

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

PAULO JÚNIOR GUIMARÃES RIBEIRO

**VERNALIZAÇÃO EM ALHO COM TEMPERATURA NEGATIVA, CVS.
QUITÉRIA, CHONAN E ITO**

Uberlândia – MG

Fevereiro – 2023

PAULO JÚNIOR GUIMARÃES RIBEIRO

**VERNALIZAÇÃO EM ALHO COM TEMPERATURA NEGATIVA, CVS.
QUITÉRIA, CHONAN E ITO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

Uberlândia – MG

Fevereiro – 2023

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma planta herbácea amplamente cultivada, que em condições climáticas favoráveis, dias longos e baixas temperaturas, tem a capacidade de se desenvolver e diferenciar seus bulbilhos. Com isso a vernalização com temperaturas negativas é uma técnica que procura viabilizar o cultivo desta olerícola em regiões que não possuem as condições climáticas propícias ao bom desenvolvimento e à obtenção de boas produtividades. Diante desse contexto, objetivou-se avaliar a influência de temperaturas negativas de vernalização na cultura do alho, nas cultivares Quitéria, Chonan e Ito, as quais são classificadas como nobre e estão entre as principais variedades cultivadas em todo o país. O experimento foi realizado em uma área da empresa Agrícola Wehrmann, no município de Cristalina GO. O delineamento utilizado foi um em blocos ao acaso com esquema fatorial 3x3 composto por 3 temperaturas de vernalização (-1°C; 2°C e 4°C), 3 variedades e 4 repetições, com plantio no mês de março de 200x e vernalização de sementes com duração de 50 dias. Por meio desta técnica foi possível verificar que as 3 variedades de alho apresentaram maior tempo para a diferenciação e para a colheita, ao mesmo tempo. Neste trabalho observa-se resultados satisfatórios quanto a desenvolvimento e produção, quando comparadas à vernalização em faixas de temperaturas positivas. Conclui-se que a implementação da vernalização com temperaturas negativas em alho semente apresentou resultados satisfatórios para cultivares trabalhadas, inferindo positivamente na elevação da produção de bulbos em classes de maior interesse comercial devido ao valor agregado do produto.

Palavras-chave: *Allium sativum* L. Temperatura negativa. Qualidade de semente. Produtividade.

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) is a widely cultivated herbaceous plant, which under favorable climatic conditions, long days and low temperatures, has the ability to develop and differentiate its bulbils. Thus, vernalization at negative temperatures is a technique that seeks to facilitate the cultivation of this vegetable in regions that do not have the climatic conditions conducive to good development and obtaining good productivity. Given this context, the objective was to evaluate the influence of negative vernalization temperatures in the garlic crop, in the cultivars Quitéria, Chonan and Ito, which are classified as noble and are among the main varieties cultivated throughout the country. The experiment was carried out in an area of the company Agrícola Wehrmann, in the municipality of Cristalina GO. The design used was a randomized block design with a 3x3 factorial scheme consisting of 3 vernalization temperatures (-1°C; 2°C and 4°C), 3 varieties and 4 replications, with planting in March of 200x and seed vernalization lasting 50 days. Through this technique, it was possible to verify that the 3 varieties of garlic presented a longer time for differentiation and for harvesting, at the same time. In this work, satisfactory results are observed in terms of development and production, when compared to vernalization in positive temperature ranges. It is concluded that the implementation of vernalization with negative temperatures in garlic seeds presented satisfactory results for the cultivars worked, positively inferring in the increase in the production of bulbs in classes of greater commercial interest due to the added value of the product.

Keywords: *Allium sativum* L. Negative temperature. Seed quality. Productivity

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Aspectos botânicos e fisiológicos.....	7
2.2 Importância socioeconômica.....	8
2.3 Alho Nobre	8
2.4 Técnica de Vernalização.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÃO	16
6. REFERÊNCIAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum L.*) é uma olerícola amplamente cultivada, e algumas características como o sabor e aroma, o torna um dos principais condimentos culinários usados no Brasil. Com centro de origem no continente asiático, o alho trata-se de uma planta herbácea, pertencente à família Alliaceae (MOTA et al., 2005). Quando as condições climáticas se tornam favoráveis em questão de fotoperíodo e temperatura, que pode variar de acordo com cada cultivar, ocorre o desenvolvimento das gemas do caule, originando os bulbilhos, também conhecidos popularmente como “dente”. O conjunto de bulbilhos formam o bulbo, ou “cabeça”, material de maior interesse na planta (TRANI 2009).

A bulbificação do alho é favorecida pelo fotoperíodo longo e, uma vez recebido o estímulo, este poderá ser transmitido para outras partes da planta, que dará origem aos bulbilhos. Desse modo a exposição dos bulbilhos à temperatura entre 0 e 10°C por um a dois meses aceleram a bulbificação, substituindo as exigências climáticas iniciais (SOUZA; MACEDO,2004).

De acordo com Zing (1983), o tratamento a frio pré plantio em alho antecipa a formação do bulbo, reduz o ciclo e quebra a dormência dos bulbilhos, no entanto essa técnica diminui a exigência fotoperiódica de algumas cultivares. Alguns autores ainda afirmam que o artifício da frigorificação está fortemente relacionado com a indução do superbrotamento, anomalia genético-fisiológica que se caracteriza pela brotação antecipada dos bulbilhos antes da colheita. Os brotos novos crescem através do pseudocaulo e emergem nas axilas das folhas, dando à planta o aspecto de uma ramificação abundante. É uma característica que influi negativamente na cultura do alho, pois além de reduzir a produtividade, deprecia o produto, fazendo com que o seu valor comercial seja comprometido (SOUZA; MACEDO,2004).

A cultura do alho é de grande importância para o país, e está sempre presente na alimentação diária de grande parte da população, com base na publicação da Associação Nacional do Produtores de Alho - ANAPA no ano de 2022. Por base na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF/IBGE) mais recente, de 2017/18, o consumo brasileiro per capita de alho avançou 5%, quando comparado ao ano de 2008, assim se apresentando como um dos temperos naturais mais consumidos, além de sua representatividade econômica.

De acordo com últimos levantamentos, o Brasil vem crescendo exponencialmente sua produção olerícola, onde em 2020 houve cerca de 14 mil hectares e atualmente, possui valores próximos aos 16 mil hectares plantados, alcançando a oferta de aproximadamente 22 milhões de caixas de alho. Dessa produção, 80% é dedicada para consumo e 20% restantes são para novos plantios ou inaptos para o mercado (ANAPA, 2022).

A técnica da vernalização pré-plantio, preconizada por pesquisadores brasileiros, consiste em submeter os bulbos a uma temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 40 a 55 dias. Posteriormente, os bulbos são retirados da câmara fria, e em seguida, efetua-se o plantio para proporcionar a bulbificação de cultivares de ciclo mais tardio, nas regiões centrais e sul do Brasil (IBGE/LSPA, 2017; REGHIN, 1997).

O processo de vernalização do alho ocorre apenas na faixa de temperatura entre 3 a 5°C e umidade relativa (UR) de 65 a 70%. UR abaixo de 65% pode causar a morte da gema de brotação por ressecamento, enquanto acima de 70% favorece o aparecimento de fungos como *Penicillium* spp. O período de armazenamento na câmara fria é definido em função das variações de temperatura de cada região e época de plantio, podendo variar de 45 a 60 dias. Antes da introdução do alho vernalizado em determinada região, deve-se adequar a tecnologia de vernalização ao local, por meio de testes de combinação de tempo em câmara fria com épocas de plantio. (RESENDE et al., 2018)

Diante desse contexto, baseados em trabalhos como o de Azevedo (2019), atualmente, os produtores tem trabalhado com dados balizados para cada variedade e local de plantio, no que se refere a duração, temperatura e umidade relativa da técnica de vernalização. No entanto, ainda há poucas informações sobre o processo de vernalização do alho utilizando temperaturas negativas que influencia na qualidade, bem como, na multiplicação de alho livre de vírus (LV) oriundo da cultura de tecidos.

Desse modo, o presente trabalho de caráter inovador, teve como objetivo avaliar a influência de temperaturas negativas de vernalização em três cultivares nobres e comumente produzidas de alho: Quitéria, Chonan e Ito, nas condições de Cristalina- GO.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos botânicos e fisiológicos

Com relação aos aspectos botânicos, o alho é uma espécie da família *Alliaceae*, gênero *Allium* e espécie científica *Allium Sativum L.*, sendo bastante disseminado devido à grande aplicabilidade na culinária, além de ser empregado na medicina, devido a algumas propriedades presentes em sua casca, com alto poder antioxidante e antibacteriano (ICHIKAWA et al., 2003; KALLEL et al., 2014).

As folhas das plantas são lanceoladas ou alongadas, estreitas e cerosas, podendo atingir até 60cm de altura. As diversas cultivares existentes, permite uma variação na formação dos bulbos (arredondados ou ovalados), divididos em bulbilhos. Tecnicamente, por se tratar de uma cultura de clima temperado, o alho requer baixas temperaturas para que ocorra a diferenciação dos bulbilhos, entre 10°C a 13°C a temperatura média mensal exigida para formação dos bulbos e bom desenvolvimento das plantas é de 24°C. (MASCARENHAS, 1978).

2.2 Importância socioeconômica

A cultura do alho tem grande relevância no cenário econômico, empregando cerca de 50.000 pessoas diretamente e mais 100.000 indiretamente, e de acordo com o último Censo Agropecuário do IBGE, do ano de 2016, a produção de alho em volume se concentrou principalmente nos estados de Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás e Rio Grande do Sul, sendo responsáveis por 92% da produção total do país, a qual tem valores próximos a 22 milhões de caixas (IBGE,2016)

Diante disso, mesmo com acréscimo de áreas cultivadas e em produtividade, nos últimos anos a produção nacional não supriu o mercado interno, sendo necessário a importação do produto. Grande parte do alho nobre importado vem da China, seguido por Argentina e Espanha. Por fim, o país que vem atendendo as menores demandas do Brasil é o Chile, e cerca de 19,5 milhões de caixas de alho são importadas (ANAPA, 2022).

2.3 Alho Nobre

O consumo de alho no Brasil é elevado, enquadrando o país entre os maiores consumidores. Existe dois grandes grupos de maior cultivo: alhos seminobres e os alhos nobres. As cultivares do grupo semi-nobre caracterizam-se por possuírem bulbos ovalados, túnica branca ou levemente arroxeada e bulbilhos com película branca a levemente rósea. Algumas cultivares desse grupo apresentam número excessivo de bulbilhos, com tamanho reduzido por

bulbo e, portanto, apresentam baixa aceitação no mercado formal, embora ainda sejam comercializadas em mercados regionais em réstias (RESENDE et al.,2018).

Já cultivares do grupo alho nobre, são as mais cultivadas, principalmente no Cerrado, com grande tecnificação na produção, sendo variedades mais adaptadas a condições climáticas. Morfologicamente é caracterizado pela presença de bulbos redondos e uniformes, bulbilhos com ausência de palito e sensibilidade ao superbrotamento. Além de bulbos com túnica branca, película de cor rósea ou roxa e os bulbilhos com película rósea escura (MOTA et al.,2006).

2.4 Técnica de Vernalização

O armazenamento dos bulbilhos de alho ou alho semente em câmaras frias com controle de temperatura e umidade antes do plantio é uma técnica já utilizada na produção. Sendo assim, estudos diversos, com faixas de temperatura positiva em que a exposição do alho semente a baixas temperaturas modifica seu balanço hormonal tem como consequência o desenvolvimento precoce da planta (DUFOO-HURTADO et al., 2015). De acordo com Nardini (2016), tal alteração fisiológica pode ser explicada pelo Índice Visual de Superação de Dormência (IDV), pois antes do alho semente ser armazenado nas câmaras frias, gira em torno de 25% de modo que no momento do plantio o índice supere os 70%, momento em que a dormência já não representa problema e a planta se torna menos exigente em fotoperíodo longo para bulbificação, ou seja, enchimento dos bulbilhos.

De acordo com o estudo realizado por Azevedo (2019), foi abordado possíveis explicações para o efeito favorável tanto em características de desenvolvimento da planta quanto para produtividade, sendo relacionado a características ligadas a origem do alho e sua alta exigência a temperaturas baixas, além de observações visuais de que o alho semente ao sair da câmara fria vernalizado com temperaturas negativas tem pouca evidencia na diferenciação de raízes em comparação com alho semente vernalizados em temperatura positiva.

Ainda nesse estudo, foi observado que o alho vernalizado com temperatura negativa tem seu desenvolvimento inicial mais lento, no entanto, após 38 dias de plantio as plantas apresentam altura igual ou maior que aqueles vernalizados em temperatura positiva (AZEVEDO, 2019).

Outro estudo realizado por Luz et al., (2022) com o uso de temperaturas negativas no processo de vernalização de alho nobre em condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro, foi demonstrado que ocorreu um alongamento do ciclo, maior período para acúmulo de foto assimilados, e maior diâmetro de bulbo, o que é preferível pelo mercado consumidor e também

influência positivamente na produtividade. Além disso, outro importante fator é a redução da incidência de patógenos na semente, ou alho livre de vírus (LV).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Grupo Wehrmann, localizado no município de Cristalina-GO, sob coordenadas geográficas 17° 02' 45" de latitude sul, 47° 45' 24" de longitude oeste e 980 m de altitude, no período de agosto de 2020 e julho de 2021. No entanto, devido as medidas de enfretamento e isolamento com relação a COVID-19, visando a maior segurança de todos os envolvidos no mesmo, houve algumas alterações no projeto. A metodologia e o local previsto anteriormente, se mantiveram. No entanto, ocorreu a inclusão de uma cultivar, chamada Ito, variedade de alho nobre, amplamente cultivada no Brasil, seguindo os mesmos critérios estabelecidos para Quitéria e Chonan.

O delineamento utilizado foi um em blocos casualizados (DBC), com esquema fatorial 3 x 3, sendo subdivididos em, 3 temperaturas de vernalização (-1°C; 2°C e 4°C) e 3 variedades (Chonan, Quitéria e Ito) totalizando 9 tratamentos, 4 repetições e 36 parcelas. O experimento teve início em março de 2021 com vernalização de sementes por 50 dias. Após esse período, o alho semente estava com IVD aproximadamente de 90%. Cada parcela foi dividida em canteiros com 1,2 m de largura e 6 m de comprimento, sendo 60 plantas por m⁻¹, tendo na parcela 6 linhas e 360 plantas. O plantio foi realizado de forma manual e o sistema de irrigação feito por gotejamento, e os demais tratos culturais e fitossanitários realizados foram os de prática diária da propriedade.

Os parâmetros avaliados foram: estande, número de folhas, área foliar, volume de raízes e produtividade de classes considerando a parcela útil composta por 4 m centrais das 2 linhas centrais. A classificação leva em consideração o diâmetro do bulbo descrito na (Tabela 1). Dentro de cada, foram separados os tipos indústria (bulbos desprovidos parcial ou totalmente de casca) que somados serão considerados uma só variável: tipo indústria.

Tabela 1. Classe e medidas dos bulbos.

CLASSE	MEDIDA
2	< 35mm
3	35 – 40mm
4	40 – 45mm
5	45 – 50mm
6	50 – 55mm
7	55 – 60 mm
8	> 60mm

Os dados foram submetidos a avaliação estatística de acordo com os pressupostos da ANAVA, aqueles que atenderem os pressupostos foram analisados parametricamente e aqueles que não atenderam testados de forma não paramétrica. Sendo que características que apresentaram significância foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as cultivares analisadas, pode-se observar o tempo em dias após o plantio (DAP) desde o início até o fim da colheita com diferentes temperaturas de vernalização. Na Tabela 2, vemos que a cvs. Ito vernalizado sob temperatura negativa apresentou maior tempo para diferenciação e para colheita.

Tabela 2. Tempo em DAP ao início e fim da diferenciação e na colheita de bulbos da cultivar Ito sob diferentes temperaturas de vernalização.

Temperatura de vernalização	Início diferenciação	Retorno irrigação	Colheita
-3°C a -1°C	49	66	127
1°C a 3°C	49	65	123
2°C a 4°C	49	65	123

Já na Tabela 3 temos a descrição dos dados da cvs. Quitéria vernalizado sob temperatura negativa e podemos observar nos dados, que houve um maior tempo para diferenciação e para colheita, não diferenciando das demais cultivares.

Tabela 3. Tempo em DAP ao início e fim da diferenciação e na colheita de bulbos da cultivar Quitéria sob diferentes temperaturas de vernalização.

Temperatura de vernalização	Início diferenciação	Retorno irrigação	Colheita
-3°C a -1°C	50	68	134
1°C a 3°C	50	68	130
2°C a 4°C	50	68	130

Na Tabela 4 temos a descrição dos dados encontrados das cvs. Chonan também vernalizado sob temperatura negativa e foi observado um maior tempo para diferenciação e para colheita como nas demais cultivares trabalhadas.

Tabela 4. Tempo em DAP ao início e fim da diferenciação e na colheita de bulbos da cultivar Chonan sob diferentes temperaturas de vernalização.

Temperaturas de vernalização	Início diferenciação	Retorno irrigação	Colheita
-3°C a -1°C	57	68	134
1°C a 3°C	57	68	130
2°C a 4°C	57	68	130

Para os parâmetros de produtividade e classificação dos bulbos, os maiores valores obtidos foram das cultivares Ito e Quitéria, além disso, foi observado que para todas as cultivares na faixa de temperatura de vernalização positiva de 1°C a 3°C houve maior média para respectiva classe comercial (Tabela 5).

Tabela 5. Médias de produtividade (t ha⁻¹) de bulbos comerciais (classificação 2 a 4) de variedades de alho nobre, sob diferentes temperaturas de vernalização, plantio em 16/05/2020.

Cultivares	Temperaturas de vernalização			Médias
	-3°C a -1°C	1°C a 3°C	2°C a 4°C	
Ito	5,61Aa	4,52Ab	4,79Ab	4,97
Quitéria	1,86Bc	3,93Ba	2,58Bb	2,79
Chonan	2,29Ba	2,61Ca	1,56Cc	2,15
Médias	3,25	3,69	2,98	

CV (%): 7,53; P_{interação}: 0,0000*

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, se diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. P_{interação}: Efeito de interação.

Em um estudo de semelhante avaliação realizado por Azevedo (2019), com o objetivo de avaliar a influência de temperaturas negativas de vernalização associada a diferentes índices visuais de superação de dormência, na produtividade e na qualidade do alho nobre, foi verificado que a cultivar Ito apresentou resultados semelhantes aos descritos no experimento. Em relação aos bulbos comerciais de maior classificação (5 e 7), a cvs. Chonan apresentou diferença significativa quando submetida a temperatura negativa de vernalização.

Tabela 6. Médias de produtividade ($t\ ha^{-1}$) de bulbos comerciais (classificação 5 a 7) de variedades de alho nobre, sob diferentes temperaturas de vernalização, plantio em 16/05/2020.

Cultivares	Temperatura de vernalização			Médias
	-3°C a -1°C	1°C a 3°C	2°C a 4°C	
Ito	17,84 Ba	16,88 Ab	16,42Ab	17,04
Quitéria	18,26Ba	15,13 Bc	16,46 Ab	16,61
Chonan	20,54 Aa	16,55 Ab	16,78 Ab	17,96
Médias	18,88	16,19	16,55	

CV (%): 2,24; P_{interação}: 0,0000*

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, se diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. P_{interação}: Efeito de interação.

Já para o bulbo de classificação 8, não houve diferença significativa para demais temperaturas de vernalização, tendo diferença apenas da cultivar Chonan na temperatura negativa (Tabela 7).

Tabela 7. Médias de produtividade ($t\ ha^{-1}$) de bulbos comerciais (classificação 8) de variedades de alho nobre, sob diferentes temperaturas de vernalização, plantio em 16/05/2020.

Cultivares	Temperatura de vernalização			Médias
	-3°C a -1°C	1°C a 3°C	2°C a 4°C	
Ito	0,34 Ca	0,00 Cb	0,00 Cb	0,11
Quitéria	2,39 Ba	0,41 Bc	1,04Bb	1,28
Chonan	3,14 Ab	3,58 Aa	2,58Ab	3,10
Médias	1,96	1,33	1,20	

CV(%): 14,11 ; P_{interação}: 0,0000*

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, se diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. P_{interação}: Efeito de interação.

As maiores produtividades de alho de classificação indústria foram obtidas na variedade Chonan, na maior temperatura de vernalização. Ao mesmo tempo, as menores produções na menor temperatura (Tabela 8). Assim, podendo demonstrar que uso da vernalização negativa reduz a incidência de alho tipo indústria. Em linhas gerais, os valores médios do tipo indústria podem ser considerados baixos, principalmente, para a temperatura negativa e na cultivar Ito.

Tabela 8. Médias de produtividade (t ha⁻¹) de bulbos comerciais (classificação indústria) de variedades de alho nobre, sob diferentes temperaturas de vernalização, plantio em 16/05/2020.

Cultivares	Temperaturas de vernalização			Médias
	-3°C a -1°C	1°C a 3°C	2°C a 4°C	
Ito	0,36Ba	0,42Ca	0,19Ca	0,32
Quitéria	1,16 Ac	1,94Aa	1,42Bb	1,51
Chonan	0,05Cc	0,92 Bb	2,19Aa	1,05
Médias	0,52	1,09	1,27	

CV (%): 13,21; P_{interação}: 0,0000*

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, se diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. P_{interação}: Efeito de interação.

Em seguida tem-se os valores obtidos para produtividade total, onde as maiores produtividades significativamente foram obtidas pela variedade Chonan, que passou pelo processo de vernalização em temperatura negativa (Tabela 9). Observa-se que o uso de temperatura negativa na vernalização do alho também resultou em diferenças, havendo maiores produtividades para as variedades estudadas.

O alho vernalizado em temperatura positive apresenta maior diferenciação radicular, o que pode indicar a ocorrência de injrias durante o plantio manual (AZEVEDO, 2019; LUZ et al., 2022).

Tabela 9. Médias de produtividade (t ha⁻¹) de bulbos comerciais (classificação total) de variedades de alho nobre, sob diferentes temperaturas de vernalização, plantio em 16/05/2020.

Cultivares	Temperaturas de vernalização			Médias
	-3°C a -1°C	1°C a 3°C	2°C a 4°C	
Ito	24,16	21,83	21,40	22,46B
Quitéria	23,69	21,42	21,51	22,21B
Chonan	26,09	23,66	23,12	24,27 ^a
Médias	24,63a	22,30b	22,01b	

CV (%): 1,73; P_{interação}: 0,3800^{ns}

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, se diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV (%): Coeficiente de variação. P_{interação}: Efeito de interação.

Desse modo, observa-se a influência positiva tanto em características de desenvolvimento da planta quanto produtividade. Em um trabalho realizado por Luz et al., (2022), foi observado que o alho-semente plantado com o uso de vernalização negativa e alto IVD apresentou maiores produtividades, diâmetro de bulbo, estande de plantas e número de folhas. Tendo relação com a origem do alho e sua exigência em temperatura baixa.

Outro fator bastante relevante são as de observações visuais de que o alho semente ao sair da câmara fria, vernalizado com temperaturas negativas, tem diferenciação de raízes pouco evidentes, em comparação com o alho semente vernalizado com temperatura positiva. As raízes mais desenvolvidas sofrem mais injúrias no momento do plantio manual.

Observou-se que devido a diferença de desenvolvimento radicular, o alho vernalizado com temperatura positiva, inicialmente tem bom desenvolvimento, no entanto, entre os 45 e 60 dias após o plantio, as plantas oriundas de vernalização com temperatura negativa têm igual ou maior desenvolvimento da parte aérea que as plantas vernalizadas com temperatura positiva.

Além disso, foram feitas medições nas câmaras frias utilizadas no processo de vernalização, constatando maiores quantidades de CO₂ nas câmaras com maiores temperaturas (Tabela 10).

Tabela 10. Médias dos valores de CO₂ em câmaras de armazenamento (estufas) de alho semente, sob diferentes temperaturas de vernalização.

Temperaturas de vernalização	CO₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
-3°C a -1°C	565,28
1°C a 3°C	628,57
2°C a 4°C	749,35

Diante do exposto, o alho sob maiores temperaturas de vernalização apresentaram maior taxa de transpiração, o que conseqüentemente, leva a um maior consumo de suas reservas. Porém, estudos como o de Regô et al. (2015), utilizando o processo de vernalização em sementes de cebola, foi observado que não teve alteração no desenvolvimento inicial da cultura, ou germinação.

Nesse contexto, foi possível evidenciar que a técnica de vernalização com temperatura negativa é viável sob as cultivares trabalhadas. Podendo relacionar esses efeitos favoráveis a própria origem do alho e sua alta exigência em baixas temperaturas. Apesar de crescimento inicialmente lento quando vernalizados sob temperaturas negativas, logo com 38 dias pós plantio

as plantas apresentam desenvolvimento similar ou superior das vernalizadas em temperaturas positivas.

No entanto, há poucos estudos referentes a essa técnica, sendo necessário mais pesquisas afim de ampliar o conhecimento inerente as cultivares de alho nobre a serem trabalhadas.

5. CONCLUSÃO

A implementação da vernalização com temperaturas negativas em alho semente apresentou resultados satisfatórios para cultivares trabalhadas.

A vernalização com temperaturas negativas apresentou elevação da produção de bulbos de classes de maior interesse comercial.

6. REFERÊNCIAS

ANAPA – Associação Nacional dos Produtores de Alho. 2022. Revista Nosso Alho – Edição 32. Rafael Jorge Corsino. Disponível em: <http://anapa.com.br/wp-content/uploads/2020/12/nosso-alho-edicao-32-web.pdf>. Acessado em: 03 jan 2023.

AZEVEDO, B. N. R. **Produtividade e qualidade de alho nobre sob temperatura negativa de vernalização**. 2019. 30 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

DUFOO-HURTADO, M. D. *et al.* Low temperature conditioning of garlic (*Allium sativum* L.) seed cloves induces alterations in sprouts proteome. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 6, p. 1-15, 13 maio 2015. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2015.00332>.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2016. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Disponível em; ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/2017/lspa_201701.pdf. Acesso em: 23 maio de 2021.

ICHIKAWA, M. *et al.* Identification of Six Phenylpropanoids from Garlic Skin as Major Antioxidants. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 51, n. 25, p. 7313-7317, 7 nov. 2003. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf034791a>.

KALLEL, F. *et al.* Isolation and structural characterization of cellulose nanocrystals extracted from garlic straw residues. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 87, p. 287-296, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.04.060>.

LUZ, J.M.Q. *et al.* Productivity and Quality of Garlic Produced Using Below-Zero Temperatures When Treating Seed Cloves. **Horticulturae**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 96, 21 jan. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae8020096>.

MASCARENHAS, MHT; EPAMIG. Características de 17 cultivares de alho (*Allium sativum* L.) visando a possibilidade de desidratação do produto. II. Janaúba, MG. **EPAMIG (Belo Horizonte, MG). Projeto olericultura**, v. 76, n. 77, p. 33-34, 1978.

MOTA, J.H. *et al.* Análise da evolução da produção e relação risco-retorno da cultura do alho, no Brasil e regiões (1991 a 2000). **Horticultura Brasileira**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 238-241, 2005.

MOTA *et al.*, 2006. Similaridade genética de cultivares de alho pela comparação de caracteres morfológicos, físico-químicos, produtivos e moleculares. **Horticultura Brasileira** 24: 156-160.

RESENDE, F.V. *et al.* **Como plantar alho**. 2018. EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/alho/referencias>. Acesso em: 22 jun. 2021.

REGHIN, M.Y. **Temperatura e períodos de tratamento do bulbilho-semente, na superação da dormência na diferenciação e na produtividade de alho (*Allium sativum*)**. 1997. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, [S.L.], 1997.

RÊGO, M.T.C *et al.* Germinação de sementes de cebola em ambiente enriquecido com dióxido de carbono. 2015.

SOUZA, R.J.; MACEDO, F.S. Vernalização de cultivares de alho nobre na região de Lavras. **Horticultura Brasileira**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 651-654, set. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-05362004000300031>.

TRANI, P.E. Cultura do alho (*Allium sativum*): Diagnóstico e recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo. **Infobibos: Informações Tecnológicas**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-4, 2009. Disponível em: http://www.infobibos.com/artigos/2009_2/alho/index.htm. Acesso em: 12 jun. 2021.

ZING, F.W. Rate of growth and nutrient absorption of late garlic. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, v.83, p.579-584, 1983.