



CARLOS ENRRIK PEDROSA

**PRODUÇÃO DE ALHO-SEMENTE
E DEGENERESCÊNCIA EM MATERIAL
PROPAGATIVO LIVRE DE VÍRUS**

LAVRAS – MG

2015

CARLOS ENRRIK PEDROSA

**PRODUÇÃO DE ALHO-SEMENTE E DEGENERESCÊNCIA EM
MATERIAL PROPAGATIVO LIVRE DE VÍRUS**

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.

Orientador

Dr. Rovilson José de Souza

LAVRAS – MG

2015

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

Pedrosa, Carlos Enrik.

Produção de alho-semente e degenerescência em material
propagativo livre de vírus / Carlos Enrik Pedrosa. – Lavras :
UFLA, 2015.

74 p.

Tese (doutorado) –Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador: Rovilson José de Souza.

Bibliografia.

1. *Allium sativum*. 2. Cultivo protegido. 3. Ambientes de
cultivo. 4. Telado. 5. Meristema. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CARLOS ENRRIK PEDROSA

**PRODUÇÃO DE ALHO-SEMENTE E DEGENERESCÊNCIA EM
MATERIAL PROPAGATIVO LIVRE DE VÍRUS**

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

APROVADA em 07 de Agosto de 2015.

Dr. Hugo Adelande Mesquita	EPAMIG
Dr. Francisco Vilela Resende	EMBRAPA
Dra. Luciane Vilela Resende	UFLA
Dr. Wilson Magela Gonçalves	UFLA

Dr. Rovilson José de Souza
Orientador

LAVRAS – MG

2015

A Deus por tudo; aos meus pais, pelo amor e incentivo

OFEREÇO

SALMO 23

“1 O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará.

2 Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas.

3 Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome.

4 Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.

5 Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.

6 Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida; e habitarei na casa do SENHOR por longos dias.”

AGRADECIMENTOS

Ao tão bondoso Deus pelo maior presente, a vida.

Aos meus pais, Luiz e Jaqueline, pelo incentivo e apoio durante toda minha caminhada acadêmica.

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

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo auxílio financeiro do projeto e pela concessão da bolsa de estudos.

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

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

À secretaria do DAG pelos esclarecimentos e grande prestatividade.

Às bancas avaliadoras de qualificação e defesa pelos ensinamentos para melhoria do presente trabalho. Ao professor Augusto Ramalho, do Departamento de Ciências Exatas - DEX, pelas orientações nas análises estatísticas.

Aos amigos de longa data, Russo, Alcinei e Celso pelos bons momentos.

À minha família, em especial tia Natércia e Fátima pelos lares e palavras amigas.

Aos amigos de Lavras, Rômulo, Rennan, Sérgio, Hilda e Jefferson.

À minha futura esposa Cassiane pelo amor e companheirismo.

A todos que me ajudaram a chegar até aqui, muito obrigado!

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça bulbosa com vários usos na alimentação em virtude de seu sabor e aroma, apresentando, também, propriedades medicinais reconhecidas cientificamente. Contudo enfrenta problemas relacionados ao complexo viral, que se acumula com os anos de produção a campo, causando a degenerescência da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade do alho livre de vírus em anos e ambientes de cultivo diferentes. Em ambos os experimentos foi realizado o delineamento em blocos casualizados com as cultivares Ito, Roxo Pérola de Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria. No primeiro experimento foi realizada avaliação no campo e telado antifídeos visando à produção de alho-semente, no segundo experimento as cultivares foram avaliadas por dois anos consecutivos em condições de campo. Em ambos ambientes todas as cultivares apresentaram alta produtividade total de bulbos e Ito, Jonas e Caçador apresentaram produtividade comercial superior a 90% da produtividade total. O superbrotamento das cultivares no telado foi controlado por sua maior temperatura e irrigação de maior eficiência. Todas as cultivares apresentaram melhores características no telado, contudo houve características produtivas satisfatórias do alho-planta no primeiro ano no campo. Considerando os dois anos de produção, “Ito” e “Caçador” apresentaram as menores reduções no segundo ano de cultivo. Em ambos os anos “Quitéria” apresentou-se nos grupos com os piores valores para todas as características avaliadas.

Palavras-chave: *Allium sativum*. Ambientes de cultivo. Meristema. Bulbilho-semente.

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) is a bulbous vegetable with many uses in food due its flavor and aroma, also featuring medicinal properties scientifically recognized. However faces problems related to the viral complex that accumulates over the years of production at field, causing the degeneration of culture. The objective of this study was to evaluate the productivity and quality of free garlic virus in years and different environmental conditions. In both experiments was performed a randomized block design with Ito cultivars, Purple Pearl Hunter, Jonas, Chonan and Quitéria. In the first experiment was conducted evaluation in the field and greenhouse anti aphids aimed at producing seed garlic, in the second experiment, the cultivars were evaluated for two consecutive years under field conditions. In both environments all cultivars showed high total productivity bulbs and Ito, Jonas and Caçador showed higher business productivity to 90% of overall productivity. The overgrowth of the cultivars in the greenhouse was controlled by a higher temperature and irrigation more efficient. All cultivars have better features in the greenhouse, but there was satisfactory productive characteristics of garlic-plant in the first year in the field. Considering the two years of production, "Ito" and "Caçador" had the lowest reductions in the second year of cultivation. In both years, "Quitéria" presented himself in the groups with the worst values for all traits.

Keywords: *Allium sativum*. Cultivation environments. Meristem. Cloves seed.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Panorama econômico da cultura do alho.....	13
2.2	Tipos de cultivares	15
2.2.1	Cultivares nobres	16
2.3	Degenerescência da cultura.....	18
2.4	Cultura de ápices caulinares.....	22
3	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS.....	27
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS.....	36
	ARTIGO 1 Produtividade de alho-planta proveniente de cultura de tecidos em condições de telado antiafídeos e campo	37
	ARTIGO 2 Produtividade de alho proveniente de cultura de tecidos em dois anos consecutivos no campo	56

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça bulbosa pertencente à família Alliaceae. É uma espécie herbácea anual com folhas modificadas para armazenamento de reservas, chamadas bulbilhos e gemas com potencial de gerar nova planta.

Seu centro de origem são as Zonas Temperadas da Ásia Central de onde se espalhou para a região do Mediterrâneo. Para o Brasil acredita-se que tenha vindo do México, Egito, de Portugal e de alguns países da América do Sul. A cultura do alho se estende por quase todo o país, dada à importância do condimento na culinária brasileira e no mercado agrícola. A espécie é dividida em dois grandes grupos, segundo o número de bulbilhos por bulbo, o alho nobre e o alho seminobre, sendo o primeiro grupo de melhor valor no mercado. Em virtude da maior cotação, com o passar dos anos as cultivares nobres vêm substituindo gradativamente as cultivares de alho seminobres.

O alho nobre, de ciclo tardio, necessita de tratamento de frio, chamada vernalização, para bulbificar em áreas com fotoperíodo inferior ao mínimo exigido pela cultura. Esse tratamento acelera o crescimento da cultura, reduz o ciclo e aumenta a produtividade, sem a necessidade do fotoperíodo mínimo de 13 horas exigido pelas cultivares mais tardias. No Brasil, os períodos de vernalização podem variar dependendo da região e época de plantio.

Outro problema que afeta algumas variedades é o superbrotamento. Essa anomalia, causada pelo desbalanço hormonal, é responsável pela formação de pseudobulbos, induzindo as plantas à produção de maior número de bulbilhos, conseqüentemente menores e sem valor comercial. Vários são os fatores que causam essa anomalia, dentre eles podem-se citar fotoperíodo inferior ao exigido, baixas temperaturas do ar e solo, maiores períodos de armazenamento, menores temperaturas no pré-plantio, maior disponibilidade de nitrogênio,

excesso de água no solo, presença de cobertura morta, cultivares mais suscetíveis e desbalanço hormonal.

Em decorrência de sua propagação assexuada, por meio de bulbilhos, ao longo das gerações de produção a campo a cultura acumula vírus de diferentes grupos taxonômicos que causam a perda gradativa de produtividade ao longo dos anos, em virtude da degenerescência.

Para a redução ou eliminação desses vírus, que causam a degenerescência, têm-se estudado várias técnicas de eliminação viral, obtendo plantas vigorosas e altamente produtivas quanto ao material infectado, sendo a cultura de ápices caulinares seguida da termoterapia uma das técnicas mais eficientes na eliminação de vírus da cultura. Com utilização dessa técnica, relatam-se aumentos na produtividade de 67 a 100% das cultivares de cultura de tecidos em relação às infectadas. Entretanto, os benefícios proporcionados por essa tecnologia chegam com dificuldades aos produtores de alho, sem um programa de manutenção de qualidade acompanhando a tecnologia.

Vários são os casos de perdas com a degenerescência em alhos seminobres, sendo encontradas diferenças na produtividade das plantas infectadas no campo em relação às oriundas de cultura de meristemas em mais de 50% da produção com vários trabalhos, avaliando a perda de produtividade e qualidade do alho seminobre, por causa de sua degenerescência. Em alhos nobres, observa-se que no campo reduz-se a produtividade conforme é aumentado o nível de infecção viral do material. Para a qualidade de produção do alho nobre após a infecção, observa-se, na literatura, redução na produtividade comercial e na proporção de bulbos de classes 4, 5 e 6 (diâmetro superior a 37 mm). Contudo, são poucos os trabalhos, avaliando a degenerescência das cultivares nobres no país, havendo necessidade de mais pesquisas nessa área.

Para impedir a reinfecção das cultivares, oriundas de cultura de meristemas, tem-se utilizado os telados antiafídeos, que por possuírem barreira física aos pulgões, principais vetores do complexo viral do alho, podem ser usados como base para o estabelecimento de um banco de alho-semente livre de vírus. Encontram-se relatos da eficiência do telado, apresentando produtividade comercial superior a $9,0 \text{ t ha}^{-1}$ sem a ocorrência do superbrotamento e produção total de bulbos de $5,5 \text{ t ha}^{-1}$, também, sem bulbos pseudoperfilhados. Contudo, visto a importância do telado antiafídeos, no controle da incidência viral na cultura, necessita-se de trabalhos que forneçam informações sobre a capacidade de produção e qualidade dos bulbilhos-semente.

Estudos dessa natureza, que forneçam informações sobre a produção dos bulbilhos-sementes em telados antiafídeos, podem resultar em novas práticas de manejo que aumentem sua sanidade e produtividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as condições que afetam a produtividade do alho livre de vírus.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama econômico da cultura do alho

Segundo a FAO (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO, 2013), a produção mundial de alho em 2010 foi de 22.592.581 toneladas, com média de produtividade de 14,67 t.ha⁻¹. Essa produção vinha aumentando desde 2008, sofrendo uma pequena redução de 3,2% em 2009 e aumentando em 2010, último levantamento realizado mundialmente. Os maiores produtores são, pela ordem, China, Índia, Coréia do Sul, Rússia e Etiópia que detém mais de 85% da produção mundial (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO, 2013).

No Brasil, os maiores estados produtores, na sequência, são: Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Bahia, que somaram mais de 85% de toda produção nacional. Minas Gerais, segundo maior produtor nacional, possui 95% da produção do Sudeste, com mais de 20 mil toneladas colhidas em 2013, com produtividade média de 13,42 t.ha⁻¹ (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014).

Apesar da produtividade brasileira ter aumentado desde 2008, a dependência do alho importado vem crescendo nas últimas décadas. Em 1990, o alho nacional abrangia 90% da demanda do país, porém, com a abertura de mercado, os produtores nacionais reduziram a área plantada fazendo com que as importações aumentassem consideravelmente (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2013). Contudo, no ano de 2012 houve redução das importações da China, principal exportador para o Brasil, em razão de problemas de ordem climática (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2013), equilibrando um pouco a oferta nacional.

Em 2013, o abastecimento interno conseguiu suprir 33% do consumo de alho total, sendo o restante importado da China (42%) e Argentina (25%) (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2013).

Em função das épocas de colheita do alho, no hemisfério norte a safra é colhida, no primeiro semestre de cada ano e, no hemisfério Sul, a safra é colhida em sua maior parte no segundo semestre do ano. Dessa forma, as importações brasileiras são de janeiro a junho da América do Sul, notadamente da Argentina e de julho e dezembro do hemisfério Norte, com destaque para a China (BRAZIL TRADE NET, 2010).

O país enfrenta problemas com as importações de alho argentino e, segundo a ANAPA (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO, 2015), por vezes, o alho argentino apresenta baixa qualidade (chamado alho indústria), atrapalhando o mercado interno. Aliado a isso, esse alho utiliza os padrões da portaria do Mercosul 98/94, em vez da portaria 242 usada no Brasil, tais portarias especificam os tipos de bulbos, defeitos, classes, embalagens, dentre outras características importantes à comercialização.

Com os chineses, o problema é a falta de requisitos fitossanitários mínimos para a exportação de bulbos para o Brasil. A Associação Nacional dos Produtores de Alho aprovou a Instrução Normativa que obriga que o alho chinês esteja livre de resíduos vegetais e material de solo; essas normas possuem o propósito de trazer segurança aos produtores e garantir a qualidade da produção sem correr riscos (PORTAL DIA DE CAMPO, 2015).

Apesar dos problemas internacionais com a importação, o Brasil sofre com a concorrência do alho importado que entra no país com preço abaixo do nacional em virtude das condições climáticas mais favoráveis na Argentina (RESENDE; DUSI; MELO, 2004) e com a forte concorrência com o alho chinês. A fim de mitigar esse problema, o governo brasileiro, com base na Lei 9.019, de 30 de março de 1995, impôs a taxa antidumping, a qual acrescenta um

valor sobre o alho importado da China, com base nos dados colhidos em um terceiro país, a Argentina (BRASIL, 2015). Com essa medida, o governo brasileiro visa reduzir a entrada de alho no país, protegendo, assim, o alhicultor brasileiro da concorrência desleal do alho chinês.

2.2 Tipos de cultivares

As cultivares podem ser separadas, basicamente, em dois grandes grupos bem distintos, o grupo nobre e o seminobre.

Os alhos do grupo nobre são caracterizados por possuírem formato redondo, bulbos de coloração uniformes com bulbilhos grandes. Segundo a portaria nº 242/92 do Ministério da Agricultura, esses alhos devem apresentar, no máximo, 20 bulbilhos por bulbo. Seus bulbos têm túnica branca e os bulbilhos película rósea escura ou roxa. O ciclo é de seis meses ou mais. Dentre as cultivares do grupo estão: Chonan, Roxo Pérola de Caçador, Quitéria, Jonas, Ito, San Valentin e Contestado. Essas cultivares respondem por cerca de 80% da área cultivada com alho no Brasil (SOUZA; MACEDO, 2009), sendo de melhor valor econômico que o grupo seminobre, por possuir qualidade similar ao alho argentino, de maior cotação no mercado brasileiro.

O segundo grupo, chamado seminobre, diferencia-se do primeiro grupo por apresentar formato irregular, normalmente ovalado, bulbos desuniformes, túnica branca ou bege e bulbilhos com película levemente arroxeadada (MOTA, 2003). Contudo, apresentam-se como boa alternativa ao pequeno produtor, sendo relatadas produtividades acima da média do estado e Minas Gerais e boa classificação comercial de bulbos (TERRA; ARAÚJO; SOUZA, 2013). Seu ciclo é menor que do grupo nobre, compreendendo de quatro a cinco meses. Dentre as cultivares do grupo encontram-se: Gigante Roxo, Gigante Roxão, Gigante Núcleo, Gigante Curitiba, Gravata e Amarante.

A separação de cultivares nos grupos nobres e seminobres se torna mais fácil quando comparada à separação dentro de cada grupo, pois as características

dentro do mesmo grupo são muito semelhantes (MOTA et al., 2006), em função da grande similaridade genética (AUGUSTIN; GARCIA, 1993; MOTA et al., 2004, 2005, 2006).

2.2.1 Cultivares nobres

O cultivo de alhos nobres no Brasil iniciou-se em 1970, com o Sr. Takashi Chonan, no município de Curitibanos - SC, quando até então só se cultivavam alhos seminobres, de menor valor comercial. A partir de então houve crescimento da produção do grupo nobre no sul do país visando alcançar a autosuficiência, chegando o Brasil, em 1991, a abastecer 80% do consumo interno (DALLAMARIA, 2003). Apesar da autosuficiência não ter sido alcançada, o número de cultivares plantadas aumentou com os anos e a produtividade brasileira subiu de 4 t.ha⁻¹ em 1991 para 10 t.ha⁻¹ em 2012 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014). Dentre os diversos fatores que contribuíram para esse aumento na produtividade encontram-se o uso de alho-semente livre de vírus e diversas outras tecnologias de produção (SOUZA; MACEDO, 2009).

Dentre estas tecnologias, cita-se a vernalização, que consiste em armazenar os bulbos inteiros em câmaras frias com temperatura de 3 a 4 °C e umidade relativa de 60 a 70% por um período de 40 a 55 dias (FILGUEIRA, 2003). A vernalização é necessária para que as cultivares bulbifiquem na região central do país que não possuem o fotoperíodo mínimo de 13 horas exigido pelas cultivares nobres (FILGUEIRA, 2008). Além da bulbificação, a vernalização altera as exigências agroclimáticas da cultura, acelerando o crescimento (FERREIRA et al., 1991), reduzindo o ciclo (SILVA; ALVARENGA, 1985) e aumentando a produtividade (REGHIN; KIMOTO, 1998) das cultivares nobres, necessitando, contudo, de estudos específicos para cada local de plantio.

Apesar da vernalização amenizar o problema da bulbificação das cultivares nobres em locais com fotoperíodo menor que 13 horas, no plantio deve-se ter cuidado com outra característica peculiar dessas cultivares, que é o pseudoperfilhamento ou superbrotamento. Tal fenômeno é uma anomalia de causas genético-fisiológicas, caracterizada pela brotação antecipada dos bulbilhos antes da colheita, dando à planta o aspecto de ramificação abundante (BÜLL et al., 2002; RESENDE; SOUZA, 2001a, 2001b). Esta anomalia reduz a produtividade e deprecia o produto final, fazendo com que seu valor comercial seja comprometido (SOUZA; MACEDO, 2009).

Existem vários outros fatores que causam redução de produtividade dos alhos nobres, como os insetos, fungos, bactérias e vírus.

Os insetos que causam maior prejuízo à cultura são os tripes, afídeos e ácaros. Os tripes causam danos às folhas (BORTOLI; CASTELLANE, 1990), e os afídeos (pulgões) e o ácaro *Aceria tulipae* são transmissores de vírus que reduzem a produtividade da cultura (SOUZA; MACÊDO, 2009).

Dentre os fungos, destacam-se a *Alternaria porri* (Ellis) Cif., causadora da mancha púrpura (ZAMBOLIM; JACCOUD FILHO, 2000); a *Puccinia allii*, causadora da ferrugem (RAMOS et al., 1987); a antracnose; o míldio; e o *Fusarium* spp., causador de perdas pós colheita em razão do chochamento ou bulbos murchos (SOUZA; MACÊDO, 2009).

Um dos maiores danos causados pelas bactérias é a queima bacteriana do alho que tem como agente etiológico a *Pseudomonas fluorescens* e pode ocorrer no estágio de desenvolvimento da planta, levando a produzir bulbos pequenos de menor valor comercial (SOUZA; MACÊDO, 2009).

O principal vírus da cultura é o *Potyvirus Onion yellow dwarf virus* (OYDV), causador do mosaico em faixas ou nanismo amarelo, que reduz a produção e a qualidade de bulbos das plantas infectadas (REIS; HENZ; LOPES, 2004).

Um dos fatores que prejudicam a cultura é o fato das cultivares comerciais serem incapazes de produzir sementes viáveis, impossibilitando o melhoramento convencional como nas outras espécies. Variedades primitivas produziam sementes férteis, contudo diversos fatores e eventos contribuíram para sua incapacidade de se reproduzir sexuadamente. Os principais fatores foram as perdas genéticas, ao longo das gerações de seleção a campo (ETOH; SIMON, 2002), o desbalanço hormonal da planta, causando competição por recursos na formação simultânea do bulbo e da inflorescência (POOLER; SIMON, 1994), a competição por nutrientes no desenvolvimento dos bulbilhos aéreos e das flores (KAMENETSKY; RABINOWITCH, 2002), a baixa variabilidade genética existente (SIMON; JENDEREK, 2003) e a baixa taxa de multiplicação da espécie (SALOMON, 2002).

Contudo, já se tem relato de clones férteis (ETOH; SIMON, 2002), criando bases para futuros programas de melhoramento da cultura. Scotton (2007), utilizando a bactéria *Agrobacterium tumefaciens* na transformação genética de cultivares comerciais de alho, concluiu que é possível regenerar e transformar geneticamente a cultura, sendo futuramente possível sua utilização no melhoramento genético do alho. Neta Rotem et al. (2011) verificaram que o alho é capaz de diferenciar as flores em até 28 semanas, após o plantio, ocorrendo futuramente a gametogênese e antese.

Portanto têm-se encontrado, recentemente, formas da cultura produzir sementes férteis, o que pode fazer com que no futuro sejam encontradas resistências a algumas pragas e doenças simultaneamente com o aumento da produtividade e qualidade de bulbos.

2.3 Degenerescência da cultura

Em virtude de clones comerciais de alho serem propagados de forma assexuada por meio de seus bulbilhos, pode ocorrer a disseminação e

acumulação de vírus na cultura, provocando decréscimo gradativo de sua produtividade ao longo dos anos, a chamada degenerescência (CORRÊA et al., 2003). Os vírus normalmente não são letais, mas convivem de forma crônica, mantendo-se ao longo dos ciclos a campo pela natureza agâmica da espécie (PAVAN, 1998). Segundo Siqueira, Tavares e Trani (1996), provavelmente, ao longo dos anos, a cultura foi selecionada de forma a estabelecer mecanismos genéticos, fisiológicos e bioquímicos de equilíbrio entre as viroses e a espécie de maneira a assegurar sua sobrevivência. Contudo, o alho perdeu parte do potencial produtivo pela convivência inevitável com os patógenos sistêmicos.

Em condições de campo, normalmente, a cultura encontra-se em infecção viral múltipla, por estar infectada por dois ou mais vírus de diferentes grupos taxonômicos (FAJARDO et al., 2001).

No Brasil, a cultura do alho sofre com a infecção de três gêneros de vírus: *Potyvirus*, *Allexivirus* e *Carlavirus* (MARODIN, 2014; MITUTI, 2013). Dentre as espécies presentes no país, duas são do gênero *Potyvirus*: *Leek yellow stripe virus* (LYSV) e *Onion yellow dwarf virus* (OYDV); duas do gênero *Carlavirus*: *Garlic common latent virus* (GarCLV) e *Shallot latent virus* (SLV) e seis do gênero *Allexivirus*: *Garlic mite-borne filamentous virus* (GarMbFV), *Garlic virus A* (GarV-A), *Garlic virus B* (GarV-B), *Garlic virus C* (GarV-C), *Garlic virus D* (GarV-D) e *Garlic virus X* (GarV-X) (KLUKACKOVÁ; NAVRÁTIL; DUCHOSLAV, 2007; MELO FILHO et al., 2004; MITUTI, 2009; MITUTI et al., 2011; OLIVEIRA, 2013).

Externamente à planta, os sintomas do ataque viral são, basicamente, o subdesenvolvimento, sendo observado baixo vigor vegetativo e consequente redução no tamanho e peso dos bulbos e bulbilhos (SOUZA; MACÊDO, 2009). Podem apresentar estrias de cor verde claro ou amarelo nas folhas, conhecidas como “mosaico do alho” (PAVAN, 1998), relacionada com a redução significativa na concentração de clorofila das folhas (MESSIAEN; YOUCEF-

BENKADA; BEYRIES, 1981). As plantas infectadas apresentam, ainda, redução da área foliar, altura das plantas e massa dos bulbos (CANAVELLI; NOME; CONCI, 1998).

Internamente acontecem várias alterações em nível celular. Os vírus possuem proteínas codificadas que interagem com as proteínas da planta hospedeira, a fim de executar suas funções e permitir o sucesso da infecção viral (DEON; LAPIDOT; BEACHY, 1992). Após penetrar nas células, passam a comprometer os processos celulares em todos os níveis, sendo, inicialmente, feita a ativação e o bloqueio de algumas atividades celulares (ANDRÉ, 2010). Em seguida, ocorrem mudanças histológicas visíveis nas plantas. Nos componentes celulares, os vírus podem acarretar acúmulo de proteínas, como inclusões cristalinas, afetando os componentes celulares da planta hospedeira (HULL, 2002) e apresentar deformidades nas mitocôndrias e nos cloroplastos, causando, também, desorganização interna da última organela (EL-ELA; AMER; KHATAB, 2006; HULL, 2002; ZECHMANN; MÜLLER; ZELNIG, 2003). Dessa forma, a infecção viral altera os processos fisiológicos e bioquímicos vitais da planta, como o acúmulo de nutrientes em órgãos de armazenamento, desenvolvimento de tecidos jovens, absorção e transporte de água e elementos minerais, utilização das substâncias elaboradas por meio da fotossíntese (TAIZ; ZAIGER, 2006), reduzindo, também, a taxa fotossintética (ARIAS; LENARDON; TALEISNIK, 2003; GONÇALVES et al., 2005; ROWLAND et al., 2005; SAMPOL et al., 2003). Outros estresses observados nas plantas viróticas são alteração na respiração, na síntese de proteínas, no transporte de assimilados e na ação de reguladores de crescimento (GIBBS; HARRISON, 1979; VICENTE, 1979).

Todas essas alterações prejudicam substancialmente a produtividade e qualidade do alho, sendo essas infecções causadas pelos vírus difíceis de serem evitadas em virtude da eficiente transmissão por insetos vetores e por bulbilhos

contaminados no plantio (APELFELER; FERNANDES, 2012). Em testes de transmissão, realizados com *Potivirus* LYSV e OYDV, El-Wahab (2009) encontrou nove espécies de afídeos como vetores, sendo os alados menos eficientes que os ápteros na transmissão dos vírus. Os pulgões transmitem os gêneros *Potivirus* e *Carlavirus*, enquanto o gênero *Allexivirus* é transmitido por meio de ácaros da espécie *Aceria tulipae* (KING et al., 2011). Apesar do controle poder ser realizado quimicamente, por meio de pulverizações com inseticidas e acaricidas, a pulverização tem pouco efeito no controle da transmissão das viroses, pois os vetores transmitem os vírus antes de morrer.

Todo esse sistema de transmissão de doenças afeta drasticamente a cultura, com vários casos de perda de produtividade e qualidade relatados na literatura brasileira (MELO FILHO et al., 2006; SILVA; SOUZA; PASQUAL, 2010; TANABE, 1999). São encontradas reduções de 67% em cultivares seminobres no campo (SILVA; SOUZA; PASQUAL, 2010) e aumentos na produção de 141% em plantas de cultura de meristemas, em relação às infectadas, durante sete anos no campo (MELO FILHO et al., 2006).

Contudo, as plantas infectadas podem ser usadas por certo período no campo sem grandes perdas para o produtor. Silva, Souza e Pasqual (2010), trabalhando com cultivares seminobres oriundas de cultura de tecidos e multiplicação convencional, concluem que as cultivares podem ser multiplicadas convencionalmente por pelo menos nove anos consecutivos. Para cultivares nobres, Mituti (2013), analisando a taxa de reinfecção pelos três gêneros de vírus que infectam o alho nobre, verificou a viabilidade do uso de bulbilhos-sementes no campo por até três anos consecutivos, após o quarto ou quinto ano a produção poderá se igualar às sementes 100% infectadas, perdendo então a viabilidade de uso.

Uma vez relatadas as perdas dos materiais infectados, torna-se necessária a eliminação dos vírus presentes nas cultivares comerciais existentes

para resgatar seu potencial produtivo. Dentre as formas de eliminação de vírus do alho, tem-se a utilização de bulbilhos aéreos, contudo, Mituti et al. (2014) verificaram que é inviável, para multiplicação de sementes, quando as matrizes são provenientes de materiais infectados, sendo necessária a indexação do material. A cultura de meristemas destaca-se dentre os métodos utilizados para a limpeza de vírus, segundo Resende et al. (1999), plantas de alho oriundas do cultivo de meristemas podem aumentar em até 100% a produção em comparação às plantas de multiplicação convencional.

2.4 Cultura de ápices caulinares

A cultura de ápices caulinares ou também chamada cultura de meristemas é uma forma de clonagem a partir de gemas presentes nos estágios iniciais do desenvolvimento vegetal. Vários são os fundamentos relatados na literatura para a incapacidade dos vírus de infectar tecidos meristemáticos. Matthews (1991) explica que a ausência de vascularização em tecidos meristemáticos dificulta a disseminação dos vírus nesses tecidos. Guerra e Nodari (2006), também, corroboram com os autores supracitados relatando que a plasmodesmata do meristema é menor que o DNA dos vírus, impossibilitando sua passagem para esse tecido, esses mesmos autores informam que o rápido crescimento e uso de metabólitos pelo tecido meristemático, também, prejudicam a disseminação viral ao limitar a energia a ser utilizada para sua multiplicação. Ward (2009) cita a indisponibilidade de enzimas chaves nesses tecidos como barreira aos vírus.

Apesar de crescente uso nos últimos anos, avanços de décadas passadas possibilitaram maior desenvolvimento e eficácia dessa técnica. As concentrações, disponibilidade e interação dos reguladores vegetais auxina e citocinina, que controlam a formação das raízes, parte aérea e calo são relatados em trabalhos clássicos (SKOOG; MILLER, 1957); assim como o

desenvolvimento de meios de cultura e tempo de cultivo *in vitro* (CHRISTIANSON; WARNICK, 1988).

Para a produção de calos vegetais, a partir de cultura de meristemas, são utilizados ápices meristemáticos com nenhum a dois primórdios foliares e uso de auxina exógena para a formação do tecido calogênico (MOHAMMED et al., 2013). Objetivando a produção de novas plantas de alho, a partir de materiais contaminados, são realizados os seguintes passos básicos: seleção dos bulbos, remoção da túnica que envolve os bulbilhos, remoção da folha de reserva, seleção dos bulbilhos, assepsia com etanol a 70% seguido de hipoclorito de sódio a 3%, lavagem total do hipoclorito em câmara de fluxo laminar com água destilada, remoção das folhas de brotação, remoção do explante com a região meristemática apical, transferência para o meio de cultivo Agar sólido, desenvolvimento em sala de crescimento a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ com fotoperíodo de 16 h de luz fluorescente branca fria; após desenvolvimento inicial, transferência para o meio de bulbificação; coleta dos bulbilhos únicos após 60 a 80 dias. Depois da coleta, os bulbilhos são armazenados em temperatura ambiente até o início do período de vernalização de 50 dias, sendo posteriormente colocados para germinar em meio esterilizado, sendo esse o primeiro plantio, colhendo bulbilhos únicos, no terceiro plantio os bulbilhos se dividem. Finalmente os bulbilhos são levados para multiplicação em telados antiafídeos para gerar material de plantio para a produção comercial a campo.

Para verificar se houve a completa eliminação de vírus dos materiais, no Brasil, ainda, é utilizado o teste ELISA (ensaio de imunoadsorção enzimática) indireto com uso de antissoro policlonal contra *Potyvirus* e *Carlavirus*, não podendo ser identificada a espécie de vírus presente. Porém Lunello et al. (2004) relatam que o teste PCR (reação em cadeia da polimerase) quantitativo pode ser empregado com eficiência 60 a 70% superior que o teste ELISA na detecção dos *Potyvirus* OYDV e LYSV. Para *Allexivirus*, a análise de RT-PCR é uma

metodologia econômica, rápida e segura para sua detecção na cultura (NASCIMENTO et al., 2008).

A superioridade das cultivares é citada por vários autores (FAJARDO, 1998; RESENDE; GUALBERTO; SOUZA, 2000; TANABE, 1999). Tanabe (1999), avaliando cultivares seminobres, verificou que apesar das plantas vindas de cultura de tecidos sofrerem novamente redução de produtividade com os plantios sucessivos a campo, no primeiro ano sua produção é aumentada em 100% quando comparada à mesma cultivar infectada usada pelo alhicultor. Resende, Gualberto e Souza (2000), avaliando quatro cultivares de multiplicação convencional e cultura de meristemas apicais, observaram que, para todas as características relacionadas à produção, as plantas multiplicadas "*in vitro*" superaram as convencionais. Fajardo (1998) encontrou que cultivares que passaram por limpeza viral no primeiro ano de plantio superaram as infectadas em 6,35 t.ha⁻¹.

Para cultivares nobres, há poucos trabalhos evidenciando o efeito das cultivares de cultura de tecidos em relação às infectadas. Marodin (2014) observou que o clone Chonan livre de vírus possui superioridade na produtividade comercial e na proporção de bulbos maiores (classes 4, 5 e 6), quando comparado à mesma cultivar infectada pelo complexo viral formado pelos gêneros *Allexivirus*, *Carlavirus* e *Potyvirus*. O autor supracitado também relata que o clone livre de vírus responde ao maior espaçamento, produzindo bulbos de maior classe comercial. Mituti (2013), avaliando por três anos a cultivar Caçador, concluiu que a reincidência dos vírus, com o passar do número de plantios a campo, diminui a produtividade conforme o aumento do nível de infecção do material.

Dentre as formas de minimizar as perdas com os anos de plantio a campo, tem-se utilizado o telado antiafídeos, que por possuírem orifícios menores que os pulgões, impossibilitam seu ataque à cultura, evitando a

reincidência viral. Contudo, em razão do alto custo para o produtor, os telados são utilizados com sucesso para a multiplicação de material propagativo, obtendo êxito quanto ao controle do superbrotamento (FERNANDES et al., 2010; LIMA et al., 2008), em virtude da maior temperatura em seu interior quando comparado ao cultivo a céu aberto (DUARTE et al., 2011; SENTELHAS; SANTOS, 1995).

3 CONCLUSÃO

As cultivares apresentam alta produtividade de bulbos de alho planta no campo e no telado. As cultivares Ito, Jonas e Caçador apresentam mais de 90% de sua produção como comercial, demonstrando boa qualidade produtiva. As cultivares Chonan e Quitéria não possuem produção satisfatória no campo devido ao alto índice de superbrotamento, sendo indicadas para produção apenas no telado. O superbrotamento das cultivares no telado é controlado por sua maior temperatura e irrigação de maior eficiência. Todas as cultivares apresentam melhor desempenho no telado. As cultivares Ito, Jonas e Caçador apresentaram desempenho satisfatório apenas neste primeiro ano no campo. As cultivares Ito e Caçador apresentam as menores reduções no segundo ano de cultivo. A cultivar Quitéria apresenta os piores valores para todas as características avaliadas.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. S. F. **Diagnose, disseminação e efeitos do complexo viral do alho (*Allium sativum* L.) em regiões produtoras do Brasil**. 2010. 147 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. **Gazeta**: Santa Cruz do Sul, 2013. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013. 88 p. Disponível em: <http://www.icna.org.br/sites/default/files/artigo/Anuario_hortalicas_2013_0.pdf>. Acesso em: 30 fev. 2015.

APELFELER, D.; FERNANDES, F. R. Regeneração de plantas de alho in vitro após o cultivo de ápices caulinares 2. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA HORTALIÇAS, 2., 2012, Brasília. **Resumos...** Brasília: Horticultura Brasileira, 2012. 1 CD-ROM.

ARIAS, M. C.; LENARDON, S.; TALEISNIK, E. Carbon metabolism alterations in sunflower plants infected with the Sunflower chlorotic mottle virus. **Journal of Phytopathology**, Córdoba, v. 151, n. 1, p. 267-273, May 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. Brasília: ANAPA, 2015. Disponível em: <<http://www.anapa.com.br/simples/?p=3929>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

AUGUSTIN, E.; GARCIA, A. Classificação isoenzimática, morfológica e agrônômica de genótipos de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 10-131, maio 1993.

BORTOLI, S. A. de; CASTELLANE, P. D. Comportamento de genótipos de alho ao ataque de Thripstabaci. **Horticultura Brasileira**, Jaboticabal, v. 8, n. 1, p. 19-21, maio 1990.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. MS 13413 DF 2008/0058891-7. Mandado de segurança. Comércio exterior. Direito antidumping. Importação de alho fresco e refrigerado originário da República Popular da China. Resolução Camex 52/2007. Legitimidade. Relator: Teori Albino Zavascki. **Diário da Justiça**, Brasília, DF, 06 out. 2008. Disponível em: <<http://stj.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/848165/mandado-de-seguranca-ms-13413-df-2008-0058891-7>>. Acesso em: 24 abr. 2015.

- BRAZIL TRADE NET. **Perfil do mercado brasileiro para alhos frescos ou refrigerados, originários da Argentina**. Oxford: Brazil Trade Net, 2010. Disponível em: <<http://www.brasilexport.gov.br/sites/default/files/publicacoes/PSCI/PSCIArgentinaAlho.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2015.
- BÜLL, L. T. et al. Produção de bulbos e incidência de pseudoperfilamento na cultura do alho vernalizado em função de adubações potássicas e nitrogenadas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 3, p. 247-255, dez. 2002.
- CANAVELLI, A.; NOME, S. F.; CONCI, V. C. Efecto de distintos vírus en La producción de ajo (*Allium sativum*) Rosado Paraguayo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 354-358, out. 1998.
- CHRISTIANSON, M. L.; WARNICK, D. A. Organogenesis *in vitro* as a developmental process. **HortScience**, Pleasanton, v. 23, n. 3, p. 515-519, June 1988.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 29 out. 2013.
- CORRÊA, T. M. et al. Adubação química e cobertura morta em alho proveniente de cultura de tecidos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 601-604, out./dez. 2003.
- DALLAMARIA, G. C. M. **Batata show: a cultura do alho no Brasil**. Itapetininga: Batata Show, 2003. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista06_025.htm>. Acesso em: 06 mar. 2015.
- DEON, C. M.; LAPIDOT, M.; BEACHY, R. N. Plant virus movement proteins. **Cell**, Cambridge, v. 69, n. 2, p. 221-224, Apr. 1992.
- DUARTE, L. A. et al. Alterações na temperatura do ar mediante telas nas laterais de ambientes protegidos cultivados com tomateiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 148-153, fev. 2011.
- EL-ELA A. A. A.; AMER, M. A.; KHATAB, E. A. H. Cytological and molecular studies of an Egyptian isolate of Carnation vein mottle Potyvirus. **Egyptian Journal of Virology**, Cairo, v. 3, n. 1, p. 1-18, May 2006.
- EL-WAHAB, A.S.A. Aphid-transmission efficiency of two main viruses on garlic in Egypt, Onion yellow dwarf virus (OYDV-G) and Leek yellow stripe

virus (LYSV-G). **Academic Journal of Entomology**, Cairo, v. 2, n. 1, p. 40-42, Mar. 2009.

ETOH, T.; SIMON, P. W. Diversity, fertility and seed production of garlic. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. **Allium crop sciences: recent advances**. Wallingford: CAB International, 2002. p. 101-118.

FAJARDO, T. V. M. **Estudo da degenerescência por viroses e caracterização molecular do complexo viral da cultura do alho (*Allium sativum L.*)**. 1998. 121 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

FAJARDO, T. V. M. et al. Garlic viral complex: identification of potyviruses and carlaviruses in Central Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 619-626, set. 2001.

FERNANDES, L. J. C. et al. Resposta de plantas de alho livres de vírus ao nitrogênio em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 97-101, mar. 2010.

FERREIRA, F. A. et al. Desenvolvimento de alho cvs. Chonan e Quitéria após armazenamento refrigerado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 8-10, maio 1991.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora da UFV, 2003. 402 p.

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

GARCIA, A.; PETERS, J. A.; CASTRO, L. A. S. Formação de estoques pré-básicos de alho-semente e estudo da sensibilidade da cultura à infecção por vírus. **Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 42-44, jul. 1989.

GIBBS, A.; HARRISON, B. **Plant virology: the principles**. New York: Buffer and Turner, 1979. 292 p.

GONÇALVES, M. C. et al. Sugarcane yellow leaf virus infection leads to alterations in photosynthesis efficiency and carbohydrate accumulation in

sugarcane leaves. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 10-16, ago. 2005.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Material didático de apoio à disciplina de Biotecnologia**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006. Disponível em: <<http://www.cca.ufsc.br/lfldgv/Apostila.htm>>. Acesso em: 08 out. 2014.

HULL, R. **Matthew's plant virology**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 2002. 1001 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201409.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201409.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2013. 2014.

KAMENETSKY, R.; RABINOWITCH, H. D. Florogenesis. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. (Ed.). **Allium crop sciences: recent advances**. Wallingford: CAB International, 2002. p. 31–58.

KING, A. M. K. et al. **Virus taxonomy**: ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. London: Elsevier, 2011. 1327 p.

KLUKACKOVÁ, J.; NAVRÁTIL, M.; DUCHOSLAV, M. Natural infection of garlic (*Allium sativum* L.) by viruses in the Czech Republic. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Stuttgart, v. 3, n. 4, p. 97-100, July 2007.

LIMA, C. P. de et al. Produtividade e características comerciais do alho vernalizado em função de doses de nitrogênio. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 48-55, set. 2008.

LUNELLO, P. et al. Ultra-sensitive detection of two garlic potyvirus using real-time fluorescent (Taqman®) RT-PCR assay. **Journal of Virological Methods**, Madri, v. 118, n. 1, p. 15-21, July 2004.

MARODIN, J. C. **Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do alho-semente e densidade de plantio**. 2014. 97 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

- MATTHEWS, R. E. F. Transmission, movement and host range. In: MATTHEWS, R. E. F. (Ed.). **Plant virology**. 3. ed. San Diego: Academic/Harcourt Brace Jovanovich, 1991. p. 358–371.
- MELO FILHO, P. A. et al. Detection of three *Allexivirus* species infecting garlic in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 735-740, ago. 2004.
- MELO FILHO, P. A. et al. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. **European Journal of Plant Pathology**, Amsterdã, v. 116, n. 2, p. 95-101, Feb. 2006.
- MENEZES SOBRINHO, J. A. Origem e botânica do alho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 48, p. 14, dez. 1978.
- MESSIAEN, C. M.; YOUCEF-BENKADA, M.; BEYRIES, A. Rendiment potential et tolerance aux virus chez l'ail (*Allium sativum* L.). **Agronomie**, Paris, v. 1, n. 9, p. 759-762, Aug. 1981.
- MITUTI, T. et al. Bulbilhos aéreos de alho, provenientes de escapes florais, são infectados por vírus. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 4, p. 368-370, Dec. 2014.
- MITUTI, T. et al. First report of Shallot latent virus in Garlic in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95, n. 2, p. 227, Feb. 2011.
- MITUTI, T. **Levantamento das principais viroses na cultura do alho (*Allium sativum* L.) e caracterização de carlavirus em algumas regiões produtoras do Brasil**. 2009. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- MITUTI, T. **Viroses do alho: métodos de diagnose e degenerescência do alho-semente livre de vírus**. 2013. 98 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.
- MOHAMMED, H. S. et al. Occurrence and Phylogenetic Analysis of Potyviruses, Carlaviruses and Allexiviruses in Garlic in Sudan. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 161, n. 9, p. 642-650, Sept. 2013.
- MOTA, J. H. **Diversidade genética e características morfológicas, físicos-químicas e produtivas de cultivares de *Allium sativum* L.** 2003. 66 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MOTA, J. H. et al. Diversidade genética de cultivares de alho (*Allium sativum* L.) por meio de marcador molecular RAPD. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 764-770, ago. 2004.

MOTA, J. H. et al. Similaridade genética de cultivares de alho pela comparação de caracteres morfológicos, físico-químicos, produtivos e moleculares. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2 p. 156-160, jun. 2006.

MOTA, J. H. et al. Similaridade morfológica de cultivares de alho (*Allium sativum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Lavras, v. 4, n. 8, p. 1-8, dez. 2005.

NASCIMENTO, R. J. do et al. Detecção de allexivirus em primórdios foliares de alho via RT-PCR. **Summa Phytopatológica**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 267-269, jul. 2008.

NETA ROTEM et al. Flower development in garlic: the ups and downs of gaLFY expression. **Planta**, Lisboa, v. 233, p. 1063–1072, May 2011.

OLIVEIRA, C. M. et al. Época de colheita e potencial de armazenamento em cultivares de alho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 804-807, out./dez. 2004.

OLIVEIRA, M. L. D. et al. Analysis of the presence of viruses in garlic seed produced by thermotherapy culture and tissue. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 75-77, jan. 2014.

OLIVEIRA, M. O. **Caracterização de ALLEXIVIRUS em alho nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste brasileiro e análise da sanidade vegetal do alho obtido por cultura de meristema e termoterapia na FCA/UNESP**. 2013. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. Disponível em: <www.faostat.org>. Acesso em: 16 maio 2013.

PAVAN, M. A. **Viroses em alho nobre: identificação, estabelecimento de métodos eficientes para obtenção de plantas livres de vírus, seleção de clones assintomáticos em campo e avaliação comparativa do desempenho em condições controladas**. 1998. 116 p. Tese (Livre-Docência em

Fitopatologia Geral) – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 1998.

POOLER, M. R.; SIMON, P. W. True seed production in garlic. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 7, n. 5, p. 282–286, Sept. 1994.

PORTAL DIA DE CAMPO. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=27959&secao=Nutri%E7%E3o%20Animal>>. Acesso em: 26 maio 2015.

RAMOS, R. S. et al. Controle químico da ferrugem *Pucciniaallii* (DC.) Rud) e da mancha púrpura (*Alternaria porri* (EH.) Cif.) do alho (*Allium sativum* L.). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 197-209, nov. 1987.

REGHIN, M. Y.; KIMOTO, T. Dormência, vernalização e produção de alho após diferentes tratamentos de frigidificação de bulbilhos-semente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 73-79, maio 1998.

REIS, A.; HENZ, G. P.; LOPES, C. A. **Sistema de produção de cebola no nordeste: doenças**. Brasília: Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção, 2004. 48 p. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cebola/doencas.htm>>. Acesso em: 11 out. 2014.

RESENDE, F. F.; SOUZA, R. J. de; PASQUAL, M. Comportamento em condições de campo de clones de alho obtidos por cultura de meristema. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 44-46, set. 1995.

RESENDE, F. V. et al. Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 118-124, jul. 1999.

RESENDE, F. V.; DUSI, A. N.; MELO, W. F. de. **Recomendações básicas para a produção de alho em pequenas propriedades**. Brasília: EMBRAPA/CNPH, 2004. 11 p. (Comunicado Técnico, 22).

RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho provenientes de cultura de tecidos e propagação convencional. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 61-66, jan. 2000.

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. 2001a.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. de. Efeitos de tipos de bulbos e adubação nitrogenada sobre a produtividade e características comerciais do alho cv. "Quitéria". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 320-323, nov. 2001b.

ROWLAND, D. et al. Tomato spotted wilt virus in peanut tissue types and physiological effects related to disease incidence and severity. **European Journal of Plant Pathology**, Amsterdã, v. 54, n. 4, p. 431-440, July 2005.

SALOMON, R. Virus diseases in garlic and the propagation of virus-free plants. In: RABINOWITCH, H. D.; CURRAH, L. (Ed.). **Allium crop science: recent advances**. New York: CABI, 2002. Cap. 13, p. 311-327.

SAMPOL, B. et al. Analysis of the virus-induced inhibition of photosynthesis in malmsey grapevines. **New Phytologist**, Lancaster, v. 160, n. 2, p. 403-412, Nov. 2003.

SCOTTON, D. C. **Otimização do cultivo *in vitro* visando a transformação genética das cultivares brasileiras de alho (*Allium sativum L.*)**. 2007. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo Protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 108-115, ago. 1995.

SILVA, E. C.; SOUZA, R. J. de; PASQUAL, M. Diferenças de produtividade entre cultivares de alho obtidas por cultura de tecidos e multiplicação convencional, em um período de nove anos consecutivos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 692-697, set. 2010.

SILVA, J. L.O. da; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos do choque frio sobre algumas características agronômicas do alho Chonan. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1051-1059, set. 1985.

SIMON, P. W.; JENDEREK, M. M. Flowering, seed production and the genesis of garlic breeding. **Plant Breed Reviews**, Madison, v. 23, n. 1, p. 211-244, 2003.

SIQUEIRA, W. J.; TAVARES, M.; TRANI, P. E. Variedades de alho para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Instituto Agronômico de Campinas**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-26, set. 1996.

SKOOG, F.; MILLER, C. O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro. **Symposia of the Society for Experimental Biology**, Cambridge, v. 11, n. 54, p. 118-231, May 1957.

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

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

TANABE, C. M. N. **Avaliação da degenerescência em campo causada por fitovirose na cultura do alho (*Allium sativum* L.)**. 1999. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

TERRA, B. J. de O.; ARAUJO, J. C. de; SOUZA, R. J. de. Características morfológicas e produtividade de cultivares de alho em manejo orgânico na microrregião do Campo das Vertentes–MG. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 3, p. 65-72, dez. 2013.

VICENTE, M. Fisiologia de plantas infectadas por vírus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 181-187, mar. 1979.

WARD, L. I. A survey of viral diseases of *Allium* crops in New Zealand. **Australasian Plant Pathology**, Camberra, v. 38, n. 5, p. 533-539, Sept. 2009.

ZAMBOLIM, L.; JACCOUD FILHO, D. S. A. Doenças causadas por fungos em alho e cebola. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. do; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas: hortaliças**. Viçosa: Editora da UFV, 2000. p. 1-42.

ZECHMANN, B.; MÜLLER, M.; ZELLNIG, G. Cytological modifications in Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV)-infected Styrian pumpkin plants. **Archives of Virology**, Tóquio, v. 148, n. 6, p. 1119-1133, June 2003.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

Redigidos conforme as normas da revista
Horticultura Brasileira (ISSN: S0102-0536)

**ARTIGO 1 Produtividade de alho-planta proveniente de
cultura de tecidos em condições de telado antiafídeos e campo**

Redigido conforme as normas da revista
Horticultura Brasileira (ISSN: S0102-0536)
(versão aceita)

Resumo

Este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e qualidade do bulbo-semente de cinco cultivares de alho nobre livre de vírus sob condições de telado antiafídeos e campo. O experimento foi em parcelas constituídas por canteiros de 1,2 m de largura com seis linhas de plantio de 1,0 m de comprimento, arranjadas em fileiras duplas de 0,38 m. Os tratamentos constaram de cinco cultivares de alho nobre: Ito, Roxo Pérola de Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria em duas condições de plantio, campo e telado antiafídeos. Antes do plantio os bulbilhos-semente foram vernalizados por 50 dias em câmara fria a 4 °C, ± 2 °C e 60 a 70% de umidade relativa. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo realizadas em cada ambiente de cultivo e após verificada a homogeneidade das variâncias residuais entre os experimentos, realizou-se a análise conjunta. Foram avaliados a produtividade total e comercial de bulbos; porcentagem de bulbos superbrotados; porcentagem de massa seca dos bulbos; número de bulbilhos por bulbo da produção comercial; e massa média de bulbilhos da produção comercial. Em ambos ambientes, Ito, Jonas e Caçador apresentaram produtividade comercial superior a 90% da produtividade total, sendo indicadas para produção de alho-planta no campo e no telado. Chonan e Quitéria são indicadas para produção apenas no telado. Houve características produtivas satisfatórias das cultivares Ito, Jonas e Caçador neste primeiro ano no campo.

Palavras-chave: *Allium sativum*, cultivo protegido, ambientes de cultivo, meristema, bulbilho-semente.

Garlic-plant productivity of tissue culture in conditions of anti afideos screens and field

Abstract

This work aimed to evaluate the productivity and quality of the bulb-seed of five virus free noble garlic cultivars under conditions of anti aphids screen and field. The experiment was conducted in plots consisting in plats of 1.2 m width with six lines of planting of 1.0 m long, arranged in double rows of 0.38 m. The treatments were five cultivars of noble garlic Ito, Roxo Pérola de Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria in two conditions plantation, anti aphid screens and field, aimed at producing of garlic-plant. Before planting the clove - seed were vernalized for 50 days in a cold room at $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ and 60 to 70% relative humidity. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. Data were subjected to analysis of variance, being conducted in each cultivation environment and after verified the homogeneity of residual variances between experiments, there was the joint analysis. Were evaluated the total and marketable yield of bulbs; indexes of secondary growth bulbs in percentage; percentage of dry mass of bulbs; number of cloves per bulb of commercial production; and average weight of cloves of commercial production. In both environments, Ito, Jonas and Caçador showed marketable productivity superior to 90% of total productivity, being recommended for garlic-plant production in field and greenhouse. Chonan and Quitéria are suitable for production only in greenhouse. There was satisfactory productive traits of the cultivars Ito, Jonas and Caçador in the first year in the field.

Keywords: *Allium sativum*, protected cultivation, cultivation environments, meristem, cloves seed.

1. Introdução

A cultura do alho (*Allium sativum* L.) possui grande abrangência nacional, sendo os bulbilhos usados na culinária devido seus valores nutricionais, medicinais e condimentares (Filgueira, 2008). A produção nacional não consegue suprir a demanda, sendo necessárias importações, principalmente da Argentina e China (Kreuz & Souza, 2006), posicionando o Brasil como o segundo maior importador da cultura (FAO, 2012). Porém, o Brasil tem condições de aumentar sua produção, sendo necessário para isso o conhecimento das cultivares mais adaptadas a cada região e época de cultivo.

As cultivares pertencentes ao grupo nobre são segundo a portaria nº 242/92 do Ministério da Agricultura, alhos que apresentam, dentre outras características, no máximo 20 bulbilhos por bulbo. Essas cultivares vêm conquistando espaço no cenário nacional, devido à produção de bulbos de melhor classificação comercial que as cultivares do grupo seminobre (Resende *et al.*, 2013). Entretanto, tais cultivares possuem restrições ao plantio nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, devido ao fotoperíodo insuficiente e temperaturas mais elevadas; por isso necessitam de vernalização antes do plantio para indução da bulbificação (Filgueira, 2008).

Os alhos nobres são os mais afetados pelo superbrotamento, anomalia genético-fisiológica que reduz a qualidade e produtividade da cultura, afetando tanto a produção do alho-semente, quanto à produção destinada ao consumo. Dentre as causas do superbrotamento podem-se destacar a falta de vernalização, maiores teores de nitrogênio e altos níveis de irrigação (Lucini, 2003), sendo encontrados valores variáveis conforme as condições de cultivo. Em trabalho desenvolvido em Lavras – MG, Souza & Macêdo (2004) encontraram valores de 0 a 76,7% de superbrotamento em função de diferentes cultivares provenientes de cultura de tecidos. Também há relatos de reduções na produtividade em sucessivos plantios no campo devido ao acúmulo de vírus na cultura (Silva *et*

al., 2010). Contudo, cultivares provenientes de cultura de tecidos possuem potencial de produtividade superior a 13 t.ha⁻¹ de alho comercial em condições de campo (Macêdo *et al.*, 2006; Macêdo *et al.*, 2009).

Com a necessidade de manter a qualidade fitossanitária e fisiológica do material propagativo, têm-se utilizado o telado antiafídeos para a produção de alho-planta. Esse ambiente de cultivo evita a incidência de vírus evitar a presença de pulgões, vetores eficientes de transmissão de patógenos e pragas que causam na cultura a chamada degenerescência, responsável pela redução da qualidade e quantidade da produção em cultivos sucessivos. Apesar de poucos trabalhos avaliando a produtividade de alho-planta em telado, já foi relatado em condições de cultivo protegido, produtividade comercial superior a 9,0 t.ha⁻¹, sem ocorrência de superbrotamento (Fernandes *et al.*, 2010).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade do bulbo-semente de cinco cultivares de alho nobre livre de vírus sob condições de telado antiafídeos e campo.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido de 24 de abril a 12 de setembro de 2013 em condições de campo e em telado antiafídeos (casa de vegetação com cobertura e laterais em tela antiafídeos branca com 20 fios por cm), no Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, localizado em Lavras, Sul de Minas Gerais, a 21° 14' de latitude sul, 45° 00' de longitude oeste de Greenwich; altitude de 918 m.

A análise química do solo do campo apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂): 5,9; Ca⁺⁺: 4,70 cmol_c.dm⁻³; Mg⁺⁺: 1,0 cmol_c.dm⁻³; P disponível (extrator Mehlich-1): 4,06 mg.dm⁻³; K⁺: 100,0 mg.dm⁻³; matéria orgânica: 2,9 dag.kg⁻¹; CTC: 6,14 cmol_c.dm⁻³, V%: 77,21; S: 11,3 mg.dm⁻³; Zn: 24,4 mg.dm⁻³; Fe: 24,7 mg.dm⁻³; Mn: 94,2 mg.dm⁻³; Cu: 5,5 mg.dm⁻³; B: 0,5 mg.dm⁻³ e textura argilosa (62% de argila).

A análise química do solo do telado antiafídeos apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂): 6,9; Ca⁺⁺: 3,9 cmol_c.dm⁻³; Mg⁺⁺: 0,4 cmol_c.dm⁻³; P disponível (extrator Mehlich-1): 36,8 mg.dm⁻³; K⁺: 162,0 mg.dm⁻³; matéria orgânica: 2,2 dag.kg⁻¹; CTC: 7,3 cmol_c.dm⁻³, V%: 64,4; S: 6,2 mg.dm⁻³; Zn: 5,7 mg.dm⁻³; Fe: 36,3 mg.dm⁻³; Mn: 17,8 mg.dm⁻³; Cu: 6,6 mg.dm⁻³; B: 0,5 mg.dm⁻³ e textura argilosa (48% de argila).

O preparo do solo foi feito pelo processo convencional sendo a calagem e adubação básica de plantio 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, sendo os nutrientes fornecidos nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, bórax e sulfato de zinco. Na adubação de cobertura foram aplicados 100 kg.ha⁻¹ de N, aos 20 e 80 dias após o plantio, sendo 30% e 70% respectivamente no 1º e 2º parcelamento, utilizando como fonte a uréia.

As parcelas foram constituídas por canteiros de 1,2 m de largura com seis linhas de plantio de 1,0 m de comprimento. As plantas foram arranjadas em fileiras duplas de 0,38 m, sendo o espaçamento entre linhas simples de 0,12 m e 0,10 m entre plantas nas fileiras. Os bulbilhos foram plantados com o ápice para cima na profundidade de 3 cm. A área útil foi composta por 20 plantas das quatro linhas centrais, desconsiderando-se 0,20 m nas extremidades de cada linha.

Os tratamentos foram cinco cultivares de alho nobre: Ito, Roxo Pérola de Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria, em duas condições de plantio, campo e telado antiafídeos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

Os bulbilhos-semente foram submetidos à vernalização por 50 dias em câmara fria a 4 °C, ±2 °C e 60 a 70% de umidade relativa. Foram selecionados

para plantio os bulbilhos retidos em peneira 3 (malha 8 x 17 mm) com IVD (índice visual de superação de dormência) superior a 70% sendo posteriormente tratados com o fungicida Rovral®.

A irrigação do experimento foi realizada a cada dois dias, até 20 dias antes da colheita, aplicando-se lâmina de 7 mm por meio do sistema de aspersão convencional no campo e por mangueiras micro perfuradas no telado antiafídeos. Aos 65 dias após o plantio, em ambos ambientes, a irrigação foi suspensa por 27 dias, visando o controle da incidência de superbrotamento. Aos 10 dias após o início do período de suspensão da irrigação houve uma precipitação de 17 mm, motivo do aumento no período de estresse hídrico. As demais práticas culturais e fitossanitárias foram realizadas de acordo com as necessidades e as recomendações para o alho (Filgueira, 2008).

O controle de doenças como mancha-púrpura e ferrugem, foi feito com produtos à base de mancozeb (3 g L⁻¹), tebuconazole (0,25 g L⁻¹), tiofanato-metílico (0,5 g L⁻¹) e oxiclóreto de cobre (1,7 g L⁻¹) sempre que necessário. O controle de pragas, como tripses e ácaros, foi efetuado mediante pulverizações com produtos à base de deltametrina (0,075 mL L⁻¹), clorfenapir (0,25 mL L⁻¹) e carbaril (1,5 mL L⁻¹). A infestação por plantas daninhas foi controlada por meio de capinas manuais e aplicações de herbicidas à base de linuron (2 mL L⁻¹) e oxadiazon (2,5 mL L⁻¹).

A colheita foi realizada aos 142 dias após o plantio, sendo posteriormente feita a pré-cura dos bulbos ao sol por três dias, com a folhagem protegendo os bulbos, e a cura em galpão à sombra por 60 dias. Durante esse período foi feita fumigação para controle de pragas de armazenamento pós colheita.

Foram avaliados a produtividade total de bulbos, pesando todos os bulbos da parcela; a produtividade comercial de bulbos, sendo considerados bulbos comerciais os de classe 4 e superiores (diâmetro superior a 37 mm),

conforme a Portaria nº 242 de 17/09/1992 do MAPA; a porcentagem de bulbos superbrotados; o número de bulbilhos por bulbo da produção comercial; a massa média de bulbilhos da produção comercial, pesando os bulbilhos da produção comercial e dividindo pelo número de bulbilhos; e a porcentagem de massa seca dos bulbos, sendo pesados após a toaleta, 10 bulbos da produção comercial, secos em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ até atingir massa constante, feito a pesagem da massa seca e dividido este valor pelo peso fresco.

Os dados foram submetidos à análise de variância, os de porcentagem foram transformados em raiz quadrada de $(x + 1)$. As análises de variância foram realizadas separadas em cada ambiente de cultivo e após verificada a homogeneidade das variâncias residuais entre os experimentos, realizou-se a análise conjunta. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio de software estatístico (Sisvar, v. 4.6) (Ferreira, 2011), recorrendo-se ao teste Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias.

3. Resultados e discussão

Pela análise conjunta (Tabela 1) houve efeitos significativos para cultivares para todas as características avaliadas. Houve significância para os ambientes de cultivo para produtividade comercial, número de bulbilhos por bulbo comercial, massa média de bulbilhos comerciais, porcentagem de massa seca de bulbos e porcentagem de superbrotamento. Houve interação das cultivares com os ambientes de cultivo para produtividade comercial, massa média de bulbilhos comerciais e porcentagem de superbrotamento.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para cinco cultivares de alho nobre cultivadas em condições de telado e campo (summary analysis of variance for five cultivars of noble garlic grown in greenhouse and field conditions). Lavras, UFLA, 2013.

FV	GL	Características					
		PT	PC	n°bulb/ bulbo	MMBulbi Com	%MS	% Superb
						38,05	
Cultivar (C)	4	14,98*	48,20*	5,18*	0,05*	*	8,58*
						73,77	
Ambiente (A)	1	0,57 ^{ns}	44,20*	13,46*	0,46*	*	67,83*
C x A	4	0,24 ^{ns}	12,06*	2,04 ^{ns}	0,63*	1,43 ^{ns}	8,58*
Resíduo	24	1,54	3,01	0,81	0,09	1,15	1,15
Média Geral		12,80	11,29	12,72	3,10	37,46	9,95
CV(%)		9,70	15,36	7,08	9,81	2,87	46,68

*Significativo a 5% de probabilidade. Quadrados médios da produtividade total de bulbos (PT), produtividade comercial de bulbos (PC), número de bulbilhos por bulbo comercial (n°bulb/bulbo), massa média de bulbilhos comerciais (MMBulbiCom), porcentagem de massa seca de bulbos (%MS) e porcentagem de superbrotamento (%Superb).

Para os valores de produtividade total (Tabela 2), a cultivar Quitéria foi inferior às demais e à média de produtividade comercial do estado de Minas Gerais em 2013, que foi de 13,42 t.ha⁻¹ (IBGE, 2014). Resende *et al.* (2013) avaliando cultivares de alho em campo, também constataram menor produtividade total da cultivar Quitéria em relação às cultivares Ito, Chonan, Jonas e Caçador. Macêdo *et al.* (2009), em experimento com a cultivar Caçador na quarta multiplicação em campo, encontraram produtividade total de 10,97

t.ha⁻¹, inferior a este trabalho, o que pode ser justificado pelo acúmulo de vírus com os sucessivos plantios no campo, reduzindo a produtividade da cultivar (Mueller *et al.*, 2005). As cultivares não diferiram no campo e telado quanto à produtividade total.

Tabela 2. Resultados de médias de cinco cultivares de alho nobre cultivadas em condições de telado e campo para as características produtividade total (PT), número de bulbilhos por bulbo comercial (n°bulb/bulbo) e porcentagem de massa seca dos bulbos (%MS) (results of averages for five cultivars of noble garlic grown in greenhouse and field conditions for the features total productivity (PT), number of bulbils by commercial bulb (n°bulb/bulbo) and dry matter percentage of bulbs (%MS)). Lavras, UFLA, 2013.

Cultivar	PT (t.ha ⁻¹)	n°bulb/bulbo	%MS
Ito	13,72 a	13,13 a	39,27 a
Chonan	12,84 a	12,38 ab	37,80 ab
Quitéria	10,43 b	11,48 b	33,89 c
Jonas	13,50 a	13,15 a	37,20 b
Caçador	13,53 a	13,48 a	39,14 a
Ambiente de cultivo			
Campo	12,68 a	12,14 b	38,82 a
Telado	12,92 a	13,30 a	36,10 b
Média	12,80	12,72	37,46

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

Para o número de bulbilhos por bulbo comercial, a cultivar Quitéria foi inferior às cultivares Ito, Jonas e Caçador. Segundo Resende (1997a), o mercado consumidor possui maior cotação para cultivares que apresentam bulbos de maior tamanho e com pequeno número de bulbilhos por bulbo, sendo essa uma das principais características atribuída aos alhos nobres. Contudo, para a

produção de alho-planta, um número maior de bulbilhos reflete em maior quantidade de material para plantio. O número de bulbilhos por bulbo comercial das cultivares não apresentou ampla faixa de valores, não prejudicando a massa média dos bulbilhos comerciais, fator importante para que os bulbilhos-semente tenham boas qualidades produtivas quando plantados (Marodin, 2014). Macêdo *et al.* (2006), avaliando o déficit hídrico com a cultivar Caçador em condições de campo em Lavras - MG, encontraram para o estresse de 20 dias com início aos 65 dias após o plantio, valor médio de 11,90 bulbilhos por bulbo, inferior ao da cultivar neste experimento, mostrando variações conforme as condições de cultivo. Comparando os ambientes de cultivo, no telado as cultivares produziram mais bulbilhos por bulbo, fator desejável à produção de alho-planta, e que mostra que a característica depende do ambiente de cultivo além da cultivar.

Quanto à porcentagem de massa seca dos bulbos, a cultivar Quitéria apresentou o menor valor. As cultivares obtiveram maiores valores de MS no campo, provavelmente devido a uma maior insolação nesse ambiente levando a uma maior produção de fotoassimilados. Para o alho-semente é benéfico um maior teor de massa seca, pois este se relaciona a um maior teor de nutrientes por peso que serão levados para o próximo plantio.

Devido ao efeito significativo da interação cultivares x ambientes de cultivo para as características de produtividade comercial de bulbos, massa média de bulbilhos comerciais e porcentagem de superbrotamento (Tabela 1), foi realizada a análise de desdobramento de cultivares em cada ambiente de cultivo e do ambiente em cada cultivar (Tabela 3). Para todas as variáveis observou-se efeito significativo de cultivares em pelo menos um ambiente de cultivo.

Tabela 3. Desdobramento da interação cultivar x ambiente de cultivo de cinco cultivares de alho nobre cultivadas em condições de telado e campo para as características produtividade comercial de bulbos (PC), massa média de bulbilhos comerciais (MMBulbiCom) e porcentagem de bulbos superbrotados (%Superb) (unfolding of the interaction cultivar x growing environment of five cultivars of noble garlic grown in greenhouse and field conditions for the features commercial production bulbs (PC), average weight of commercial bulbils (MMBulbiCom) and percentage of superbrotados bulbs (% Superb)). Lavras, UFLA, 2013.

Cultivar	PC (t.ha ⁻¹)		MMBulbiCom (g)		%Superb	
	Campo	Telado	Campo	Telado	Campo	Telado
Ito	12,17 aA	13,48 aA	2,81 abA	3,21 abA	10,40 bA	0,00 aB
Chonan	7,46 bB	12,45 abA	3,01 abA	3,33 abA	32,27 aA	0,00 aB
Quitéria	5,37 bB	9,79 bA	2,55 bB	3,51 aA	35,60 aA	0,00 aB
Jonas	12,92 aA	13,04 abA	3,22 aA	3,14 abA	3,63 bA	0,00 aA
Caçador	13,27 aA	12,96 abA	3,40 aA	2,86 bB	2,50 bA	0,00 aA
Média	10,24 B	12,34 A	3,00 B	3,21 A	16,88 A	0,00 B
CV (%)	15,36		9,81		46,68	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença na produtividade comercial de bulbos, com produções no campo superiores a 12,00 t.ha⁻¹ das cultivares Ito, Jonas e Caçador (Tabela 3). A produtividade comercial das cultivares Chonan e Quitéria no campo foi limitada a menos de 8,00 t.ha⁻¹ pelos índices de superbrotamento superiores a 30%, bem acima das demais cultivares. No telado verificou-se superioridade da cultivar Ito em relação à Quitéria. Resende *et al.* (2013), caracterizando morfológicamente cultivares de alho em campo, diferentemente deste trabalho, relataram produtividade comercial superior da cultivar Chonan em relação às cultivares Ito, Quitéria, Jonas e Caçador, contudo com produtividade média

dessas cultivares de 2,48 t.ha⁻¹, bem inferior ao encontrado nesse trabalho (10,24 t.ha⁻¹). Com a cultivar Caçador em condições de campo em Lavras, Macêdo *et al.* (2006), avaliando o déficit hídrico, encontraram no tratamento de déficit hídrico similar ao desse experimento, produtividade comercial de bulbos de 10,25 t.ha⁻¹ e Macêdo *et al.* (2009) encontraram 9,39 t.ha⁻¹, valores inferiores à cultivar Caçador neste trabalho (13,27 t.ha⁻¹). Contudo, nos trabalhos relatados não era o primeiro ciclo de cultivo no campo como neste, e segundo Silva *et al.* (2010) com plantios sucessivos no campo, as cultivares de alho tendem a reduzir sua produtividade devido principalmente ao acúmulo de vírus. Em telado, com a cultivar Caçador livre de vírus, Fernandes *et al.* (2010) encontraram 7,87 t.ha⁻¹ para a produtividade comercial de bulbos na mesma dosagem de nitrogênio utilizada neste trabalho, sendo tal produtividade inferior à encontrada para a mesma cultivar em telado (12,96 t.ha⁻¹). Essa diferença se justifica pelas condições ambientais de cultivo, tais como o fotoperíodo, a temperatura média mensal e o tempo de condução do experimento.

Comparando os ambientes de cultivo, o telado apresentou maior média de produtividade comercial para as cultivares Chonan e Quitéria, em razão das temperaturas mais elevadas do telado antiafídeos (Sentelhas e Santos, 1995; Duarte *et al.* 2011) refletirem em um menor índice de superbrotamento nesse ambiente (Souza e Macêdo, 2009) e das menores temperaturas do campo estimularem a diferenciação do bulbo quando o mesmo se encontra com baixo desenvolvimento vegetativo, provocando redução na produtividade (Lima *et al.*, 2008). A produtividade comercial de bulbos é a característica produtiva mais importante da cultura, uma vez que necessita-se que o alho nacional seja competitivo com o alho importado, geralmente de melhor aparência e aceitação comercial.

Para massa média de bulbilhos comerciais, no campo, a cultivar Quitéria foi inferior às cultivares Jonas e Caçador e no telado a cultivar Quitéria foi

superior a cultivar Caçador. A massa média de bulbilhos comerciais do campo foi inferior à do telado. Macêdo *et al.* (2006), avaliando períodos de estresse para controle do superbrotamento no campo com a cultivar Caçador em Lavras, encontraram 2,30 g por bulbilho, para o mesmo período de estresse realizado nesse trabalho. Macêdo *et al.* (2009), avaliando doses de nitrogênio com a cultivar Caçador em campo, encontraram para mesma dosagem deste trabalho, 2,79 g por bulbilho. Esses valores encontrados na literatura são inferiores ao deste trabalho provavelmente devido às sucessivas multiplicações da cultivar em campo nos outros experimentos, enquanto nesse a cultivar estava em seu primeiro ano de produção no campo (Mueller *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2010). A massa média de bulbilhos comerciais é de grande importância para o alho-planta, pois está relacionada à quantidade de reservas que o bulbilho levará ao campo em seu próximo ciclo, já sendo relatado aumento da produtividade comercial com o aumento do tamanho dos bulbilhos (Marodin, 2014). Comercialmente a característica associa-se a uma boa aparência do produto na prateleira, sendo o foco do consumidor no momento da compra por ser a parte comercializada utilizada como tempero.

Para a porcentagem de bulbos superbrotados, as cultivares Jonas, Caçador e Ito obtiveram os menores valores no campo, enquanto Chonan e Quitéria superbrotaram mais de 30%. Segundo Norio Hatasa (COOPADAP - Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba, 2012, informações pessoais), a cultivar Chonan é considerada muito suscetível ao superbrotamento nas condições do Alto Paranaíba – MG. Macêdo *et al.* (2006) encontraram 0,40% de superbrotamento da cultivar Caçador em campo utilizando o mesmo regime e estresse hídrico desse experimento, contudo, com início de suspensão da irrigação aos 65 dias, encontraram valores de 18,00, 17,60 e 18,30% de superbrotamento, respectivamente para 8, 12 e 16 dias de déficit hídrico, demonstrando a importância do tempo de déficit hídrico além do início do

estresse para o controle da característica. Outros trabalhos conduzidos no campo em Lavras encontraram diferentes valores da característica. Souza & Macêdo (2004), trabalhando com alhos nobres de cultura de meristemas, encontraram 0,00% de superbrotamento para as cultivares Chonan e Quitéria e 4,20% para Caçador, valores bem abaixo dos encontrados nesse experimento no campo, enquanto que Resende & Souza (2001) trabalhando em campo com doses de nitrogênio e tipos de bulbilhos (normais e superbrotados) encontraram 50,73% de superbrotamento para a cultivar Quitéria.

O superbrotamento é uma anomalia de causas genético-fisiológicas que influi negativamente na cultura, tanto do alho para consumo como para o plantio, sendo os alhos nobres muito sensíveis, pois absorvem mais nitrogênio, podendo promover maior taxa de superbrotamento (Resende 1997b). Para seu controle vem sendo utilizado com sucesso o déficit hídrico (Macêdo *et al.*, 2006), contudo, aos 10 dias após o início do período de suspensão da irrigação desse experimento, houve precipitação de 17 mm, o que acarretou no aumento do superbrotamento das cultivares.

A maior temperatura do telado antiafídeos em relação ao campo (Sentelhas e Santos, 1995; Duarte *et al.* 2011), simultaneamente com a irrigação de maior eficiência, contribuíram para evitar o superbrotamento nesse ambiente (Souza e Macêdo, 2009). Fernandes *et al.* (2010) trabalhando em telado com a cultivar Caçador livre de vírus e com irrigação por gotejamento, também não encontraram bulbos pseudoperfilhados, assim como Lima *et al.* (2008), trabalhando com doses de nitrogênio na mesma cultivar e utilizando irrigação manual controlada, não relataram superbrotamento em condições de telado.

4. Conclusão

Em ambos ambientes, Ito, Jonas e Caçador apresentaram produtividade comercial superior a 90% da produtividade total, sendo indicadas para produção

de alho-planta no campo e no telado. Chonan e Quitéria são indicadas para produção apenas no telado Houve características produtivas satisfatórias das cultivares Ito, Jonas e Caçador neste primeiro ano no campo.

Agradecimentos

Ao CNPq, FAPEMIG e CAPES pela concessão de bolsas de estudos e recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto.

Referências

- AMARANTE, CD; STEFFENS, CA; MOTA, CS; SANTOS, HD. 2007. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras' Royal Gala' cobertas com telas antigranizo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 925-931.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação*. Viçosa: UFV. 359p.
- DUARTE, LA; SCHOFFEL, ER; MENDEZ, MEG; SCHALLENBERGER, E. 2011. Alterações na temperatura do ar mediante telas nas laterais de ambientes protegidos cultivados com tomateiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15: 148-153.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAOSTAT - Crops*. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>> Acesso em 30 outubro 2014.
- FERNANDES LJC; BÜLL LT; CORRÊA JC; PAVAN MA; IMAIZUMI I. 2010. Resposta de plantas de alho livres de vírus ao nitrogênio em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 28: 97-101.
- FERREIRA, DF. 2011. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35:1039-1042.
- FILGUEIRA FAR. 2008. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. 421p.
- IBGE. 2014. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em [http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201409.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201409.pdf)/ Acessado em 5 de dezembro de 2014.

- KREUZ CL; SOUZA A. 2006. Custos de produção, expectativas de retorno e de risco do agronegócio do alho no sul do Brasil. *ABCustos Associação Brasileira de Custos* 1: 1-19.
- LIMA CP de; BÜLL LT; BACKES C; GODOY LJG; KIIHL TAM. 2008. Produtividade e características comerciais do alho vernalizado em função de doses de nitrogênio. *Científica* 36: 48-55.
- LUCINI MA. 2003. *Manual Prático de Produção de Alho em Santa Catarina*. Curitiba: Bayer CropScience. 135p.
- MACÊDO FS; SOUZA RJ de; PEREIRA GM. 2006. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. *Pesquisa Agropecuária*
- MACÊDO FS; SOUZA RJ; CARVALHO JG; SANTOS BR; LEITE LVR. 2009. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e molibdênio. *Bragantia* 68: 657-663.
- MARODIN JC. 2014. *Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do alho-semente e densidade de plantio*. Lavras: UFLA. 97p (Tese doutorado).
- MUELLER S; VIEIRA RL; BIASI J. 2005. Efeito da limpeza de vírus sobre a produtividade de alho em Caçador, SC. *Agropecuária Catarinense* 18: 50-52.
- RESENDE GM de. 1997a. Desempenho de cultivares de alho no Norte de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira* 15: 127-130.
- RESENDE, FV. 1997b. *Crescimento, absorção de nutrientes, resposta à adubação nitrogenada e qualidade de bulbos de alho proveniente de cultura de tecidos*. Lavras: UFLA. 139p (Tese doutorado).
- RESENDE GM; SOUZA RJ. 2001. Efeitos de tipos de bulbos e adubação nitrogenada sobre a produtividade e características comerciais do alho cv. "Quitéria". *Horticultura Brasileira* 19: 188 - 191.

- RESENDE JTV; MORALES RGF; ZANIN DS; RESENDE, FV; PAULA JT de; DIAS DM; GALVÃO AG. 2013. Caracterização morfológica, produtividade e rendimento comercial de cultivares de alho. *Horticultura Brasileira* 31: 157-162.
- SENTELHAS, PC; SANTOS, AO. 1995. Cultivo Protegido: aspectos microclimáticos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 1: 108-115.
- SILVA EC; SOUZA RJ de; PASQUAL M. 2010. Diferenças de produtividade entre cultivares de alho obtidas por cultura de tecidos e multiplicação convencional, em um período de nove anos consecutivos. *Bioscience Journal* 26: 692-697.
- SOUZA, RJ; MACÊDO, FS. 2009. *Cultura do alho: tecnologias modernas de produção*. Lavras: UFLA. 181p.
- SOUZA RJ de; MACEDO FS. 2004. Vernalização de cultivares de alho nobre na região de Lavras. *Horticultura Brasileira* 22: 651-654.

**ARTIGO 2 Produtividade de alho proveniente de cultura de tecidos
em dois anos consecutivos no campo**

Redigido conforme as normas da revista
Horticultura Brasileira (ISSN: S0102-0536)
(versão preliminar)

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar por dois anos consecutivos cinco cultivares de alho nobre em condições de campo na região do Sul de Minas Gerais. Os experimentos foram instalados nos anos de 2013 e 2014 em condições de campo. As parcelas foram constituídas por canteiros de 1,2 m de largura com seis linhas de plantio de 1,0 m de comprimento, arranjadas em fileiras duplas de 0,38 m. Os tratamentos foram cinco cultivares de alho nobre: Ito, Roxo Pérola de Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria, em duas épocas de plantio, primeiro e segundo ano a campo. Antes do plantio os bulbilhos-semente foram vernalizados por 50 dias em câmara fria a 4 °C, ± 2 °C e 60 a 70% de umidade relativa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo realizadas em cada ano de cultivo e após verificada a homogeneidade das variâncias residuais entre os experimentos, realizou-se a análise conjunta. Foram avaliados a produtividade total e comercial de bulbos, porcentagem de bulbos superbrotados, número de bulbilhos por bulbo da produção comercial e massa média de bulbilhos da produção comercial. Considerando os dois anos de produção, “Ito” e “Caçador” apresentaram as melhores características, com as menores reduções no segundo ano de cultivo. As maiores reduções na produtividade comercial foram observadas em “Caçador”, “Jonas”, “Chonan” e “Ito”. Em ambos os anos “Quitéria” apresentou-se nos grupos com os piores valores para todas as características avaliadas.

Palavras-chave: *Allium sativum*, meristema, degenerescência.

Productivity of garlic from tissue culture for two consecutive years in the field

Abstract

The objective of this study was to evaluate for two consecutive years five cultivars of noble garlic under field conditions in South region of Minas Gerais, Brazil. The experiments were in the years of 2013 and 2014, under field conditions. The plots consisting in plats of 1.2 m width with six lines of planting of 1.0 m long, arranged in double rows of 0.38 m. The treatments were five cultivars of noble garlic Ito, Roxo Pérola de Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria, in two growing seasons, first and second year at field. Before planting the clove - seed were vernalized for 50 days in a cold room at $4\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and 60 to 70% relative humidity. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The data were submitted to variance analysis, being conducted in each cultivation environment and after verified the homogeneity of residual variances between experiments, there was at joint analysis. Were evaluated the total and marketable yield of bulbs, indexes of secondary growth bulbs in percentage, number of cloves per bulb of commercial production and average weight of cloves of commercial production. Considering the two years of production, "Ito" and "Caçador" presented the best features with smaller reductions in the second year of cultivation. The greatest reductions in business productivity were observed in "Caçador," "Jonas," "Chonan" and "Ito". In both years, "Quitéria" presented in the groups with the worst values for all traits evaluated.

Keywords: *Allium sativum*, meristem, degeneration.

1. Introdução

O alho (*Allium sativum* L.) é uma hortaliça bulbosa de grande importância nacional. Seu consumo tem aumentado pelo uso como principal tempero da culinária brasileira e à maior exploração de suas características terapêuticas e funcionais (Watanabe, 2009).

O Brasil produziu 106.354 toneladas em 2014, com produtividade média de 11,0 t.ha⁻¹, sendo o décimo maior produtor mundial (FAO, 2013). Contudo o país produz apenas 33% de seu consumo total, importando 42% da China e 25% da Argentina (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2013), que chegam com aparência e preço altamente competitivo com o mercado brasileiro, prejudicando a balança comercial e debilitando os alhicultores nacionais.

Embora o país tenha potencial de aumento da produção e melhoria da qualidade do alho, devem-se melhorar a utilização de técnicas de irrigação e adubação, decisivos para a qualidade da produção (Oliveira *et al.*, 2004). A temperatura e o fotoperíodo também são fatores de grande importância, sendo limitantes para o bom desenvolvimento da cultura (Filgueira, 2008). A escolha da cultivar também é de grande importância para o processo produtivo.

As cultivares nobres, que correspondem por cerca de 80% da área cultivada com alho no Brasil (Souza & Macedo, 2009), geralmente apresentam melhor aspecto comercial e maior produtividade em relação às cultivares seminobres. Essas cultivares nobres necessitam de cuidados especiais para expressar todo seu potencial produtivo, como manejo da irrigação, adubação adequada e vernalização, visando aumentar a produtividade e reduzir o superbrotamento (Souza & Macedo, 2009). O superbrotamento ou psedoperfilhamento é uma anomalia de causas genético-fisiológicas caracterizada pela brotação antecipada dos bulbilhos antes da colheita (Resende & Souza, 2001), prejudicando a produção comercial da cultura.

Devido ao alho ser propagado de forma assexuada por meio de seus bulbilhos, pode ocorrer à disseminação e acumulação de vírus na cultura com os cultivos sucessivos a campo, provocando decréscimo gradativo da produtividade, a degenerescência (Corrêa *et al.*, 2003). Vários são os exemplos de perda de produtividade e qualidade com plantios sucessivos a campo no Brasil (Tanabe, 1999; Melo Filho *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2010).

Segundo Mituti (2013), a cada plantio a produtividade se reduz conforme aumenta o nível de infecção do material, sendo estimada a utilização viável do material infectado por até três anos. Entretanto a viabilidade de uso dos alhos nobres no campo é dependente do nível populacional dos vetores, da cultivar utilizada e da região de plantio, sendo necessários estudos específicos para cada cultivar em cada região produtora.

O objetivo desse trabalho foi avaliar por dois anos consecutivos cinco cultivares de alho nobre em condições de campo na região do Sul de Minas Gerais.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos de 24 de abril a 12 de setembro de 2013 e de 06 de maio a 03 de setembro de 2014, em condições de campo no município de Lavras, Sul de Minas Gerais a 21° 14' de latitude Sul, 45° 00' de longitude Oeste de Greenwich; altitude de 918 m.

A análise química do solo no primeiro ano apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂): 5,9; Ca⁺⁺: 4,70 cmol_c.dm⁻³; Mg⁺⁺: 1,0 cmol_c.dm⁻³; P disponível (extrator Mehlich-1): 4,06 mg.dm⁻³; P-rem: 7,3 mg L⁻¹; K⁺: 100,0 mg.dm⁻³; matéria orgânica: 2,9 dag.kg⁻¹; CTC: 6,14 cmol_c.dm⁻³, V%: 77,21; S: 11,3 mg.dm⁻³; Zn: 24,4 mg.dm⁻³; Fe: 24,70 mg.dm⁻³; Mn: 94,2 mg.dm⁻³; Cu: 5,5 mg.dm⁻³; B: 0,5 mg.dm⁻³ e textura argilosa (62% de argila).

A análise química do solo no segundo ano apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂): 6,1; Ca⁺⁺: 1,80 cmol_c.dm⁻³; Mg⁺⁺: 0,60 cmol_c.dm⁻³; P

disponível (extrator Mehlich-1): 2,60 mg.dm⁻³; P-rem: 21,07 mg L⁻¹; K⁺: 50,0 mg.dm⁻³; matéria orgânica: 2,61 dag.kg⁻¹; CTC: 4,61 cmol_c.dm⁻³, V%: 54,84; S: 6,63 mg.dm⁻³; Zn: 1,22 mg.dm⁻³; Fe: 69,81 mg.dm⁻³; Mn: 17,49 mg.dm⁻³; Cu: 0,64 mg.dm⁻³; B: 0,43 mg.dm⁻³.

O preparo do solo em ambos os anos foi feito pelo processo convencional sendo a calagem e adubação básica de plantio 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, sendo os nutrientes fornecidos nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples, cloreto de potássio, sulfato de magnésio, bórax e sulfato de zinco. Na adubação de cobertura foram aplicados 100 kg.ha⁻¹ de N, aos 20 e 80 dias após o plantio, sendo 30% e 70% respectivamente no 1º e 2º parcelamento, utilizando como fonte a uréia.

As parcelas foram constituídas por canteiros de 1,2 m de largura com seis linhas de plantio de 1,0 m de comprimento. As plantas foram arranjadas em fileiras duplas de 0,38 m, sendo o espaçamento entre linhas simples de 0,12 m e 0,10 m entre plantas nas fileiras. Os bulbilhos foram plantados com o ápice para cima na profundidade de 3 cm. A área útil foi composta por 20 plantas das quatro linhas centrais, desconsiderando-se 0,20 m nas extremidades de cada linha.

Os tratamentos foram cinco cultivares de alho nobre livres de vírus: Ito, Roxo Pérola de Caçador, Jonas, Chonan e Quitéria, em duas épocas de plantio, primeiro e segundo ano a campo. Os bulbilhos do segundo ano foram advindos do primeiro ano de plantio a campo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições.

Os bulbilhos-semente foram submetidos à vernalização por 50 dias em câmara fria a 4 °C, ±2 °C e 60 a 70% de umidade relativa. Foram selecionados para plantio os bulbilhos retidos em peneira 3 (malha 8 x 17 mm) com IVD

(índice visual de superação de dormência) superior a 70% sendo posteriormente tratados com o fungicida Rovral®.

A irrigação do experimento foi realizada a cada dois dias, até 20 dias antes da colheita, aplicando-se lâmina de 7 mm por meio do sistema de aspersão convencional. Aos 50 dias após o plantio do primeiro ano, a irrigação foi suspensa por 27 dias, visando o controle da incidência de superbrotamento. Nesse ano, no terceiro dia após o início do estresse hídrico houve uma precipitação de 17 mm, motivo do aumento no período de estresse hídrico. Aos 52 dias após o plantio do segundo ano, a irrigação foi suspensa por 23 dias, sendo que aos 13 dias após o início desse estresse hídrico houve uma precipitação de 17,5 mm, elevando o tempo total do estresse.

As demais práticas culturais e fitossanitárias em ambos os anos foram realizadas de acordo com as necessidades e as recomendações para o alho (Filgueira, 2008).

O controle de doenças como mancha-púrpura e ferrugem foi feito com produtos à base de mancozeb (3 g.L⁻¹), tebuconazole (0,25 g.L⁻¹), tiofanato-metílico (0,5 g.L⁻¹) e oxiclóreto de cobre (1,7 g.L⁻¹), sempre que necessário. O controle de pragas, como tripses e ácaros, foi efetuado mediante pulverizações com produtos à base de deltametrina (0,075 mL L⁻¹), clorfenapir (0,25 mL L⁻¹) e carbaril (1,5 mL L⁻¹). A infestação por plantas daninhas foi controlada por meio de capinas manuais e aplicações de herbicidas à base de linuron (2 mL L⁻¹) e oxadiazon (2,5 mL L⁻¹).

As colheitas foram realizadas no estágio de completo amadurecimento das plantas, em fase de tombamento. No primeiro ano a colheita foi realizada aos 142 dias após o plantio e no segundo ano foi realizada aos 120 dias após o plantio. Após as colheitas realizou-se a pré-cura dos bulbos ao sol por três dias, com a folhagem protegendo os bulbos, e a cura em galpão à sombra por 60 dias.

Durante esse período foi feita fumigação para controle de pragas de armazenamento pós-colheita.

Foram avaliados a produtividade total de bulbos, produtividade comercial de bulbos, porcentagem de bulbos superbrotados, número de bulbilhos por bulbo da produção comercial e massa média de bulbilhos da produção comercial. Foi considerado como bulbos comerciais os de classe 4 e superiores (diâmetro superior a 37 mm), conforme a Portaria nº 242 de 17/09/1992 do MAPA. Para a determinação do número de bulbilhos por bulbo comercial e massa média de bulbilhos comerciais, utilizou-se amostra de dez bulbos classificados nas classes 5, 6 e 7, que foram debulhados para contagem e pesagem de bulbilhos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, os de porcentagem foram transformados em raiz quadrada de $(x + 1)$. As análises de variância foram realizadas separadas em cada ano de cultivo e após verificada a homogeneidade das variâncias residuais entre os experimentos, realizou-se a análise conjunta. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio de software estatístico (Sisvar, v. 4.6) (Ferreira, 2011), recorrendo-se ao teste Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias.

3. Resultados e discussão

Pela análise conjunta (Tabela 1) houve efeitos significativos para cultivares para todas as características avaliadas. Houve significância para os anos de cultivo para produtividade total, produtividade comercial, número de bulbilhos por bulbo comercial e porcentagem de superbrotamento. Houve interação das cultivares com os anos de cultivo para produtividade comercial, número de bulbilhos por bulbo comercial, massa média de bulbilhos comerciais e porcentagem de superbrotamento.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para cinco cultivares de alho nobre cultivadas em dois anos consecutivos a campo (summary analysis of variance for five cultivars of noble garlic grown in two consecutive years in field). Lavras, UFLA, 2014.

FV	GL	Características				
		PT	PC	n°bulb/bulbo	MMBulbiCom	%Superb
Cultivar (C)	4	18,10*	60,58*	3,98*	1,09*	11,81*
Ano (A)	1	263,48*	205,89*	15,38*	0,22 ^{ns}	25,02*
C x A	4	5,40 ^{ns}	8,79*	3,26*	4,63*	5,42*
Resíduo	24	3,67	3,02	1,13	0,15	1,48
Média Geral		10,12	7,97	11,52	2,92	10,76
CV(%)		18,94	21,81	9,22	13,17	43,19

*Significativo a 5% de probabilidade. Quadrados médios da produtividade total de bulbos (PT), produtividade comercial de bulbos (PC), número de bulbilhos por bulbo comercial (n°bulb/bulbo), massa média de bulbilhos comerciais (MMBulbiCom) e porcentagem de superbrotamento (%Superb).

Para a produtividade total não houve interação das cultivares nos anos de cultivo (Tabela 2). A cultivar Ito apresentou produtividade total superior às cultivares Chonan e Quitéria, contudo, todas as cultivares obtiveram baixa produtividade quando comparados à média comercial do estado de Minas Gerais em 2013, que foi de 13,42 t.ha⁻¹ (IBGE, 2014). A cultivar Quitéria, quando comparada às cultivares avaliadas deste trabalho, tem sido relatada por outras vezes, dentre as cultivares com menor produtividade total (Souza & Macêdo, 2004; Resende *et al.*, 2013). Houve redução na produtividade total do primeiro para o segundo ano, sendo esperada essa redução com o passar dos anos de produção a campo (Silva *et al.*, 2010). Essa redução no rendimento é causada pelas variações nas condições climáticas de um ano para outro, como a temperatura (Souza & Macêdo, 2009), além dos vírus acumulados do primeiro ano de produção. Segundo Mueller *et al.* (2005), o acúmulo de vírus com os sucessivos plantios no campo reduzem a produtividade das cultivares. Fajardo (1998) observou redução na produtividade total de cultivares de alho comuns do

primeiro para o segundo ano de cultivo de 10,48 para 4,13 t.ha⁻¹ (60,6%), valor de redução na produtividade superior ao encontrado nesse trabalho (redução de 40,4%).

Tabela 2. Resultados de médias de cinco cultivares de alho nobre cultivadas em dois anos consecutivos a campo para a característica produtividade total (PT) (results of averages for five cultivars of noble garlic grown in two consecutive years in field for the feature total productivity (PT)). Lavras, UFLA, 2014.

Cultivar	PT (t.ha ⁻¹)
Ito	11,94 a
Chonan	9,11 b
Quitéria	8,14 b
Jonas	10,96 ab
Caçador	10,44 ab
Ano de cultivo	
Ano 1	12,68 a
Ano 2	7,55 b
Média	10,12
CV (%)	18,94

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a produtividade comercial de bulbos, com produções no primeiro ano superiores a 12,0 t.ha⁻¹, as cultivares Ito, Jonas e Caçador foram superiores às demais (Tabela 3). Devido à chuva de 17 mm ocorrida durante o déficit hídrico do primeiro ano, as cultivares Chonan e Quitéria apresentaram índices de superbrotamento superiores a 30%, limitando suas produtividades comerciais para menos de 8,0 t.ha⁻¹. No segundo ano, as cultivares Ito e Jonas foram superiores à cultivar Quitéria. Nesse ano, apesar de precipitação de 17,5 mm durante o déficit hídrico, o superbrotamento afetou com menor intensidade a produtividade comercial das cultivares. A cultivar Quitéria sofreu a menor redução na produtividade comercial do primeiro para o segundo ano (redução de

2,1 t.ha⁻¹), visto que essa cultivar apresentou o maior índice de superbrotamento no primeiro ano de cultivo (tabela 3), o que reduziu drasticamente a sua produtividade nesse ano. Já no segundo ano o índice de superbrotamento da cultivar foi menor, explicando, portanto a menor redução na produtividade desta cultivar no segundo ano. A média de redução da produtividade comercial das demais cultivares foi em mais de 3,4 t.ha⁻¹. Considerando todas as cultivares, a redução na produtividade comercial do primeiro para o segundo ano foi de 44,3%. Avaliando cultivares nobres e seminobres no Sul do Brasil, dentre elas, Quitéria e Chonan, Garcia *et al.* (1989) relataram reduções de 8,8 a 38%, com o uso de material oriundo de plantio a campo. Com a cultivar Quitéria, no Sul do país, Barni & Garcia (1994) verificaram que plantas oriundas do campo tinham decréscimos de 48% na produtividade. Nesse trabalho, as reduções com o uso de cultivares oriundas do plantio a campo foram de 32 a 56%, respectivamente com “Ito” e “Caçador”.

Tabela 3. Resultados de médias de cinco cultivares de alho nobre cultivadas em dois anos consecutivos a campo para as características produtividade comercial (PC), número de bulbilhos por bulbo comercial (n°bulb/bulbo), massa média de bulbilhos comerciais (MMBulbiCom) e porcentagem de bulbos superbrotados (%Superb) (results of averages for five cultivars of noble garlic grown in two consecutive years in field for the features commercial production bulbs (PC), number of bulbils by commercial bulb (n°bulb/bulbo), average weight of commercial bulbils (MMBulbiCom) and percentage of superbrotados bulbs (% Superb)). Lavras, UFLA, 2014.

Cultivar	PC (t.ha ⁻¹)		n°bulb/bulbo		MMBulbiCom (g)		%Superb	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Ito	12,17 aA	8,25 aB	12,80 aA	11,00 abB	2,81 abA	3,25 aA	10,40 bA	5,00 aA
Chonan	7,46 bA	4,00 bcB	11,75 aA	12,00 aA	3,01 abA	2,00 bB	32,27 aA	1,75 aB
Quitéria	5,37 bA	3,25 cA	11,60 aA	9,50 bB	2,55 bA	2,75 abA	35,60 aA	9,25 aB
Jonas	12,92 aA	7,25 abB	12,25 aA	12,25 aA	3,22 abA	2,75 abA	3,63 bA	0,00 aA
Caçador	13,27 aA	5,75 abcB	12,30 aA	9,75 bB	3,41 aA	3,50 aA	2,50 bA	5,25 aA
Média	10,24 A	5,70 B	12,14 A	10,90 B	3,00 A	2,85 A	16,88 A	4,65 B
CV (%)	21,81		9,22		13,17		43,19	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (p= 0,05) (means followed by the same small letter in the columns and same capital letter in the line did not differ from each other by the Tukey test (p= 0,05)).

Para o número de bulbilhos por bulbo comercial não houve diferenças entre as cultivares no primeiro ano. No ano seguinte as cultivares Quitéria e Caçador obtiveram menos bulbilhos por bulbo que as cultivares Chonan e Jonas. No segundo ano houve menor número de bulbilhos por bulbo, podendo ser este um fator desejável, pois segundo Resende (1997a), o mercado consumidor possui maior cotação para cultivares que apresentam pequeno número de bulbilhos por bulbo. Contudo, ressalta-se que a produção do segundo ano apresentou qualidade inferior à do primeiro ano, observada pela menor produtividade comercial das cultivares no segundo (44% inferior à do primeiro ano). Macêdo *et al.* (2009), avaliando a cultivar Caçador no quarto ano de multiplicação a campo, encontraram média de 13,1 bulbilhos por bulbo comercial, inferior apenas ao primeiro ano da cultivar neste trabalho. Souza & Macêdo (2004), encontraram para a cultivar Quitéria no sexto ano de multiplicação a campo, 13 bulbilhos por bulbo, superior aos dois anos de avaliação deste experimento.

Para a massa média de bulbilhos comerciais não houve variação entre os anos de produção, contudo as cultivares diferiram entre si em ambos os anos, sendo “Caçador” superior à “Quitéria” no primeiro ano e “Caçador” e “Ito” superiores à “Chonan” no segundo ano. Avaliando doses de nitrogênio com a cultivar Caçador no quarto ano de multiplicação no campo, Macêdo *et al.* (2009) encontraram para a massa média de bulbilhos comerciais valor máximo de 2,81 g, inferior às encontradas em ambos os anos neste trabalho. Souza & Macêdo (2004) encontraram para a cultivar Quitéria no sexto ano de multiplicação no campo, 1,8 g por bulbilho, inferior ao encontrado para a cultivar neste trabalho em ambos os anos. Assim como a produtividade do alho tende à redução com o passar dos anos de cultivo a campo (Mueller *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2010; Mituti, 2013), observa-se que a massa média de bulbilhos comerciais também é reduzida com o acúmulo de vírus com os cultivos sucessivos a campo. A massa

média de bulbilhos comerciais é uma característica de grande importância na comercialização, sendo os bulbilhos de maior massa com maior valorização no mercado. Para uso como bulbilhos-semente, Marodin (2014) encontrou que bulbilhos de maiores massas geram plantas com maior produção comercial e maior porcentagem de classes de diâmetros superiores (classes 5, 6 e 7).

Para a porcentagem de bulbos superbrotados, as cultivares Jonas, Caçador e Ito obtiveram os menores valores no primeiro ano a campo, Chonan e Quitéria superbrotaram mais de 30% nesse ano. No segundo ano as cultivares não diferiram para a característica. Para as cultivares Chonan e Quitéria, devido ao alto superbrotamento encontrado no primeiro ano, houve redução na característica no segundo ano de cultivo, para as demais cultivares não houve diferença. Trabalhos conduzidos no campo em Lavras com a cultivar Quitéria, encontraram de 0,00 a 50,73% de superbrotamento (Resende & Souza, 2001; Souza & Macêdo, 2004). Devido à maior absorção de nitrogênio, os alhos nobres apresentam maiores taxas de superbrotamento (Resende 1997b), sendo também aumentadas pela insuficiência em fotoperíodo, baixas temperaturas do ar e solo, maiores períodos de armazenamento, menores temperaturas no pré-plantio, excesso de água no solo, presença de cobertura morta, cultivares mais suscetíveis e desbalanço hormonal (Souza & Macêdo, 2009). Para o controle da anomalia, dentre as formas de manejo desses fatores citados, vem sendo utilizado com sucesso o déficit hídrico (Macêdo *et al.*, 2006), contudo, em ambos os anos houve precipitação durante o déficit hídrico, o que acarretou no aumento do superbrotamento nos anos avaliados. O superbrotamento é um dos maiores problemas enfrentados pelos alhicultores nacionais, indisponibilizando o alho comercialmente e prejudicando seu uso como alho-semente por reduzir o tamanho e a massa dos bulbilhos (Marodin, 2014).

4. Conclusão

As cultivares “Ito” e “Caçador” apresentaram as melhores características, com menor grau de degenerescência. As maiores reduções na produtividade comercial foram observadas nas cultivares “Caçador”, “Jonas”, “Chonan” e “Ito”. Em ambos os anos “Quitéria” apresentou-se nos grupos com os piores valores para todas as características avaliadas.

Agradecimentos

Ao CNPq, FAPEMIG e CAPES pela concessão de bolsas de estudos e recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. 2013. Gazeta: Santa Cruz do Sul. Disponível em: http://www.icna.org.br/sites/default/files/artigo/Anuario_hortalicas_2013_0.pdf. Acessado em: 30 fevereiro de 2015.

BARNI V; GARCIA S. 1994. Comportamento do alho Quitéria isento do vírus do estriado amarelo em diferentes condições de cultivo. *Hortisul* 3: 15-19.

CORRÊA TM; PALUDO SK; RESENDE FV; OLIVEIRA PSR. 2003. Adubação química e cobertura morta em alho proveniente de cultura de tecidos. *Horticultura Brasileira* 21: 601-604.

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

FAJARDO TVM. 1998. *Estudo da degenerescência por viroses e caracterização molecular do complexo viral da cultura do alho (Allium sativum L.)*. Brasília: UnB. 121 f. (Tese Doutorado).

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO. 2015. Disponível em: <www.faostat.org> Acessado em: 16 maio de 2015.

FERREIRA, DF. 2011. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35:1039-1042.

FILGUEIRA FAR. 2008. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. 421 p.

GARCIA A. PETERS JA; CASTRO LAS. de. 1989. Formação de estoques pré-básicos de alho-semente e estudo da sensibilidade da cultura à infecção por vírus. *Hortisul* 1: 42-44.

IBGE. 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola*. Disponível em http://ftp.ibge.gov.br/Producao_

Agrícola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201409.pdf. Acessado em 5 de fevereiro de 2015.

MACÊDO FS; SOUZA RJ; CARVALHO JG; SANTOS BR; LEITE LVR. 2009. Produtividade de alho vernalizado em função de doses de nitrogênio e molibdênio. *Bragantia* 68: 657-663.

MACÊDO FS; SOUZA RJ de; PEREIRA GM. 2006. Controle de superbrotamento e produtividade de alho vernalizado sob estresse hídrico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 629-635.

MARODIN JC. 2014. *Produtividade de alho em função da sanidade e tamanho do alho-semente e densidade de plantio*. Lavras: UFLA. 97p (Tese doutorado).

MELO FILHO PA; RESENDE RO; CORDEIRO CMT; BUSO JA; TORRES AC; DUSI AN. 2006. Viral reinfection affecting bulb production in garlic after seven years of cultivation under field conditions. *European Journal of Plant Pathology* 116: 95- 101.

MITUTI T. 2013. *Viroses do alho: métodos de diagnose e degenerescência do alho-semente livre de vírus*. Botucatu: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. 98p (Tese de Doutorado).

MUELLER S; VIEIRA RL; BIASI J. 2005. Efeito da limpeza de vírus sobre a produtividade de alho em Caçador, SC. *Agropecuária Catarinense* 18: 50-52.

OLIVEIRA CM; SOUZA RJ; YURI JE; MOTA JH; RESENDE GM. 2004. Época de colheita e potencial de armazenamento em cultivares de alho. *Horticultura Brasileira* 22: 804-807.

RESENDE GM de. 1997a. Desempenho de cultivares de alho no Norte de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira* 15: 127-130.

RESENDE FV. 1997b. *Crescimento, absorção de nutrientes, resposta à adubação nitrogenada e qualidade de bulbos de alho proveniente de cultura de tecidos*. Lavras: UFLA. 139p (Tese doutorado).

RESENDE GM; SOUZA RJ. de. 2001a. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v.19, n. 2, p. 126-129.

RESENDE GM; SOUZA RJ. de. 2001b. Efeitos de tipos de bulbos e adubação nitrogenada sobre a produtividade e características comerciais do alho cv. "Quitéria". *Horticultura Brasileira* 19: 320-323.

RESENDE JTV; MORALES RGF; ZANIN DS; RESENDE, FV; PAULA JT de; DIAS DM; GALVÃO AG. 2013. Caracterização morfológica, produtividade e rendimento comercial de cultivares de alho. *Horticultura Brasileira* 31: 157-162.

SILVA EC; SOUZA RJ de; PASQUAL M. 2010. Diferenças de produtividade entre cultivares de alho obtidas por cultura de tecidos e multiplicação convencional, em um período de nove anos consecutivos. *Bioscience Journal* 26: 692-697.

SOUZA RJ de; MACEDO FS. 2004. Vernalização de cultivares de alho nobre na região de Lavras. *Horticultura Brasileira* 22: 651-654.

SOUZA RJ; MACÊDO FS. 2009. *Cultura do alho: tecnologias modernas de produção*. Lavras: UFLA. 181 p.

TANABE CMN. 1999. *Avaliação da degenerescência em campo causada por fitovirose na cultura do alho (Allium sativum L.)*. Brasília: UnB. 91p (Dissertação Mestrado).

WATANABE T. 2009. Alho: situação da comercialização. Disponível em:

http://www.anapa.com.br/principal/images/stories/documentos/alho_fevereiro_2009.pdf. Acessado em 15 janeiro de 2012.