentar e menor exigência das condições edafoclimáticas. O alho nobre é composto por 8 a 12 bulbilhos, com película de coloração roxa e uma túnica de coloração branca que recobre o bulbo. Por outro lado, o alho comum é formado por uma média de 15 bulbilhos que possuem uma película branca ou rósea, e seus bulbos têm uma variação na cor de branco a creme.

As cultivares de alhos nobres tem exigências de 13 horas diárias de luz e temperaturas mais amenas para formação dos bulbos e, normalmente, são provenientes do Sul do Brasil. Sua produção nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste do Brasil, só é possível por meio da vernalização pré plantio (SOUZA & MACEDO, 2009). O ciclo das cultivares nobres pode chegar a 180 dias na região Sul e, nas demais regiões, o ciclo se reduz a 90/130 dias. A vernalização tem proporcionado o cultivo de alho nobre desde o centro/norte do Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e regiões de altitude do norte da Bahia e na Chapada Diamantina.

O alho comum ou semi-nobre, por sua vez, pode ser produzido em todas as regiões do país, sem a necessidade de vernalização. Essas cultivares possuem baixa exigência em fotoperíodo e requerem meramente 9 horas diárias de luz para a bulbificação. Seu ciclo é caracterizado como intermediário, com a colheita prevista entre 130 a 160 dias após o plantio (DAP) (LUCINE, 2011). Algumas características agrônômicas das principais cultivares de alho plantadas comercialmente no Brasil são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características agrônômicas dos três principais grupos de cultivares de alho plantado comercialmente no Brasil.

Cultivares	Ciclo (meses)	Característica do bulbo				FP e T°C	Perfilhamento
		Cor	Nº bulbilhos	Formato	Palitos		
Jureia	Precoce (3 – 4)	Branca	20 – 25	Redondo	Raro	Baixa	Suscetível
Cajuru		Branca	20 – 25	Redondo	Sim	Baixa	Suscetível
Branco Mineiro		Branca	26 – 30	Redondo	Sim	Baixa	Suscetível
Cateto Roxo		Arroxçada	20 – 25	Redondo	Sim	Baixa	Suscetível
Amarante	Médico (5 – 6)	Arroxçada	8 – 12	Redondo	Não	Mediana	Resistente
BRS Hozan		Branca	8 – 15	Ovalado	Não	Mediana	Suscetível
Chinês Real		Arroxçada	8 – 12	Ovalado	Não	Mediana	Resistente
Caturra		Arroxçada	10 – 12	Redondo	Não	Mediana	Resistente
Gigante		Arroxçada	8 – 15	Ovalado	Não	Mediana	Eventual
Chonan	Tardio (≥6)	Branca	7 – 9	Redondo	Não	Alta	Suscetível
Caçador		Branca	7 – 9	Redondo	Não	Alta	Suscetível
Quitéria		Branca	7 – 12	Redondo	Não	Alta	Suscetível
Ito		Branca	7 – 10	Redondo	Não	Alta	Suscetível
San Valentin		Branca	8 – 12	Redondo	Não	Alta	Suscetível

FP: fotoperíodo

Fonte: Embrapa; Adaptado de Menezes Sobrinho (1997).

Normalmente, o plantio do alho se inicia em fevereiro e ocorre até junho nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, sendo, que os melhores períodos para o plantio se concentram nos meses de março e abril (Tabela 3), embora seja preciso observar alguns aspectos como procedência da cultivar, a latitude e a altitude da região para que seja feito o plantio. O desenvolvimento das plantas e a bulbificação são oportunas com temperaturas relativamente baixas, sucedidas por fotoperíodos crescentes. E no período da colheita, tem-se preferência por altas temperaturas para propiciar a maturação dos bulbos, sendo observadas essas condições no Brasil entre março e outubro.

Tabela 3. Época de plantio do alho

Sul	Sudeste	Nordeste	Centro-Oeste	Norte
Maio/Junho	Março/Abril	Maio	Março/Abril	Não recomendado

FONTE: LEONÊS, 2008.

2.3 Sanidade do material propagativo

Por ser propagado vegetativamente (TRANI, 2009), o alho demanda um rigoroso processo de produção de sementes para manter a qualidade fisiológica e sanitária, não comprometendo a produção. A aquisição de alho-semente pode representar 30% dos custos de produção dessa lavoura e, por isso, deve-se conhecer a procedência das sementes para não correr riscos de contaminação e perdas por doenças causadas por bactérias, fungos e principalmente vírus (RESENDE *et al.*, 2020). A escolha dos bulbilhos com características adequadas garante uma produtividade e qualidade da produção, sendo de extrema importância que o produtor saiba a origem do alho-semente ou invista na produção do próprio material propagativo (LEONÊS, 2008).

Caso o produtor decida produzir seu próprio alho-semente, é preciso tomar algumas precauções como: selecionar uma área para a produção do mesmo, de modo que seja separada da área de plantio comercial de alho, cebola, cebolinha, entre outras espécies, que possam de alguma forma comprometer sua fitossanidade.

A multiplicação do alho facilita a transmissão das doenças, potencializando as viroses, que são as mais consideráveis. A contaminação por viroses como Allexivirus, Carlavirus e Potyvirus resulta em redução do vigor vegetativo e da produtividade, levando a uma degenerescência (YURI *et al.*, 2004).

É possível a eliminação das viroses do alho semente através de processos de limpeza clonal, por meio da termoterapia dos bulbilhos e, em seguida, o cultivo “*in vitro*” dos ápices caulinares, técnica que consiste em reproduzir plantas a partir de células ou tecidos supostamente livres de patógenos (VIEIRA *et al.*, 2014). Para garantir a eficiência é realizada a submissão desses tecidos a uma temperatura de 37°C, durante um intervalo de 30 a 40 dias. Para a produção de alho-semente, os bulbilhos são acondicionados em câmaras frias a 4°C, até atingir o Índice Visual de Superação de Dormência (IVD) de 80%, esse índice é calculado pela fórmula $IVD = (A+B) \times 100$ onde A é o comprimento da folha de brotação e B o comprimento do bulbilho (TORRES *et al.*, 2001).

2.4 Dormência dos bulbilhos

Após a colheita, os bulbilhos de alho passam por um período de dormência, que varia de acordo com a cultivar e as condições de armazenamento (RESENDE *et al.*, 2020). É essencial verificar a superação da dormência do alho, a partir de uma avaliação prévia, evitando possíveis perdas do estande e de produtividade. A avaliação é realizada retirando algumas amostras dos bulbilhos para plantio e cortando-os no sentido longitudinal para observar o tamanho da gema de brotação. Por meio deste procedimento, pode-se então calcular o IVD empregando a seguinte equação: $IVD = (A/B) \times 100$, onde A representa o comprimento da folha de brotação e B, o comprimento do bulbilho. Resultados $\geq 70\%$ indicam que o alho-semente está apto ao plantio (MULLER, 1982; BURBA, 1983).

A dormência do alho é inversamente proporcional ao período de armazenamento (RESENDE *et al.*, 2020). No entanto, é importante que o IVD seja sempre verificado, uma vez que ao atingir 30% a 40%, é possível diminuir esse período realizando a quebra da dormência pela imersão dos bulbilhos em água corrente ou submetendo-os a baixas temperaturas. A submersão dos bulbilhos em água corrente por 24 horas facilita o amolecimento da folha protetora, diminuindo a resistência mecânica à germinação. O mesmo ocorre quando os bulbilhos são submetidos a temperaturas de 10°C a 15°C, durante 8 a 10 dias antes do plantio (TORRES *et al.*, 2001).

2.5 Vernalização artificial de sementes

A vernalização é uma técnica que consiste em utilizar temperaturas baixas, para reduzir ou ampliar o ciclo vegetativo das sementes ou plântulas (FLOOD e HALLORAN, 1986; TAIZ, 2002). O alho nobre cultivado no Brasil é uma planta dependente de temperatura amena e fotoperíodo, para o seu completo desenvolvimento. Essas características são encontradas de forma natural somente na região sul do país. Para as demais regiões brasileiras, é indicado o cultivo do alho comum ou semi-nobre, que é menos exigente em temperatura e fotoperíodo, embora sua aceitação no mercado seja muito menor comparada ao alho nobre.

A vernalização vem sendo incentivada como uma forma de viabilizar o cultivo do alho nobre nas diversas regiões do país (MACÊDO *et al.*, 2009), não somente aquelas com temperaturas amenas (AZEVEDO, 2019). O tratamento de vernalização promove alteração no

balanço hormonal, estimulando o aumento de giberelinas e citocininas e a brotação dos bulbilhos. Entretanto, é preciso que os bulbilhos apresentem um IVD de no mínimo 30% a 40% (Rezende *et al.*, 2020) para que haja assimilação dos estímulos dos tratamentos, possibilitando uma brotação uniforme e ágil (BURBA, 1983).

O que determina o sucesso da técnica de vernalização são dois fatores primordiais: a temperatura durante a vernalização e por quanto tempo essas plantas serão submetidas a esse processo. Para tanto, consideram-se três temperaturas cardiais: mínima, ótima e máxima. Até o momento, no entanto, as temperaturas cardiais do alho não estão definidas, tendo em vista que a temperatura basal inferior é de aproximadamente 0°C (BREWSTER e RABINOWITCH, 1990), e as temperaturas médias indicadas para o desenvolvimento e produtividade por alguns autores variam de 12,8°C a 23,9°C (BERNARDI e IGUE, 1972).

Ledesma *et al.* (1980) constataram que o frio empregado no tratamento de pré plantio no alho promoveu alterações no tamanho das plantas, na eficiência fotossintética e na distribuição de assimilados entre bulbo e parte aérea, sendo que as plantas apresentavam maior número de folhas e altura em função do período de vernalização. Segundo Ferreira *et al.* (1986) e Biasi e Mueller (1999), o armazenamento de alho-semente sob temperaturas entre 5 a 10°C resultou em crescimento inicial mais rápido, bulbificação antecipada e formação de grande número de bulbilhos. Resultados estes bem satisfatórios, uma vez que a baixa taxa de multiplicação dos bulbilhos, o tamanho e o peso reduzido do bulbo produzido estão entre os fatores mais limitantes à comercialização. Avaliando a cultivar Roxo Pérola de Caçador em diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio, Lopes (2014) verificou que a vernalização até 64 dias possibilitou a redução do ciclo da cultivar e aumentou o diâmetro de bulbo e sólidos solúveis em 34,5 mm e 33,65%, respectivamente. Por fim, houve aumento na produtividade para os tratamentos com vernalização até 63 dias, com plantio em maio e junho.

A utilização de temperaturas negativas para a vernalização do alho nobre, cultivar Ito, demonstrou bons resultados quando associada ao IVD de 60%, apresentando maior produtividade e bulbos com classificação comercial 6 e 8. O tratamento com temperatura negativa proporcionou maiores valores para os aspectos avaliados: altura de plantas, razão bulbar e número de folhas (AZEVEDO, 2019). Apesar desses resultados promissores, ainda faltam mais informações sobre o desempenho dessa variedade sob temperaturas negativas de

vernalização associada a diferentes pontos de maturação da semente, quando ocorre a colheita dos bulbos de forma precoce, normal ou tardia.

3 MATERIALE MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi realizado entre março e agosto de 2019, na Agrícola Wehrmann localizada no Município de Cristalina, GO. A área do experimento localiza-se a 17° 02' 45" Sul, 47° 45' 24" Oeste e a 980 m de altitude.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, isto é, verões mais suaves que o resto do estado e invernos relativamente secos com temperaturas amenas, apresentando estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e o período de estiagem de maio a setembro, com precipitação e temperatura médias anuais de 1300 mm e 20,9 °C, respectivamente. A altitude média da região é de aproximadamente 977 metros (sede da Wehrmann).

Os solos do local são do tipo Latossolo Vermelho-amarelo de textura média. O relevo é suavemente ondulado a plano, sendo assim uma região considerada favorável para o plantio do alho.

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três faixas de temperatura de vernalização como fator A (níveis: -3°C a -1°C; 1°C a 3°C e 2°C a 4°C) e três pontos de maturação das sementes como fator B, (níveis: maturação precoce, maturação normal e maturação tardia) totalizando assim nove tratamentos, com três repetições.

3.3 Vernalização

O alho foi submetido à pré-câmara fria com 13°C, na qual foi ajustado o IVD de 60% durante 25 dias, com umidade relativa do ar de aproximadamente 60 a 70% e, posteriormente, submetido à vernalização em três câmaras frias ajustadas com as seguintes

faixas de temperaturas: a primeira ajustada de -3 °C a -1 °C; a segunda de 1°C a 3°C; e a terceira de 2°C a 4°C.

As câmaras frias foram construídas com material isolante sobre uma estrutura metálica e cada câmara tinha uma extensão de 2 x 2 x 2m. Após 58 dias, os bulbos foram retirados da câmara para a realização da debulha e, em seguida, os bulbilhos foram classificados por tamanho, de acordo com Regina e Rodrigues (1970). O bulbo utilizado para o plantio foi de classificação 6, com variação média de 51mm a 55mm de diâmetro, oriundo da terceira geração de plantios comerciais.

3.1 Instalação do experimento

A parcela de plantio foi preparada com canteiros de 1,2m de largura e 6m de comprimento. O alho foi plantado manualmente no espaçamento de 0,1 m entre plantas e 0,4 m entre fileiras duplas (Figura 1) no dia 10/04/2019, totalizando em 6 linhas e 360 plantas por parcela. O espaçamento utilizado entre plantas foi de 0,1m e entre fileiras de 0,4m. O alho semente utilizado foi da variedade Ito, sendo uma das variedades de alho nobres mais cultivadas no país devido à sua precocidade e melhores atributos comerciais (EMBRAPA, 2010). Alhos do grupo nobre apresentam bulbilhos grandes, bulbos uniformes e formato redondo, sua túnica é de cor branca e a película de cor roxa.



Figura 1: Plantio manual do alho

3.2 Nutrição

A parte nutricional foi ajustada conforme a exigência da cultura utilizando no plantio 2700 kg ha⁻¹ do formulado 03-35-06; 1000 kg ha⁻¹ de superfosfato simples; e 0,2% de boro, zinco e manganês. Para a adubação de cobertura, foram utilizados: aos 8 DAP, 100 kg

ha⁻¹ de ureia, 3 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e manganês e 4 L ha⁻¹ de Aminosoil[®]; aos 16 DAP, 200 kg ha⁻¹ do formulado 19-04-19, sulfato de magnésio na dose de 5 kg ha⁻¹, ácido bórico 1 kg ha⁻¹, 2 L ha⁻¹ de fertilizante organomineral Classe A (Aminosan[®]) e 1 L ha⁻¹ de fertilizante foliar (Aminoagro[®]); aos 24 DAP, utilizou-se 150 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20, 100 kg ha⁻¹ de MAP purificado e 3 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco e manganês; aos 33 DAP, utilizou-se 300 kg ha⁻¹ do formulado 12-00-12, 3 kg ha⁻¹ de sulfato de magnésio e ácido bórico; aos 41 DAP, foi aplicado 50 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio; aos 59 DAP, aplicou-se 100 kg ha⁻¹ de ureia, 50 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 3 kg ha⁻¹ de sulfato de manganês e ácido bórico e 2 kg ha⁻¹ de fertilizante organomineral contendo micronutrientes (Native[®]); aos 66 DAP, utilizou-se 100 kg ha⁻¹ do formulado 19-04-19 e 1 L ha⁻¹ de fertilizante organomineral Classe A (Aminosan[®]).

3.6 Avaliações

As características avaliadas foram número de folhas, comprimento da maior folha, razão bulbar, peso fresco, produtividade e classificação. O número de folhas, comprimento da maior folha e razão bulbar foram avaliados em 6 plantas coletadas aleatoriamente na parcela aos 49, 78, e 100 dias após a emergência (DAE) totalizando em 18 plantas por tratamento. O número de folhas foi obtido pela contagem das folhas fotossinteticamente ativas. O comprimento da maior folha foi mensurado a partir do nível do solo até a extremidade da maior folha. A razão bulbar foi obtida pela divisão do diâmetro do pseudocaule, na altura do colo da planta, pelo diâmetro da parte mediana do bulbo. Foi considerado que quanto menor a razão bulbar, mais desenvolvido estaria o bulbo.

A classificação, por sua vez, foi realizada após a colheita da parcela útil (fileira dupla central), conforme Figura 2, através de um classificador manual (Figura 3). Antes disso, as plantas foram submetidas ao processo de “cura”, que consiste na perda de umidade do bulbo e toaleta para retirada das raízes. Posteriormente, determinou-se a produtividade da cultura.



Figura 2: Parcela útil do canteiro



Figura 3: Classificador manual

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de estatística descritiva. Primeiramente, foram verificadas as pressuposições de normalidade dos resíduos e de homogeneidade das variâncias, através dos Testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA), e quando significativo, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Número de folhas

A avaliação realizada aos 49 DAP mostrou que não houve diferença significativa no número de folhas (Tabela 4). Já aos 78 DAP (Tabela 5), observou-se uma interação significativa entre os fatores, sendo a maior quantidade de folhas obtida para temperatura de vernalização de 2 a 4°C, associada à maturação precoce e normal da semente. Na avaliação realizada aos 100 DAP (Tabela 6), não houve diferença significativa entre os tratamentos, mostrando que ao final do ciclo, os tratamentos não diferiram em relação ao número de folhas. De acordo com Lopes (2014), a quantidade de folhas e seu arranjo no pseudocaule podem estar vinculados ao que a planta irá produzir no final do ciclo. Isso decorre do desempenho assimilatório durante um determinado período do ciclo da planta. Porém, foi observado que a vernalização com temperatura negativa (-3 °C a -1 °C) prolongou

parcialmente o ciclo da cultivar Ito, ao início do cultivo, e levando a um tempo maior de desempenho assimilatório. Na fase final do ciclo da planta, o mesmo tratamento proporcionou um desenvolvimento maior do bulbo vernalizado, o que pode ser confirmado com os resultados de produtividade.

Tabela 4. Número de folhas em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 49 DAP, sob diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita, temperaturas de vernalização nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Ponto de maturação	Número de folhas
Normal	9,66
Precoce	9,35
Tardio	9,41
Temperaturas de vernalização	
-3 °C a -1 °C	8,95
1°C a 3°C	9,62
2°C a 4°C	9,85
CV (%)	4,74
P_{interação}	0,7155 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. P_{int}: valor da probabilidade calculado para a interação dupla; C.V.: coeficiente de variação;^{ns} não significativo.

Tabela 5. Número de folhas em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Pontos de maturação	Temperaturas de vernalização		
	-3 °C a -1 °C	1°C a 3°C	2°C a 4°C
Normal	9,56aA	11,18aA	10,18aA
Precoce	9,75aA	10,31aAB	10,93aA
Tardio	10,31abA	8,93bB	11,43aA
CV(%):9,14; P _{interação} : 0,0111*			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação; P_{int}: valor da probabilidade calculado para a interação dupla; *: significativo.;

Tabela 6. Número de folhas em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 100 DAP, sob diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Ponto de maturação	Número de folhas
Normal	6,00
Precoce	6,00
Tardio	6,00
Temperaturas de vernalização	
-3 °C a -1 °C	6,00
1°C a 3°C	6,00
2°C a 4°C	6,00
CV(%)	13,18
P_{interação}	0,6912 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

C.V.: coeficiente de variação; P_{interação}: valor da probabilidade calculado para a interação dupla;^{ns}: não significativo.

4.2 Razão bulbar

No que diz respeito à razão bulbar, foi observada uma interação significativa entre pontos de maturação e temperaturas de vernalização aos 78 DAP (Tabela 7). De acordo com Mann (1952), quanto menor o valor dessa razão, mais desenvolvido estará o bulbo. Porém, plantas oriundas do tratamento com temperaturas de vernalização variando de -3 °C a -1 °C, apresentaram a maior razão bulbar. É possível que, nesse período de avaliação os bulbos ainda estivessem em pleno crescimento em relação aos outros tratamentos, o que pode indicar um potencial de crescimento e maior ganho em peso até a colheita, pois o final da bulbificação ocorre quando essa relação se torna menor que 0,2.

Esse fato foi confirmado aos 100 DAP, na segunda avaliação da razão bulbar, quando os valores se tornaram menores que 0,2 sem diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 8). Os resultados encontrados para razão bulbar foram semelhantes aos encontrados por Azevedo (2019), que avaliou épocas de plantio, pontos de maturação e diferentes temperaturas de vernalização.

Tabela 7. Razão bulbar em plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Pontos de maturação	Temperaturas de vernalização		
	-3 °C a -1 °C	1°C a 3°C	2°C a 4°C
Normal	0,45aA	0,32bA	0,32bA
Precoce	0,31aB	0,32aA	0,37aA
Tardio	0,38aAB	0,32abA	0,29bA
CV(%):14,63;P _{interação} : 0,0116*			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação.P_{interação}: valor da probabilidade calculado para a interação dupla; *: significativo.

Tabela 8. Razão bulbar de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 100 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Ponto de maturação	Razão bulbar
Normal	0,17
Precoce	0,16
Tardio	0,17
Temperaturas de vernalização	
-3 °C a -1 °C	0,17
1°C a 3°C	0,18
2°C a 4°C	0,15
CV(%)	19,78
P_{interação}	0,9637 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação;P_{interação}: valor da probabilidade calculado para a interação dupla;^{ns}: não significativo.

4.3 Massa fresca

Para essa variável não ocorreu interação entre os fatores estudado. Aos 78 DAP não houve diferença em relação à massa fresca (Tabela 9), mas na avaliação de 100 DAP foi observada diferença (Tabela 10). Os tratamentos relacionados aos pontos de maturação normal e precoce associados à temperatura negativa de vernalização apresentaram maior massa fresca. Ao comparar a temperatura utilizada pelos produtores atualmente (2°C a 4°C) e a temperatura negativa de vernalização no presente estudo (-3°C a -1°C) é possível visualizar um acréscimo de 73,68g quando diminuimos um valor pelo outro (Tabela 10). Dessa forma, pode-se inferir que a massa fresca (folhas+bulbo) está totalmente relacionada à produtividade final. Azevedo (2019) trabalhando com a mesma cultivar obteve resultados positivos em relação a temperatura negativa e IVD de 60%.

Tabela 9. Massa fresca (g) de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Ponto de Maturação	Massa fresca (g)
Nomal	547,51
Precoce	518,15
Tardio	558,73
Temperatura de vernalização	
-3 °C a -1 °C	565,42
1°C a 3°C	539,99
2°C a 4°C	518,99
CV (%)	10,75
P_{interação}	0,2479 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

C.V.: coeficiente de variação; P_{interação}: valor da probabilidade calculado para a interação dupla; ^{ns}: não significativo.

Tabela 10. Massa fresca (g) de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 100 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Ponto de maturação	Massa fresca (g)
Normal	537,60A
Precoce	473,68B
Tardio	518,66AB
Temperaturas de vernalização	
-3 °C a -1 °C	548,43A
1°C a 3°C	506,76AB
2°C a 4°C	474,75B
CV(%)	10,01
P_{interação}	0,1195 ^{ns}

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação; P_{interação}: valor da probabilidade calculado para a interação dupla; ^{ns}: não significativo.

4.4 Altura de plantas

As avaliações em pré-colheita do alho aos 49 e 78 DAP mostraram que os fatores ponto de maturação e temperaturas de vernalização não apresentaram interação significativas quanto ao comprimento da maior folha (Tabelas 11 e 12). Isso pode se dar quando a planta não investe tanto em crescimento vegetativo e começa a intensificar o crescimento dos bulbos. Para Souza *et al.* (2017), as plantas que possuem altura maior de parte vegetativa se estabelecem e se desenvolvem com mais harmonia no campo. Portanto, ambas as plantas de diferentes tratamentos tinham massa suficiente para ter uma produção vigorosa.

Tabela 11. Comprimento da maior folha (cm) de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 49 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Ponto de Maturação	Comprimento da maior folha (cm)
Nomal	76,39
Precoce	73,45
Tardio	75,54
Temperatura de vernalização	
-3 °C a -1 °C	75,50
1°C a 3°C	74,02
2°C a 4°C	75,87
CV (%)	3,26
P_{interação}	0,1281 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação; P_{interação}: valor da probabilidade para a interação dupla; ^{ns}: não significativo.

Tabela 12. Comprimento da maior folha (cm) de plantas de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, aos 78 DAP, sob interação de diferentes pontos de maturação do bulbo para colheita e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Ponto de Maturação	Comprimento da maior folha (cm)
Nomal	81,04
Precoce	78,93
Tardio	80,81
Temperatura de vernalização	
-3 °C a -1 °C	80,77
1°C a 3°C	80,54
2°C a 4°C	79,47
CV (%)	2,87
P_{interação}	0,2827 ^{ns}

Médias seguidas por letras iguais na coluna não se diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação; P_{int}: valor da probabilidade para a interação dupla; ^{ns}: não significativo.

4.5 Produtividade e Classificação

Quanto aos resultados de produtividade, analisando os fatores independentemente, foi possível observar que a temperatura negativa de vernalização proporcionou menor produtividade de bulbos das classes 2 a 5, que são bulbos menores (Tabela 13). Nossos resultados diferem dos relatados por Jacob et al (2016), que obtiveram 78,41% de bulbos com classe 3 e 4 na variedade Ito, utilizando uma faixa de vernalização de 2 a 4°C e uma densidade maior de plantas no plantio.

De acordo com Souza e Macêdo (2009), os bulbilhos de classificação 2 a 4 são de menor interesse comercial e conseqüentemente menos valorizados. Já os bulbilhos de classificação 5 a 8 são os mais desejados comercialmente. Segundo a portaria nº 242 de 17/9/1992 do MAPA, as classificações de 2 a 4 têm de 22 a 42mm e as classificações de 5 a 8 têm de 42 até cerca de 62mm de bulbo.

Analisando a interação significativa da tabela 14 é possível observar que a temperatura negativa associada ao ponto de maturação tardio proporcionou maiores ganhos na produtividade de bulbos das classes 6 a 8 e menor produtividade de bulbos de classificação indústria (não comerciais e não desejados), em relação às outras temperaturas (Tabela 15). De acordo com Resende (1997), o mercado consumidor exige alhos que apresentam bulbos maiores e com menor quantidade de bulbilhos, devido isso, as maiores cotações recaem em bulbos de classe 6 a 8.

Tabela 13. Produtividade (t ha⁻¹) de bulbos de classes 2 a 5 de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de diferentes pontos de maturação e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Pontos de maturação	Temperaturas de vernalização		
	-3 °C a -1 °C	1°C a 3°C	2°C a 4°C
Normal	3,65Ab	4,24Bb	8,25Aa
Precoce	6,12Aab	8,05Aa	3,95Bb
Tardio	5,04Aab	4,41Bb	8,29Aa

CV(%):33,55; P_{interação}: 00,12*

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação; P_{interação}: valor de probabilidade calculado para a interação dupla; *: significativo.

Tabela 14. Produtividade ($t\ ha^{-1}$) de bulbos de classe acima de 6de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de e diferentes pontos de maturação e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Pontos de maturação	Temperaturas de vernalização		
	-3 °C a -1 °C	1°C a 3°C	2°C a 4°C
Normal	6,11Bab	9,52Aa	5,70Ab
Precoce	9,14Ba	3,52Bb	2,27Ab
Tardio	13,73Aa	4,07Ab	5,65Ab

CV(%):30,68; P_{interação}: 0,000*

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação;P_{interação}: valor de probabilidade calculado para a interação dupla; *: significativo.

Tabela 15. Produtividade ($t\ ha^{-1}$) de bulbos de classe indústria de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de diferentes pontos de maturação e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Pontos de maturação	Temperaturas de vernalização		
	-3 °C a -1 °C	1°C a 3°C	2°C a 4°C
Normal	9,65Aa	8,47Aa	5,84Ba
Precoce	2,93Bb	6,61Ab	11,53Aa
Tardio	2,32Bb	9,99Aa	5,99Bab

CV(%):34,35; P_{interação}: 0,0002*

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação;P_{interação}: valor de probabilidade calculado para a interação dupla; *: significativo.

As temperaturas negativas de vernalização propiciaram um incremento de produtividade de $2\ t\ ha^{-1}$ em relação às maiores temperaturas, o que confirma o potencial dessa técnica em trazer maiores produtividades de alho, além de bulbos de melhor qualidade comercial (maior produção de bulbos classe ≥ 6). Resultados semelhantes foram obtidos por Rakhimbaev e Ol'shanskaya (1976) comparando bulbos armazenados a baixas temperaturas ($-2^{\circ}C$ a $+2^{\circ}C$) e temperaturas mais elevadas ($18^{\circ}C$ a $20^{\circ}C$), onde os bulbos vernalizados sob temperatura positiva originaram plantas que produziram bulbos com peso inferior. Além disso, quando comparamos a produtividade média estadual que é de $15,8\ t\ ha^{-1}$ (IBGE, 2017) com a produtividade média vernalizada sob temperatura negativa, que foi de $19,90\ t\ ha^{-1}$, observamos um acréscimo de $4\ t\ ha^{-1}$, o que pode influenciar diretamente na redução das importações de alho feitas pelo Brasil e no retorno econômico da cultura para o produtor.

Tabela 16. Produtividade ($t\ ha^{-1}$) total de bulbos de alho nobre, variedade Ito, utilizando IVD de 60, após colheita, cura e classificação, sob interação de pontos de maturação e temperaturas de vernalização, nas condições de Cristalina, GO, 2019.

Pontos de maturação	Temperaturas de vernalização		
	-3 °C a -1 °C	1°C a 3°C	2°C a 4°C
Normal	19,42ABa	22,30Aa	17,76Ba
Precoce	18,20Ba	18,19Ba	19,79Ba
Tardio	22,10Aa	18,48Ba	19,93Ba
CV(%):8,65; P _{interação} : 0,0162*			

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.: coeficiente de variação; P_{interação}: valor de probabilidade calculado para a interação dupla; *: significativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve caráter inovador no Brasil, pois ainda não se usa vernalização de alho semente em temperaturas negativas e, considerando os testes preliminares, existem excelentes expectativas que esta prática passará a ser adotada, aumentando a rentabilidade do produtor e diminuindo a importação nacional.

A temperatura negativa -3°C a -1°C propicia maior produtividade e maior qualidade dos bulbos com classificação acima de 6, e um alho de qualidade é fundamental para a manutenção do produtor na atividade, pois é uma cultura de alto custo e que enfrenta a competição com o alho importado, principalmente da China.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M., BONAVENTURA, C., LIMA, A. D., AZAR, L. Alho. Tecnologia em Gastronomia: Noções de Nutrição. 2006.

ANAPA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. A realidade do alho no Brasil. 2018. Disponível em: <<http://www.anapa.com.br/simples/?p=572>>

ANAPA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. Nosso Alho. Brasília, n. 13, 2005.

ÁVILA, V.T. Produtividade de alho vernalizado proveniente de cultura de meristema. 2018. Dissertação (Agronomia – Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras.

AZEVEDO, Breno Nunes Rodrigues. Produtividade e qualidade de alho nobre sob temperatura negativa de vernalização Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Uberlândia – 2019. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.3302>

BERNARDI, J.B.; IGUE, T.; Comportamento de cultivares de alho de curto e médio ciclo, na região de Campinas. Bragantia, Campinas, v.31, n.2, p.9-15, 1972. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v31nunico/02.pdf>>

BIASI, J.; MUELLER, S. Comportamento de cultivares de alho no Planalto Catarinense. Horticultura Brasileira, Brasília, v.7, n.1, p.7-9, 1999.

Brasil. Secretaria Especial da Presidência da República. Imprensa Nacional. Diário Oficial da União. Portaria No 4.593, de 02 de outubro de 2019. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-4.593-de-2-de-outubro-de-2019-219665563>
Acesso em: 30 out. 2020.

BREWSTER, J.L. Onions and other vegetables Alliums. 2.ed. Wallingford: CAB International, 2008. 432p.

BURBA, J. L. Efeitos do manejo do alho semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção da c.v. Chonan. Viçosa, 1983.

CONAB, 2020.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. A cultura do alho e seu sistema de plantio. 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/alho/botanica>> Acesso em: 20/11/2020.

FERREIRA, F.A.; CASALI, V.W.D.; SOARES, J.G. Dormência de bulbos de alho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.142, p.3-7, 1986.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421p.

FLOOD e HALLORAN, 1986.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Produção Agrícola Municipal – PAM.2018 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturastemporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados> Acesso em 02 nov. 2020.

IBGE, 2020.

JACOB, L.; REGUIN, M. Rendimento e qualidade de bulbos de duas cultivares de alho em diferentes densidades de planta. ABHorticultura, 2016. Disponível em <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0295.pdf>

LEDESMA, A.; REALE, M. I.; RACCA, R. BURBA, J. L. Efecto de bajas temperaturas y períodos de almacenaje de pre-plantación sobre diversas manifestaciones del crecimiento en ajo (*Allium sativum* L.) tipo clonal Rosado Paraguayo. Phytón, Buenos Aires, v. 39, n. 9, p. 37-48, 1980.

LEONÊZ, Ana Cláudia. ALHO: ALIMENTO E SAÚDE Universidade de Brasília Centro de Excelência em Turismo Brasília, 2008.

LOPES, W. A. R. Produção e qualidade de alho nobre submetido a diferentes períodos de vernalização e épocas de plantio em Baraúna, RN. 2014. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Tese-2014-WELDER-DE-ARAÚJO-RANGEL-LOPES.pdf>>

LUCINE, Marco Antônio. Desempenho da produção vegetal: Produção e mercado mundial. 2011. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2010-2011 11. Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Informativos/Alho/Alho_sintese_2011.pdf>

MACÊDO, F. S.; SILVA, R. J.; SILVA, E. C. Exigências climáticas. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Ed.) Cultura do alho. Tecnologias modernas de produção. Lavras: UFLA, 2009, p. 29-38.

MANN, L.K. Anatomy of the garlic bulbs and factores affecting development. Hilgardia, v. 21, n. 8, p. 195-251, 1952.

MENEZES SOBRINHO, J.A. Cultivo do alho (*Allium sativum* L.). 3.ed. Brasília: Embrapa-CNPq, 1997. 16p. (Embrapa-CNPq. Instruções Técnicas, 2).

MORAIS, J. [REVISTA CAMPO E NEGÓCIO] Alho brasileiro sofre concorrência desleal. 2018 Disponível em: <https://anapa.com.br/revista-campo-e-negocio-alho-brasileiro-sofre-concorrenca-desleal/> Acesso em: 1o nov. 2020

MULLER, J.J.V. Índice visual de dormência: uma proposta. Congresso Brasileiro de Olericultura, 22, 1982, Vitória. Resumos. Secretaria Estadual de Agricultura, Sociedades de Olericultura Brasileira, 1982.

RAKHIMBAEV, I.R.; OL'SHANSKAYA, R.V. Dynamics *FisiologyeRastneii*, v.23, n.1, p.76-79, 1976. REGINA, S.M. Informações técnicas para a cultura do alho (*Alliumsativum L.*). Belo Horizonte: ACAR, 1976. 37 p.

REGINA, S.M.; RODRIGUES, J.V. Peneiras já classificam o alho-planta. Belo Horizonte: ACAR, 1970. 6 p. (Comunicado técnico).

RESENDE, F. L; GUERRA, J. G. Cultivares de alho para agricultura orgânica. 2012

RESENDE, F.V. Crescimento, absorção de nutrientes, resposta à adubação nitrogenada e qualidade de bulbos de alho proveniente de cultura de tecidos. Lavras: UFLA, 1997. 139 p

RESENDE, F.V; HABER, L.L.; PINHEIRO, J.B. Como plantar alho. 2013. Disponível em

<https://www.embrapa.br/hortalicas/alho/como-plantar> Acesso em: 05 out. 2020

RESENDE, F. V.; MELO, W, F.; GUIDUCCI FILHO, E.; DUSI, A. N. Produção de alho-semente livre de vírus em pequenas propriedades. Brasília – DF: EMBRAPA/CNPH, 2011. Circular Técnica 99. 12p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57208/1/CT-99.pdf>

SOUZA, D.M.M., R.L.A. Bruno, K.R.G. Silva, S.B. Torres, and A.P. Andrade. 2017. Viabilidade e vigor de sementes de *Poincianellapyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz pelo teste de tetrazólio. *Revista Ciência Agronômica*. 48(2): 381-388.

SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. J. Anomalias fisiológicas. In: SOUZA RJ; MACÊDO FS (Ed.) *Cultura do alho. Tecnologias modernas de produção*. Lavras: UFLA. 2009, p. 39-51

TAIZ, L.; ZEIGER E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 2002719p.

TEIXEIRA, D. M. C. Considerações sobre Cultura de Tecidos em Alho. Laboratório de Biologia Celular. CNPH-EMBRAPA. n. 23. 1996

TORRES, A. C.; DUSI; RESENDE, R. O; BUSO, J. A. Produção de Alho-Semente com alta Qualidade Fitossanitária Mediante Cultura de Ápices Caulinares. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília,DF: Embrapa Hortaliças, 2001 (Circular Técnica 27).

TRANI, P. E. Cultura do alho (*Allium sativum* L.): Diagnóstico e recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/Alho/Index.htm>

VIEIRA, Renato Luis; SILVA, Aparecido Lima da; ZAFFARI, Gilmar Roberto; FELTRIM, Anderson Luiz. Morfogênese de plantas de alho in vitro: papel dos reguladores de crescimento na indução e desenvolvimento de bulbos *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.3, p.439-445, mar, 2014

YURI, J.E.; MOTA, J.H.; SOUZA, J.R.; RESENDE, G.M.; PASQUAL, M. Vernalização do alho para o cultivo in vitro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.3, p. 585-588, jul-set 2004