



**VINÍCIUS TAVARES DE ÁVILA**

**PRODUTIVIDADE DE ALHO VERNALIZADO  
PROVENIENTE DE CULTURA DE MERISTEMA**

**LAVRAS - MG**

**2018**

**VINÍCIUS TAVARES DE ÁVILA**

**PRODUTIVIDADE DE ALHO VERNALIZADO PROVENIENTE DE  
CULTURA DE MERISTEMA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Rovilson José de Souza

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Ávila, Vinícius Tavares de.

Produtividade de alho vernalizado proveniente de cultura de  
meristema / Vinícius Tavares de Ávila. – 2017.

46 p. : il.

Orientador: Rovilson José de Souza.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. *Allim sativum*. 2. Superbrotamento. 3. Vernalização. I. Souza,  
Rovilson José de. II. Título.

**VINÍCIUS TAVARES DE ÁVILA**

**PRODUTIVIDADE DE ALHO VERNALIZADO PROVENIENTE DE  
CULTURA DE MERISTEMA**

**PRODUCTION OF VERNALIZED GARLIC FROM MERISTEM  
CULTURE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 24 de novembro de 2017.

Dr. Elifas Nunes de Alcântara	EPAMIG
Dr. Joaquim Gonçalves de Pádua	EPAMIG
Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes	UFLA
Prof. Dr. Valter Carvalho de Andrade Júnior	UFLA

Prof. Dr. Rovilson José de Souza  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2018**

A minha família,

Aos amigos,

**OFEREÇO.**

Aos meus pais, Adenilson e Elisete,

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À D-s com Quem muitas vezes encontrei respostas que não encontrei nos livros.

Aos meus pais, Adenilson e Elisete, meus esteios que me confortaram e suportaram nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão e grande amigo Mateus Olímpyo Tavares de Ávila pelo companheirismo e prestatividade em todos os momentos do meu curso.

À minha família, em especial aos meus avós pelos conselhos e palavras amigas.

Ao professor Rovilson José de Souza pela orientação e sábias palavras durante este período.

Ao CNPq e à CAPES pelo auxílio financeiro do projeto e pela concessão da bolsa de estudos de doutorado e de doutorado sanduíche que possibilitou a condução da pesquisa.

À EMBRAPA Hortaliças na pessoa do pesquisador Dr. Francisco Vilela Resende, por disponibilizar os clones de alho livre de vírus e importantes sugestões na condução do projeto que possibilitou os resultados ora apresentados.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do curso e aos seus professores pela contribuição em minha formação acadêmica.

À secretaria do programa de pós-graduação em Fitotecnia, na pessoa de Marli dos Santos Túlio, pelos esclarecimentos e grande prestatividade.

Aos amigos da Olericultura Rodrigo, Gustavo, Júlio, Stéfany, Josemar, Maicon, Sr. Pedro, Lauro e Carlos pela amizade e ajuda nos experimentos.

Às bancas avaliadoras de qualificação e defesa pelos ensinamentos para melhoria do presente trabalho.

“A ciência sem a religião é manca, a religião sem a ciência é cega.”

Albert Einstein

“Se só sou por mim, quem sou eu? Se não for por mim, quem será? Se não for agora,  
quando?”

Rabino Hillel HaGadol

“Deus não concede a sabedoria senão àquele que possui sabedoria”

Talmude Babilônico, tratado Berachot.

“A sabedoria é mais preciosa que a pérola, todos os bens reunidos não chegam perto  
dela.”

Provérbios

“ O homem assemelha-se a um sopro, seus dias são como uma sombra que passa”

Tehilim 144

“A velhice nada tem a ver com o número de anos, há homens que já nascem velhos”

Rabino Tsvi Hirsch de Tomshov

“Sábio é aquele que de todos aprende. É forte aquele que vence a si mesmo. Rico o que  
contenta com o que possui. Só aquele que respeita a pessoa humana merece por sua vez  
respeito.”

Talmud

“A sabedoria do homem não pode ser medida por seus títulos ou honrarias mas sim por  
seus atos.”

Vinícius Tavares de Ávila

## RESUMO

A cultura do alho vem sofrendo forte pressão mercadológica externa, com grandes volumes de alho importados a preços baixos, forçando o agricultor brasileiro a se tecnificar em busca da redução dos custos de produção tornando o alho nacional cada vez mais competitivo frente ao alho importado. O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes períodos de vernalização sobre a produtividade de 5 diferentes variedades de alho nobre livre de vírus. No experimento, foram realizadas avaliações da produtividade total de bulbos, porcentagem de superbrotamento e massa média dos bulbos das cultivares Chonan, Ito, Jonas, Quitéria e Caçador. As cultivares Chonan e Caçador apresentaram as maiores produções comerciais, confirmando as boas produtividades desses clones em pesquisas anteriores. Os tratamentos de 50 e 60 dias de vernalização apresentaram os maiores valores para produtividade comercial e massa média de bulbos. O número médio de bulbilhos por bulbo não foi afetado pelas temperaturas de vernalização, mantendo as características das cultivares. Os resultados confirmaram o período de 50 dias de vernalização como alternativa para produção de clones que passaram pelo procedimento de limpeza viral.

**Palavras-chave:** *Allium sativum*. Superbrotamento. Vernalização. Cultivares.

## ABSTRACT

The garlic culture has been under heavy external market pressure, with large volumes of garlic being imported at low prices, forcing Brazilian farmers to become technically looking for the reduction of production costs in order to compete with imported garlic. The objective of this study was to evaluate the effect of different periods of vernalization on the productivity of 5 different varieties of noble garlic free of viruses. Total bulb yield, shoot percentage and average bulb mass of the cultivars Chonan, Ito, Jonas, Quitéria and Caçador were evaluated. The cultivars Chonan and Caçador presented the highest commercial yield, confirming the good productivity of these clones in previous research. The treatments of 50 and 60 days of vernalization presented the highest values for commercial production and average mass of bulbs. The average number of bulbs was not affected by vernalization temperatures, maintaining the characteristics of the cultivars. The results confirmed that the period of 50 days of vernalization is an alternative for the production of clones that underwent the viral cleaning procedure.

**Keywords:** *Allium sativum*. Superbrotation. Vernalization. Cultivars.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1 - Resultados das médias de produtividade total de bulbos, percentagem de superbrotamento, massa média dos bulbos e produtividade comercial de bulbos de cinco diferentes cultivares de alho nobre. Lavras, UFLA, 2014. .... 35
- Tabela 2 - Resultados das médias de produtividade total de bulbos, percentagem de superbrotamento, massa média dos bulbos e produtividade comercial de bulbos para quatro diferentes períodos de vernalização. Lavras, UFLA, 2014..... 37
- Tabela 3 - Produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, porcentagem de superbrotamento e massa média dos bulbos. .... 37

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Cultivares de Alho.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Plantas de alho livres de vírus.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Vernalização.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Superbrotamento.....</b>	<b>18</b>
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2 PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE ALHO NOBRE LIVRES DE VÍRUS SUBMETIDAS A DIFERENTES PERÍODOS DE VERNALIZAÇÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>

## CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1 INTRODUÇÃO

A produção nacional de alho nobre tem possibilitado a obtenção de bulbos de alto valor comercial, com pequeno número de bulbilhos, o que permite que estes se apresentem com maior massa. As regiões Sudeste e Centro-Oeste aumentaram sua participação na oferta de alho nobre com enormes benefícios à alicultura nacional. A propagação de alho é feita mediante o uso de bulbilhos que se formam anualmente nos bulbos. Esse tipo de propagação faz com que doenças causadas por fungos, bactérias e principalmente vírus, sejam transmitidas e intensificadas entre os plantios sucessivos, causando diminuição da produtividade e qualidade dos bulbos, ou seja, degenerescência, processo de acúmulo viral no alho e sua redução da capacidade produtiva com o passar das gerações.

Nos últimos anos, a EMBRAPA Hortaliças desenvolveu tecnologias visando a possibilitar o uso de alho semente livre de vírus. Por meio deste trabalho, têm sido obtidos bulbos livres de vírus de algumas cultivares, protocolos de propagação para o alho “in vitro”, anti-soros, “kits” de diagnóstico e indexação, além disso, junto a outras instituições foram realizados vários estudos de campo para conhecer o comportamento agrônomo, as exigências nutricionais e a velocidade de degenerescência do alho livre de vírus (RESENDE et al., 2009).

Além da importância de utilização de plantas livres de vírus, as cultivares nobres, devido a suas exigências climáticas para quebra da dormência dos bulbilhos mediante exposição ao frio, requerem o uso da tecnologia de

vernalização à temperatura de 4 a 7 °C para que ocorra a bulbificação nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste brasileiro.

Neste trabalho, o objetivo foi verificar o efeito de diferentes períodos de vernalização de bulbilhos sementes de cultivares de alho nobre livres de vírus.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Cultivares de Alho**

As cultivares de alho são separadas em dois grandes grupos, o grupo de alho nobre e o de alho seminobre. Os alhos do grupo nobre possuem formato redondo, bulbos uniformes com bulbilhos grandes. Possuem característica de bulbos com túnica branca e película de cor rósea ou roxa e os bulbilhos película rósea escura ou clara. O ciclo é de quatro a seis meses dependendo da região, fatores climáticos e tecnologias de produção. De acordo com a portaria nº 242/92 do Ministério da Agricultura, esses alhos devem apresentar, no máximo, 20 bulbilhos por bulbo. Dentre as cultivares do grupo nobre estão: Chonan, Roxo Pérola de Caçador, Quitéria, Jonas e Ito (SOUZA; MACÊDO, 2009), são de melhor valor econômico que o grupo seminobre por possuir melhor qualidade e formato de bulbos. Acredita-se que essas cultivares pertençam ao grupo colorado argentino.

As cultivares são divididas em dois grandes grupos, o grupo nobre e o seminobre.

Os alhos do grupo nobre possuem formato redondo, bulbos uniformes com bulbilhos grandes. Possuem característica de bulbos com túnica branca e película de cor rósea ou roxa e os bulbilhos película rósea escura ou clara. O ciclo é de quatro a seis meses, dependendo da região, quanto mais ao Norte do Brasil menor o ciclo devido a fatores climáticos. De acordo com a portaria nº 242/92 do Ministério da Agricultura, esses alhos devem apresentar, no máximo, 20 bulbilhos por bulbo. Dentre as cultivares do grupo estão: Chonan, Roxo Pérola de Caçador, Quitéria, Jonas e Ito (SOUZA; MACÊDO, 2009), são de melhor valor econômico que o grupo seminobre por possuir melhor qualidade e

formato de bulbos. O segundo grupo comum possui dois subgrupos: o primeiro chamado seminobre diferencia do alho nobre por apresentar formato irregular, menos de 20 bulbilhos por bulbo, normalmente ovalados, bulbos desuniformes, túnica branca com película branca a levemente arroxeadada (MOTA, 2003). Seu ciclo é de cinco meses, aproximadamente.

Dentre as cultivares do grupo encontram-se: Gigante Roxo, Gigante Roxão, Gigante Núcleo, Gigante Curitibano, Gravata e Amarante. Já o subgrupo comum apresenta ciclo de até 4 meses, tem coloração externa branca a arroxeadada, baixa conservação pós-colheita, de 20 a 40 bulbilhos por bulbo e baixo valor comercial. São exemplos desse subgrupo: Branco Mineiro, Juréia e Cateto Roxo (SOUZA; MACÊDO, 2009).

O cultivo de alho nobre no Brasil se deu nos anos de 1970 com o Sr. Takashi Chonan, no município de Curitiba - SC, dando origem à variedade Chonan por meio de seleção na propriedade desse produtor (LUCINI, 2008). Essa cultivar de alho possui de oito a dez bulbilhos grandes e roxos. Esses bulbilhos são distribuídos em uma coroa perfeita, sem palitos na parte central dos bulbos. Os bulbos são compactos e protegidos por uma película ou túnica de cor branco-pérola.

A produtividade do alho brasileiro obteve expressivo aumento com o passar dos anos, saindo do patamar de  $4,0 \text{ t.ha}^{-1}$  em 1991 para  $10,9 \text{ t.ha}^{-1}$  (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2017). Esse aumento de produtividade se deveu ao uso de materiais mais produtivos e uso de tecnologias que auxiliaram a cultura a exprimir seu potencial genético, reduzindo as interferências deletérias do ambiente.

Dentre as tecnologias empregadas na cultura do alho, pode-se destacar a vernalização, o uso de material propagativo livre de vírus e a adubação equilibrada.

## 2.2 Plantas de alho livres de vírus

Os produtores de alho nobre utilizam cultivares que produzem bulbos de alto valor comercial e com pequeno número de bulbilhos. Isso faz com que consigam competir com alhos importados da China e Argentina, este normalmente com bulbos de maior tamanho e boa aparência comercial.

A cultura do alho, por ser propagado via bulbos, faz que esses apresentem degenerescência em função de deficiências nutricionais, incidência de vírus e outras doenças e pragas. Trabalho realizado por Pedrosa (2015), em cultivos consecutivos de 5 cultivares de alho em campo aberto, sem a proteção da cultura contra o ataque de afídeos, observou redução do número de bulbilhos por bulbo para duas das cultivares testadas, Quitéria e Caçador, o que refletiu em menor produtividade no segundo ano consecutivo de cultivo. A média geral de produtividade caiu 44 % do primeiro ano para o segundo ano, segundo relata o autor.

A propagação do alho “in vitro” por meio de ápices caulinares permitindo a recuperação de plantas livres de vírus foi, sem dúvida, um grande avanço tecnológico para essa cultura, pois possibilitou a exploração do potencial produtivo máximo do alho. É importante desenvolver tecnologias adequadas para esse tipo de alho, possibilitando aos produtores o máximo em produtividade proveniente de plantas livres de vírus (RESENDE et al., 2009).

Dessa forma, deve-se desenvolver mecanismos que permitam transferir aos produtores de alho materiais livres de vírus e manter nas propriedades a qualidade fitossanitária e fisiológica com os quais as plantas saíram dos laboratórios. Para isso, é necessário introduzir nas propriedades o conceito de produção própria de alho-semente, capacitando os produtores para produção de alho-semente em áreas isoladas, utilizando-se telados e adotando técnicas para

manutenção da qualidade do material por tempo indeterminado (RESENDE et al., 2009).

O alho proveniente de bulbilhos livres de vírus, normalmente, apresentam maior velocidade de brotação e emergência, ciclo vegetativo prolongado em relação aos materiais convencionais dependendo do manejo cultural. Conseqüentemente, a produtividade pode atingir valores superiores a 100 % em relação ao plantio de alho convencional.

### **2.3 Vernalização**

O processo de vernalização reduz a exigência das cultivares ao fotoperíodo e à temperatura e também pode interferir na ocorrência do superbrotamento e consiste no resfriamento dos bulbos em câmara fria à temperatura de 3 a 5 °C, durante um período de 40 a 60 dias, com umidade relativa do ar em torno de 70 a 80 %, esse processo tem por objetivo a quebra de dormência do bulbilho. A dormência é controlada por um equilíbrio entre inibidores de crescimento, como ácido abscísico e reguladores de crescimento, especialmente giberelinas. Em função do estresse nas plantas e pela fase de senescência das plantas, são produzidas grandes quantidades de ácido abscísico nas plantas, é a principal causa da dormência em plantas de alho (RAHMAN et al., 2006). A emissão das raízes em bulbos dormentes é promovida por umidade na base do bulbilho e baixas temperaturas que induzem a formação de giberelinas livres adiantando a germinação. A brotação é promovida pela ação de citocininas endógenas que são ativadas com a germinação (BREWSTER, 1997). Bulbilhos armazenados em baixas temperaturas tiveram maior porcentagem de brotação, devido às mudanças nos níveis internos de giberelinas (ARGÜELLO et al., 2001; RAHMAN; HAQUE; AHMED, 2003).

Segundo Burba (1983), a vernalização dos bulbilhos altera seu balanço hormonal estimulando o acúmulo de citocininas e giberelinas, modificando o balanço hormonal e levando ao superbrotamento de bulbos no campo. Algumas cultivares, como Chonan, Caçador e Quitéria, necessitam de frigidificação pré-plantio de seus bulbilhos para que ocorra bulbificação em cultivo na região Sudeste.

Souza e Macêdo (2004) relatam que algumas cultivares, tais como Chonan, Caçador e Quitéria, necessitam de um período de frigidificação pré-plantio de seus bulbilhos para que ocorra bulbificação em cultivo situado na região Sudeste. A vernalização ou frigidificação é crucial para o cultivo no Brasil, pois possibilita a expansão do plantio de alho para outras regiões, auxiliando na quebra da dormência dos bulbilhos, antecipando a formação do bulbo, reduzindo, assim, o ciclo da cultura (PETRAZZINI, 2013). A utilização da vernalização por períodos mais longos e temperaturas menores beneficia o processo de bulbificação além de reduzir o ciclo vegetativo. Durante o processo de vernalização, ocorre o aumento de giberelinas livres e citocininas, hormônios estes relacionados com a quebra da dominância apical, crescimento de gemas laterais e diferenciação de tecidos (SOUZA; MACÊDO, 2009). Outro hormônio que possivelmente pode interferir no processo de vernalização é o Ácido Abscísico (ABA), a maior síntese de ABA possivelmente interfere no balanço hormonal das plantas, diminuindo a atividade das giberelinas, reduzindo a incidência de plantas com superbrotamento (MOON; LEE, 1980). A vernalização apenas reduz o fotoperíodo crítico necessário para que ocorra a bulbificação, porém, não elimina a exigência da cultura a esse aspecto climático (DEL POZO; GONZALEZ, 2005). Nesse experimento, os autores observaram que a formação de bulbos ocorreu quando o fotoperíodo foi superior a 14 horas e a temperatura do processo de vernalização de 4 a 7 °C, também foi observada

uma redução do período de emergência dos bulbos quando a data de plantio foi postergada para os meses de abril a setembro, período no qual o fotoperíodo é maior no local do experimento.

Verifica-se, entretanto que as diferentes cultivares de alho não apresentam respostas similares com relação à vernalização. Dessa forma, estudos devem ser realizados com os diferentes materiais de alho nobre disponíveis para o plantio, considerando, por exemplo, a temperatura e o período de frigorificação a que os bulbilhos devem ser submetidos. Em geral, menores temperaturas e períodos mais longos de frigorificação favorecem o início de bulbificação e promovem a redução do ciclo quando se compara com a região Sul, onde esses clones produzem sem a necessidade da vernalização.

#### **2.4 Superbrotamento**

Diversas anormalidades causadas por fatores genético-fisiológicos podem ocorrer em plantas de alho ocasionando prejuízos à qualidade comercial dos bulbos. Dentre essas, destaca-se o superbrotamento, também conhecido como crescimento secundário, brotos axilares, brotos laterais, perfilhamento, pseudoperfilhamento e pseudobulbificação (SOUZA; MACÊDO, 2009).

O superbrotamento é um distúrbio que se manifesta de diversas formas, dependendo, em parte, da origem da cultivar. Assim, tanto a cultivar Branco Mineiro, quanto a cultivar Juréia, originada da seleção de plantas da cultivar Branco Mineiro, são sensíveis ao superbrotamento. Entretanto, por apresentarem número excessivo de bulbilhos e de tamanho reduzido, não possuem importância comercial. Nas cultivares nobres, sujeitas à vernalização, essa anormalidade caracteriza-se pela formação de pseudobulbos que apresentam um número reduzido de bulbilhos, de tamanho reduzido. Esses

pseudobulbos são inadequados para o comércio e seus bulbilhos inviáveis para o plantio. Dessa forma, essa anomalia influi negativamente na cultura do alho, pois além de reduzir a produtividade, deprecia o produto favorecendo com que seu valor seja comprometido (SOUZA; MACÊDO, 2009).

Diversos fatores têm sido relacionados ao superbrotamento em alho, como: fotoperíodo, nitrogênio, irrigação, cobertura morta, cultivares e fitormônios.

O nitrogênio aumenta a incidência do superbrotamento pelo fato de o nitrogênio estar ligado diretamente na formação da citocinina e do fitormônio giberelina ter sua mobilização associada a compostos nitrogenados, levando ao desbalanço hormonal ocasionando em germinação antecipadas dos bulbilhos ainda no bulbo plantas (SOUZA; MACÊDO, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2006).

Em condições de grande disponibilidade hídrica, facilita a ação da giberelina sobre o alongamento celular, promovido por ação osmótica. O alongamento celular está associada ao aumento da atividade da  $\alpha$ -amilase a qual tem sua atividade induzida pela ação de giberelinas, resultando em produtos osmoticamente ativos intracelular, acarretando em expansão celular por meio da absorção de água (RESENDE; SOUZA, 2002).



### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O alho é uma cultura largamente consumida pelo público consumidor brasileiro, porém o cultivo do alho tem se tornado dispendioso para o agricultor, devido ao grande volume de importação do produto a custo baixo. Os estudos de processos que tornem o alho nacional competitivo são de grande valor para o agronegócio nacional. O processo de vernalização, etapa imprescindível para a produção de alho nas condições de cultivo do sudeste brasileiro, é de fundamental importância para o desenvolvimento da sua cultura. Pesquisas que busquem aprimorar o processo e otimizar seu uso refletem em elevação da produtividade e maior competitividade do alho nacional frente ao alho importado. Outra ferramenta que vem se mostrando de grande utilidade é a limpeza viral, a utilização da vernalização combinada com a limpeza viral aumenta a longevidade da produtividade que pode ser depauperada pela ação da degenerescência causada pelo acúmulo de vírus no material propagativo com os cultivos consecutivos.



## REFERÊNCIAS

- ARGÜELLO, J. A. et al. Morphological changes in garlic (*Allium sativum* L.) microbulblets during dormancy and sprouting as related to peroxidase activity and gibberellin A3 content. **Biocell**, Mendoza, v. 25, n. 1, p. 1-9, Apr. 2001.
- BREWSTER, J. L. Onions and garlic. In: WIEN, H. C. **The physiology of vegetable crops**. Oxon: CAB International, 1997. p. 581-619.
- BURBA, J. L. **Efeitos do manejo de alho-semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormência, crescimento e produção da cultivar Chonan**. 1983. 112 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.
- DEL POZO, A.; GONZÁLEZ, M. I. Developmental responses of garlic (*Allium Sativum* L.) to temperature and photoperiod. **Agricultura Técnica**, Chillán, v. 65, n. 2, p. 119-126, June 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistêmico da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 24 p.
- LUCINI, M. A. Alho roxo no Brasil: um pouco da história dos números desse nobre. **Revista Nosso Alho**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 16-21, 2008.
- MOON, W.; LEE, B. Y. Influence of short day treatment on the growth and levels of endogenous growth substances in garlic plants (*Allium sativum* L.). **Journal Korean of the Society for Horticultural Science**, Seoul, v. 21, n. 2, p. 109-118, 1980.
- MOTA, J. H. **Diversidade genética e características morfológicas, físico-químicas e produtivas de cultivares de *Allium sativum* L.** 2003. 66 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- PEDROSA, C. E. **Produção de alho-semente e degenerescência em material propagativo livre de vírus**. 2015. 74 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

PETRAZZINI, L. L. **Inovações tecnológicas para a produção de alho de qualidade para o mercado brasileiro**. 2013. 83 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RAHMAN, M. H. et al. Effects of gibberellic acid (GA3) on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.). **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 8, n. 1, p. 63-65, Jan. 2006.

RAHMAN, M. H.; HAQUE, M. S.; AHMED, M. Pre-planting temperature treatments for breaking dormancy of garlic cloves. **Asian Journal of Plant Sciences**, Faisalabad, v. 2, n. 1, p. 123-126, 2003.

RESENDE, F. V. et al. Obtenção de planta livre de vírus e produção de alho-semente de alta qualidade fisiológica e fotossanitária. In: SOUZA, R. J.; MACÊDO, F. S. (Ed.). **Cultura do alho: tecnologias modernas de produção**. Lavras: Ed. UFLA, 2009. p. 138-165.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Efeito de doses de paclobutrazol na cultura do alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 637-641, maio 2002.

SOUZA, R. J. de; MACÊDO, F. S. Vernalização de cultivares de alho nobre na região de Lavras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651- 654, jul./set. 2004.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 819 p.

## **CAPÍTULO 2 PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE ALHO NOBRE LIVRES DE VÍRUS SUBMETIDAS A DIFERENTES PERÍODOS DE VERNALIZAÇÃO**

### **RESUMO**

A cultura do alho (*Allium sativum* L.) vem sendo explorada no país ao longo de várias décadas. O Brasil, apesar de produtor comercial de alho, ainda não é capaz de suprir toda a demanda do mercado consumidor interno. Dentre os problemas enfrentados pelos agricultores brasileiros podemos destacar a infecção por vírus e o superbrotamento. Todos esses problemas demandam do agricultor conhecimento e uso de tecnologia que os tornem comercialmente competitivos. Tecnologias têm sido desenvolvidas com o intuito de promover o aumento da produção por bulbilhos semente livres de vírus, mais produtivos que os infectados e técnicas agrícolas que reduzam a incidência do superbrotamento e o uso mais eficiente do processo de vernalização. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cinco cultivares de alho, submetidas a diferentes períodos de vernalização em câmara fria. O experimento foi conduzido em blocos casualizados ao acaso com as cultivares Ito, Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria. Foram realizadas avaliações da produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, porcentagem de superbrotamento e massa média dos bulbos. O período de vernalização de 50 dias apresentou-se como a melhor alternativa para produtividade comercial e massa média de bulbos. As cultivares Chonan e Caçador sobressaíram aos demais por apresentarem maior produtividade comercial e massa média de bulbos, muito embora, nessa característica não tenha diferido da cultivar Quitéria.

**Palavras-chave:** *Allium sativum*. Alho. Superbrotamento. Vernalização.

## ABSTRACT

The garlic cultivation (*Allium sativum* L.) has been explored in the country for decades. Brazil, despite being a commercial producer of garlic, is not yet able to supply all the domestic consuming market demand, among the problems faced by Brazilian farmers we can highlight a virus infection and the secondary growth. All these problems demand to the farmers knowledge and use of technology in order to become commercially competitive. Technologies have been developed with the objective of promoting enhancement of production by virus-free garlic, more productive than infected ones, and agricultural techniques that reduce the incidence of secondary growth and more efficient use of the vernalization process. The objective of this work was to evaluate the performance of five garlic cultivars submitted to different periods in cold chamber. The experiment was conducted in randomized blocks with Ito, Caçador, Jonas, Chonan and Quitéria cultivars and four temperatures. Reviews of total bulb productivity, commercial bulb productivity, percentage of secondary growth occurrence and average bulb mass were carried out. The 50-day in cold chamber was the best alternative for commercial production and average bulb mass. The cultivars Chonan and Caçador had the best results once they showed higher commercial productivity and average mass of bulbs, although this characteristic did not differ from the cultivar Quitéria.

**Key words:** *Allium sativum*. Garlic. Secondary growth. Vernalization.

## 1 INTRODUÇÃO

O alho nobre, que possui capacidade produtiva superior ao alho comum, introduziu uma nova técnica à produção de alho, a vernalização. Por ser oriundo de região fria, com inverno rigoroso e com temperaturas frequentemente negativas, o alho nobre, quando cultivado em terras tropicais, necessita de um período de exposição a baixas temperaturas, artificialmente, para a produção de bulbos. Isso levou à necessidade do uso da vernalização suprimindo, assim, a necessidade de exposição ao frio destas cultivares.

A técnica da vernalização consiste no resfriamento dos bulbos em câmara fria a  $4 \pm 2$  °C pelo período de 50 dias, com umidade relativa entre 60 a 70 %. Souza e Macêdo (2004), relatam que algumas cultivares, tais como Chonan, Caçador e Quitéria, necessitam de um período de frigidificação pré-plantio de seus bulbilhos para que ocorra bulbificação em cultivo situado na região Sudeste. Resende e Souza (2001), relatam que a cultivar Quitéria, com frigidificação a  $5 \pm 1$  °C, pelo período igual ou inferior a 20 dias inviabilizou a produtividade comercial e com 40 dias de frigidificação nas mesmas condições apresentou produções superiores.

A multiplicação por meio assexuado, utilizando-se bulbilhos semente multiplicados em telados antiafídeos, sem desinfecção prévia, gera o problema de acúmulo viral através das gerações, fato este denominado degenerescência. Tecnologias com o intuito de reduzir ou até mesmo erradicar a presença de vírus do alho utilizado na multiplicação em campo levam ao aumento da produtividade pela desinfecção, uma vez que o vírus é um parasita obrigatório e sua infecção causa danos de diferentes graus ao desenvolvimento do hospedeiro, reduzindo conseqüentemente a produtividade do alho produzido, vêm sendo empregadas em cultivos comerciais (MELO et al., 2011; YURI et al., 2004). As

perdas se tornam ainda mais severas quando o bulbilho semente é proveniente de gerações sucessivas cultivadas a campo, expostas a um alto grau de infecção viral. Desse modo, técnicas têm sido desenvolvidas possibilitando a redução ou até mesmo a eliminação dos vírus das plantas de alho utilizadas na multiplicação. Dentre elas, destacam-se as técnicas de cultivo protegido com telados antiafídeos que eliminam o contato das plantas com os vetores e o cultivo meristemático, o qual produz material propagativo com carga viral muito baixa.

A técnica de cultivo meristemático proporciona a produção de novas plantas de alho a partir de tecido meristemático livre de vírus, assim como a técnica da termoterapia também é eficiente na redução ou eliminação da carga viral dos materiais propagativos. Torres et al., 2000, testaram diferentes protocolos de termoterapia variando temperatura e período de armazenamento do bulbilho sob temperatura controlada, os pesquisadores observaram que o acondicionamento dos bulbilhos por 35 dias com temperatura constante de 37 °C foi eficaz para produzir 90 % de plantas livres de vírus, os pesquisadores ainda observaram que o aumento do período de estocagem não alterou o resultado e o aumento da temperatura para 40 °C levou a redução do potencial morfo genético das plantas cultivadas *in vitro*.

A EMBRAPA desenvolve projetos com o intuito de viabilizar a produção de alho livre de vírus a preço acessíveis ao produtor estimulando a cadeia produtiva, inserção de novos produtores e aumento da competitividade do alho nacional.

Outro problema é a anomalia fisiológica do superbrotamento. Segundo Souza e Casali (1986) essa anomalia é proveniente de causas genético-fisiológicas, caracterizada pela antecipação da brotação dos bulbilhos previamente à colheita. Ainda segundo Souza e Casali (1986), a anomalia pode

ser reconhecida nos estágios de crescimento, e caracterizada pela presença de brotações laterais surgidas entre as bainhas das folhas normais.

O superbrotamento, também conhecido como pseudobulbificação em alho nobre, reduz sua produtividade além de reduzir o valor comercial do alho por deixá-lo com aspecto desagradável ao consumidor. Souza e Macêdo (2004), realizando trabalho com cultivares de alho nobre no município de Lavras, Minas Gerais observaram que a incidência de superbrotamento varia entre as cultivares, foram observadas taxas de superbrotamento entre 0,0 a 76,7 %. Outro fator preponderante no controle do superbrotamento em alho é a disponibilidade de água em fases críticas do desenvolvimento. Macedo, Souza e Pereira (2006), relatam que a cultura do alho submetida ao estresse hídrico entre 50 a 65 dias após o plantio apresenta redução do superbrotamento e, conseqüentemente, aumento da produção de bulbos comerciais.

Neste trabalho, o objetivo foi verificar a influência da vernalização na ocorrência de superbrotamento, produtividade total de bulbos, produtividade total comercial de bulbos e massa média dos bulbos em cultivares de alho nobre em condição de campo proveniente de material livre de vírus.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condição de campo no setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras no período de Abril a Setembro de 2015. Localizado na latitude de 21° 14' S, longitude de 45° 00' W com altitude de 910 m. O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cwb, caracterizado por uma estação seca entre Abril e Setembro e por outra estação chuvosa, de outubro a março.

O experimento consistiu em um fatorial 5x4, utilizando delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições e parcela com área útil de 1,0 m<sup>2</sup>. Foram avaliadas as cultivares de alho, Chonan, Ito, Jonas, Quitéria e Caçador, oriundos de cultura de meristema em segunda geração multiplicada em telado antiafídeo. Os bulbilhos foram armazenados em quatro diferentes tempos de vernalização, 50, 60, 70 e 80 dias de vernalização em câmara fria. Os bulbilhos utilizados eram provenientes de cultivo de meristema de segunda geração em telado antiafídeo. Os bulbilhos foram colocados na câmara fria a 4°C, ±2 °C e 60 a 70% de umidade relativa. O espaçamento de fileiras duplas consistiu em 0,10 m entre plantas, 0,12 m entre fileiras simples e 0,38 m entre fileiras duplas. Em cada parcela, foram plantados 12 bulbilhos por fileira simples, os 10 bulbilhos centrais os pertencentes à parcela útil, os demais compuseram a bordadura. A profundidade de plantio utilizada foi de 5,0 cm e os bulbilhos foram plantados com o ápice para cima. As plantas daninhas foram controladas por capina manual sempre que necessário. A irrigação foi feita por meio de aspersão convencional, as irrigações foram efetuadas de dois em dois dias no primeiro mês após o plantio, e, posteriormente, de três em três dias. Aos 65 dias após o plantio, a irrigação foi suspensa por dez dias para diminuir os possíveis efeitos do superbrotamento na aparência e qualidade dos bulbos. Aos

10 dias, após o início do período de suspensão da irrigação, houve uma precipitação de 17 mm ocorrida em 1 dia, motivo do aumento no período de estresse hídrico por mais 10 dias. A irrigação também foi suspensa aos 95 dias após o plantio, quando as cultivares apresentaram início de secamento das folhas.

O preparo do solo foi feito por meio de uma aração e com posterior formação dos canteiros utilizando enxada rotativa com duas passadas. A adubação e a calagem foram realizadas entre a primeira e a segunda passada da enxada rotativa na formação dos canteiros, a calagem e adubação básica de plantio são realizadas de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999) para a cultura do alho, com algumas modificações baseadas na análise química do solo, os nutrientes são fornecidos nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, bórax e sulfato de zinco. Dez dias antes do plantio foram aplicados 50,0 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 175,0 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100,0 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 3,0 kg.ha<sup>-1</sup> de B e 3,0 kg.ha<sup>-1</sup> de Zn, respectivamente, na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio, bórax e sulfato de zinco.

Na adubação de cobertura, foram aplicados 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N, aos 20 e 80 dias após o plantio, 30% e 70% respectivamente no 1º e 2º parcelamento, utilizando como fonte a ureia. A análise química do solo do campo apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,9; Ca<sup>2+</sup>: 4,70 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 1,0 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; P disponível (extrator Mehlich-1): 4,06 mg.dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>: 100,0 mg.dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica: 2,9 dag.kg<sup>-1</sup>; CTC: 6,14 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, V%: 77,21; S: 11,3 mg.dm<sup>-3</sup>; Zn: 24,4 mg.dm<sup>-3</sup>; Fe: 24,7 mg.dm<sup>-3</sup>; Mn: 94,2 mg.dm<sup>-3</sup>; Cu: 5,5 mg.dm<sup>-3</sup>; B: 0,5 mg.dm<sup>-3</sup> e textura argilosa (62% de argila).

As plantas foram colhidas 155 dias após o plantio, ao final do seu ciclo vegetativo. Após a colheita, o alho foi seco ao sol durante 30 dias e, então, foi procedida a avaliação das características: produtividade total de bulbos (massa dos bulbos, descartada a parte aérea e raízes, expresso em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ); produtividade comercial de bulbos (obtido da massa dos bulbos não superbrotados colhidos na parcela); percentagem de bulbos superbrotados (contagem dos bulbos com três ou mais folhas superbrotadas após a cura, expressando os dados em relação ao número total de bulbos colhidos); e massa média dos bulbos (média das massa dos bulbos, expresso em g).

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do teste F a 5 % de probabilidade e as médias submetidas ao teste de médias de Scott-Knott a 5 % de probabilidade utilizado o programa estatístico SISVAR.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade total de bulbos apresentada na Tabela 1 mostrou que as cultivares Caçador e Quitéria apresentaram os maiores valores de produtividade total de bulbos, não diferindo entre si estatisticamente, com 22,51 e 24,08 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As cultivares Ito, Jonas e Chonan não diferiram estatisticamente entre si, apresentando produtividade total de bulbos de 17,23; 18,05 e 20,37 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 1 - Resultados das médias de produtividade total de bulbos, percentagem de superbrotamento, massa média dos bulbos e produtividade comercial de bulbos de cinco diferentes cultivares de alho nobre. Lavras, UFLA, 2014.

Cultivares	Produtividade total de Bulbos (t.ha <sup>-1</sup> )	Produtividade comercial de Bulbos (t.ha <sup>-1</sup> )	% Superbrotamento	Massa Média dos Bulbos (g)
Ito	17,23 b	11,0 c	32,0 b	26,38 b
Quitéria	24,08 a	11,9 c	49,0 a	34,39 a
Jonas	18,05 b	14,5 b	19,0 d	23,05 b
Caçador	22,51 a	16,3 a	27,0 c	32,68 a
Chonan	20,37 b	18,0 a	12,0 e	33,78 a
Média	20,47 b	14,34 b	27,80 c	30,06 a
CV (%)	18,16	16,72	42,32	22,34

Fonte: Do autor (2017)

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A produtividade comercial de bulbos (TABELA 1) para as cultivares Caçador, Chonan e Jonas superaram a média para o estado de Minas Gerais de 13,54 t/ha, na safra de 2014 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2015), as cultivares Caçador e Chonan (TABELA 1) mostraram-se estatisticamente iguais entre si, apresentando valores para

produtividade comercial de bulbos iguais a 16,3; 18,0 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. A cultivar Jonas ficou logo atrás com 14,5 t.ha<sup>-1</sup>. Valores estes superiores aos obtidos pelas cultivares Ito e Quitéria, estas, por sua vez, estatisticamente iguais entre si com produtividade comercial de bulbos igual a 11,0 e 11,9 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Este incremento em produtividade também pode ser atribuído ao uso da tecnologia de cultivo de meristema que reduz a infecção viral tornando o alho cultivado capaz de expressar seu potencial produtivo.

O fato de o desempenho das cultivares não apresentarem a mesma tendência de produtividade quando comparamos a produtividade total de bulbos com a produtividade comercial de bulbos, se deve à ocorrência de superbrotamento. Esse fato fica bem evidenciado na cultivar Quitéria, que apresentou a maior produtividade total de bulbos de 24,08 t.ha<sup>-1</sup>, a maior porcentagem de superbrotamento, 49 % e a menor produtividade comercial de bulbos, 11,9 t.ha<sup>-1</sup>. Esses dados mostram a importância de um bom controle, seja pelo manejo da cultura, seja pelo uso de cultivares menos suscetíveis à anomalia, visando à redução da produtividade.

Houve efeito negativo do período de vernalização para a média de produtividade comercial de bulbos de todas as cultivares (TABELA 2), reduzindo de 16,6 t.ha<sup>-1</sup> no tratamento de 50 dias de vernalização para 11,6 t.ha<sup>-1</sup> no tratamento de 80 dias de vernalização. O efeito do período de vernalização dentro de cada cultivar acompanhou o efeito para a média das cultivares Quitéria, Jonas e Chonan, as cultivares Caçador e Ito (TABELA 3). A cultivar Caçador não apresentou diferença entre os tratamentos e a cultivar Ito, apesar de apresentar diferença entre os tratamentos, essas diferenças não expressaram uma tendência de redução ou aumento na produtividade comercial de bulbos da cultivar.

Tabela 2 - Resultados das médias de produtividade total de bulbos, percentagem de superbrotamento, massa média dos bulbos e produtividade comercial de bulbos para quatro diferentes períodos de vernalização. Lavras, UFPA, 2014.

Período de Vernalização	Produtividade Total de Bulbos (t.ha <sup>-1</sup> )	Produtividade Comercial de Bulbos (t.ha <sup>-1</sup> )	% Superbrotamento	Massa Média dos Bulbos (g)
50 dias	26,70 a	16,6 a	37,0 a	37,69 a
60 dias	23,13 b	16,4 a	28,0 a	34,84 a
70 dias	17,43 c	12,3 b	25,0 a	25,13 b
80 dias	14,53 d	11,6 b	21,0 a	22,55 b
Média	22,55 b	14,23 a	27,75 a	30,05 a
CV (%)	13,70	15,34	45,56	18,64

Fonte: Do autor (2017).

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, percentagem de superbrotamento e massa média dos bulbos.

(continua)

Período de Vernalização	Caçador	Chonan	Ito	Jonas	Quitéria
----- Produtividade Total de Bulbos (t.ha <sup>-1</sup> ) -----					
50 dias	22,73 a	27,80 a	22,83 a	25,66 a	34,46 a
60 dias	23,23 a	24,66 a	19,76 a	21,50 a	26,46 b
70 dias	23,93 a	16,43 b	12,26 b	13,20 b	22,70 b
80 dias	20,13 a	12,57 b	14,07 b	11,83 b	12,70 c
----- Produtividade Comercial de Bulbos (t.ha <sup>-1</sup> ) -----					
50 dias	17,11 a	23,60 a	8,67 b	17,95 a	15,89 a
60 dias	16,73 a	20,89 a	13,31 a	18,44 a	13,11 a
70 dias	13,58 a	15,52 b	9,79 b	10,98 b	11,81 a
80 dias	17,88 a	10,81 c	12,49 a	10,44 b	6,68 b

Tabela 3 - Produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, porcentagem de superbrotamento e massa média dos bulbos.

(conclusão)

Período de Vernalização	Caçador	Chonan	Ito	Jonas	Quitéria
	----- % Superbrotamento -----				
50 dias	25,0 b	15,0 a	62,0 a	30,0 a	54,0 a
60 dias	27,0 b	15,0 a	33,0 b	14,0 c	51,0 a
70 dias	44,0 a	5,0 b	20,0 c	8,0 d	47,0 b
80 dias	11,0 c	14,0 a	11,0 d	22,0 b	45,0 b
	----- Massa Média dos Bulbos (g/bulbo) -----				
50 dias	35,43 a	39,46 a	32,35 a	31,29 a	49,91 a
60 dias	39,14 a	43,95 a	35,18 a	23,81 a	32,15 b
70 dias	30,44 a	24,51 b	18,38 b	18,06 a	34,26 b
80 dias	25,68 a	27,20 b	19,62 b	19,01 a	21,23 c

Fonte: Do autor (2017).

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Esses resultados conflitam com os resultados obtidos por Pedrosa (2015) e Resende et al. (2013), que ao avaliarem o desempenho de cultivares de alho, constataram menor produtividade total de bulbos da cultivar Quitéria em relação às demais cultivares. Resende et al. (2013), ao cultivarem alho nobre na região Centro-Sul do Paraná, obtiveram produtividade total de bulbos entre 3,3 a 6,7 t.ha<sup>-1</sup> para as cinco cultivares testadas nesse experimento, enquanto Pedrosa (2015), obteve produtividade total de bulbos no campo variando entre 5,37 a 13,27 t.ha<sup>-1</sup> e no telado entre 9,79 a 13,48 t.ha<sup>-1</sup>. O que justifica o aumento expressivo da produtividade total de bulbos para todas as cultivares seria o fato de a área do experimento ter sido uma área nova, com histórico de pastagem subutilizada com expressivo aporte de matéria orgânica e alta ciclagem de nutrientes, que somados à adubação feita para o alho pode ter gerado um acréscimo de produtividade.

Avaliando o efeito do período de vernalização sobre todas as cultivares (TABELA 2), observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos e que os valores de produtividade comercial de bulbos, produtividade total de bulbos, percentual de superbrotamento e massa média dos bulbos, tendem a diminuir com o aumento do período. Ao avaliar o efeito do período de vernalização sobre a produtividade total de bulbos dentro de cada cultivar (TABELA 3), observa-se mais nitidamente a tendência de redução da produtividade total de bulbos com o aumento do período de vernalização para todas as cultivares exceto para a cultivar Caçador que, estatisticamente, não diferiu entre os tratamentos.

Com 50 dias de vernalização, a média para produtividade total bulbos para todas as cultivares foi de 26,70 t.ha<sup>-1</sup>, reduzindo para 14,53 t.ha<sup>-1</sup> para 80 dias de vernalização. O período de vernalização de 50 dias apresentou o melhor desempenho quanto à produtividade total de bulbos para todas as cultivares testadas, ocorrendo o oposto com o período de vernalização de 80 dias, o qual apresentou o menor desempenho entre as cultivares Chonan, Jonas e Quitéria.

O fato de o menor período de vernalização ter apresentado as melhores produtividades e massa média dos bulbos em cultivares livres de vírus é extremamente vantajoso ao produtor em termos econômicos, pois reduz seu custo de produção relativo à vernalização.

Para a característica de superbrotamento (TABELA 1), foi observada diferença significativa para todos as cultivares, a que mais apresentou a anomalia fisiológica nas condições do experimento foi a cultivar Quitéria, com 49,0 % de ocorrência de superbrotamento, e a menor incidência foi verificada para a cultivar Chonan, com 12,0 % de ocorrência de superbrotamento. As cultivares Jonas, Caçador e Ito apresentaram 19,0; 27,0 e 32,0 %, respectivamente. O controle do superbrotamento é de grande importância para

garantir a melhor comercialização do produto, atribuindo a este melhor aspecto visual. O efeito do período de vernalização sobre o superbrotamento não diferiu estatisticamente, quando avaliado seu efeito sobre todas as cultivares (TABELA 2), contudo os dados mostram tendência de redução da porcentagem de superbrotamento com 37,0 %, com 50 dias de vernalização e, reduzindo até 21 %, com 80 dias de vernalização, quando avaliado o efeito dentro das cultivares (TABELA 3).

As cultivares Caçador, Chonan e Jonas não apresentaram tendência de redução ou aumento do percentual de superbrotamento entre os diferentes períodos de vernalização. As cultivares Ito e Quitéria apresentaram redução nítida da porcentagem de superbrotamento com o aumento do período de vernalização. A cultivar Ito reduziu de 62,0 % de superbrotamento quando submetida a 50 dias de vernalização para 11 % de superbrotamento quando submetida a 80 dias de vernalização e a cultivar Quitéria reduziu de 54 % de superbrotamento submetida a 50 dias de vernalização para 45 % de superbrotamento quando submetida a 80 dias de vernalização.

A precipitação de 17 mm ocorrida 10 dias após o início do estresse hídrico pode ter afetado positivamente a porcentagem de superbrotamento, elevando a incidência da anomalia. Aparentemente, a cultivar Chonan foi a que menos sofreu, fato este que corrobora o conhecimento de esta cultivar ser mais tolerante ao superbrotamento.

A massa média dos bulbos para as cultivares Chonan, Caçador e Quitéria diferiu estatisticamente das cultivares Ito e Jonas, estas foram as que apresentaram médias inferiores às demais (TABELA 1). As cultivares que apresentaram os maiores valores para massa média dos bulbos foram as cultivares Chonan, Caçador e Quitéria, entretanto Quitéria apresentou maior porcentagem de superbrotamento, o que corrobora o resultado obtido para

produtividade total de bulbos, este maior superbrotamento pode ser atribuído, em certo grau, à precipitação ocorrida durante o estresse hídrico, o que levou ao desbalanço hormonal da planta fazendo com que os bulbilhos brotassem ainda no campo.

Vários fatores contribuem para o superbrotamento, dentre eles, a predisposição genética. Algumas cultivares são mais suscetíveis que outras e, nas condições do experimento, a cultivar Quitéria se mostrou mais propensa a superbrotar quando, durante o período de estresse hídrico, a precipitação de 17 mm interrompeu o processo, não foi suficiente estender o estresse para evitar a ocorrência da anomalia nesta cultivar. O menor valor para massa média dos bulbos foi observado para a cultivar Jonas com 23,05 g/bulbo. Assim, como o aumento do período de vernalização influenciou negativamente na produtividade total de bulbos, também o fez para a massa média dos bulbos (TABELA 2), e 50 dias de vernalização obteve-se média para todas as cultivares de 37,69 g/bulbo reduzindo para 22,55 g/bulbo para 80 dias de vernalização.

Ao avaliar o efeito dentro de cada cultivar (TABELA 3), observa-se que as cultivares Caçador e Jonas não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, apesar de haver uma tendência de redução da massa média dos bulbos com o aumento do período de vernalização. As cultivares Chonan, Ito e Quitéria apresentaram diferença significativa entre os tratamentos evidenciando o efeito negativo sofrido pelo aumento do período de vernalização.



#### **4 CONCLUSÕES**

As cultivares Caçador e Quitéria apresentaram os maiores valores de produtividade total de bulbos nas condições do experimento.

O aumento do período de vernalização promoveu redução da produtividade total de bulbos para as cultivares, Chonan, Jonas, Quitéria. As cultivares Quitéria, Jonas e Ito apresentaram redução do superbrotamento com o aumento do período de vernalização.

O aumento do período de vernalização reduziu a massa média dos bulbos para as cultivares Chonan, Ito e Quitéria. A produtividade comercial de bulbos foi afetada negativamente para as cultivares Chonan, Jonas e Quitéria.

O período de vernalização de 50 dias se mostrou o mais adequado visando ao aumento da produtividade comercial de bulbos.

As cultivares Chonan e Caçador apresentaram os maiores valores para produtividade comercial de bulbos, porém a cultivar Chonan apresentou percentual de superbrotamento inferior ao da cultivar Caçador.



## REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Ed. UFV, 1999. 359 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistêmico da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 119 p.

\_\_\_\_\_. **Levantamento sistêmico da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 24 p.

LUCINI, M. A. Alho roxo no Brasil: um pouco da história dos números desse nobre. **Revista Nosso Alho**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 16-21, 2008.

MACÊDO, F. S.; SOUZA, R. J. de; PEREIRA, G. M. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 629-635, abr. 2006.

MELO, W. F. et al. Da bancada ao agricultor: a transferência da tecnologia de alho livre de vírus aos agricultores familiares da Bahia. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 81-114, jan./abr. 2011.

PEDROSA, C. E. **Produção de alho-semente e degenerescência em material propagativo livre de vírus**. 2015. 74 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

RESENDE, J. T. V. et al. Caracterização morfológica, produtividade e rendimento comercial de cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 31, n. 1, p. 157-162, jan./mar. 2013.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 126-129, jul. 2001.

SOUZA, R. J. de; CASALI, V. W. D. Pseudoperfilhamento: uma anormalidade genético-fisiológica em alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, p. 36-41, 1986.

SOUZA, R. J. de; MACÊDO, F. S. Vernalização de cultivares de alho nobre na região de Lavras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-654, jul./set. 2004.

TORRES, A. C. et al. Shoot tip culture and thermotherapy in recovering virus free plants of garlic. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 192-195, nov. 2000.

YURI, J. E. et al. Vernalização do alho para o cultivo in vitro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 585-588, jul./set. 2004.