

NELSON LICÍNIO CAMPOS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO ECOFISIOLÓGICA DE SUBAMOSTRAS
DE ALHO cv. AMARANTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48a
2010

Oliveira, Nelson Licínio Campos de, 1963-
Avaliação ecofisiológica de subamostras de alho cv.
Amarante / Nelson Licínio Campos de Oliveira. - Viçosa,
MG, 2010.
xiii, 72f. : il ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Mário Puiatti.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 55-61.

1. Alho - Cultivo. 2. Fitotecnia. 3. Ecofisiologia.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22ed. 635-26

NELSON LICÍNIO CAMPOS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO ECOFISIOLÓGICA DE SUBAMOSTRAS
DE ALHO cv. AMARANTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 24 de junho de 2010.



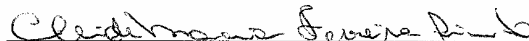
Prof. Paulo Roberto Cecon
(Coorientador)



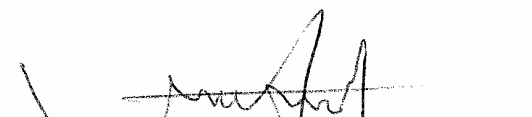
Prof. Paulo Cezar Rezende Fontes
(Coorientador)



Prof. Francisco Affonso Ferreira



Dr.ª Cleide Maria Ferreira Pinto


Prof. Mário Puiatti
(Orientador)

Dedico

À minha esposa, Francisca, pelo incentivo, pela paciência, pelo carinho e pelo amor no transcorrer de nossa vida conjugal e, principalmente, durante a realização deste curso.

Aos meus filhos, Matheus e Renan, pela ajuda na condução dos experimentos e pela compreensão dos momentos que deixamos de ficar juntos, diante das minhas atividades acadêmicas.

Ofereço

*Aos meus pais, Nelson Oliveira (**in memoriam**) e Alina Marilea; às minhas avós, Dália Tupiná e Jovanita Santos, ambas **in memoriam**.*

Aos meus irmãos, Leandro e Eduardo, pelo amor, pelo carinho e pela confiança sempre depositados a mim.

AGRADECIMENTOS

Como forma de expressar minha gratidão, quero deixar registrados meus sinceros agradecimentos:

A Deus, pela saúde, força e harmonia, que sempre acompanhou minha vida e, principalmente, por ter me dado a oportunidade de conviver com todas essas pessoas que ora homenageio.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pelos conhecimentos adquiridos e pela agradável convivência com o corpo docente e técnico-administrativo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PIQDTEC), pela concessão da bolsa de estudo.

À Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), pela iniciativa de capacitação dos professores da rede.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Norte de Minas (IFET), pela oportunidade concedida para realização deste curso.

Ao professor Paulo César Pinheiro de Azevedo, reitor do IFET-Norte de Minas, e ao professor João Carneiro Filho, diretor do *campus* Januária-MG, pela liberação das atividades pedagógicas.

Ao professor Mário Puiatti, meu orientador, pela excelente orientação, pela amizade, pelos ensinamentos transmitidos e pelo apoio constante durante todo o transcorrer do curso.

Aos professores coorientadores, Fernando Luiz Finger, Paulo Cezar Rezende Fontes e Paulo Roberto Cecon, pelos ensinamentos, pelas sugestões nos trabalhos realizados e pelo acompanhamento contínuo em todas as etapas acadêmicas.

Aos ilustres professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de doutorado: Mário Puiatti, Ricardo Henrique dos Santos, Vicente Wagner Dias Casali, Fábio Murilo da Mata, Francisco Affonso, Maria Catarina Megumi Kasuya, Marco Aurélio Pedron e Silva, Roberto Ferreira Novais, Ivo Ribeiro da Silva, Júlio César Lima Neves, Raphael B. A. Fernandes, Reinaldo Bertola Cantarutti, Victor Hugo Alvarez V., Renildes Lúcio F. Fontes, Luiz Antônio dos Santos Dias, e à pesquisadora Dr^a Cleide Maria Ferreira Pinto, que somaram conhecimentos ao meu saber, sem os quais não seria possível esta realização.

Aos colegas de turma, Milton Pereira, Robson Pelúzio, Marcelo Curitiba, Marcelo Cleon, Marcelo Reis, Eder Braun, Rosileyde Siqueira, João Batista, Marialva Moreira, Carmen Curvelo, Camila Sedyama, Márcio Dias, Abner Carvalho, Zoraia Barros, Leandro Galon, Reginaldo Valente, Mônica Pôrto, Fabrício Coelho, Carlos Nick e Hilton Galvão, pelo companheirismo e pela cumplicidade.

Aos colegas do Instituto Federal de Educação Tecnológica (IFET), Sérgio Donato, Charles Buteri, e ao casal Gustavo Hadad e Paola Lo Mônaco, que acreditaram no meu potencial e endossaram a minha participação neste curso.

Aos colegas João D'Angelis e Carlos Dairel, do Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas Gerais (CAA), pela parceria em prol de uma agricultura sustentável.

Às funcionárias da secretaria da pós-graduação da Fitotecnia, Mara Rodrigues e Tatiani Gouvêa, pelo convívio.

Aos compadres Suely e Murilo Bastos, pela grande amizade, e por acreditar em minha carreira profissional.

Ao casal amigo Catarina e Mitson Rosado, pela acolhida carinhosa e pela grande amizade.

Aos funcionários dos laboratórios da Fitotecnia da UFV, Ribeiro, Itamar, Sebastião e Geraldo, pela ajuda nas análises dos experimentos.

Aos funcionários do setor de olericultura, Paulo Márcio, José Maria, Marcos, Wilson Carlos, José Nilson, José Brás, Antônio Carlos de Souza, Antônio Carlos de Freitas, Vanderlei Lopes, José Júlio, José Cardoso, José Lopes, Juversino e Expedito, pelo apoio na condução dos experimentos.

Aos colegas do IFET- Norte de Minas – *campus* Januária-MG, que, muito embora nem sempre saibam, contribuíram de forma decisiva na conclusão deste curso.

Enfim, a todos os funcionários, amigos e familiares que contribuíram, de forma direta ou indireta, para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

NELSON LICÍNIO CAMPOS DE OLIVEIRA, filho de Nelson de Oliveira Santos (*in memoriam*) e de Alina Marilea Campos de Oliveira, nasceu em 14 de agosto de 1963, em Januária-MG.

Em 12 de março de 1988, graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

Desde julho de 1989, é professor da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC/MEC) e, atualmente, vinculado ao Instituto Federal de Educação Tecnológica (IFET), Norte de Minas.

Em julho de 2007, concluiu o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa-MG.

Em agosto de 2007, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em nível de Doutorado, defendendo a tese em 24 junho de 2010.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE VARIÁVEIS, SIMBOLOS E UNIDADES	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultivar Amaranthe	3
2.2. Produção do alho nobre vernalizado e seminobre.....	3
2.3. Propagação e época de plantio	4
2.4. Bulbificação	5
2.5. Crescimento e desenvolvimento do bulbo	5
2.6. Ecofisiologia e produtividade das plantas.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Considerações gerais	9
3.2. Emergência das plantas	15
3.3. Características avaliadas na colheita	15
3.3.1. Produtividade total (PT) e comercial (PC).....	15
3.4 Características avaliadas durante o ciclo	16
3.4.1. Intensidade do verde na folha.....	16

	Página
3.4.2. Trocas gasosas (TG) e análise de crescimento (AC)	16
3.4.2.1. Trocas gasosas (TG)	17
3.4.2.2. Análises de crescimento (AC).....	17
3.4.2.2.1. Taxa de crescimento relativo da planta (TCRP)	18
3.4.2.2.2. Taxa de crescimento relativo do bulbo da planta (TCRB).....	18
3.4.2.2.3. Taxa de assimilação líquida da planta (TALP).....	18
3.4.2.2.4. Taxa de assimilação líquida do bulbo (TALB).....	19
3.4.2.2.5. Razão de área foliar/planta (RAFP)	19
3.4.2.2.6. Razão de área foliar/bulbo (RAFB)	19
3.4.2.2.7. Duração da área foliar (DAF).....	20
3.4.2.2.8. Índice de colheita (IC)	20
3.5. Análises estatísticas	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Emergência de bulbilhos.....	21
4.2. Colheita: produtividade total e comercial	21
4.3. Primeira avaliação realizada aos 59 dap	23
4.4. Segunda avaliação realizada aos 87 dap	30
4.5. Período compreendido entre 59 e 87 dap	33
4.6. Terceira avaliação realizada aos 114 dap	36
4.7. Período compreendido entre 87 e 114 dap.....	40
4.8. Quarta avaliação realizada aos 136 dap.....	41
4.9. Período compreendido entre 114 e 136 dap.....	44
4.10. Quinta avaliação realizada aos 156 dap	46
4.11. Período compreendido entre 136 e 156 dap.....	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
6. CONCLUSÕES.....	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICE	62

LISTA DE VARIÁVEIS, SIMBOLOS E UNIDADES

Variável	Símbolo	Unidade
Número de folhas/planta	NFP	ud
Área foliar	AF	dm ² /planta
Massa de matéria seca de folha	MSF	g/planta
Massa de matéria seca de pseudocaule	MSPC	g/planta
Massa de matéria seca de bulbo	MSB	g/planta
Massa de matéria seca de raiz	MSR	g/planta
Massa de matéria seca de planta inteira	MSPI	g/planta
Unidade SPAD	SPAD	adimensional
Taxa de fotossíntese líquida	A	μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹
Temperatura da superfície da folha	TI	°C
Condutância estomática	gs	mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹
Taxa de transpiração	E	mmol m ⁻² s ⁻¹
Concentração interna de CO ₂	Ci	μmol mol ⁻¹
Relação da concentração interna e atmosférica de CO ₂	Ci/Ca	adimensional
Eficiência fotossintética do uso da água	EFUA	μmol CO ₂ mmol H ₂ O ⁻¹
Taxa de crescimento relativo da planta	TCRP	g g ⁻¹ semana ⁻¹
Taxa de crescimento relativo do bulbo	TCRB	g g ⁻¹ semana ⁻¹
Taxa de assimilação líquida da planta	TALP	g dm ⁻² semana ⁻¹
Taxa de assimilação líquida do bulbo	TALB	g dm ⁻² semana ⁻¹
Razão de área foliar planta	RAFP	dm ² g ⁻¹
Razão de área foliar do bulbo	RAFB	dm ² g ⁻¹
Duração da área foliar na planta	DAF	dm ² semana ⁻¹
Índice de colheita	IC	Adimensional
Produtividade total	PT	t ha ⁻¹
Produtividade comercial	PC	t ha ⁻¹

RESUMO

OLIVEIRA, Nelson Licínio Campos de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2010. **Avaliação ecofisiológica de subamostras de alho cv. Amarante.** Orientador: Mário Puiatti. Coorientadores: Fernando Luiz Finger, Paulo Cezar Rezende Fontes e Paulo Roberto Cecon.

Cultivares de alho possuem diferentes potencialidades produtivas, expressas por características morfofisiológicas da planta, de acordo com o ambiente e o manejo cultural. Vinte subamostras de alho cv. Amarante pertencentes ao Banco de Germoplasma de Hortaliças Universidade Federal de Viçosa foram avaliadas quanto às características morfofisiológicas e produtivas. O experimento foi realizado em campo, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, de abril a setembro de 2008. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Realizou-se a contagem das plantas até a emergência. Aos 59, 87, 114, 136 e 156 dias após o plantio, foram avaliados: número de folhas; área foliar; massas de matéria seca de folha, de pseudocaule, de bulbo, de raiz e de planta inteira; intensidade do verde da folha e trocas gasosas: taxa de fotossíntese líquida; temperatura da superfície da folha; condutância estomática ao vapor de água; concentração interna de CO₂; relação carbono interno/carbono atmosférico; taxa transpiratória e eficiência fotossintética do uso da água. Nos períodos de 59 a 87, 87 a 114, 114 a 136 e de 136 a 156 dias após o plantio, foram calculadas: taxa de crescimento relativo da planta, taxa de crescimento do

bulbo, taxa de assimilação líquida da planta e taxa de assimilação líquida do bulbo; razão de área foliar do bulbo, razão de área foliar da planta e a duração da área foliar. No momento da colheita foram calculados: índice de colheita e as produtividades total e comercial de bulbos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias agrupadas pelo critério de Skott-Knott ($p < 0,05$), estimando-se o coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) entre características morfofisiológicas e produtividade total. Aos 21 dias após o plantio 100% dos bulbilhos de todas as subamostras tinham emergido a parte aérea. As subamostras apresentaram comportamento diferencial quanto ao crescimento e à produtividade durante as avaliações. A subamostra BGH 7616 destacou-se em relação às demais subamostras por apresentar, na colheita, maiores área foliar, índice de colheita e massas de matéria seca folha, pseudocaule, bulbo e planta inteira, resultando maiores produtividade total e comercial de bulbos. Maiores correlações foram encontradas entre produtividade total e duração de área foliar no período de 87 a 114 dias após o plantio e entre produtividade total e área foliar aos 87 dias após o plantio sendo, respectivamente, de 0,7263 e 0,6442 ($p < 0,01$). Das avaliações de trocas gasosas realizadas, somente a transpiração aos 87 e 136 dias após o plantio e a eficiência do uso da água aos 136 dias após o plantio, foram eficazes para distinguir as subamostras; entretanto, a transpiração e a eficiência do uso da água com correlações não foram significativas com produtividade total. Dentre todas as características avaliadas, a área foliar aos 87 dias após o plantio e a duração da área foliar no período de 87 a 114 dias após o plantio, foram as características morfofisiológicas que mais influenciaram a produtividade total de bulbos de subamostras de alho cv. Amaranthe.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Nelson Licínio Campos de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2010. **Ecophysiological evaluation of cv. Amarante garlic subsamples**. Adviser: Mário Puiatti. Co-advisers: Fernando Luiz Finger, Paulo Cezar Rezende Fontes and Paulo Roberto Cecon.

Garlic cultivars present different yield potentialities, expressed by the plant's morphological and physiological characteristics, according to the environment and cultural management. Thus, twenty sub-samples of garlic cv. Amarante belonging to the Germplasm Bank of the Universidade Federal de Viçosa (BGH/UFV) were evaluated for their morphological and physiological characteristics. The experiment was carried out under field conditions at the Department of Phytotechny/UFV, from April to September 2008, arranged in a randomized block design with four repetitions. Count of the plants was carried out up to emergence. At 59, 87, 114, 136 and 156 days after planting, the following was evaluated number of leaves, foliar area, dry matter mass of leaves, pseudo-stem, bulb, root and whole plant, leaf green intensity (SPAD) and gaseous exchanges (liquid photosynthesis rate; leaf surface temperature; water vapor stomatic conductance; CO₂ internal concentration, internal carbon/atmospheric carbon relation; transpiratory rate and water use photosynthetic efficiency). From 59 to 87, 87 to 114, 114 to 136 and 136 to 156 days after planting, plant relative growth, bulb growth rate, plant liquid assimilation rate; bulb liquid assimilation rate; bulb foliar area ratio; plant foliar

area ratio and foliar area duration were calculated. At harvest, the following were calculated: harvest index and total and commercial bulb yields. The data obtained were submitted to analysis of variance, with the means being grouped by the Skott-Knott criterion ($p < 0.05$), by estimating the Pearson coefficient of correlation ($p < 0.05$) between the morpho-physiological characteristics and total yield. At 21 days after planting, the aerial part of 100% of the bulblets of all the sub-samples had emerged. The sub-samples presented a differential growth and yield behavior during the evaluations. At harvest, sub-sample BGH 7616 presented greater foliar area, harvest index and dry matter mass of leaves, pseudo-stem, and whole plant than all the other sub-samples, resulting in greater bulb total and commercial yield. Higher correlations were found between total yield and foliar area duration from 87 to 114 days after planting and between total yield and foliar area at 87 days after planting, being respectively, from 0,7263 and 0,6442 ($p < 0.01$). As for the gaseous exchange evaluations carried out, only transpiration at 87 and 136 days after planting, water use efficiency at 136 days after planting were efficacious in distinguishing the sub-samples, although correlations between transpiration and water use efficiency and total yield were not significant. Of all the characteristics evaluated, foliar area at 87 days after planting and foliar area duration from 87 to 114 days after planting were the morpho-physiological characteristics that most influenced bulb total yield of garlic cv. Amarante sub-samples.

1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum* L.) é cultivado há séculos em todo o mundo, em razão de suas propriedades condimentares, medicinais e de notável valor comercial. Além da importância econômica, é uma cultura de relevância no sistema de agricultura familiar, por empregar muita mão-de-obra desde o plantio até a colheita, normalmente no período em que essa estaria ociosa (outono-inverno). Dentro desta perspectiva, a cultura do alho favorece a permanência do homem no campo ao proporcionar renda extra para a família (Trani *et al.*, 2005).

O alho é a segunda Alliacea mais cultivada no mundo, vindo logo após da cebola (FAO, 2010). Em 2009, O Estado de Minas Gerais foi o maior produtor brasileiro, com 22.200 t, correspondendo a 25% da safra nacional, sendo que a produtividade superou a 12 t ha⁻¹, em a área de cultivo de 1.800 ha (IBGE, 2010).

A Universidade Federal de Viçosa é mantenedora de um Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH/UFV), no qual estão registrados 89 subamostras de alho adaptadas às condições climáticas da região sudeste. Dentre as subamostras dessa coleção encontram-se 20 subamostras da cv. Amarante, originadas de Estados da região sudeste do Brasil, muitas das quais são utilizadas por olericultores de Minas Gerais e Espírito Santo.

Embora trabalhos de pesquisa avaliando a produção já tenham sido realizados com algumas subamostras da coleção de alho do BGH/UFV, muitas

dessas ainda não foram avaliadas em termos de características morfofisiológicas. Apesar da difusão mundial do alho, existem poucos estudos sobre os determinantes fisiológicos de rendimento da cultura (Brewster, 2008). Essas avaliações são importantes, pois possibilitam compreender as interações fisiológicas de cada subamostra com as condições edafoclimáticas da região e como forma de explicar as possíveis diferenças em produtividade de bulbos.

O objetivo do trabalho foi avaliar as características morfofisiológicas que influenciam a produtividade total de bulbos das 20 subamostras de alho cv. Amarante registradas no Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultivar Amarante

A cv. Amarante é considerada de ciclo médio, com cinco a cinco meses e meio de ciclo cultural. Os bulbilhos são arroxeados, em número de 8 a 12 por bulbo, raro pseudoperfilhamento e intermediária exigência em dias longos e em frio para bulbificar. Apresenta cerca de 95% de bulbilhos dos tipos: grandes, médios grandes e médios pequenos, porcentagem muito pequena de bulbilhos pequenos e não apresenta palitos (Ferreira, 1972). Por essas características, em especial por apresentar poucos bulbilhos por bulbo e ausência de palitos, é considerada “seminobre” (Souza *et al.*, 2007). Além disso, o cultivar tem flavor bastante apreciado para consumo *in natura* e para processamento. A produtividade pode variar de 5,20 t/ha (Blank *et al.*, 1998) a 11,40 t/ha (Fontes, 1973), dependendo do alho-planta e do manejo da cultura.

2.2. Produção do alho nobre vernalizado e seminobre

Com a possibilidade de utilização da técnica da frigorificação do alho-planta, ocorreu no Brasil grande expansão da área cultivada com alhos nobres e roxos (cultivares tardias) nas décadas de 1980 e 1990 (Trani *et al.*, 2005). O armazenamento refrigerado estimula o enraizamento e a brotação dos bulbilhos mesmo em condições de 100% de índice visual de superação de

dormência (IVD), promovendo aceleração do crescimento da planta (Ferreira *et al.*, 1991).

A utilização da técnica da frigorificação dos bulbos aconteceu nas áreas que tradicionalmente cultivavam os alhos comuns e brancos, mas, sobretudo, em áreas novas de cerrado; todavia, essa técnica de cultivo aumenta o custo de produção da cultura, especialmente para a aquisição do alho-semente (Trani *et al.*, 2005). O custo do alho-semente frigorificado representa 51% do valor dos insumos ou 33% do custo total, sendo que o custo de frigorificação é de cerca de 16% do preço da semente ou 5% do custo total (Trani *et al.*, 1997)

Este custo dificulta o cultivo de alhos nobres pelos pequenos produtores e produtores familiares de diversas regiões brasileiras. Por outro lado, cultivares de ciclo médio, apesar de apresentarem menor tamanho de bulbo, apresentam como vantagem a possibilidade de serem cultivadas na região sudeste do Brasil sem a necessidade de frigorificação do alho-semente, em razão da menor exigência em frio e em fotoperíodo longo que as cultivares tardias (Puiatti & Ferreira, 2005).

2.3. Propagação e época de plantio

O alho é propagado vegetativamente, via bulbilhos, existindo clones adaptados e cultivados em zonas agroecológicas distintas. O bulbilho é constituído de um caule contendo uma gema apical, folhas modificadas e primórdios foliares pré-formados (Brewster, 2008). Bulbilhos com maior reserva proporcionam maior produção; todavia, encarecem o custo de produção, uma vez que a população não se altera com o tamanho de bulbilho-semente.

Durante a brotação, a folha de brotação se alonga e sai de dentro da folha de reserva, seguida pelas demais folhas que estavam no interior. A folha é constituída de limbo laminar e de uma bainha que, ao se juntarem formam o pseudocaulo, sendo que o verdadeiro caule tem formato de disco achatado (Rizzalli *et al.*, 2002).

Em razão da forte interação do alho com as condições climáticas do ambiente de cultivo, a época de plantio deve ser adequada para cada local. Assim, avaliando o efeito de cinco épocas de plantio (8 de fevereiro, 1^o março, 23 de março, 14 de abril e 5 de maio) sobre as características de crescimento e

produção do alho cv. Amarante em Viçosa-MG, Fontes (1973) concluiu que o melhor dia para o plantio foi 1^o de março, com produtividade de 11,4 t ha⁻¹. Verificou, ainda, que à medida que atrasou o plantio a brotação dos bulbilhos foi mais rápida, o ciclo da cultura e o desenvolvimento vegetativo das plantas foram menores, os bulbos apresentavam maior número de bulbilhos e menor tamanho de bulbilhos.

2.4. Bulbificação

O bulbo de alho é formado por vários bulbilhos, originados de gemas nas axilas foliares. No processo de bulbificação, a base do pseudocaule começa a avolumar-se com as reservas de carboidratos que se acumulam nessas gemas. O aumento do volume da base do pseudocaule continua dando origem ao bulbo.

A razão diâmetro da base do pseudocaule (pescoço)/diâmetro do bulbo (razão bulbar) é usada para estimar o estágio de bulbificação; com um valor de 0,5 presume-se indicar o início do crescimento do bulbo (Mann & Minges, 1958). Carboidratos armazenados no pseudocaule são translocados aos bulbilhos enquanto as bainhas foliares (catáfilos) tornam-se finas formando a proteção do bulbo. Em cv. Amarante, Fontes (1973) observou valores de razão bulbar variando de 0,68 a 0,74 aos 60 dias após o plantio (dap) e de 0,22 a 0,46 aos 150 dap. O aparecimento de bulbilhos no bulbo ocorreu quando a razão bulbar era de 0,54 para o plantio de 14 de abril.

2.5. Crescimento e desenvolvimento do bulbo

O processo de bulbificação é dependente do fotoperíodo e da temperatura prevalentes durante o ciclo (Aoba & Takagi, 1975; Pyo *et al.*, 1979; Ledesma *et al.*, 1980). A planta do alho é sensível ao fotoperíodo longo e a baixa temperatura para bulbificar; portanto, esses fatores condicionam a época de plantio das cultivares nos ambientes de cultivo (Mann & Minges, 1958). Somente há formação de bulbo quando os dias são maiores do que o valor crítico e, ou, a temperatura for abaixo do crítico da cultivar (Kim *et al.*, 1979). Sob condições de fotoperíodo longo e, ou, de temperaturas baixas insuficientes, ocorre crescimento vegetativo sem haver formação normal de

bulbos e bulbilhos (Park & Lee, 1979). Assim, fotoperíodo e temperatura, por variarem entre locais, irão influenciar o comportamento das cultivares; portanto, não se pode indicar uma cultivar apenas estudada em um ambiente para o cultivo em outra região (Mueller & Biasi, 1989).

2.6. Ecofisiologia e produtividade das plantas

Dentre os fatores que afetam a produção de alho podem ser destacadas as cultivares, devido à expressão diferencial dos genes em diferentes condições climáticas (Menezes Sobrinho *et al.*, 1999). Neste sentido, a avaliação de cultivares quanto à produtividade de bulbos deve merecer destaque nas regiões produtoras ou que vislumbrem a possibilidade em ter o cultivo de alho como atividade econômica (Costa *et al.*, 2001).

Em condições ambientais adequadas quanto ao clima, ao solo, à irrigação, à sanidade e aos tratos culturais, cada cultivar possui uma potencialidade genética, que é expressa por meio da fisiologia da planta. O rendimento das cultivares de alho está diretamente relacionado com a área foliar desenvolvida para cada cultivar, a duração da área foliar, bem como o padrão de alocação de matéria seca nos órgãos da planta (Stahlschmidt *et al.*, 1993; Marcelis *et al.*, 1998).

Os três tipos de alho mais cultivados na Argentina, 'Colorado', 'Blanco' e 'Rosado Paraguai', além de apresentarem diferenças morfofisiológicas, apresentam rendimentos diferenciados (Stahlschmidt *et al.*, 1997). Esses alhos foram avaliados por esses autores quanto à evolução da área foliar, crescimento do bulbo, partição de fotoassimilados nos distintos órgãos da planta e índices de crescimento. Os resultados encontrados destacam que as diferenças das taxas de crescimento relativo (TCR) do bulbo entre cultivares estão diretamente ligadas ao rendimento agrícola, sendo que as diferenças do desenvolvimento do bulbo são, principalmente, devido à razão de área foliar (RAF) e não em virtude da diferenças na taxa de assimilação líquida (TAL). Nesse trabalho, Stahlschmidt *et al.* (1997) verificaram que o incremento do peso dos bulbos no final do ciclo confirma a importância da última fase do ciclo vegetativo (30 a 40 dias) no ganho de peso de bulbos. A partição de fotoassimilados nos distintos órgãos da planta no momento da colheita para a

'Blanco' foi de 78,1% (bulbo), 12,8% (lâminas foliares) e 9,1% (pseudocaule), sendo superiores a 'Colorado' e a 'Rosado', respectivamente. O maior aparato fotossintético da 'Blanco' justifica o maior peso de matéria seca do bulbo.

A análise de crescimento é uma ferramenta interessante para elucidar os aspectos morfofisiológicos que influenciam a produção vegetal (Evans, 1982; Lambers, 1987; Hunt *et al.*, 2002). Segundo estes autores, a taxa de assimilação líquida (TAL) é um estimador de eficiência para a produção fisiológica da matéria seca (MS) por unidade de área foliar; a razão de área foliar (RAF), que é a relação entre a área foliar (AF) e o total de MS da planta inteira, é considerada o componente morfológico de rendimento.

O rendimento de uma cultura é influenciado pela taxa de assimilação e o padrão de partição de assimilados nos órgãos da planta. Por outro lado, a taxa de assimilação depende da eficiência fotossintética e da duração da área foliar (Lambers, 1987). A produção de matéria seca é impulsionada principalmente pela fotossíntese, enquanto a fotossíntese, em grande parte, depende da interceptação da luz. A área foliar é um determinante importante da interceptação de luz, pois o crescimento das folhas está em função da produção de matéria seca total e da fração de matéria seca alocada às folhas.

A ecofisiologia da planta pode ajudar a identificar as características ou o conjunto de características que maximizem a produtividade e sua estabilidade em condições de ambiente com ou sem estresses (Araus *et al.*, 2000). Apesar da biologia molecular e dos programas de melhoramento genético tradicional fornecerem as ferramentas para desenvolvimento de novas combinações de características de plantas, a ecofisiologia talvez seja a área mais adequada para determinar o custo/benefício e as consequências das mudanças ocorridas nas características, pois a planta inteira interage de forma complexa com o ambiente (Araus *et al.*, 1998, 1999; Slafer *et al.*, 1999). Estudo de Isla *et al.* (1998) com cevada em solos não salinos e salinos verificaram que as características que tiveram correlação (r) positiva e significativa para solos não salinos não se repetiram para solos salinos.

A contribuição potencial da abordagem fisiológica para seleção de plantas, bem como as suas limitações inerentes e as exigências já foram analisados a partir de uma perspectiva puramente de melhoramento (Jackson *et al.*, 1996), onde as características ecofisiológicas de rendimento, já foram

estabelecidas por Slafer *et al.* (1993), Araus (1996), Passioura (1996) e Richards (1996).

Algumas características fisiológicas, como índice de colheita e duração da área foliar, têm sido utilizadas como ferramentas rápidas e não destrutivas em culturas de raízes tropicais, como em programas de melhoramento de mandioca (El-Sharkawy, 2004, 2006a,b). A taxa fotossintética líquida (A) tem sido um critério comum para identificar possíveis linhas de genótipos adaptados às especificidades do meio ambiente e com maior rendimento (El-Sharkawy, 2006b). Essas avaliações foram realizadas com mandioca (El-Sharkawy, 2004, 2006a,b), milho (Crosbie & Pearce, 1982), soja (Ashley & Boerma, 1989), aspargo (Faville *et al.*, 1999; Ball & Kelly, 1999), ervilha (Mahon & Hobbs, 1981) e mandioquinha-salsa (Jaimez *et al.*, 2008). Contudo, baixa correlação entre (A) e rendimento têm sido relatados em cevada (Berdahl *et al.*, 1972) e colza (Chongo & McVetty 2001). Em alguns casos, até mesmo uma correlação negativa é verificada entre fotossíntese da folha (A) e produtividade máxima (Evans, 1993). No entanto, Lawlor (1995) enfoca que existem algumas contradições nos resultados das diferentes culturas, pois limitações ambientais, fatores de rendimento de planta e fotossíntese interagem fortemente. Portanto, é importante avaliar as melhores condições ambientais e compreender melhor os mecanismos subjacentes à produção de biomassa em várias condições.

Quanto à correlação entre (A) e à produtividade de bulbo, ainda não há trabalhos com o alho. Será útil saber se altos rendimentos de bulbos estão relacionados com altas taxas de assimilação ou se eles são independentes da produção de bulbos, em virtude das variações nos padrões de distribuição de assimilados entre os órgãos da planta.

Vários autores citam que os aspectos ecofisiológicos influenciam e determinam o crescimento do bulbo de alho (Ledesma *et al.*, 1980; Takagi, 1990; Messiaen, 1993), mas não foram encontrados trabalhos referentes às trocas gasosas. Diante do exposto, neste estudo verificou-se a relação entre características de trocas gasosas com a produção de bulbos de alho em condições de campo das subamostras de alho cv. Amarante.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Considerações gerais

O experimento foi realizado em campo, na Horta do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante os meses de abril a setembro de 2008. Viçosa-MG localiza-se na Zona da Mata mineira, a 20° 45' de latitude sul e 42° 51' de longitude oeste, com altitude de 651 m.

Durante o período experimental foram registradas temperatura e umidade relativa do ar, insolação e fotoperíodo pela estação climatológica da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. As temperaturas mínima, média e máxima foram 5,7, 18,0 e 33,2 °C, respectivamente (Figura 1). As umidades relativas do ar mínima, média e máxima foram 51,0, 81,0 e 95,0%, respectivamente (Figura 2). A insolação máxima foi 10,0 horas e a mínima 0,0 hora (Figura 3). O fotoperíodo mínimo foi 10,85 horas e o máximo 11,96 horas, com média de 11,23 horas (Figura 4).

O experimento foi constituído de 20 tratamentos, correspondentes às 20 subamostras de alho 'Amarante' do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV (BGH/UFV). Dessas subamostras 14 (BGH 7614 a 7627) foram cedidas pela EPAMIG Zona da Mata (Tabela 1). Previamente ao cultivo foram selecionadas subamostras que apresentavam plantas saudias e uniformes.

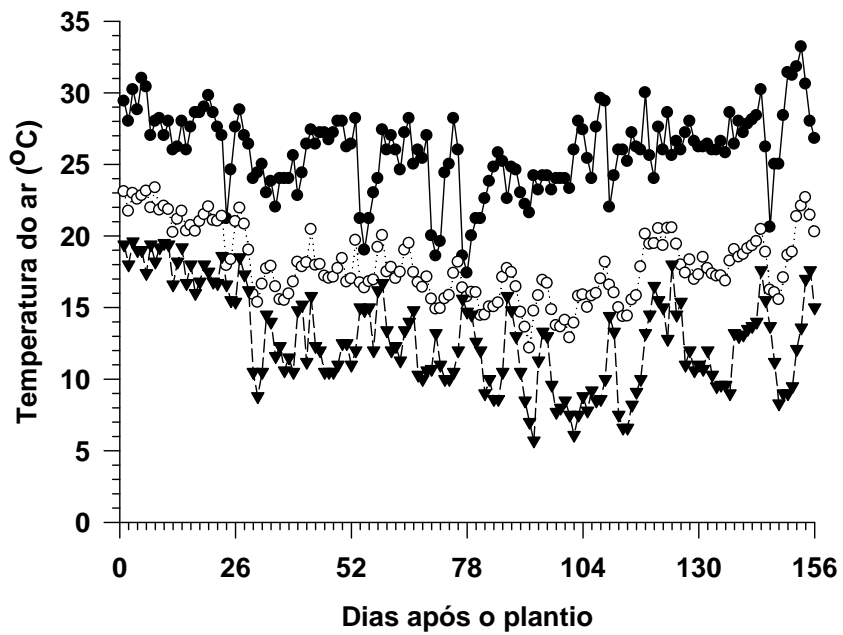


Figura 1 – Valores das temperaturas do ar mínima, média e máxima diária durante o ciclo cultural das 20 subamostras de alho cv. Amarante BGH/UFV, no período de 8 de abril a 13 de setembro de 2008. Viçosa-MG, UFV, 2008.

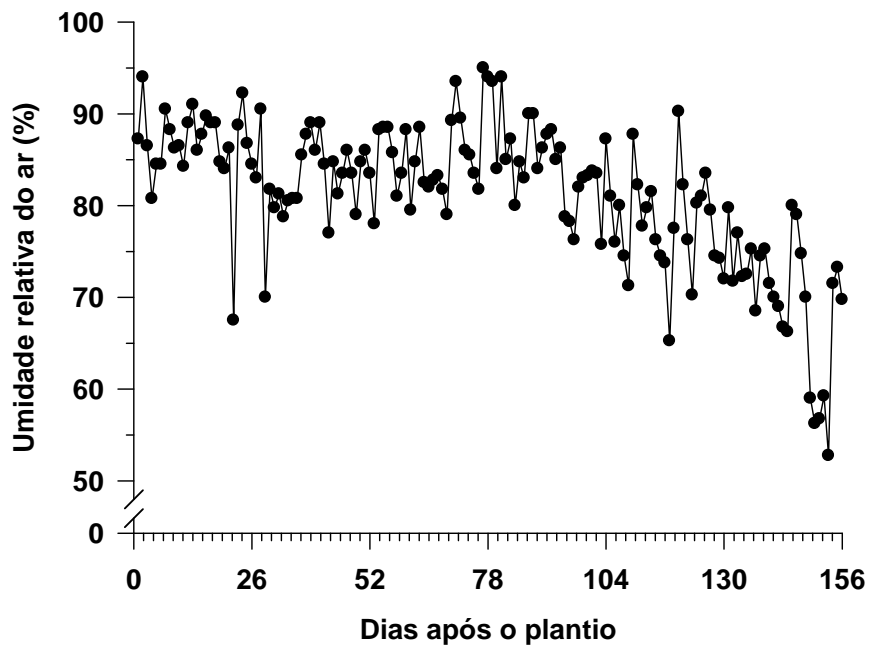


Figura 2 – Valores médios diários da umidade relativa do ar durante o ciclo cultural das 20 subamostras de alho cv. Amarante BGH/UFV, no período de 8 de abril a 13 de setembro de 2008. Viçosa-MG, UFV, 2008.

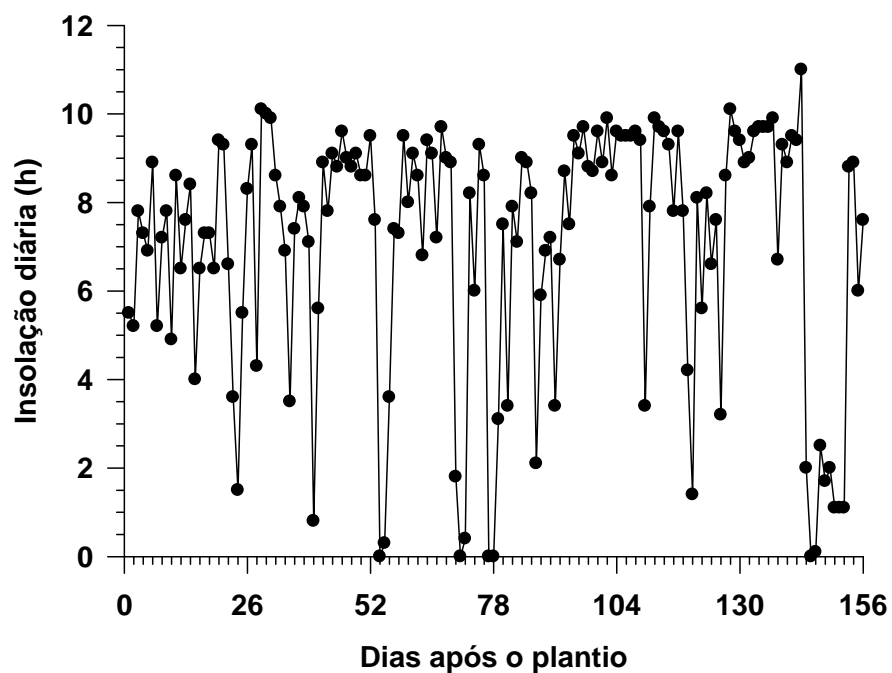


Figura 3 – Valores de insolação diária durante o ciclo cultural das 20 subamostras de alho cv. Amarante BGH/UFV, no período de 8 de abril a 13 de setembro de 2008. Viçosa-MG, UFV, 2008.

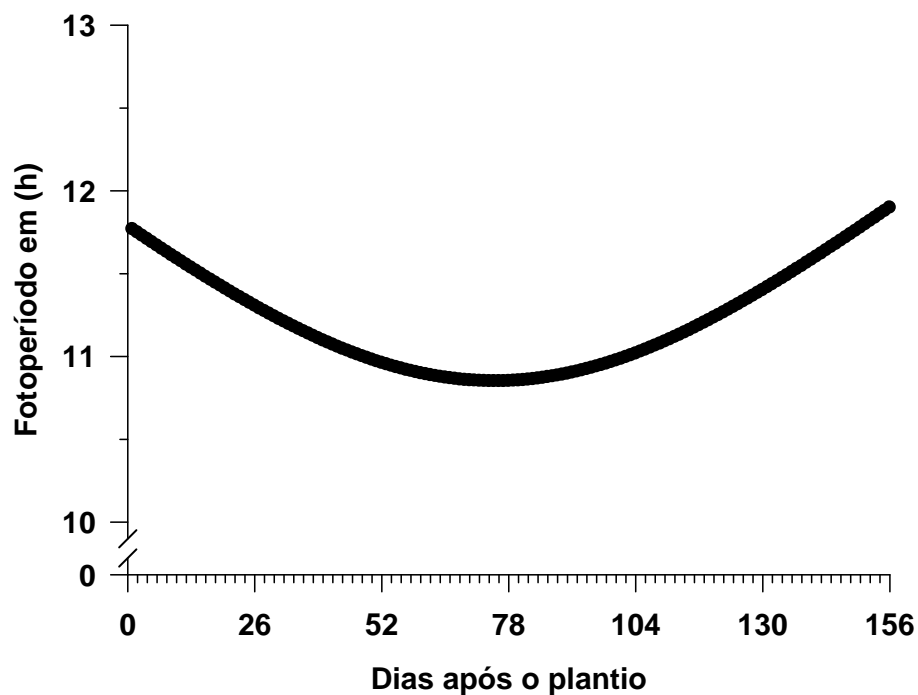


Figura 4 – Valores de fotoperíodo diário, durante o ciclo cultural das 20 subamostras de alho cv. Amarante BGH/UFV, no período de 8 de abril a 13 de setembro de 2008. Viçosa-MG, UFV, 2008.

Tabela 1 – Tratamento (subamostras), origem, massas de matéria fresca e seca dos bulbilhos das subamostras de alho, cv. Amaranthe. Viçosa-MG, UFV, 2008

Tratamento (Subamostras)	Origem	Massa (g/bulbilho) ¹	
		Matéria Fresca	Matéria Seca
BGH - 4899	² NR	1,16	0,44
BGH - 5934	Viçosa - MG	1,45	0,55
BGH - 5939	Viçosa - MG	1,31	0,49
BGH - 5940	Viçosa - MG	1,29	0,48
BGH - 5941	Espírito Santo	1,41	0,53
BGH - 6394	² NR	1,42	0,54
BGH - 7614	Espírito Santo/EPAMIG-1	1,23	0,46
BGH - 7615	Espírito Santo/EPAMIG-2	1,32	0,50
BGH - 7616	Espírito Santo/EPAMIG-3	1,17	0,44
BGH - 7617	Espírito Santo/EPAMIG-4	1,59	0,60
BGH - 7618	Espírito Santo/EPAMIG-5	1,44	0,54
BGH - 7619	Espírito Santo/EPAMIG-6	1,19	0,45
BGH - 7620	Espírito Santo/EPAMIG-7	1,08	0,41
BGH - 7621	Espírito Santo/EPAMIG-8	1,29	0,49
BGH - 7622	Espírito Santo/EPAMIG-9	1,23	0,46
BGH - 7623	Espírito Santo/EPAMIG-10	1,19	0,45
BGH - 7624	Espírito Santo/EPAMIG-11	1,27	0,48
BGH - 7625	Espírito Santo/EPAMIG-12	1,19	0,45
BGH - 7626	Espírito Santo/EPAMIG-13	1,26	0,47
BGH - 7627	Espírito Santo/EPAMIG-14	1,24	0,47

¹ Bulbilhos retidos na peneira 3; ²NR - Origem não registrada nos dados de passaporte.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Centro Tecnológico da Zona da Mata (EPAMIG/CTZM).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. A parcela com 1,0 m², foi constituída por quatro fileiras de 1,0 m de comprimento, espaçamento de 0,25 x 0,10 m, totalizando 40 plantas. Foram consideradas úteis, as plantas centrais das duas fileiras centrais, exceto as plantas das extremidades.

Foram utilizados canteiros com laterais de alvenaria, dispostos no sentido leste-oeste, dimensões de 10,0 x 1,0 x 0,30 m, preenchidos com solo retirado da camada de 0-10 cm da superfície de solo de mata, classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico (EMBRAPA, 1999), cujos valores das análises química e física encontram-se na (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores das análises química e física de amostra do solo utilizado para o preenchimento dos canteiros de cultivo, antes da calagem e da adubação de plantio. Viçosa-MG, UFV, 2008

Características Químicas	Valores
pH em água (1:2,5) ¹	5,8
P (mg dm ⁻³) ²	220
P - rem (mg L ⁻¹) ¹³	30
K (mg dm ⁻³) ²	160
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³) ³	6,4
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³) ³	1,1
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³) ³	0,4
H + Al (cmol _c dm ⁻³) ⁴	6,44
SB (cmol _c dm ⁻³) ⁶	7,91
CTC (t) (cmol _c dm ⁻³) ⁸	7,91
CTC (T) (cmol _c dm ⁻³) ⁹	14,35
V (%) ¹⁰	55,0
m (%) ¹¹	0
MO (dag kg ⁻¹) ¹²	2,8
Zn (mg dm ⁻³) ²	56
Fe (mg dm ⁻³) ²	112
Mn (mg dm ⁻³) ²	8
Cu (mg dm ⁻³) ²	2
B (mg dm ⁻³) ⁵	2
Características Físicas ⁷	Valores
Argila (%)	30,0
Silte (%)	13,0
Areia grossa (%)	25,0
Areia fina (%)	32,0
Classificação textural	Franco Argilo Arenosa

¹ pH em água, KCl e CaCl₂ relação 1: 2,5; ² P, K, Fe, Zn, Mn e Cu = extrator Mehlich; ³ Ca, Mg, Al e extrator = KCl = 1 mol L⁻¹; ⁴ H + Al = extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; ⁵ B = extrator água quente; ⁶ SB = soma de bases trocáveis; ⁷ Método utilizado foi o da “pipeta”, segundo EMBRAPA; ⁸ CTC (t) = capacidade de troca catiônica efetiva; ⁹ CTC (T) = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; ¹⁰ V = índice de saturação de bases; ¹¹ m = índice de saturação de alumínio; ¹² Mat. Org. (MO) = C. org x 1,7224 – Walkley-Black; ¹³ P-rem = fósforo remanescente.

Procedeu-se a correção do solo, com base no método de saturação por bases (Alvarez & Ribeiro, 1999) e na recomendação de adubação para a cultura (Fontes, 1999; Souza *et al.*, 1999). Utilizou-se o equivalente a 2,6 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, PRNT 80%, incorporado ao solo 30 dias antes do plantio, seguido de irrigações diárias. Cinco dias antes do plantio dos bulbilhos, procedeu-se a adubação de plantio constituída de esterco de bovino curtido, na quantidade equivalente a 28,26 t ha⁻¹, em massa seca (Tabela 3) e de macro e micronutrientes. Esses últimos foram aplicados nas seguintes doses (kg ha⁻¹)

Tabela 3 – Valores das análises química e física do esterco de bovino curtido, utilizado em mistura com solo para preenchimento dos canteiros de cultivo. Viçosa-MG, UFV, 2008

Características Químicas	Valores
pH em água (1:2,5)	6,8
N (%) ¹	1,34
P (%)	0,31
K (%)	0,44
Ca (%)	0,94
Mg (%)	0,26
S (%)	0,53
CO (%) ²	10,45
C/N (%)	7,8
Zn (mg/dm ³)	133
Fe (mg/dm ³)	32.866
Mn (mg/dm ³)	303
Cu (mg/dm ³)	45
B (mg/dm ³)	10
Características Físicas	
Teor de umidade seco ao ar	24,88
Teor de umidade seco em estufa a 75°C	29,35

Teores totais, determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico).

¹ N = método do Kjeldahl.

² CO = método Walkley-Black.

e fontes: 120 kg de sulfato de amônio; 833 kg de superfosfato simples; 21,0 kg de cloreto de potássio; 3,0 kg de sulfato de zinco; 5,0 kg de bórax; 5,0 kg de sulfato de cobre e 250 g de molibdato de sódio.

Aos 50 e aos 100 dias do plantio foram aplicados, em cobertura de um lado da linha de plantas 140 kg sulfato de amônio e 24 kg cloreto de potássio por vez, seguido de irrigação por aspersão.

O plantio foi realizado em 8 de abril de 2008 e foram utilizados bulbilhos retidos na peneira 3, com massa de matéria fresca variando de 1,08 a 1,59 g (Tabela 1). Os bulbilhos de todas subamostras no ato do plantio apresentavam índice de superação de dormência (IVD) superior a 90% e foram plantados na vertical, com ápice do bulbilho voltado para cima, cobertos com cerca de 1,5 cm de solo.

A cultura foi mantida livre de plantas daninhas, por meio de capinas manuais. As irrigações foram realizadas por microaspersão, na seguinte

frequência: três vezes por semana no período de brotação até início da bulbificação; uma vez por semana durante a bulbificação; e cerca de 20 dias antes da colheita a irrigação foi suspensa. A quantidade de água aplicada em cada irrigação era suficiente para elevar a umidade na camada de 0-20 cm de profundidade próxima à capacidade de campo. O controle fitossanitário foi realizado com produtos específicos e registrado para a cultura, em função da constatação da presença da praga tripes e das doenças alternaria e ferrugem.

A colheita foi realizada em 13 de setembro de 2008, quando as plantas apresentavam pelo menos um terço das folhas secas. As plantas colhidas foram submetidas ao processo de pré-cura, em nível de campo, por dois dias; em seguida, foram transportadas para galpão e acondicionadas em girais de madeira para proceder à cura de armazém. Sete dias após o início da cura de armazém, as plantas foram submetidas à toaleta, com o corte da parte aérea a 1,0 cm acima do bulbo e retirada das raízes, obtendo-se a produção de bulbos comerciais e totais.

3.2. Emergência das plantas

A emergência das plantas foi avaliada a cada sete dias até a completa emergência de todas as plantas da parcela.

3.3. Características avaliadas na colheita

3.3.1. Produtividade total (PT) e comercial (PC)

Procedeu-se a colheita aos 156 dias após o plantio. Após nove dias da colheita, sendo dois de pré-cura e sete de cura de galpão, os bulbos foram submetidos à toaleta e classificados, com base no diâmetro, nas classes 3, 4, 5, 6 e 7 (Portaria nº 242, de 17 de setembro de 1992, do MAPA), sendo: classe 3 = miúdo (32-37 mm); classe 4 = pequeno (38-42 mm); classe 5 = médio (43-47 mm); classe 6 = grande (48-56 mm) e classe 7 = graúdo (> 56 mm), e pesados.

Para a PT foram considerados todos os bulbos colhidos, inclusive os bulbos que não ficaram retidos na peneira 3. Para a PC os bulbos se

encaixaram na classificação das classes de 3 até 7. A produtividade foi obtida pela multiplicação da massa dos bulbos pela população de plantas na área equivalente a 8.000 m² (área útil), sendo expressa em t ha⁻¹.

3.4 Características avaliadas durante o ciclo

3.4.1. Intensidade do verde na folha

Aos 59, 87, 114, 136 e 156 dias após o plantio (dap), duas plantas da parcela útil foram escolhidas ao acaso e avaliadas quanto à intensidade do verde na folha. A avaliação foi realizada na 3^a folha expandida (jovem madura), do ápice para a base da planta no horário de 7 às 10 horas, utilizando a medida indireta de clorofila por meio do clorofilômetro (MINOLTA CHLOROPHYLL METER SPAD – 502), conforme Guimarães *et al.* (1999). Em cada folha foram registradas duas medições: uma na metade do comprimento da folha e outra cerca de dois terços do seu comprimento e a média foi apresentada em unidade SPAD.

3.4.2. Trocas gasosas (TG) e análise de crescimento (AC)

Para realização dessas medições, o ciclo de crescimento da cultura foi dividido em quatro fases, sendo:

- 1) primeira fase, de 59 a 87 dias após o plantio, correspondendo à fase de diferenciação das gemas axilares;
- 2) segunda fase, de 87 a 114 dias após o plantio, correspondendo ao término da diferenciação das gemas e início do enchimento dessas;
- 3) terceira fase, 114 a 136 dias após o plantio, fase inicial de enchimento das gemas; e
- 4) quarta fase e final, 136 a 156 dias após o plantio, fase final de enchimento dos bulbilhos, senescência foliar e maturação.

Durante essas fases foram realizadas em duas plantas competitivas da parcela útil, escolhidas ao acaso, as medições de trocas gasosas e análise de crescimento aos 59, 87, 114, 136 e 156 dap.

3.4.2.1. Trocas gasosas (TG)

Foram avaliadas a taxa de fotossíntese líquida (A), a concentração interna de CO_2 (C_i), a relação carbono interno da folha e carbono atmosférico (C_i/C_a), a condutância estomática ao vapor de água (g_s) e a taxa transpiratória (E). A eficiência fotossintética do uso da água (EFUA) foi estimada mediante a seguinte fórmula: $EFUA = A/E$.

As medições foram realizadas entre 8h30 e 11h30 h, na 3ª folha mais expandida do ápice para base da planta, intactas, fisiologicamente “jovem madura”, utilizando-se sistema portátil para medições de trocas gasosas (IRGA - LCpro + Photosynthesis System, ADC Bioscientific Ltd., England). Foi utilizado como fonte de radiação fotossinteticamente ativa $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, temperatura ambiente, $U_{\text{set}} 200$ e área foliar analisada de $5,80 \text{ cm}^2$ (câmara para folha estreita).

3.4.2.2. Análises de crescimento (AC)

Foram realizadas, por via destrutiva, em duas plantas competitivas, as seguintes características: número de folhas/planta (NFP); área foliar (AF); massas de matéria seca de folhas (MSF), de pseudocaule (MSPC), de bulbo (MSB), de raiz (MSR) e planta inteira (MSPI). Essas características foram avaliadas aos 59, 87, 114, 136 e 156 dap.

O NFP foi obtido por meio da contagem de todas as folhas presentes na planta com tamanho mínimo de cinco cm de comprimento.

A AF foi obtida pela leitura em integrador de área foliar LICOR (modelo 3100 Area Meter®), expressa em $\text{cm}^2/\text{planta}$ e em seguida transformada para dm^2 .

As MSF, MSPC, MSB e MSR foram obtidas após secagem em estufa à $65 \text{ }^\circ\text{C}$, com ventilação forçada, até massa constante, expressa em g/planta . A MSPI foi obtida pelo somatório das MSF, MSPC, MSB e MSR.

As análises de crescimento foram realizadas de acordo com Evans (1982). Os índices de taxa de crescimento relativo da planta (TCRP), taxa de crescimento do bulbo (TCRB), taxa de assimilação líquida da planta (TALP) e bulbo (TALB), razão de área foliar (RAFP) e bulbo (RAFB) e duração da área

foliar (DAF) foram calculadas para todos os subamostras, nas quatro fases de crescimento. As equações utilizadas para os cálculos foram:

3.4.2.2.1. Taxa de crescimento relativo da planta (TCRP)

$$\text{TCRP} = (\ln PL_2 - \ln PL_1)/(t_2 - t_1) \quad (\text{g g}^{-1} \text{ tempo}^{-1})$$

em que

\ln = logaritmo neperiano;

PL_1 = peso da planta no momento 1;

PL_2 = peso da planta no momento 2;

t_1 = tempo 1; e

t_2 = tempo 2.

3.4.2.2.2. Taxa de crescimento relativo do bulbo da planta (TCRB)

$$\text{TCRB} = (\ln PBP_2 - \ln PBP_1)/(t_2 - t_1) \quad (\text{g g}^{-1} \text{ tempo}^{-1})$$

em que

\ln = logaritmo neperiano;

PBP_2 = peso do bulbo da planta no momento 2;

PBP_1 = peso do bulbo da planta no momento 1;

t_1 = tempo 1; e

t_2 = tempo 2.

3.4.2.2.3. Taxa de assimilação líquida da planta (TALP)

$$\text{TALP} = (PL_2 - PL_1/T_2 - T_1) \times (\ln A_2 - \ln A_1/A_2 - A_1)$$

em que

PL_1 = peso da planta no momento 1;

PL_2 = peso da planta no momento 2;

A_1 = área foliar da planta momento 1;

A_2 = área foliar da planta momento 2;

T_1 = tempo 1;
 T_2 = tempo 2; e
ln = logaritmo neperiano.

3.4.2.2.4. Taxa de assimilação líquida do bulbo (TALB)

$$TALB = (PB_2 - PB_1 / T_2 - T_1) \times (\ln A_2 - \ln A_1 / A_2 - A_1)$$

em que

PL_1 = peso do bulbo no momento 1;
 PL_2 = peso do bulbo no momento 2;
 A_1 = área foliar da planta momento 1;
 A_2 = área foliar da planta momento 2;
 T_1 = tempo 1;
 T_2 = tempo 2; e
ln = logaritmo neperiano.

3.4.2.2.5. Razão de área foliar/planta (RAFP)

$$RAFP = [(A_1/PL_1) + (A_2/PL_2)]/2 \quad (\text{dm}^2 \text{g}^{-1})$$

em que

A_1 = área foliar da planta momento 1;
 A_2 = área foliar da planta momento 2;
 PL_1 = peso foliar da planta no momento 1; e
 PL_2 = peso foliar da planta no momento 2.

3.4.2.2.6. Razão de área foliar/bulbo (RAFB)

$$RAFB = [(A_1 / PB_1) + (A_2 / PB_2)] / 2 \quad (\text{dm}^2 \text{g}^{-1})$$

em que

A_1 = área foliar da planta momento 1;
 A_2 = área foliar da planta momento 2;

PB₁ = peso do bulbo no momento 1; e
PB₂ = peso foliar da planta no momento 2.

3.4.2.2.7. Duração da área foliar (DAF)

$$DAF = [(A_1 + A_2) \times (t_2 - t_1)] / 2 =$$

em que

A₁ = área foliar da planta momento 1;

A₂ = área foliar da planta momento 2;

t₁ = tempo 1; e

t₂ = tempo 2;

3.4.2.2.8. Índice de colheita (IC)

O índice de colheita (IC) foi realizado para todas as subamostras no momento da colheita, da seguinte forma:

$$IC = MSB / MStotal$$

em que

MSB = massa da matéria seca de bulbo; E

MStotal = massa da matéria seca total da planta.

3.5. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os grupos de subamostras foram obtidos utilizando-se o critério de Scott-knott, a 5% de probabilidade. Para verificar a associação entre produtividade total de bulbos e as variáveis quantitativas morfofisiológicas da planta foram estimados o coeficiente de correlação de Pearson, que foram testados utilizando o teste de Student "t", a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Emergência de bulbilhos

Aos 21 dias após o plantio 100% dos bulbilhos de todas as subamostras tinham emergido. A emergência foi uniforme em razão do índice visual de superação de dormência (IVD) de todas as subamostras estarem acima de 90% e das condições favoráveis de temperatura, neste período, com mínima e máxima de 20,2 e 23,4 °C, respectivamente (Figura 1).

4.2. Colheita: produtividade total e comercial

Na colheita realizada aos 156 dias após o plantio (dap), obtiveram-se três e quatro grupos de subamostras para produtividade total (PT) e comercial (PC), respectivamente (Tabela 4). Tanto para PT quanto para PC, as subamostras BGH 7616, 5939, 5934, 7617, 6394, 7620, 7623, 7614, 7618 e 7621 se destacaram das demais, sendo significativamente maiores (Tabela 4). A correlação (r) entre PT e PC foi de 0,9971 ($p < 0,01$), justificando o fato de que as dez subamostras que apresentaram maior PT também apresentaram maior PC.

Pelo critério de Scott-Knott foi possível separar as subamostras em três grupos quanto à produtividade total (PT): grupo 1, com produtividade variando de 9,98 a 12,49, grupo 2, de 9,13 a 9,73 e grupo 3, de 7,0 a 8,67, em $t\ ha^{-1}$.

Tabela 4 – Valores médios de produtividade total (PT) e comercial (PC) de bulbos das subamostras de alho ‘Amarante’, do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	Produtividade de Bulbos (t ha ⁻¹)	
	PT	PC
BGH 4899	8,44 c	8,37 c
BGH 5934	11,09 a	11,02 a
BGH 5939	11,35 a	11,35 a
BGH 5940	9,36 b	9,07 b
BGH 5941	9,52 b	9,48 b
BGH 6394	10,74 a	10,70 a
BGH 7614	10,25 a	10,16 a
BGH 7615	9,73 b	9,50 b
BGH 7616	12,49 a	12,49 a
BGH 7617	10,79 a	10,70 a
BGH 7618	10,14 a	10,08 a
BGH 7619	7,00 c	6,61 d
BGH 7620	10,74 a	10,66 a
BGH 7621	9,98 a	9,80 a
BGH 7622	9,43 b	9,21 b
BGH 7623	10,73 a	10,62 a
BGH 7624	8,41 c	8,28 c
BGH 7625	8,01 c	7,90 c
BGH 7626	8,67 c	8,42 c
BGH 7627	9,13 b	9,00 b
CV (%)	9,55	10,31

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

Quanto à produtividade comercial (PC) estabeleceram-se quatro grupos: grupo 1 (9,80 a 12,49), 2 (9,0 a 9,50), 3 (7,90 a 8,42) e 4 (6,51) em t ha⁻¹). Esses resultados indicam que as subamostras de alho cv. Amarante avaliadas apresentam diferenças quanto às PT e às PC.

Considerando que em todas as subamostras foram colhidos o mesmo número de plantas por unidade de área, maiores valores de PT e PC indicam bulbos com maior massa de matéria fresca, os quais alcançam melhores cotações de mercado.

Os valores de produtividade total da cv. Amarante encontrados no trabalho estão compatíveis com os encontrados por Fontes (1973), Blank *et al.* (1998) e Silva *et al.* (2000), que foram de 11,40, 5,20, 10,86 t/ha, respectivamente.

O comportamento das 20 subamostras de alho cv. Amaranthe relativo às características morfofisiológicas avaliadas em cinco datas (59, 87, 114, 136 e 156 dap) no decorrer do ciclo da cultura é apresentado a seguir.

4.3. Primeira avaliação realizada aos 59 dap

Nessa avaliação, correspondente ao início da fase de diferenciação das gemas, não houve diferença significativa entre as subamostras quanto ao NFP, à MSB e à MSR. Os valores para essas características variaram, respectivamente, de 4,75 a 5,87 ud/planta; 0,12 a 0,27 g/planta e 0,10 a 0,20 g/planta (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios do número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e massas de matéria seca de raiz (MSR), bulbo (MSB), folha (MSF), pseudocaulo (MSPC) e planta inteira (MSPI) aos 59 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe do Banco de Germoplasma de Hortaliças/UFV. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	NFP	AF	MSR	MSB	MSF	MSPC	MSPI
	ud	dm ² /pl.	g/planta				
BGH 4899	5,25 a	0,72 b	0,12 a	0,17 a	0,85 b	0,27 b	1,42 b
BGH 5934	5,37 a	1,28 a	0,15 a	0,20 a	1,32 a	0,37 a	2,05 a
BGH 5939	5,62 a	1,40 a	0,15 a	0,22 a	1,42 a	0,32 b	2,12 a
BGH 5940	5,50 a	0,90 b	0,17 a	0,27 a	1,05 b	0,35 b	1,85 a
BGH 5941	5,00 a	0,91 b	0,17 a	0,17 a	1,00 b	0,32 b	1,67 b
BGH 6394	5,62 a	1,09 a	0,17 a	0,20 a	1,17 a	0,35 b	1,90 a
BGH 7614	5,12 a	0,83 b	0,12 a	0,15 a	0,95 b	0,32 b	1,55 b
BGH 7615	5,25 a	1,03 b	0,12 a	0,25 a	1,20 a	0,47 a	2,05 a
BGH 7616	5,75 a	1,32 a	0,17 a	0,22 a	1,32 a	0,42 a	2,15 a
BGH 7617	5,87 a	1,43 a	0,10 a	0,22 a	1,50 a	0,42 a	2,25 a
BGH 7618	5,12 a	0,98 b	0,12 a	0,22 a	1,00 b	0,30 b	1,65 b
BGH 7619	4,75 a	0,56 b	0,15 a	0,15 a	0,62 b	0,22 b	1,15 b
BGH 7620	5,00 a	0,82 b	0,20 a	0,17 a	1,00 b	0,35 b	1,72 b
BGH 7621	5,62 a	1,17 a	0,15 a	0,17 a	1,22 a	0,42 a	1,97 a
BGH 7622	5,12 a	0,90 b	0,12 a	0,22 a	0,95 b	0,32 b	1,62 b
BGH 7623	5,50 a	1,50 a	0,17 a	0,17 a	1,45 a	0,40 a	2,20 a
BGH 7624	5,37 a	0,89 b	0,15 a	0,22 a	1,02 b	0,32 b	1,72 b
BGH 7625	4,75 a	0,69 b	0,17 a	0,17 a	0,87 b	0,22 b	1,45 b
BGH 7626	5,25 a	0,89 b	0,17 a	0,12 a	0,95 b	0,27 b	1,52 b
BGH 7627	5,12 a	0,76 b	0,15 a	0,12 a	0,87 b	0,22 b	1,37 b
CV (%)	9,33	25,33	37,30	35,13	23,36	27,63	19,97

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

Entretanto, verificaram-se diferenças significativas entre as subamostras para AF, MSF, MSPC e MSPI. Os maiores valores estão em destaque na Tabela 5. Neste início da fase da diferenciação das gemas as subamostras BGH 7616, 7617, 7621, 7623 e 5934, foram, conjuntamente, significativamente maiores para AF, MSF, MSPC e MSPI, e as subamostras BGH 5939 e 6394 para as características AF, MSF e MSPI (Tabela 5), caracterizando, portanto, maior porte de planta e área fotossintética em relação às demais subamostras avaliadas.

Valores de 7,5 folhas/planta, AF de 3,9 dm², MSF de 1,5 g/planta e MSPI de 2,2 g/planta aos 59 dap foram encontrados por Fontes (1973), trabalhando com cv. Amaranthe, plantada em 14 de abril. Estes valores foram ligeiramente superiores aos valores encontrados em nosso trabalho, possivelmente em razão das distintas condições edafoclimáticas.

As subamostras BGH 7614, 7618 e 7620, que estão no grupo das subamostras que apresentaram maiores PT e PC (Tabela 4), foram, nesta fase, significativamente inferiores em relação às outras subamostras em estudo, para as características AF, MSF, MSPC e MSPI (Tabela 5), não expressando aspectos morfológicos que as levassem as maiores produtividades no final do ciclo, apesar da MSF, AF, MSPC e MSPI apresentarem correlação (r) positiva com PT, respectivamente de 0,5498, 0,5320, 0,2629 e 0,5180 (p < 0,01).

As subamostras BGH 7616, 7617, 7621, 7623, 5934, 5939 e 6394 apresentaram maiores valores de AF, MSF e MSPI, associadas com correlações significativas e positivas com a PT. Estes dados indicam que essas subamostras apresentaram, já no início do ciclo cultural, grande potencialidade de produção de bulbos.

As características A, TI, gs, E, Ci, Ci/Ca e EFUA não apresentaram diferenças significativas entre as subamostras avaliadas. Os valores para essas características apresentaram variações de 15,91 a 25,25 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; 23,80 a 25,87 °C; 0,36 a 1,73 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; 2,05 a 3,87 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; 219,75 a 297,50 $\mu\text{mol mol}^{-1}$; 0,58 a 0,78, e de 5,20 a 10,98 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$, respectivamente (Tabela 6).

Quanto ao índice SPAD, foram verificadas diferenças significativas entre as subamostras, onde os maiores valores estão em destaque na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores médios da taxa fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca), eficiência fotossintética do uso da água (EFUA) e estado de nitrogênio (SPAD), aos 59 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças/UFV. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	A	TI	gs	E	Ci	Ci/Ca	EFUA	SPAD
	$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	°C	$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol mol}^{-1}$		$\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$	
BGH 4899	15,91 a	25,22 a	0,36 a	2,05 a	249,00 a	0,65 a	7,70 a	64,62 a
BGH 5934	17,95 a	24,15 a	0,61 a	2,48 a	253,25 a	0,66 a	7,65 a	59,27 b
BGH 5939	16,24 a	25,87 a	0,45 a	2,58 a	255,00 a	0,66 a	6,69 a	63,58 a
BGH 5940	20,47 a	25,42 a	0,46 a	2,63 a	267,25 a	0,69 a	8,75 a	60,45 b
BGH 5941	25,25 a	23,80 a	0,94 a	2,42 a	222,25 a	0,58 a	10,98 a	62,77 a
BGH 6394	22,66 a	25,75 a	1,09 a	3,40 a	238,25 a	0,64 a	9,14 a	60,51 b
BGH 7614	19,16 a	25,47 a	1,29 a	2,88 a	255,75 a	0,67 a	7,69 a	58,73 b
BGH 7615	19,32 a	25,85 a	1,13 a	3,02 a	253,00 a	0,66 a	7,50 a	61,83 a
BGH 7616	22,94 a	25,60 a	1,07 a	3,31 a	255,50 a	0,68 a	8,74 a	59,91 b
BGH 7617	18,27 a	25,10 a	0,92 a	2,63 a	284,25 a	0,74 a	9,02 a	60,10 b
BGH 7618	16,11 a	25,55 a	1,56 a	3,87 a	297,50 a	0,78 a	5,20 a	58,67 b
BGH 7619	21,13 a	25,57 a	0,56 a	2,45 a	222,25 a	0,58 a	9,13 a	61,32 a
BGH 7620	16,14 a	25,70 a	0,88 a	3,25 a	265,50 a	0,71 a	6,65 a	61,78 a
BGH 7621	22,63 a	25,42 a	1,73 a	3,83 a	271,00 a	0,72 a	6,85 a	59,86 b
BGH 7622	15,74 a	25,07 a	1,16 a	3,29 a	289,00 a	0,77 a	5,79 a	62,08 a
BGH 7623	20,99 a	25,52 a	1,34 a	3,57 a	258,00 a	0,68 a	8,63 a	59,05 b
BGH 7624	22,62 a	23,95 a	0,92 a	2,68 a	248,25 a	0,66 a	8,92 a	62,33 a
BGH 7625	24,52 a	25,35 a	0,94 a	2,87 a	219,75 a	0,58 a	9,94 a	60,65 b
BGH 7626	19,34 a	25,87 a	0,76 a	3,28 a	261,25 a	0,69 a	7,45 a	61,75 a
BGH 7627	22,41 a	25,70 a	1,29 a	3,30 a	252,50 a	0,66 a	8,24 a	61,25 a
CV (%)	26,86	6,26	68,95	33,34	11,22	11,15	31,63	3,24

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

As subamostras BGH 7616, 7617, 7621, 7623, 5939, 5934 e 6394 estão entre aquelas com valores SPAD significativamente menores, embora tenham apresentado valores significativamente maiores para AF e MSF. Comportamento inverso foi observado para a subamostra BGH 7620, que apresentou maior índice SPAD, mas com AF e MSF significativamente menores, indicando maior teor de clorofila por unidade de lâmina foliar.

As características A, TI, gs, E, Ci, Ci/Ca e EFUA não apresentaram correlação (r) com a PT. A correlação entre SPAD e PT foi negativa e significativa ($-0,2085$; $p < 0,05$), inferindo que menores SPAD estão relacionados com maiores PT.

As subamostras BGH 7616, 7617, 7621, 7623, 5939, 5934 e 6394 apresentaram os maiores valores de AF, MSF e MSPI, com correlação (r) positiva com PT ($p < 0,01$) de $0,5320$, $0,5498$ e $0,5180$, respectivamente. Todavia, essas subamostras apresentaram menor índice SPAD, indicando ter havido efeito de diluição do N na lâmina foliar, fato evidenciado pela correlação (r) negativa entre SPAD e PT ($-0,2085$; $p < 0,05$).

Correlação entre características morfofisiológicas e produtividade total é dependente da cultivar e de ambiente de cultivo. Em estudos com cevada, Isla *et al.* (1998) verificaram que as características que tiveram correlação (r) positiva e significativa para solos não salinos não se repetiram para solos salinos.

No presente trabalho, os maiores valores de AF, MSF e MSPI e a correlação (r) positiva e significativa dessas com PT permitem inferir que características morfológicas que proporcionam maior área fotossintética culminam em maior produção de bulbos, em razão da maior produção de fotossimilados pela planta.

A área foliar é uma característica importante em estudos de nutrição e crescimento vegetal, uma vez que está relacionada ao metabolismo vegetal e à capacidade fotossintética potencial, determinando o acúmulo de matéria seca e o rendimento e a qualidade da colheita (Jorge & González, 1997).

Em trabalho com os alhos Blanco, Colorado e Rosado Paraguai, Stahlschmidt & Cavagnaro (1997) mostraram que o crescimento e o rendimento de bulbo estão estreitamente relacionados com o comportamento

da área foliar, em que as cultivares Blanco e Colorado alcançaram maiores produções de bulbos, em virtude da presença de maior aparato fotossintético e da duração foliar. O desenvolvimento da área foliar pode ser visto como uma combinação de quatro processos: taxa de aparecimento foliar; taxa e duração de expansão de folhas individuais e duração da folha individualmente (Marcelis *et al.*, 1998).

A área foliar deve estar ativa fotossinteticamente, sendo que a intensidade do verde da folha, avaliada pelo índice SPAD, tem sido utilizada como uma medida indireta do teor relativo de clorofila. Essa relação é parcialmente, em virtude do fato de que 50 a 70% do N total das folhas serem integrantes de enzimas nos cloroplastos (Chapman & Barreto, 1997).

A adequação da oferta de determinado nutriente à planta está diretamente relacionada com a concentração desse nutriente no tecido (Martin & Matocha, 1973). Todavia, há situação em que a aplicação de determinado nutriente promove aumento da massa seca da planta; porém, após análise da concentração desse elemento em alguns ou todos os tecidos do vegetal, essa é inferior ao do controle (Steenberg & Jacobsen, 1963). Segundo Bates (1971), existem várias explicações em consonância com considerações fisiológicas que pode contribuir para isso. Assim, qualquer que seja a real causa fisiológica, quando o elemento que limita o crescimento é fornecido à respectiva taxa de acúmulo de matéria seca aumenta mais rapidamente do que a taxa de acúmulo de nutrientes, resultando em menores concentrações finais nas plantas tratadas (Jarrell & Beverly, 1981).

Dessa forma, em todas as situações, embora a concentração do elemento no tecido diminua, a acumulação total, calculada pelo produto da concentração pela matéria seca produzida, aumenta significativamente. Verifica-se, portanto, que ocorre aumento do elemento na acumulação total, aumento do rendimento, porém diminuição da concentração no tecido, indicando que o crescimento da planta foi mais rápido que a acumulação de nutriente (Jarrell e Beverly, 1981).

Diante destes fatos, as subamostras que tiveram menores SPAD, contudo maiores AF, MSF e MSPI, apresentam potencial de aumento da fotossíntese total da planta, se aplicadas maiores doses de N, visto que, nesse trabalho foram aplicados apenas 80 kg N ha⁻¹ durante o cultivo.

Nessa fase inicial, as subamostras não diferiram quanto à A, TI, gs, E, Ci, Ci/Ca e EFUA; além disso, a correlação dessas características com a PT não foram significativas, indicando que o crescimento e a produção da planta não foram influenciadas pela unidade específica de área fotossintetizante. Esses resultados estão em conformidade com outros autores (Austin, 1989; Richards, 2000; Sharma-Natu; Ghildiyal, 2005), de que embora existam evidências substanciais de variação genética na taxa de fotossíntese da folha, curiosamente esta variação não parece ter contribuído para produção de maior biomassa.

A massa produzida é em função da fixação de carbono e está relacionada com as perdas que ocorrem pela respiração, fotorrespiração e exsudação pelas raízes. Em culturas como a mandioca (El-Sharkawy, 2004, 2006a,b), milho (Crosbie & Pearce, 1982), soja (Ashley & Boerma, 1989), aspargo (Ball & Kelly, 1999; Faville *et al.*, 1999), ervilha (Mahon & Hobbs, 1981) e mandioquinha-salsa (Jaimez *et al.*, 2008). A característica A apresenta correlação (r) positiva com a produtividade total; todavia, baixa correlação entre A e rendimento de grãos têm sido relatadas em cevada (Berdahl *et al.*, 1972) e colza (Chongo & McVetty, 2001).

Na produção de grãos constata-se que, na maioria das espécies, houve pouca mudança na taxa de fotossíntese da folha por unidade de área para acompanhar o aumento substancial genético da produção. Na verdade, em muitas espécies, incluindo trigo, arroz, sorgo, soja, cana, algodão, *Brassica* e girassol, rendimentos mais elevados têm sido associados com um declínio na taxa de fotossíntese por unidade de área foliar em relação à de seus progenitores.

A ausência de qualquer relação entre a taxa de fotossíntese da folha e aumento na produtividade de grãos não é porque há pouca variação genética na fotossíntese. Pelo contrário, diferenças genéticas significativas nas taxas de fotossíntese por unidade de área foliar entre as linhagens são frequentemente relatadas (Evans, 1993). Entretanto, a fotossíntese total da cultura pode ser aumentada mais facilmente do que o aumento da taxa de fotossíntese da unidade de área da folha.

Estudos de análise de crescimento usando plantas de tabaco transgênicas para diminuir rubisco são interessantes, e demonstram a capacidade de

tamponamento de um processo importante para fotossíntese. Foi demonstrado que a rubisco, com fornecimento adequado de níveis de nitrogênio, pode ser diminuída para cerca de metade do conteúdo presente no tipo selvagem antes que a taxa de fotossíntese, decline (Quick *et al.*, 1991). Mesmo com o declínio da taxa de fotossíntese em plantas de tabaco transgênicas, o crescimento pode não diminuir, porque a área foliar específica pode aumentar e compensar parcialmente a diminuição da taxa de fotossíntese (Fichtner *et al.*, 1993), embora isto possa variar com a intensidade da luz (Stitt *et al.*, 1991).

A maior condutância estomática (gs) proporciona melhor troca de gases na folha, diminuindo a temperatura do dossel, melhorando o fluxo de CO₂, o que pode resultar aumento na taxa de fotossíntese (Sharma-Natu & Ghiliyal, 2005). No entanto, neste trabalho as subamostras que apresenta-ram maiores PT e PC não foram significativamente superiores às demais subamostras quanto a essa característica.

Estudos de Fischer *et al.* (1998) com 41 seleções de trigo mostram que a condutância estomática, a taxa de fotossíntese e a discriminação isotópica do C (13C/12C) foram todas associadas com o progresso de rendimento de grãos. Entre as características fotossintéticas avaliadas, a correlação entre condutância estomática e rendimento de grãos foi a mais forte. Por outro lado, em soja, Morrison *et al.* (1999), examinando variações fisiológicas em 14 cultivares, mostraram que o aumento de rendimento de sementes foi significativamente correlacionado com a diminuição da área foliar e aumento das taxas de fotossíntese e condutância estomática por unidade de área.

Entretanto, a produção de determinada estrutura (acúmulo de fotoassimilatos) é dependente da fonte e do dreno. Assim, o aumento da condutância estomática, da taxa de fotossíntese e o maior número de grãos, culminando com maior produção de grãos, evidenciam a maior força do dreno (RICHARDS, 2000).

No presente trabalho, embora seja uma hortaliça-bulbo, não foram encontradas correlações entre *A* e gs com a PT de bulbo, como observado para produção de grãos em trigo e soja.

4.4. Segunda avaliação realizada aos 87 dap

Nessa avaliação, correspondente ao término da fase de diferenciação das gemas, foram observadas diferenças significativas entre as subamostras quanto à NFP, AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI, e os maiores valores para essas características estão destacadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores médios do número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de folha (MSF), pseudocaule (MSPC), bulbo (MSB), raiz (MSR) e planta inteira (MSPI), aos 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	NFP	AF	MSF	MSPC	MSB	MSR	MSPI
	ud	dm ² /pl.	g/planta				
BGH 4899	7,50 b	2,39 c	2,17 c	0,57 c	0,47 b	0,20 a	3,42 c
BGH 5934	8,00 a	3,98 b	3,42 b	1,17 b	0,72 a	0,27 a	5,60 b
BGH 5939	7,75 a	3,54 b	2,82 b	0,75 c	0,52 b	0,25 a	4,35 c
BGH 5940	7,25 b	2,85 c	2,27 c	0,55 c	0,32 b	0,20 a	3,35 c
BGH 5941	8,00 a	3,18 c	2,52 c	0,75 c	0,55 b	0,22 a	4,05 c
BGH 6394	8,25 a	3,96 b	3,15 b	0,90 c	0,70 a	0,35 a	5,10 b
BGH 7614	7,00 b	2,81 c	2,22 c	0,65 c	0,52 b	0,20 a	3,60 c
BGH 7615	7,00 b	2,80 c	2,30 c	0,77 c	0,42 b	0,20 a	3,70 c
BGH 7616	9,00 a	5,49 a	4,65 a	1,62 a	0,97 a	0,32 a	7,57 a
BGH 7617	8,00 a	4,19 b	3,22 b	1,17 b	0,47 b	0,35 a	5,22 b
BGH 7618	8,00 a	4,17 b	3,42 b	1,02 b	0,62 a	0,30 a	5,37 b
BGH 7619	7,00 b	2,10 c	1,87 c	0,60 c	0,40 b	0,17 a	3,05 c
BGH 7620	8,00 a	3,77 b	2,95 b	1,02 b	0,57 b	0,30 a	4,85 b
BGH 7621	8,25 a	4,26 b	3,37 b	1,25 b	0,77 a	0,22 a	5,62 b
BGH 7622	8,00 a	4,04 b	3,15 b	1,10 b	0,77 a	0,22 a	5,25 b
BGH 7623	7,75 a	3,86 b	3,10 b	0,97 b	0,35 b	0,22 a	4,65 b
BGH 7624	7,50 b	2,99 c	2,47 c	0,75 c	0,40 b	0,20 a	3,82 c
BGH 7625	7,25 b	2,33 c	1,97 c	0,50 c	0,42 b	0,12 a	3,02 c
BGH 7626	7,50 b	3,13 c	2,42 c	0,67 c	0,40 b	0,30 a	3,80 c
BGH 7627	6,75 b	2,56 c	1,87 c	0,57 c	0,27 b	0,15 a	2,87 c
CV (%)	10,06	20,57	20,67	30,47	46,13	47,63	21,70

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

A subamostra BGH 7616 foi significativamente maior para as características NFP, AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI nesta avaliação. As subamostras BGH 7618, 7621, 7622, 5934 e 6394 distinguiram-se quanto ao NFP e a MSB (Tabela 7).

As subamostras BGH 7614 e 5939 foram significativamente inferiores para as características NFP, AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI; enquanto as subamostras BGH 7617, 7620 e 7623 foram significativamente maiores para característica NFP e menores para AF, MSF e MSPC

Aos 87 dap, Fontes (1973) encontrou em uma cv. Amaranthe, NFP de 10,8 ud/planta, AF de 11,70 dm²/planta, MSF 4,8 g/planta, MSB 1,7 g/planta e MSPI 7,9 g/planta. Estes valores foram muito superiores aos encontrados neste trabalho, possivelmente em virtude das distintas condições edafoclimáticas, como já comentado.

Dentre as características morfológicas, NFP, AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI apresentaram correlação (r) positiva com PT; essas foram, respectivamente, de 0,4058, 0,6442, 0,6100, 0,5811, 0,4188 e 0,6309 ($p < 0,01$).

Dentre as características morfológicas, as subamostras BGH 7618, 7621, 5921, 5934 e 6394 apresentaram maior NFP e MSB e as subamostras BGH 7617, 7620 e 7623 maiores NFP; todas essas características também apresentaram correlação significativa e positiva com PT.

Ao término da diferenciação das gemas (87 dap), a subamostra BGH 7616 continuou destacando quanto às características morfológicas, por apresentar maior NFP, AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI, e estas com correlações (r) significativas e positivas com PT.

Novamente, nesta avaliação não houve diferença significativa entre as subamostras quanto às trocas gasosas (A, TI, gs, Ci, Ci/Ca e EFUA). Os valores de A variaram de 11,71 a 15,52 $\mu\text{ mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$; TI de 24,52 a 27,17 °C; gs de 0,67 a 3,61 $\text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{ s}^{-1}$; Ci de 284,50 a 320,75 $\mu\text{ mol mol}^{-1}$; Ci/Ca 0,75 a 0,84 e EFUA de 3,36 a 5,14 $\mu\text{ mol CO}_2\text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$ (Tabela 8).

Os maiores valores de índices SPAD, estão em destaque na Tabela 8. O índice SPAD apresentou o mesmo comportamento da primeira fase (59 dap), onde plantas com menor crescimento vegetativo apresentaram maiores índices SPAD. A correlação (r) entre SPAD e PT foi negativa (-0,4089; $p < 0,01$), mostrando que menores valores de SPAD estão relacionados com maiores PT.

Novamente, a subamostra BGH 7616 foi significativamente inferior quanto ao SPAD, apesar de maior AF, enquanto as subamostras BGH 5939 e 6394 apresentam maiores índices SPAD e menores valores de AF (Tabelas 7 e 8).

Tabela 8 – Valores médios do estado de nitrogênio (SPAD), taxa de fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca), e a eficiência fotossintética do uso da água (EFUA) e taxa transpiratória (E), aos 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	SPAD	A	TI	gs	Ci	Ci/Ca	EFUA	E
		$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol mol}^{-1}$		$\frac{\mu\text{mol CO}_2}{\text{mmol H}_2\text{O}}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
BGH 4899	54,71 a	13,47 a	25,27 a	0,67 a	299,75 a	0,77 a	4,48 a	3,10 b
BGH 5934	51,15 b	11,71 a	24,52 a	0,84 a	317,50 a	0,80 a	4,45 a	2,89 b
BGH 5939	52,81 a	14,18 a	25,60 a	1,69 a	297,25 a	0,78 a	4,57 a	3,11 b
BGH 5940	52,73 a	15,09 a	24,92 a	1,14 a	311,50 a	0,80 a	4,19 a	3,64 a
BGH 5941	54,47 a	13,79 a	27,17 a	2,17 a	314,50 a	0,82 a	3,41 a	4,08 a
BGH 6394	55,00 a	14,62 a	26,10 a	2,80 a	307,50 a	0,81 a	4,26 a	3,60 a
BGH 7614	49,65 b	14,35 a	25,87 a	2,04 a	320,75 a	0,84 a	3,54 a	4,14 a
BGH 7615	52,21 b	14,27 a	24,75 a	0,98 a	307,50 a	0,79 a	4,61 a	3,18 b
BGH 7616	50,08 b	13,18 a	25,90 a	1,86 a	300,00 a	0,77 a	4,53 a	3,09 b
BGH 7617	50,11 b	13,27 a	25,82 a	1,06 a	309,00 a	0,81 a	3,94 a	3,41 b
BGH 7618	48,83 b	14,63 a	25,65 a	1,56 a	312,00 a	0,81 a	4,09 a	3,92 a
BGH 7619	56,62 a	13,27 a	26,65 a	1,36 a	284,50 a	0,75 a	4,61 a	2,84 b
BGH 7620	50,90 b	12,95 a	26,15 a	1,13 a	305,50 a	0,80 a	4,19 a	3,34 b
BGH 7621	49,96 b	15,35 a	25,95 a	2,99 a	309,75 a	0,80 a	4,06 a	3,95 a
BGH 7622	49,80 b	13,85 a	26,57 a	2,21 a	319,50 a	0,84 a	3,36 a	4,29 a
BGH 7623	51,12 b	14,93 a	25,12 a	1,60 a	310,25 a	0,80 a	5,14 a	3,68 a
BGH 7624	53,32 a	15,52 a	26,05 a	3,61 a	318,00 a	0,83 a	3,72 a	4,22 a
BGH 7625	53,90 a	12,65 a	25,95 a	0,93 a	316,25 a	0,81 a	3,89 a	3,62 a
BGH 7626	50,63 b	12,68 a	24,85 a	1,22 a	295,50 a	0,75 a	5,04 a	2,67 b
BGH 7627	51,53 b	13,70 a	26,30 a	1,30 a	317,75 a	0,82 a	3,74 a	3,98 a
CV (%)	4,	15,49	4,93	75,25	5,24	5,95	25,61	19,60

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo critério Scott-Knott.

As subamostras BGH 7614, 7616, 7617, 7618, 7620, 7621, 7623 e 5934, pertencentes ao grupo de subamostras mais produtivos, nesta avaliação apresentam menores índice SPAD. Esse tipo de resposta demonstra o efeito da diluição da clorofila na lâmina foliar. Dentre as características morfológicas, as subamostras BGH 7618, 7621, 5934 e 6394 apresentaram, conjuntamente, maior NFP e MSB e as subamostras BGH 7617, 7620 e 7623 maiores NFP; todas essas características apresentaram correlação significativa e positiva com PT.

Contudo, subamostras com maiores valores de E estão em destaque na Tabela 8. As subamostras não puderam ser discriminadas pela A, TI, gs, Ci, Ci/Ca e EFUA; também, essas características não apresentam correlação significativa com PT. Somente a E foi maior nas subamostras BGH 7614, 7618, 7621, 7623 e 6394, as quais tiveram menores valores de AF, MSF, MSPC e MSPI. Verifica-se que este comportamento da maior E, possivelmente, relaciona-se com a maior sensibilidade dessas subamostras em maior perda de vapor de água. Todavia, E e PT não apresentaram correlação (r) significativa.

As subamostras BGH 7617, 7623 e 5939, especificamente nesta avaliação, apresentaram menores valores para as características AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI. Constatou-se que a subamostra BGH 7614, até esta avaliação, não apresentaram características morfológicas em termos de massa de matéria seca de parte aérea (área fotossintetizante), que justificasse a sua participação no grupo das subamostras com maiores produtividades de bulbos. Nesta fase, as subamostras BGH 7618 e 7620 já apresentavam características morfológicas como NFP e MSB com correlação positiva e significativa com PT.

O raciocínio sobre o comportamento das características morfológicas, de trocas gasosas e índice SPAD foram discutidos na etapa anterior.

4.5. Período compreendido entre 59 e 87 dap

No período compreendido entre a primeira e a segunda avaliação (59 e 87 dap), correspondendo do início ao final do processo de diferenciação das gemas, não houve diferença significativa entre as subamostras quanto à TCRP, TCRB, TALP, TALB e RAFB. Para essas características, as variações foram, respectivamente, de 0,15 a 0,31 g g⁻¹ semana⁻¹, de 0,01 a 0,39 g g⁻¹ semana⁻¹,

de 0,23 a 0,46 g dm⁻² semana⁻¹, de 0,02 a 0,05 dm⁻² semana⁻¹ e de 5,01 a 5,12 dm⁻² g⁻¹ (Tabela 9).

Entretanto, subamostras com maiores valores de RAFP estão em destaque na Tabela 9. Todavia, não foi verificada correlação de RAFP com PT.

A duração da área foliar da planta da subamostra BGH 7616 (668,97 dm² semana⁻¹) foi, isoladamente, maior que as demais subamostras (Tabela 9), estando apta a realizar maior atividade fotossintética em consequência da permanência de maior área foliar ao longo do tempo.

Aos 87 dap, Fontes (1973) encontrou TCRP de 42,5 mg/g/dia e TALP de 40,5 mg/dm²/dia, valores esses semelhantes aos valores encontrados neste trabalho.

Quanto às correlações entre os índices de crescimento e PT, somente DAF apresentou correlação com PT ($r = 0,6789$; $p < 0,01$), evidenciando a precocidade e o grande potencial de produção de bulbo da subamostra BGH 7616.

Maior duração da atividade fotossintética foliar tem contribuído para o aumento da produtividade na maioria das principais culturas (Evans, 1993). A duração do crescimento da cultura e a interceptação de radiação solar são os dois componentes que mais contribuíram para aumento da biomassa e fotossíntese total de culturas e, conseqüentemente, em rendimento (Richards, 2000). Em trabalho com arroz, Akita (1989) demonstrou que a biomassa cresceu 0,2 t ha⁻¹ para cada dia que a duração do crescimento foi prorrogada. Portanto, aumentar a duração do cultivo é a maneira mais simples para o genótipo ampliar a fotossíntese total, a biomassa e a conseqüente produção das culturas; desta maneira, o maior tempo de cultivo aumenta a radiação solar interceptada durante o período de crescimento das culturas (Richards, 2000).

Tabela 9 – Valores médios das taxas de crescimento relativo da planta (TCRP) e do bulbo (TCRB), assimilação líquida da planta (TALP) e do bulbo (TALB), razão foliar do bulbo (RAFB) e planta (RAFP) e duração foliar da planta (DAF), no período de 59 a 87 dias após o plantio, das subamostras de alho cv. Amarante, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	TCRP	TCRB	TALP	TALB	RAFB	RAFP	DAF
	g g ⁻¹ semana ⁻¹		g dm ⁻² semana ⁻¹		dm ² g ⁻¹		dm ² semana ⁻¹
BGH 4899	0,21 a	0,24 a	0,35 a	0,04 a	5,12 a	0,61 b	306,27 c
BGH 5934	0,24 a	0,32 a	0,37 a	0,04 a	7,03 a	0,66 b	516,34 b
BGH 5939	0,17 a	0,23 a	0,24 a	0,03 a	7,03 a	0,74 a	484,53 b
BGH 5940	0,15 a	0,01 a	0,24 a	0,02 a	7,68 a	0,66 b	368,47 c
BGH 5941	0,22 a	0,29 a	0,32 a	0,05 a	6,39 a	0,67 b	401,41 c
BGH 6394	0,24 a	0,30 a	0,35 a	0,05 a	6,55 a	0,68 b	495,54 b
BGH 7614	0,19 a	0,26 a	0,29 a	0,02 a	6,97 a	0,67 b	358,13 c
BGH 7615	0,15 a	0,15 a	0,23 a	0,02 a	6,10 a	0,62 b	375,77 c
BGH 7616	0,31 a	0,39 a	0,46 a	0,05 a	7,70 a	0,67 b	668,97 a
BGH 7617	0,21 a	0,19 a	0,29 a	0,02 a	9,32 a	0,72 a	551,58 b
BGH 7618	0,27 a	0,20 a	0,41 a	0,03 a	7,57 a	0,71 a	505,71 b
BGH 7619	0,24 a	0,21 a	0,41 a	0,02 a	6,27 a	0,60 b	261,81 c
BGH 7620	0,25 a	0,30 a	0,40 a	0,05 a	6,82 a	0,62 b	450,20 b
BGH 7621	0,26 a	0,35 a	0,38 a	0,05 a	6,54 a	0,67 b	532,36 b
BGH 7622	0,29 a	0,29 a	0,44 a	0,05 a	5,01 a	0,66 b	485,50 b
BGH 7623	0,18 a	0,15 a	0,24 a	0,02 a	12,53 a	0,75 a	526,46 b
BGH 7624	0,19 a	0,11 a	0,30 a	0,02 a	7,95 a	0,66 b	381,75 c
BGH 7625	0,18 a	0,20 a	0,29 a	0,04 a	5,40 a	0,62 b	296,52 c
BGH 7626	0,23 a	0,29 a	0,32 a	0,02 a	8,06 a	0,70 a	395,18 c
BGH 7627	0,18 a	0,13 a	0,25 a	0,02 a	11,22 a	0,72 a	326,21 c
CV (%)	33,53	73,79	35,78	73,79	37,84	8,81	18,48

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

4.6. Terceira avaliação realizada aos 114 dap

Na terceira avaliação, correspondente ao início do enchimento das gemas (bulbilhos), não houve diferença significativa entre as subamostras quanto ao NFP e MSR. Para essas características, a variação foi de 9,75 a 11,50 ud/planta e de 0,10 a 0,75 g/planta, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10 – Valores médios do número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de raiz (MSR), folha (MSF), pseudocaule (MSPC), bulbo (MSB) e planta inteira (MSPI), aos 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	NFP	AF	MSR	MSF	MSPC	MSB	MSPI
	----- ud -----	-- dm ² /pl. --	----- g/planta -----				
BGH 4899	9,75 a	2,77 c	0,10 a	3,25 b	2,00 b	2,35 c	7,70 c
BGH 5934	11,00 a	4,56 a	0,32 a	5,42 a	4,37 a	3,82 b	13,95 b
BGH 5939	10,25 a	4,00 b	0,22 a	4,37 b	3,27 b	2,72 c	10,60 c
BGH 5940	10,50 a	3,58 b	0,27 a	3,75 b	3,32 b	3,12 b	10,47 c
BGH 5941	10,75 a	3,69 b	0,27 a	4,17 b	3,02 b	3,30 b	10,77 c
BGH 6394	11,00 a	5,11 a	0,30 a	5,35 a	4,20 a	3,30 b	13,15 b
BGH 7614	10,00 a	3,88 b	0,27 a	3,57 b	2,75 b	2,10 c	8,70 c
BGH 7615	10,50 a	3,62 b	0,40 a	3,92 b	3,52 b	2,57 c	10,42 c
BGH 7616	11,50 a	5,65 a	0,75 a	5,87 a	5,77 a	5,32 a	17,72 a
BGH 7617	11,00 a	4,99 a	0,40 a	4,97 a	5,15 a	3,55 b	14,07 b
BGH 7618	10,00 a	4,07 b	0,30 a	4,10 b	3,37 b	2,25 c	10,02 c
BGH 7619	10,00 a	2,43 c	0,20 a	2,82 b	2,00 b	1,77 c	6,80 c
BGH 7620	10,25 a	4,59 a	0,27 a	4,67 a	3,42 b	2,70 c	11,07 c
BGH 7621	10,50 a	4,10 b	0,15 a	4,10 b	3,75 b	2,92 c	10,92 c
BGH 7622	10,50 a	3,71 b	0,25 a	3,75 b	3,05 b	2,27 c	9,32 c
BGH 7623	10,50 a	5,70 a	0,35 a	5,67 a	5,20 a	2,97 c	14,20 b
BGH 7624	10,00 a	3,10 c	0,12 a	3,40 b	2,90 b	2,80 c	9,22 c
BGH 7625	10,00 a	3,32 c	0,10 a	2,95 b	2,20 b	1,55 c	6,80 c
BGH 7626	9,75 a	4,01 b	0,37 a	3,85 b	3,05 b	2,30 c	9,57 c
BGH 7627	10,25 a	4,21 b	0,35 a	3,97 b	3,40 b	2,27 c	10,00 c
CV (%)	8,76	18,60	62,34	21,44	27,12	34,47	20,45

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

No entanto, foram verificadas diferenças significativas entre as subamostras para AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI. Os maiores valores estão em destaque na Tabela 10.

A subamostra BGH 7616 foi significativamente maior para as características AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI, proporcionando maior porte da planta, área fotossintética e massa de bulbo. As subamostras BGH 7617, 7623, 5934 e 6394 foram maiores para as características AF, MSF e MSPC; a BGH 7620 para AF e MSF, indicando maior área fotossintetizante.

Nesta avaliação, as subamostras BGH 7614, 7618, 7621 e 5939 ficaram no grupo daquelas significativamente inferiores para as características AF, MSF, MSPC, MSB e MSPI (Tabela 10). Desta maneira, as subamostras citadas justificaram as suas potencialidades na produção de bulbos, pois a área fotossintética é dependente da área foliar e esta é dependente do crescimento da folha, do número de folhas e da senescência foliar (Khan, 1981).

Aos 114 dap, Fontes (1973), em seu trabalho com cv. Amaranthe, obteve NFP 16,2, AF 17,65 dm², MSF 7,1 g/planta, MSB 6,4 g/planta, MSPI 13,8 g/planta. Estes valores foram superiores aos encontrados com as 20 subamostras em estudo. Estes resultados possivelmente são justificados pelas condições edafoclimáticas e pela variação genética dos materiais, como já mencionado anteriormente.

As características morfológicas AF, MSR, MSF, MSPC, MSB e MSPI apresentaram correlação com PT ($p < 0,01$), respectivamente, de 0,6354, 0,4539, 0,6082, 0,5736, 0,3966 e 0,6146.

A subamostra BGH 7614 apresentou menores AF, MSF, MSPC, MSB, MSPI, indicando que, até o início do enchimento dos bulbos (114 dap), ela não apresentava características morfológicas que justificasse a sua participação no grupo de subamostras que apresentaram as maiores PT e PC. Por outro lado, nesta avaliação, as subamostras BGH 7620 e 7618 apresentaram características morfológicas com correlações significativas e positivas que justificaram a participação no grupo de subamostras com maiores PT e PC.

Também foi verificado, nesta avaliação, comportamento semelhante às fases anteriores (59 e 87 dap), quanto às trocas gasosas, em que as subamostras não diferiram quanto a A, TI, gs, E, Ci, relação Ci/Ca e EFUA. Para essas características, os valores variaram, respectivamente, de 7,49 a 14,41 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 25,40 a 27,47 °C, 2,49 a 5,07 mol H₂O m⁻² s⁻¹, 2,62 a

3,90 mmol H₂O m⁻² s⁻¹, 271,75 a 306,00 μmol mol⁻¹, 0,73 a 0,82 e 2,62 a 3,90 μmol CO₂ mmol H₂O⁻¹ (Tabela 11).

As subamostras com maior índice SPAD estão em destaque na Tabela 11. As subamostras BGH 7616, 7617, 7620, 7623, 5934 e 6394 foram significativamente menores para o índice SPAD, mas, significativamente maiores para AF e MSF. A subamostra BGH 5939 foi significativamente maior para o índice SPAD, mas menor para AF.

Não houve correlação (r) entre trocas gasosas e PT; todavia, correlação (r) negativa (-0,2389; p < 0,01) foi obtida entre SPAD e PT. Esse comportamento da correlação (r) entre SPAD e PT foi semelhante às obtidas nas etapas anteriores, e já discutida anteriormente.

Também nesta avaliação as trocas gasosas A, TI, gs, E, Ci, Ci/Ca e EFUA não diferiram entre as subamostras, indicando que, por unidade de área foliar, a maior AF e MSPI não podem ser explicadas por essas características; além disso, todas as características de trocas gasosas não apresentam correlação (r) com PT.

De acordo com Muro *et al.* (2000), a AF durante o ciclo de cultivo é muito importante em alho, pois esses autores verificaram que a redução do rendimento de bulbos foi proporcional à redução da área foliar imposta no início da formação do bulbo.

Tabela 11 – Valores médios de estado de nitrogênio (SPAD), taxa de fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca) e a eficiência fotossintética do uso da água (EFUA), aos 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amarante, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	SPAD	A	TI	gs	E	Ci	Ci /Ca	EFUA
		$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol mol}^{-1}$		$\mu\text{molCO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$
BGH 4899	60,61 b	11,30 a	26,40 a	0,53 a	3,78 a	291,00 a	0,78 a	2,98 a
BGH 5934	60,30 b	12,52 a	25,55 a	1,24 a	4,39 a	306,00 a	0,82 a	2,85 a
BGH 5939	62,48 a	7,49 a	27,07 a	0,28 a	2,49 a	271,75 a	0,73 a	3,18 a
BGH 5940	58,86 b	14,41 a	25,40 a	0,99 a	3,90 a	285,75 a	0,76 a	3,82 a
BGH 5941	66,97 a	11,16 a	27,12 a	0,57 a	3,40 a	276,00 a	0,74 a	3,24 a
BGH 6394	60,33 b	10,75 a	27,47 a	0,61 a	3,50 a	275,25 a	0,74 a	3,21 a
BGH 7614	59,41 b	13,87 a	26,87 a	1,42 a	5,07 a	301,50 a	0,81 a	2,75 a
BGH 7615	58,13 b	12,19 a	26,05 a	1,12 a	4,38 a	304,25 a	0,81 a	2,79 a
BGH 7616	58,75 b	10,83 a	25,55 a	1,66 a	3,46 a	282,75 a	0,75 a	3,90 a
BGH 7617	58,83 b	8,50 a	26,55 a	0,42 a	3,32 a	298,25 a	0,80 a	2,75 a
BGH 7618	58,15 b	13,91 a	26,75 a	1,07 a	4,70 a	299,50 a	0,80 a	2,95 a
BGH 7619	63,98 a	10,68 a	27,07 a	1,25 a	3,35 a	276,25 a	0,74 a	3,33 a
BGH 7620	59,25 b	12,54 a	27,05 a	0,86 a	4,37 a	300,25 a	0,81 a	2,79 a
BGH 7621	59,78 b	10,98 a	26,32 a	0,72 a	3,66 a	294,25 a	0,79 a	3,14 a
BGH 7622	58,10 b	13,44 a	27,32 a	1,11 a	4,84 a	299,25 a	0,80 a	2,78 a
BGH 7623	57,01 b	10,29 a	27,22 a	0,92 a	3,74 a	295,00 a	0,79 a	2,72 a
BGH 7624	62,76 a	10,28 a	26,67 a	0,73 a	3,27 a	285,00 a	0,76 a	3,11 a
BGH 7625	58,35 b	12,53 a	26,77 a	1,10 a	4,75 a	305,00 a	0,81 a	2,62 a
BGH 7626	56,41 b	12,90 a	25,47 a	0,85 a	4,10 a	301,75 a	0,80 a	3,22 a
BGH 7627	59,28 b	12,63 a	26,97 a	1,06 a	4,72 a	302,75 a	0,81 a	2,67 a
CV%	5,65	24,29	5,09	72,65	25,85	6,28	6,27	20,95

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

4.7. Período compreendido entre 87 e 114 dap

No período compreendido entre 87 e 114 dap, correspondente à fase de término de diferenciação das gemas e início de seu enchimento, não houve diferença significativa entre as subamostras quanto à TCRP, TCRB, TALP, TALB, RAFP e RAFB. Os valores variaram de 0,15 a 0,31 g g⁻¹ semana⁻¹ para a TCRP; de 0,28 a 0,61 g g⁻¹ semana⁻¹ para TCRB; de 0,29 a 0,56 g dm⁻² semana⁻¹ para TALP; de 0,08 a 0,17 dm⁻² semana⁻¹ para TALB; de 0,52 a 0,66 dm⁻² g⁻¹ para RAFP; e de 3,44 a 8,55 dm⁻² g⁻¹ para RAFB (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios das taxas de crescimento relativo da planta (TCRP) e de bulbo (TCRB), assimilação líquida da planta (TALP) e bulbo (TALB), razões de área foliares da planta (RAFP) e bulbo (RAFB) e duração foliar da planta (DAF), no período de 87 a 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	TCRP	TCRB	TALP	TALB	RAFP	RAFB	DAF
	----- g g ⁻¹ semana ⁻¹ -----	----- g g ⁻¹ semana ⁻¹ -----	----- g dm ⁻² semana ⁻¹ -----	----- g dm ⁻² semana ⁻¹ -----	----- dm ² g ⁻¹ -----	----- dm ² g ⁻¹ -----	dm ² semana ⁻¹
BGH 4899	0,20 a	0,42 a	0,42 a	0,14 a	0,53 a	3,44 a	489,10 d
BGH 5934	0,23 a	0,42 a	0,50 a	0,17 a	0,52 a	3,57 a	808,76 b
BGH 5939	0,23 a	0,40 a	0,44 a	0,08 a	0,59 a	7,13 a	713,09 c
BGH 5940	0,29 a	0,61 a	0,56 a	0,13 a	0,60 a	3,87 a	608,60 c
BGH 5941	0,25 a	0,48 a	0,51 a	0,13 a	0,56 a	4,17 a	649,72 c
BGH 6394	0,24 a	0,42 a	0,47 a	0,12 a	0,58 a	4,14 a	857,25 b
BGH 7614	0,23 a	0,41 a	0,39 a	0,09 a	0,63 a	4,69 a	633,35 c
BGH 7615	0,27 a	0,47 a	0,55 a	0,14 a	0,55 a	4,13 a	607,85 c
BGH 7616	0,22 a	0,45 a	0,48 a	0,15 a	0,52 a	4,07 a	1054,14 a
BGH 7617	0,25 a	0,53 a	0,49 a	0,13 a	0,58 a	6,15 a	868,58 b
BGH 7618	0,18 a	0,40 a	0,31 a	0,08 a	0,62 a	6,02 a	779,79 b
BGH 7619	0,20 a	0,38 a	0,42 a	0,15 a	0,54 a	5,25 a	428,84 d
BGH 7620	0,21 a	0,39 a	0,39 a	0,10 a	0,60 a	4,74 a	790,07 b
BGH 7621	0,16 a	0,33 a	0,33 a	0,12 a	0,56 a	3,66 a	790,60 b
BGH 7622	0,15 a	0,28 a	0,29 a	0,09 a	0,58 a	3,79 a	733,22 b
BGH 7623	0,29 a	0,59 a	0,53 a	0,10 a	0,61 a	8,55 a	904,10 b
BGH 7624	0,22 a	0,54 a	0,45 a	0,14 a	0,57 a	6,30 a	576,80 c
BGH 7625	0,20 a	0,35 a	0,34 a	0,09 a	0,63 a	4,41 a	534,78 d
BGH 7626	0,23 a	0,44 a	0,41 a	0,10 a	0,63 a	5,12 a	675,69 c
BGH 7627	0,31 a	0,60 a	0,54 a	0,11 a	0,66 a	5,31 a	641,07 c
CV (%)	33,95	38,47	37,47	44,00	9,83	47,65	14,84

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

Neste período, verificou-se que maior DAF ocorreu novamente para a subamostra BGH 7616 ($1.054,14 \text{ dm}^2 \text{ semana}^{-1}$), sendo significativamente maior que as demais subamostras (Tabela 12). Assim, a duração da área foliar corrobora ser característica fundamental para a produção de matéria seca de planta.

Neste período, Fontes (1973) verificou em cv. Amaranthe, TCRP de $8,75 \text{ mg/g/dia}$ e TALP $22,6 \text{ mg/dm}^2/\text{dia}$, sendo esses muito inferiores aos valores apresentados pela subamostras em estudo. Neste período que precede a bulbificação, as subamostras avaliadas foram mais eficientes, o que pode estar relacionado às condições edafoclimáticas interferindo no ciclo cultural e, conseqüentemente, nessas taxas.

A correlação (r) entre DAF e PT neste período (87 a 114 dap), foi de $0,7263$ ($p < 0,01$), sendo que esta magnitude de (r) foi a maior verificada em todas as etapas do crescimento da planta. Todavia, as demais características de índice de crescimento não tiveram correlação com PT.

4.8. Quarta avaliação realizada aos 136 dap

Na avaliação realizada aos 136 dap, correspondendo ao início da segunda etapa de enchimento dos bulbilhos, não houve diferença significativa entre as subamostras quanto a NFP, AF, MSF, MSB, MSR e MSPI. Para essas características, os valores variaram de $11,50$ a $13,25 \text{ ud/planta}$, $2,59$ a $4,25 \text{ dm}^2/\text{planta}$, $3,05$ a $4,82 \text{ g/planta}$, $6,30$ a $10,25 \text{ g/planta}$; $0,40$ a $0,65 \text{ g/planta}$ e $12,90$ a $21,22 \text{ g/planta}$, respectivamente (Tabela 13).

Porém, para MSPC maiores valores foram obtidas com as subamostras em destaque (Tabela 13). Nesta fase, verificou-se que somente esta característica morfológica apresentou diferença significativa entre subamostras. Esses resultados permitem visualizar a capacidade das plantas em realizar acúmulo de fotoassimilados no pseudocaule, para posterior translocação para o bulbo.

Aos 136 dap, Fontes (1973) obteve em uma cv. Amaranthe: NFP $18,2$; AF $16,12 \text{ dm}^2$, MSF $7,0 \text{ g/planta}$; MSB $7,1 \text{ g/planta}$ e MSPI $15,40 \text{ g/planta}$. Estes valores, em relação ao presente trabalho, são superiores para NFP, AF e MSF e semelhantes para MSB e MSPI.

Tabela 13 – Valores médios do número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de folha (MSF), bulbo (MSB), raiz (MSR), planta inteira (MSPI), pseudocaule (MSPC), aos 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	NFP	AF	MSF	MSB	MSR	MSPI	MSPC
	ud	dm ² /pl.	g/planta				
BGH 4899	12,00 a	3,22 a	3,60 a	7,00 a	0,55 a	14,07 a	2,92 b
BGH 5934	12,00 a	3,95 a	4,82 a	9,77 a	0,60 a	19,92 a	4,72 a
BGH 5939	12,25 a	3,84 a	4,32 a	7,52 a	0,57 a	16,67 a	4,25 a
BGH 5940	12,25 a	3,69 a	4,10 a	8,25 a	0,57 a	17,20 a	4,27 a
BGH 5941	12,25 a	2,83 a	3,47 a	8,55 a	0,42 a	16,12 a	3,67 b
BGH 6394	12,25 a	3,40 a	3,92 a	7,15 a	0,52 a	15,55 a	3,95 b
BGH 7614	11,75 a	3,28 a	3,92 a	8,77 a	0,40 a	17,65 a	4,55 a
BGH 7615	12,50 a	3,50 a	4,27 a	8,30 a	0,47 a	18,72 a	5,67 a
BGH 7616	12,00 a	4,08 a	4,72 a	9,82 a	0,65 a	20,97 a	5,77 a
BGH 7617	12,50 a	3,94 a	4,82 a	10,25 a	0,50 a	21,22 a	5,65 a
BGH 7618	12,00 a	3,90 a	4,42 a	7,95 a	0,52 a	17,52 a	4,62 a
BGH 7619	11,75 a	2,59 a	3,22 a	6,57 a	0,47 a	12,90 a	2,62 b
BGH 7620	11,50 a	3,34 a	4,12 a	8,50 a	0,57 a	17,22 a	4,02 b
BGH 7621	12,25 a	3,85 a	4,35 a	8,37 a	0,50 a	18,85 a	5,62 a
BGH 7622	13,00 a	4,25 a	4,57 a	7,60 a	0,60 a	17,85 a	5,07 a
BGH 7623	11,75 a	3,39 a	3,90 a	6,50 a	0,65 a	15,45 a	4,40 a
BGH 7624	12,75 a	3,64 a	4,32 a	9,02 a	0,62 a	18,27 a	4,30 a
BGH 7625	11,50 a	2,77 a	3,05 a	6,30 a	0,40 a	12,55 a	2,80 b
BGH 7626	13,25 a	3,87 a	4,40 a	8,20 a	0,47 a	17,82 a	4,75 a
BGH 7627	12,50 a	4,25 a	4,65 a	8,25 a	0,52 a	18,47 a	5,05 a
CV (%)	6,90	23,49	20,43	25,67	29,99	20,27	27,94

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

As subamostras BGH 7616, 7617, 7621, 5934, 7618, 7614, 7623 e 5939 apresentaram maiores valores de MSPC; considerando a correlação 0,4635 com PT ($p < 0,01$), ressalta-se novamente a importância da MSPC, culminando em maiores produtividades. Estudos de Haque *et al.* (2002) mostram que a massa de matéria seca de pseudocaule é fundamental para a produção de bulbo, em função do processo de translocação de fotoassimilados.

Não houve diferença significativa entre as subamostras para as características SPAD, A, TI, gs, Ci e relação Ci/Ca. Os valores para essas características, variaram de 61,42 a 67,45, 6,82 a 11,61 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 25,22 a 28,25 °C, 0,15 a 0,63 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, 258,00 a 303,00 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ e 0,66 a 0,76 (Tabela 14).

Tabela 14 – Valores médios de estado de nitrogênio (SPAD), taxa fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca), taxa transpiratória (E) e a eficiência fotossintética do uso da água (EFUA), aos 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	SPAD	A	TI	gs	Ci	Ci/Ca	E	EFUA
		$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	°C	$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol mol}^{-1}$		$\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$
BGH 4899	64,47 a	10,93 a	26,07 a	0,33 a	272,25 a	0,70 a	2,52 b	4,23 a
BGH 5934	65,85 a	10,81 a	26,22 a	0,43 a	286,50 a	0,73 a	2,67 a	4,37 a
BGH 5939	61,65 a	11,40 a	26,65 a	0,42 a	259,75 a	0,66 a	2,19 b	4,75 a
BGH 5940	64,67 a	8,47 a	25,22 a	0,32 a	289,00 a	0,72 a	1,98 b	3,86 a
BGH 5941	67,45 a	9,40 a	27,00 a	0,22 a	260,00 a	0,68 a	2,25 b	4,42 a
BGH 6394	62,20 a	7,58 a	28,25 a	0,28 a	276,50 a	0,73 a	2,41 b	2,74 b
BGH 7614	62,92 a	11,35 a	25,92 a	0,46 a	278,00 a	0,72 a	2,85 a	3,59 a
BGH 7615	63,67 a	6,82 a	27,00 a	0,16 a	273,75 a	0,70 a	1,66 b	3,69 a
BGH 7616	63,97 a	8,35 a	27,55 a	0,63 a	266,50 a	0,69 a	1,78 b	4,50 a
BGH 7617	61,80 a	10,25 a	25,60 a	0,49 a	303,00 a	0,76 a	2,63 a	3,78 a
BGH 7618	62,20 a	10,79 a	27,60 a	0,46 a	287,50 a	0,75 a	3,40 a	2,94 b
BGH 7619	63,85 a	8,24 a	26,90 a	0,24 a	258,00 a	0,68 a	1,93 b	3,98 a
BGH 7620	62,82 a	8,63 a	28,25 a	0,20 a	262,75 a	0,69 a	2,52 b	2,94 b
BGH 7621	62,57 a	7,38 a	27,72 a	0,15 a	266,00 a	0,68 a	1,85 b	3,61 a
BGH 7622	61,52 a	8,88 a	28,00 a	0,35 a	282,25 a	0,74 a	2,93 a	2,95 b
BGH 7623	64,12 a	11,61 a	27,67 a	0,52 a	278,75 a	0,73 a	3,45 a	2,99 b
BGH 7624	65,55 a	10,03 a	27,05 a	0,32 a	277,00 a	0,72 a	2,30 b	3,82 a
BGH 7625	61,42 a	10,62 a	28,05 a	0,37 a	277,00 a	0,69 a	3,18 a	3,34 b
BGH 7626	61,62 a	10,67 a	26,70 a	0,51 a	279,25 a	0,72 a	2,36 b	4,31 a
BGH 7627	59,42 a	9,14 a	27,15 a	0,33 a	278,75 a	0,72 a	2,88 a	3,13 b
CV (%)	5,22	28,43	7,20	73,29	9,47	7,78	27,13	22,91

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott- Knott.

Entretanto, maiores valores de E e EFUA estão em destaque na Tabela 14. As subamostras BGH 7614, 7617 e 5934 foram significativamente maiores para as características E e EFUA; as BGH 7616, 7621 e 5939 para EFUA, e BGH 7618 e 7623 para E. Essas características possibilitam maior troca de vapor de água, CO₂ e utilização da água pela planta, promovendo o crescimento da planta, sempre considerando que no ambiente de crescimento existia água disponível para a planta. Os BGH 7620 e 6394 foram, significativamente, menores para E e EFUA; todavia, estas características não apresentaram correlação significativa com PT.

Todas as características de trocas gasosas e SPAD não apresentaram correlação (r) com PT. As subamostras BGH 7614, 7617 e 5934 foram significativamente maiores para as características E e EFUA; as subamostras BGH 7616, 7621 e 5939 para EFUA e as subamostras BGH 7618 e 7623 para E, respectivamente. Mas, em função dessas características não terem correlação (r) com PT, os maiores valores verificados pelas subamostras acima citadas não contribuíram diretamente para a maior PT.

4.9. Período compreendido entre 114 e 136 dap

No período compreendido entre 114 e 136 dias, por ocasião do final da primeira fase e do início da segunda fase de enchimento dos bulbilhos, não houve diferença significativa entre as subamostras para TCRB, TALP, TALB e RAFB. Para essas características, os valores variaram de 0,19 a 0,45 g g⁻¹ semana⁻¹, de 0,08 a 0,86 g dm⁻² semana⁻¹, de 0,25 a 0,59 dm⁻² semana⁻¹ e de 0,73 a 1,28 dm⁻² g⁻¹ (Tabela 15). Contudo, subamostras com maiores valores de TCRP, RAFP e DAF estão em destaque na Tabela 15.

No período do ciclo cultural, Fontes (1973) obteve, aos 136 dap, TCRP de 1,24 mg/g/dia e TALP de 10,00 mg/dm²/dia, valores esses bem inferiores aos observados nas subamostras avaliadas. Nesta fase de bulbificação verifica-se que a redução do ritmo de crescimento da cv. Amaranthe trabalhada por Fontes (1973), em relação às subamostras aqui avaliadas, o que se deve, possivelmente, à entrada antecipada no período de bulbificação, intensificando a translocação de fotoassimilatos das folhas e do pseudocaule, para os bulbos em detrimento de crescimento da planta.

Tabela 15 – Valores médios das taxas de crescimento relativo do bulbo (TCRB), planta (TCRP), assimilação líquida da planta (TALP) e bulbo (TALB), razões de áreas foliares do bulbo (RAFB), planta (RAFP) e duração foliar da planta (DAFP), no período de 114 a 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	TCRB	TCRP	TALP	TALB	RAFB	RAFP	DAF
	----- g g ⁻¹ semana ⁻¹ -----	----- g g ⁻¹ semana ⁻¹ -----	----- g dm ⁻² semana ⁻¹ -----	----- g dm ⁻² semana ⁻¹ -----	dm ² g ⁻¹	dm ² g ⁻¹	dm ² semana ⁻¹
BGH 4899	0,34 a	0,19 a	0,68 a	0,49 a	0,83 a	0,29 a	462,06 b
BGH 5934	0,31 a	0,12 b	0,46 a	0,45 a	0,84 a	0,26 b	656,06 a
BGH 5939	0,33 a	0,13 b	0,46 a	0,38 a	1,12 a	0,30 a	604,15 a
BGH 5940	0,32 a	0,16 a	0,59 a	0,45 a	0,86 a	0,28 b	560,55 b
BGH 5941	0,29 a	0,12 b	0,51 a	0,50 a	0,73 a	0,26 b	502,78 b
BGH 6394	0,24 a	0,05 b	0,16 a	0,28 a	1,04 a	0,30 a	655,88 a
BGH 7614	0,45 a	0,23 a	0,80 a	0,59 a	1,14 a	0,32 a	552,45 b
BGH 7615	0,36 a	0,17 a	0,68 a	0,50 a	0,93 a	0,26 b	549,58 b
BGH 7616	0,19 a	0,05 b	0,20 a	0,31 a	0,76 a	0,25 b	749,71 a
BGH 7617	0,34 a	0,13 b	0,53 a	0,50 a	0,92 a	0,27 b	688,81 a
BGH 7618	0,38 a	0,17 a	0,58 a	0,43 a	1,16 a	0,31 a	614,60 a
BGH 7619	0,45 a	0,19 a	0,71 a	0,58 a	1,22 a	0,28 b	386,96 b
BGH 7620	0,38 a	0,13 b	0,43 a	0,47 a	1,19 a	0,30 a	611,35 a
BGH 7621	0,34 a	0,18 a	0,64 a	0,44 a	0,99 a	0,29 a	613,01 a
BGH 7622	0,38 a	0,20 a	0,70 a	0,44 a	1,21 a	0,31 a	613,47 a
BGH 7623	0,23 a	0,02 b	0,08 a	0,25 a	1,22 a	0,31 a	700,16 a
BGH 7624	0,37 a	0,22 a	0,86 a	0,59 a	0,76 a	0,26 b	519,28 b
BGH 7625	0,44 a	0,20 a	0,64 a	0,53 a	1,37 a	0,36 a	469,88 b
BGH 7626	0,41 a	0,20 a	0,69 a	0,49 a	1,15 a	0,32 a	607,21 a
BGH 7627	0,42 a	0,20 a	0,67 a	0,46 a	1,28 a	0,32 a	652,23 a
CV (%)	39,03	54,87	55,66	40,90	30,06	11,20	16,95

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

Dentre as características avaliadas nessa etapa, as correlações entre DAF e TCRP com PT foram, respectivamente, de 0,6188 ($p < 0,01$) e -0,2184 ($p < 0,05$). A correlação significativa e negativa da TCRP com PT infere em menor ritmo de crescimento da planta e no aumento do efeito da translocação de fotoassimilados da parte aérea (folhas e pseudocaule) para os bulbos.

A subamostra BGH 7614 apresentou, significativamente, maiores valores de TCRB, TCRP, TALP, TALB, RAFB e RAFP, culminando com maior crescimento da planta entre 114 e 136 dias após o plantio; este fato é importante para justificá-la no grupo de subamostras que apresentaram as maiores produtividades totais e comerciais, pois nas duas fases anteriores, essa era significativamente menor para AF, MSF e MSPC.

As subamostras BGH 7616, 7617 e 5934 foram, significativamente, maiores para DAF; as BGH 7618 e 7621 para TCRP, RAFP e DAF; e as BGH 7620, 7623, 5939 e 6394 para RAFP e DAFP. Com exceção da BGH 7614, todas as outras subamostras já apresentavam em fases anteriores características que expressavam o maior enfolhamento das plantas.

Ao final da primeira fase do enchimento de bulbilhos 136 (dap) não existia diferença significativa entre as subamostras para NFP, AF, MSF, MSB, MSR, MSPI, SPAD e DAF. As subamostras BGH 7614, 7616, 7617, 7618, 7621, 7623, 5939 e 5934 foram maiores para MSPC e as subamostras BGH 7620 e 6394 menores para esta característica.

4.10. Quinta avaliação realizada aos 156 dap

Nessa avaliação, realizada aos 156 dap, correspondendo ao ponto de colheita comercial, não houve diferença significativa entre as subamostras quanto ao NFP, à AF, à MSF, à MSR e às unidades SPAD. Para essas características, os valores variaram de 11,00 a 12,50 ud/planta; 0,90 a 2,03 dm²/planta; 1,82 a 3,60 g/planta; 0,20 a 0,47 g/planta e de 58,25 a 64,97 (Tabela 16). Maiores valores de MSPC, MSPI, MSB e IC estão em destaque na Tabela 17.

Aos 150 dap Fontes (1973) constatou NFP 19,0; AF 10,40 dm², MSF 5,20 g/planta; MSB 8,80 g/planta, MSPI 15,40 g/planta. Estes valores, em relação à subamostras aqui avaliadas, são superiores para NFP, AF e MSF e inferiores para MSB e MSPI. As subamostras aqui avaliadas apresentam maiores MSPI e MSB em relação à cv. Amaranthe trabalhada por Fontes (1973). Essas observações retratam o efeito da acumulação de matéria seca na parte aérea da planta, para posterior translocação de fotoassimilatos para os bulbos; desta forma as subamostras avaliadas demonstram maiores capacidade de produção de bulbos, justificado pela maior índice de colheita (IC).

As características MSF, MSPC, MSPI e MSB apresentaram correlação (r) com PT ($p < 0,01$), de 0,4165, 0,4845, 0,5575 e 0,5308, respectivamente.

Esses resultados constatarem que os tratamentos que apresentam maiores produtividades total e comercial, foram maiores para MSPC e MSPI, indicando que maiores acúmulos de massa de matéria seca no pseudocaule e na planta inteira são importantes para a produção final de bulbo.

Tabela 16 – Valores médios do número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF), massas de matéria seca de folha (MSF), raiz (MSR) e estado de nitrogênio (SPAD) aos 156 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	NFP	AF	MSF	MSR	SPAD
	----- ud -----	----- dm ² /pl. -----	----- g/planta -----		
BGH 4899	11,0 a	0,90 a	2,07 a	0,20 a	61,92 a
BGH 5934	11,7 a	1,21 a	2,95 a	0,35 a	61,80 a
BGH 5939	12,0 a	1,95 a	3,35 a	0,25 a	61,72 a
BGH 5940	12,5 a	1,74 a	3,10 a	0,30 a	64,97 a
BGH 5941	12,2 a	1,25 a	2,17 a	0,25 a	61,15 a
BGH 6394	11,5 a	2,03 a	3,27 a	0,27 a	60,55 a
BGH 7614	11,5 a	1,53 a	2,95 a	0,42 a	58,25 a
BGH 7615	11,0 a	1,35 a	2,40 a	0,37 a	61,20 a
BGH 7616	12,2 a	1,78 a	3,60 a	0,40 a	62,32 a
BGH 7617	11,5 a	1,62 a	3,27 a	0,47 a	58,87 a
BGH 7618	11,0 a	1,85 a	2,97 a	0,40 a	58,60 a
BGH 7619	11,7 a	1,04 a	1,82 a	0,32 a	63,20 a
BGH 7620	12,0 a	1,92 a	3,02 a	0,45 a	61,70 a
BGH 7621	11,2 a	1,88 a	2,90 a	0,42 a	63,10 a
BGH 7622	11,7 a	1,43 a	2,55 a	0,35 a	59,50 a
BGH 7623	11,7 a	1,27 a	2,50 a	0,25 a	60,72 a
BGH 7624	12,0 a	1,73 a	3,07 a	0,27 a	64,90 a
BGH 7625	12,0 a	1,75 a	2,25 a	0,22 a	59,90 a
BGH 7626	11,7 a	1,56 a	3,12 a	0,30 a	59,22 a
BGH 7627	12,0 a	1,41 a	2,72 a	0,20 a	59,37 a
CV (%)	8,19	36,06	27,74	44,25	5,44

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

Tabela 17 – Valores médios das massas de matéria seca de pseudocaule (MSPC), planta inteira (MSPI), bulbo (MSB) e índice de colheita aos 156 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	MSPC	MSPI	MSB	IC
	g/planta			
BGH 4899	1,50 b	13,87 b	10,10 b	0,72 a
BGH 5934	3,22 a	19,75 a	13,22 a	0,67 b
BGH 5939	3,27 a	21,55 a	14,67 a	0,67 b
BGH 5940	3,22 a	19,92 a	13,30 a	0,66 b
BGH 5941	2,82 a	16,27 b	11,02 b	0,67 b
BGH 6394	3,67 a	20,35 a	13,12 a	0,64 b
BGH 7614	3,00 a	22,57 a	16,20 a	0,71 a
BGH 7615	3,22 a	16,30 b	10,30 b	0,62 b
BGH 7616	3,45 a	26,92 a	19,47 a	0,72 a
BGH 7617	4,10 a	22,17 a	14,32 a	0,64 b
BGH 7618	3,80 a	19,47 a	12,30 b	0,63 b
BGH 7619	1,95 b	12,57 b	8,47 b	0,67 b
BGH 7620	3,35 a	20,47 a	13,65 a	0,66 b
BGH 7621	4,15 a	19,25 a	11,77 b	0,61 b
BGH 7622	3,05 a	19,05 a	13,10 a	0,69 a
BGH 7623	3,37 a	18,52 a	12,40 b	0,66 b
BGH 7624	3,35 a	21,40 a	14,70 a	0,68 a
BGH 7625	2,67 a	14,95 b	9,80 b	0,65 b
BGH 7626	3,35 a	18,65 a	11,87 b	0,63 b
BGH 7627	3,12 a	17,85 a	11,80 b	0,66 b
CV (%)	25,72	22,10	22,56	5,22

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

4.11. Período compreendido entre 136 e 156 dap

Ao final da quinta avaliação, entre 136 e 156 dias, correspondendo ao período do final da segunda fase de enchimento dos bulbilhos e senescência foliar, não houve diferença significativa entre as subamostras no tocante à TCRP, TCRB, TALP, TALB, RAFB e DAF. Para essas características, os valores variaram de 0,04 a 0,09 g g⁻¹ semana⁻¹, 0,07 a 0,25 g⁻¹ semana⁻¹, 0,25 a 0,76 dm⁻² semana⁻¹, 0,09 a 0,57 dm⁻² semana⁻¹, 0,22 a 0,36 dm⁻² g⁻¹ e 254,52 a 410,26 dm² semana⁻¹ (Tabela 18).

Tabela 18 – Valores médios das taxas de crescimento relativo da planta (TCRP), bulbo (TCRB), assimilação líquida da planta (TALP), bulbo (TALB), razões de áreas foliares do bulbo (RAFB), planta (RAFP) e duração foliar da planta (DAF) no período de 136 a 156 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Subamostras	TCRP	TCRB	TALP	TALB	RAFB	RAFP	DAF
	----- g g ⁻¹ semana ⁻¹ -----	----- g g ⁻¹ semana ⁻¹ -----	----- g dm ⁻² semana ⁻¹ -----	----- g dm ⁻² semana ⁻¹ -----	----- dm ² g ⁻¹ -----	----- dm ² g ⁻¹ -----	dm ² semana ⁻¹
BGH 4899	-0,01 a	0,12 a	-0,06 a	0,16 a	0,27 a	0,14 a	289,18 a
BGH 5934	-0,01 a	0,10 a	-0,06 a	0,08 a	0,24 a	0,13 b	361,46 a
BGH 5939	0,09 a	0,25 a	0,66 a	0,24 a	0,36 a	0,16 a	405,98 a
BGH 5940	0,04 a	0,16 a	0,31 a	0,30 a	0,29 a	0,15 a	380,90 a
BGH 5941	0,01 a	0,09 a	-0,01 a	0,32 a	0,22 a	0,12 b	286,49 a
BGH 6394	0,09 a	0,21 a	0,64 a	0,35 a	0,31 a	0,15 a	380,90 a
BGH 7614	0,08 a	0,22 a	0,76 a	0,37 a	0,23 a	0,12 b	337,69 a
BGH 7615	-0,04 a	0,07 a	-0,25 a	0,09 a	0,27 a	0,13 b	340,48 a
BGH 7616	0,08 a	0,24 a	0,64 a	0,57 a	0,26 a	0,12 b	410,26 a
BGH 7617	0,01 a	0,11 a	0,13 a	0,27 a	0,25 a	0,12 b	390,09 a
BGH 7618	0,04 a	0,16 a	0,27 a	0,25 a	0,33 a	0,15 a	403,22 a
BGH 7619	0,01 a	0,10 a	0,05 a	0,13 a	0,26 a	0,14 b	254,52 a
BGH 7620	0,05 a	0,14 a	0,54 a	0,38 a	0,26 a	0,14 b	369,01 a
BGH 7621	-0,01 a	0,10 a	-0,02 a	0,23 a	0,31 a	0,15 a	401,77 a
BGH 7622	0,01 a	0,18 a	-0,02 a	0,23 a	0,36 a	0,15 a	398,14 a
BGH 7623	0,07 a	0,23 a	0,56 a	0,26 a	0,32 a	0,14 a	326,60 a
BGH 7624	0,05 a	0,17 a	0,47 a	0,40 a	0,26 a	0,14 b	376,38 a
BGH 7625	0,06 a	0,16 a	0,40 a	0,07 a	0,32 a	0,17 a	317,05 a
BGH 7626	0,01 a	0,12 a	0,14 a	0,06 a	0,31 a	0,15 a	380,18 a
BGH 7627	-0,01 a	0,12 a	-0,08 a	0,17 a	0,31 a	0,15 a	396,84 a
CV (%)	300,73	76,59	290,43	105,37	21,37	13,34	21,02

Os grupos de médias com a mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade, pelo critério Scott-Knott.

A RAFP foi maior e está em destaque na Tabela 18. As subamostras BGH 7618, 7621, 7623, 5939 e 6394 continuaram sendo, significativamente, maiores para a RAFP, como ocorreu no período de 114 a 136 dia após o plantio (Tabela 18).

Neste período (150 dap), Fontes (1973) obteve TCRP de 0,00 mg/g/dia e TALP de 0,00 mg/dm²/dia. A TCRP foi semelhante, porém a TALP foi bem inferior aos observados em neste trabalho, o que pode ser atribuído à cv. e às condições edafoclimáticas, conforme já comentado.

Dentre as características de índice de crescimento somente a DAF apresentou correlação (r) com PT (0,4297; $p < 0,01$). Nesse final do enchimento dos bulbos, as subamostras BGH 7616, 5939, 5934, 7617, 6394, 7620, 7623, 7614, 7618 e 7621 apresentaram características morfológicas que as promoveram às maiores PT.

Diante das avaliações realizadas durante o ciclo cultural constatou-se que a subamostra BGH 7616 destacou-se em relação às demais subamostras por apresentarem, na colheita, maiores AF, MSF, MSPC, MSB, MSPI e IC, combinados com as maiores produções total e comercial de bulbos.

Rizzalli *et al.* (2002) verificaram que a partição de fotoassimilados na planta de alho apresenta quatro fases distintas: crescimento de folhas, de pseudocaule, armazenamento em folhas e em bulbos. De acordo com esses autores, durante as duas primeiras fases a biomassa foi atribuída principalmente às folhas, sendo predominante o armazenamento em bainhas e, nas duas últimas fases, o bulbo teve o crescimento devido à translocação de fotoassimilatos. O máximo de massa de matéria seca de pseudocaule e da lâmina foliar foi alcançado quatro semanas antes da colheita; em seguida, a massa de matéria seca desses órgãos diminuiu em razão da remobilização de reservas para o bulbo.

As avaliações realizadas no decorrer do ciclo cultural demonstraram que as subamostras que apresentaram maiores produtividades de bulbo total e comercial, apresentaram comportamento diferente nas cinco etapas estudadas. Ao final da primeira fase de enchimento das gemas (136 dap), a MSPC foi a única característica morfológica que apresentou diferença significativa entre as subamostras, indicando a importância do acúmulo de fotoassimilados no pseudocaule para posterior translocação para os bulbilhos.

De modo geral, as trocas gasosas não foram eficientes em discriminar as subamostras, em todas as fases estudadas. A DAF foi fundamental para as subamostras que obtiveram maiores produtividades, em todas as fases do ciclo cultural, com importância maior na fase de crescimento vegetativo (59 a 114 dap), mas, principalmente, de 87 a 114 dap.

Assim, embora a A por unidade de área não tenha diferido entre as subamostras, maior valor de DAF indica a maior área fotossintética total da planta, conseqüentemente, maior potencial de produzir fotoassimilados.

Segundo Stahlschmidt *et al.* (1993), o rendimento de uma cultivar de alho está diretamente relacionado com a área foliar desenvolvida pela planta, a duração da área foliar, bem como o padrão de alocação de matéria seca nos órgãos da planta. O incremento do peso do bulbo no final do ciclo (30 a 40 dias finais) confirma a importância da última fase do ciclo vegetativo no ganho de peso de bulbos (Stahlschmidt *et al.*, 1997). Além disso, pode-se acrescentar, para as subamostras avaliadas, a importância da matéria seca de pseudocaule no final da primeira fase de enchimento das gemas (136 dap).

Análises de índices de crescimento indicam os aspectos morfofisiológicos que influenciam a produção vegetal (Lambers, 1987). A taxa de assimilação líquida é um estimador de eficiência para a produção fisiológica da matéria seca por unidade de área foliar; por sua vez, a razão de área foliar, que é a relação entre a área foliar e o total de massa seca da planta inteira, é considerada componente morfológico de rendimento.

O rendimento de uma cultura é influenciado pela taxa de assimilação e o padrão de partição de assimilados nos órgãos da planta. Por outro lado, a taxa de assimilação depende da eficiência fotossintética e da duração da área foliar (LAMBERS, 1987). Nesse trabalho, as subamostras não diferiram quanto aos componentes fisiológicos TALP e TALB, em todas as fases avaliadas. Portanto, o aumento da massa de matéria seca dos bulbos na colheita das subamostras que apresentam maiores produtividades é justificado pelo processo de translocação de fotoassimilados e não pela maior TALB.

Trabalho na Argentina com as cultivares de alho Blanco, Colorado e Rosado Paraguai, Stahlschmidt & Cavagnaro (1997) verificaram que a diferença de rendimento dos respectivos tipos está relacionada diretamente com a magnitude da área foliar, da duração foliar e da partição dos fotoassimilados ao bulbo. No presente trabalho, com as 20 subamostras de alho cv. Amarante, foram obtidos resultados semelhantes.

Diante do exposto, as subamostras mais produtivas (BGH 7616, 5939, 5934, 7617, 6394, 7620, 7623, 7614, 7618 e 7621) apresentaram maiores valores de área fotossintética total, de massa de matéria seca de pseudocaule e da planta inteira no período de bulbificação (114 a 136 dap), refletindo em maior translocação de fotoassimilados para os bulbos e maiores produtividade total e comercial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As subamostras BGH 7616, 5939, 5934, 7617, 6394, 7620, 7623, 7614, 7618 e 7621 apresentaram as maiores produtividades total (PT) e comercial (PC) de bulbos.

- Características morfológicas relacionadas com maior área fotossintética total das plantas (AF, MSF, MSPC, MSB, MSPI e DAF) foram apresentadas pelas subamostras BGH 7616, 7617, 7621, 7623, 5934, 5939 e 6394 desde o início da diferenciação das gemas; pelas subamostras BGH 7618 e 7620 no início do enchimento de gemas, e pela subamostra BGH 7614 no final da primeira fase de enchimento das gemas.

- A subamostra BGH 7616 apresentou características morfológicas favoráveis à formação de bulbos em todas as fases avaliadas.

- Ao final da primeira fase de enchimento das gemas (136 dap), a característica morfológica MSPC foi a única que apresentou diferença significativa entre as subamostras, indicando a importância do acúmulo de massa de matéria seca no pseudocaule relacionada com a produção de bulbos.

- As avaliações de trocas gasosas por unidade de área foliar, realizadas no início da diferenciação (59 dap) e início do enchimento das gemas (114 dap), não foram eficientes para distinguir as subamostras; todavia, no término da diferenciação das gemas (87 dap) foi possível distinguir as subamostras pela E e, no final da fase de enchimento (136 dap), pela E e EFUA. No entanto, E aos 87 dap e E e EFUA aos 136 dap não apresentaram correlação com a PT e PC.

- O aumento da massa de matéria seca dos bulbos na colheita (156 dap) dos tratamentos que apresentam maiores produtividades é justificado pelo processo de translocação de fotoassimilados do pseudocaule para os bulbos, visto que a TALP e TALB no período compreendido entre 136 a 156 dap não diferiu.

- A DAF, em todas as fases do ciclo cultural, mas, sobretudo, na fase de 87 a 114 dap, foi fundamental para as subamostras que obtiveram maiores produtividade total e comercial de bulbos.

6. CONCLUSÕES

- As 20 subamostras de alho cv. Amarante apresentaram comportamento diferencial quanto ao crescimento e à produtividade.

- A subamostra BGH 7616 destacou-se em relação às demais subamostras por apresentarem, na colheita, maiores área foliar, massas secas de folha, pseudocaule, bulbo, planta inteira e índice de colheita, combinados com as maiores produções total e comercial de bulbos.

- Das avaliações de trocas gasosas realizadas, somente a transpiração aos 87 e 136 dias após a colheita, e a eficiência do uso da água aos 136 dias após a colheita, foram eficazes para distinguir as subamostras; entretanto, transpiração e eficiência do uso da água não apresentaram correlações com produtividade total.

- As maiores correlações com produtividade total, foram encontradas com a duração de área foliar (0,7263; $p < 0,01$), no período de 87 a 114 dias após o plantio e a área foliar (0,6442; $p < 0,01$) aos 87 dias após o plantio.

- As características morfofisiológicas da área foliar aos 87 dias após o plantio e a duração de área foliar no período de 87 a 114 dias após o plantio são as que mais influenciam a produtividade total de bulbos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ VH; RIBEIRO AC. 1999. Calagem. In: RIBEIRO CA; GUIMARÃES PTG; ALVARES VH (Eds.). *Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa. p. 43-60.

AOBA T; TAKAGI H. 1975. Studies on the bulb formation in garlic plants. VI. On the effect of cooling treatments of seed bulbs and day-length during the growing period on bulbing. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 40: 240-245.

AKITA S. 1989. Improving yield potential in tropical rice. In: *Progress in irrigated rice research*. Los Baños: IRRI, p.41–73.

ARAUS JL. 1996. Integrative physiological criteria associated with yield potential. In: *Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers*. Reynolds, M.P., Rajaram, S. and McNab, A. (eds.). CIMMYT, México, p. 150-167.

ARAUS JL; ALI DIB T; NACHIT M. 1998. Some insights about morphophysiological traits associated with cereal yield increases in Mediterranean environments. In: *SEWANA (South Europe, West Asia and North Africa) Durum Research Network Proceedings of the SEWANA Durum Network Workshop, 20-23 March 1995*, ICARDA, Aleppo, Syria, Nachit, M.M., Baum, M., Porceddu, E., Monneveux, P. and Picard, E. (eds.). ICARDA, Aleppo, p. 139-158

ARAUS JL; CASADESÚS J; BORT J. 1999. Tools for the rapid screening of physiological traits determining yield. In: *Application of Physiology in Wheat Breeding*, Reynolds, M., Ortiz-Monasterio, I. and McNab, A. (eds.). CIMMYT, Mexico, D.F. (in press).

- ARAUS JL; CASADESUS JB; NACHIT MM; VILLEGAS D; APARICIO N; ROYO C. 2000. *Some remarks on ecophysiological traits for breeding*. Nouveaux defies Zaragoza; CIHEAM-IAMZ. 620 p.
- ASHLEY DA; BOERMA HR. 1989. Canopy photosynthesis and its association with seed yield in advanced generations of a soybean crops. *Crop Science* 29: 1042– 1045.
- AUSTIN RB. 1989. Genetic variation in photosynthesis. *Journal of Agricultural Science* 112:287–294.
- BATES TE. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation. *Soil Sci.* 112:116-130.
- BALL Y; KELLY J. 1999. A study of photosynthetic activities of 8 asparagus genotypes under field conditions. *Journal of American Society for Horticultural Science* 124: 61–66.
- BERDAHL J; RASMUSSEN D; MOSS DN. 1972. Effect of leaf area photosynthetic rate, light penetration and grain yield in barley. *Crop Science* 12: 177–180.
- BLANK AF; PEREIRA AJ; SOUA RJ; ARRIGONI-BLANK MF. 1998. Competição de cultivares de alho vernalizado visando maior produção quantitativa e qualitativa para a região de Lavras (MG). *Ciência e Agrotecnologia* 22:5-12.
- BREWSTER JL. 2008. *Onions and Other Vegetable Alliums*. 2nd ed. CAB Internacional: Wallingford, UK. 432p.
- CHAPAMAN SC; BARRETO HJ. 1997. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal, Madison* 89: 557-562.
- CHONGO G; MCVETTY P. 2001. Relationship of physiological characters to yield parameters in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Plant Science* 81:1–6.
- COSTA CC; CECÍLIO FILHO AB; COELHO RL; MAY A; SANTOS GM. 2001. Desempenho produtivo de cultivares de alho em Jaboticabal-SP. *Horticultura Brasileira* 19: p. 4, suplemento CD-ROM.
- CROSBIE T; PEARCE M. 1982. Effect of recurrent phenotypic selection for high and low photosynthesis on agronomic trait in two maize populations. *Crop Science* 22:809–813.
- EL-SHARKAWY MA. 2004. Cassava biology and physiology. *Plant Molecular Biology* 56: 481–501.
- EL-SHARKAWY MA. 2006a. International research on cassava photosynthesis, productivity, ecophysiology, and responses to environmental stresses in the tropics. *Photosynthetica* 44: 481–512.

EL-SHARKAWY MA. 2006b. Utility of basic research in plant/crop physiology in relation to crop improvement: a review and a personal account. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18: 419-446.

EMBRAPA – Centro nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* – Brasília: EMBRAPA. Produção de informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA solos. 412 p.

EVANS GC. 1982. The quantitative analysis of plant growth. Blackwell Scient. Publ. London. 744 p

EVANS LT. 1993. *Crop evolution, adaptation and yield*. New York: Cambridge.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United nations. 2010, 03 de junho. FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es#ancor>

FAVILLE M; SILVESTRE W; ALLAN T; JERMYN W. 1999. Photosynthetic characteristic of three asparagus cultivars differing in yield. *Crop Science* 39: 1070–1077

FERREIRA FA.1972. *Análise do crescimento de quarto cultivares de alho (Allium sativum L.)*. Viçosa: UFV. 41p (Dissertação de mestrado).

FERREIRA FA; CASALI VWD; ÁLVARES VH; RESENDE GM.1991. Desenvolvimento de alho cvs. Chonan e Quitéria após armazenamento refrigerado. *Horticultura Brasileira* 9:8-10

FICHTNER K; QUICK WP; SCHULZE ED; MOONEY HA; RODERMEL SR; BOGORAD L; STITT M. 1993. Decreased ribulose-1,5-biphosphate carboxylase-oxygenase in transgenic tobacco transformed with 'antisense' rbcS. *Planta* 190:1-9.

FISCHER RA; REES D; SAYRE KD; LU ZM; CONDON AG; SAAVEDRA AL. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Science* 38:1467–1475.

FONTES PCR.1973.*Efeitos de cinco épocas de plantio sobre o crescimento e produção do alho (Allium sativum L.) cultivar 'Amarante'*.Viçosa:UFV. 47p (Dissertação de mestrado).

FONTES PCR. 1999. Sugestões de Adubação para Hortaliças In: RIBEIRO CA; GUIMARÃES PTG; ALVARES VH (eds.). *Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa. p.171-174.

GUIMARÃES TG; FONTES PCR; PEREIRA PRG; ALVARES V VH; MONNERAT PH. 1999. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. *Bragantia* 58: 209-216.

HAQUE SMd; SATTAR AMd; PRAMANIK RHM. 2002. Dry matter accumulation and partitioning and growth of garlic as influenced by land configuration and cultivars. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10:1028-1031.

HUNT R; CAUSTON DR; SHIPLEY B; ASKEW A P. 2002. A modern tool for classical plant growth analysis. *Annals of Botany* 90: 485- 488.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento Sistemático da Produção – Dados oficiais de safra agrícola 2010 - Unidade Estadual de MG Supervisão Agropecuária*. 2010, 03 junho. Disponível em: <http://www.cifeijao.com.br/downloads/lspa%20abril.pdf>

ISLA R; ARAGUÉS R; ROYO A. 1998. Validity of various physiological traits as screening criteria for salt tolerance in barley. *Field Crops Research* 58:97-107.

JACKSON P; ROBERTSON M; COOPER M; HAMMER G. 1996. The role of physiological understanding in plant breeding; from a breeding perspective. *Field Crops Research* 49: 11-39.

JAIMEZ RE; SANTOS N; AÑEZ B; VÁSQUEZ J; ESPINOZA W. 2008. Photosynthesis of field-grown Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) cultivars in relation to root-yield. *Scientia Horticulturae* 118: 100-105.

JORGE Y e GONZÁLEZ F. 1997. Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate. *Agrotecnia de Cuba* 27 :123-126

JARREL WM; BEVERLY RB. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. In: BRADY NC (ed). *Advances in Agronomy*. 34 . Washington. p. 197-224.

KHAN MAH. 1981. *The effect of carbon dioxide enrichment on the pattern of growth and development in rice and mustard plants*. Copenhagen: Royal Vet. Agril. Univ. Copenhagen. 104p. (Tese de Doutorado)

KIM BW; LEE BY; MOON W; PYO HK. 1979. Study on growth and bulb formation in garlic plants (*Allium sativum* L.). II. The effect of night interruption with various length and light quality on the growth and bulb formation in 6 cloved garlic plants. *Journal Korean Society Horticultural Science* 20: 5-18.

LAWLOR D. 1995. Photosynthesis, productivity and environment. *Journal of Experimental Botany* 46:1449–1461.

LAMBERS SH. 1987. Does variation in photosynthetic rate explain variation in growth rate and yield? *Netherl. J. Agric. Sci.*:35:505-519.

LEDESMA A; REALE MI; RACCA R; BURBA JL. 1980. Efecto de bajas temperature y períodos de almacenaje de preplantación sobre diversas manifestaciones del crecimiento en ajo (*Allium sativum* L.) tipo clonal Rosado paraguayo. *Pitón* 39:37-48.

MAHON JD; HOBBS SLA. 1981. Selection of peas for photosynthetic CO₂ exchange rate under field conditions. *Crop Science* 21: 616–621.

MANN LK; MINGES PA. 1958. Growth and bulbing of garlic (*Allium sativum* L.) in response to storage temperature of planting day length and planting date. *Hilgardia* 27:385-419.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - 2010, 10 de março. *Portaria nº 242 de 17/09/1992*. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/alho242_92.pdf>.

MARCELIS LFM; HEUVELINK E; GOUDRIAAN J. 1998. Modelling biomass production and yield of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae* 74: 83-111.

MARTIN WE; MATOCHA JE. 1973. Soil Testing and Plant .(L M Walsh and J D Beaton, eds). *Soil Sci. Soc. Am*, Madison, Wisconsin p. 393-426.

MENEZES SOBRINHO JA; CHARCHAR JM; ARAGÃO FAS. 1999. Caracterização morfológicas de germoplasma de alho por análises multivariada componentes principais e variáveis canônicas. *Horticultura Brasileira* 17:96-101.

MESSIAEN CM; COHAT J; PICHON M; LEROUX JP; BEYRES A. 1993. Lês alliums alimentaires, reproduits par voie végétative.Paris. INRA. 228 p.

MORRISON MJ; VOLDENG HD; COBER ER. 1999. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. *Agronomy Journal*:91:685–689.

MUELLER S; BIASI J. 1989. Comportamento de cultivares de alho no planalto Catarinense. *Horticultura Brasileira* 7: 7-9.

MURO J; IRIGOYEN I; LAMSFUS C; MILITINO. 2000. Effect of defoliation on garlic yield. *Scientia Horticulturae* 86:p. 161 – 167.

PARK YB; LEE BY. 1979. Study on growth and bulb formation of garlic plants (*Allium sativum* L.). I. The effect of daylength on the bulb formation and secondary growth in 6 cloved garlic plants. *Journal Korean Society Horticultural Science* 20: 1-4.

PASSIOURA JB. 1996. Drought and drought tolerance. *Plant Growth Reg.* 20: 79-83.

PYO HK; LEE BY; MOON W AND WOO JK. 1979. Study on the development on a new culture system of garlic. I. The effect of low-temperature treatment of seed bulbs, light interruption and supplemental lighting on the growth and bulbing of garlic in a plastic film house. *Journal Korean Society Horticultural Science* 20:1-4.

PUIATTI M; FERREIRA FA. 2005. Cultura do alho. In: FONTES PCR. (eds.). *Olericultura: teoria e prática*. 1ª ed. Viçosa: UFV. p. 299-322.

QUICK WP, SCHURR U; SCHEIBE R; SCHULZE ED; RODERMEL SR; BOGORAD L; STITT M. 1991. Decreased ribulose-1, 5- bisphosphate carboxylase oxygenase in transgenic tobacco transformed with 'antisense rbcS'. Impact on photosynthesis in ambient growth conditions. *Planta* 183:542–554.

RICHARDS RA. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Reg.* 20:157-166.

RICHARDS RA. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany* 51: 447– 458.

RIZZALLI RH; VILLALOBOS FJ; ORGAZ F. 2002. Radiation interception, radiation-use efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium sativum* L.). *European Journal of Agronomy* 18:33-43.

SHARMA-NATU P; GHILDIYAL CM. 2005. Potential targets for improvement photosynthesis and crops yield. *Current Science* 12:1918-1925.

SILVA EC; SOUZA RJ; SANTOS WS. 2000. Efeitos do tempo de frigidificação em cultivares de alho (*allium sativum* L.) provenientes de cultura de meristemas. *Ciência e Agrotecnologia* 24:939-946.

SLAFER GA; SATORRE EH; ANDRADE FH. 1993. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: *Genetic Improvements of Field Crops: Current Status and Development*, Slafer, G.A. (ed.). Marcel Dekker, New York. p 1-68.

SLAFER G; ARAUS JL; RICHARDS RA. 1999. Promising traits for future breeding to increase wheat yield. In: *Wheat Ecology and Physiology of Yield Determination*, Satorre, E.H. and Slafer, G.A. (eds). Food Products Press, New York, p. 379-415.

SOUZA JR; PAULA MB; FILHO ABC. 1999. Sugestões de adubação para de hortaliças. In RIBEIRO AC; GUIMARÃES PT; ALVARES VH (eds.). *Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação*. Viçosa. p. 177.

SOUZA RJ; MACÊDO FS; YURI JE. 2007. Alho. In: JÚNIOR TJP e VENZON M. (coords). *101 Culturas: Manual de tecnologia agrícola*. Belo Horizonte: EPAMIG. p. 75-84.

STAHLSCHMIDT O; CAVAGNARO JB; BORGIO R. 1993. Influencia del área foliar y la partición de asimilados en tres cultivares de ajo. *Actas XX Reunión Arg. Fisiol. Vegetal*. p. 194-195.

STAHLSCHMIDT O; CAVAGNARO JB; BORGIO R. 1997. Growth analysis of three garlic (*Allium sativum* L.) cultivars with differences in yield. In: BURBA JL e GALMARINI (eds). I International Symposium on Edible Alliaceae. *Acta Horticulturae* 433: ISHS.

STAHLSCHMIDT OM & CAVAGNARO JB. 1997. Aspectos ecofisiológicos del cultivo de ajo. In: BURBA JL (ed). *50 Temas sobre producción de ajo*. la consulta, Mendoza: INTA EE La Consulta 5v. p 33.

STEENBJERG F; JAKOBSEN ST. 1963. Plant nutrition and yield curves. *Soil Sci.* 95; 69-88.

STITT M; QUICK WP; SCHURR U; SCHULZE ED; RODERMEL SR; BOGORAD L. 1991. Decreased ribulose-1,5-bisphosphate carb oxylase-oxygenase in transgenic tobacco transformed with 'antisense' *rbcS*. II. Flux-control coefficients for photosynthesis in varying light, CO₂, and air humidity. *Planta* 183:555-566.

TAKAGI H. 1990. *Garlic Allium sativum L.*. In: *Onions and allied crops*. BREWSTER e RAVINOWITCH HD. (eds) Florida. CRC, v.3. p. 109-146.

TRANI PE; TAVARES M; SIQUEIRA WJ; SANTOS RR. 1997. *Cultura do alho: recomendações para o seu cultivo no estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônômico. 39 p (Boletim Técnico, 170).

TRANI PE; PASSOS FA; FOLTRAN DE; TIVELLI SW; RIBEIRO LJA. 2005. Avaliação dos acessos de alho do Instituto Agrônômico de Campinas. *Horticultura Brasileira* 24 : 156-160.

APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1A – Resumo da análise de variância de produtividade total (PT), e produtividade comercial (PC) das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios	
		PT	PC
Bloco	3	2,4263	2,5931
Tratamento	19	6,7900**	7,5378**
Resíduo	57	0,8777	0,9966
CV (%)		9,55	10,31

** F significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 1B – Resumo da análise de variância de número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de folha (MSF) e pseudocaule (MSPC), aos 59 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		NFP	AF	MSF	MSPC
Bloco	3	0,1416	0,2368	0,0994	0,1501
Tratamento	19	0,3907 ^{ns}	0,2842**	0,2132**	0,0201**
Resíduo	57	0,2447	0,0652	0,0647	0,0086
CV (%)		9,33	25,33	23,36	27,63

** F significativo a 1% de probabilidade; e ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1C – Resumo da análise de variância de massas de matéria seca de bulbo (MSB), raiz (MSR), e planta inteira (MSPI), aos 59 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		MSB	MSR	MSPI
Bloco	3	0,0727	0,0218	0,2274
Tratamento	19	0,0065 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	0,3845**
Resíduo	57	0,0046	0,0032	0,1251
CV (%)		35,13	37,30	19,97

** F significativo a 1% de probabilidade; e ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1D – Resumo da análise de variância do estado de nitrogênio-unidades (SPAD), taxa fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI) e condutância estomática (gs), aos 59 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		SPAD	A	TI	gs
Bloco	3	6,7910	258,0195	159,7391	6,9648
Tratamento	19	10,3673**	36,5857 ^{ns}	1,5411 ^{ns}	0,5485 ^{ns}
Resíduo	57	3,9254	28,8512	2,5149	0,4536
CV (%)		3,24	26,86	6,26	68,95

** F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1E – Resumo da análise de variância de taxa transpiratória (E) concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca), e a eficiência fotossintética do uso da água (EFUA), aos 59 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		E	Ci	Ci/Ca	EFUA
Bloco	3	33,2467	38437,15	0,1380	212,9022
Tratamento	19	1,0014 ^{ns}	1711,371*	0,0119*	7,8016 ^{ns}
Resíduo	57	0,9966	825,3342	0,0056	6,4642
CV (%)		33,34	11,22	11,15	31,63

* F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1F – Resumo da análise de variância das taxas de crescimento relativo da planta (TCRP) e do bulbo (TCRB), assimilação líquida da planta (TALP) e do bulbo (TALB), no período de 59 a 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		TCRP	TCRB	TALP	TALB
Bloco	3	0,0104	0,1335	0,0602	0,0120
Tratamento	19	0,0079 ^{ns}	0,0348 ^{ns}	0,0208 ^{ns}	0,0007 ^{ns}
Resíduo	57	0,0055	0,0315	0,0143	0,0007
CV (%)		33,53	73,79	35,78	73,79

^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 1G – Resumo da análise de variância das razões de áreas foliares da planta (RAFP) e do bulbo (RAFB) e duração foliar da planta (DAF), no período de 59 a 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		RAFP	RAFB	DAF
Bloco	3	0,0470	54,7672	4860,46
Tratamento	19	0,0073*	14,0164*	42875,39**
Resíduo	57	0,0035	7,7728	6451,45
CV (%)		8,81	37,84	18,48

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade.

Tabela 2A – Resumo da análise de variância de número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de folha (MSF) e pseudocaule (MSPC), aos 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		NFP	AF	MSF	MSPC
Bloco	3	1,3791	0,4936	1,2213	0,2760
Tratamento	19	1,2072*	2,8630**	1,8980**	0,3448**
Resíduo	57	0,5984	0,4964	0,3280	0,0702
CV (%)		10,06	20,57	20,67	30,47

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade.

Tabela 2B – Resumo da análise de variância de massas de matéria seca de bulbo (MMSB), raiz (MSR), e planta inteira (MSPI), aos 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		MSB	MSR	MSPI
Bloco	3	0,2110	0,1516	3,3063
Tratamento	19	0,1293*	0,0164 ^{ns}	5,5080**
Resíduo	57	0,0609	0,0130	0,9184
CV (%)		46,13	47,63	21,70

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2C – Resumo da análise de variância do estado de nitrogênio – unidades (SPAD), taxa fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI) e condutância estomática (gs), aos 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		SPAD	A	TI	gs
Bloco	3	3,7208	108,6578	69,4183	16,9473
Tratamento	19	18,3125**	3,9938 ^{ns}	1,8858 ^{ns}	2,4407 ^{ns}
Resíduo	57	4,5651	4,6242	1,6158	1,5632
CV (%)		4,11	15,49	4,93	75,25

** F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2D – Resumo da análise de variância de taxa transpiratória (E) concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca), e a eficiência fotossintética do uso da água (EFUA), aos 87 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		E	Ci	Ci/Ca	EFUA
Bloco	3	7,1420	6500,017	0,0187	28,1692
Tratamento	19	0,9806*	354,7342 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,9956 ^{ns}
Resíduo	57	0,4821	262,1044	0,0022	1,1543
CV (%)		19,60	5,24	5,95	25,61

* F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2E – Resumo da análise de variância das taxas de crescimento relativo da planta (TCRP) e do bulbo (TCRB), assimilação líquida da planta (TALP) e do bulbo (TALB), no período de 87 a 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		TCRP	TCRB	TALP	TALB
Bloco	3	0,0084	0,0520	0,0152	0,0901
Tratamento	19	0,0065 ^{ns}	0,0329 ^{ns}	0,0263 ^{ns}	0,0026 ^{ns}
Resíduo	57	0,0062	0,0300	0,0280	0,0030
CV (%)		33,95	38,47	37,47	44,00

^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2F – Resumo da análise de variância das razões de áreas foliares da planta (RAFP) e do bulbo (RAFB) e duração foliar da planta (DAF), no período de 87 a 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranite, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		RAFP	RAFB	DAF
Bloco	3	0,0243	14,4388	25078,00
Tratamento	19	0,0061*	7,1216 ^{ns}	93303,16**
Resíduo	57	0,0033	5,5186	11025,31
CV(%)		9,83	47,65	14,84

** e * F significativos a 1 e 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3A – Resumo da análise de variância de número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de folha (MMSF) e pseudocaule (MMSPC), aos 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranite, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		NFP	AF	MSF	MSPC
Bloco	3	1,0333	1,7568	1,5097	0,5155
Tratamento	19	0,8789 ^{ns}	3,0005**	3,0993**	4,2019**
Resíduo	57	0,8315	0,5704	0,8107	0,8947
CV(%)		8,76	18,60	21,44	27,12

** F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3B – Resumo da análise de variância de massas de matéria seca de bulbo (MSB), raiz (MSR), e planta inteira (MSPI), aos 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranite, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		MSB	MSR	MSPI
Bloco	3	0,1400	0,1556	5,8434
Tratamento	19	2,7613**	0,0811**	29,3622**
Resíduo	57	0,9318	0,0326	4,8591
CV(%)		34,47	62,34	20,45

** F significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 3C – Resumo da análise de variância do estado de nitrogênio – unidades (SPAD), taxa fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI) e condutância estomática (gs), aos 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amarante, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		SPAD	A	TI	gs
Bloco	3	13,5469	63,5312	37,1050	5,2332
Tratamento	19	25,1362*	12,6906 ^{ns}	1,7290 ^{ns}	0,4816 ^{ns}
Resíduo	57	654,5660	8,0269	1,8279	0,4554
CV(%)		5,65	24,29	5,09	72,65

* F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3D – Resumo da análise de variância de taxa transpiratória (E) concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca), e a eficiência fotossintética do uso da água (EFUA) aos 114 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amarante, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		E	Ci	Ci/Ca	EFUA
Bloco	3	2,8793	1649,479	0,0116	3,0082
Tratamento	19	1,8285 ^{ns}	506,2967 ^{ns}	0,0036 ^{ns}	0,5038 ^{ns}
Resíduo	57	1,0497	338,0932	0,0024	0,4069
CV(%)		25,85	6,28	6,27	20,95

^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3E – Resumo da análise de variância das taxas de crescimento relativo da planta (TCRP) e do bulbo (TCRB), assimilação líquida da planta (TALP) e do bulbo (TALB), no período de 114 a 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amarante, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		TCRP	TCRB	TALP	TALB
Bloco	3	0,0032	0,0052	0,0645	0,0295
Tratamento	19	0,0136*	0,0207 ^{ns}	0,1726*	0,0354 ^{ns}
Resíduo	57	0,0073	0,0192	0,0966	0,0356
CV(%)		54,87	39,03	55,66	40,90

* F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3F – Resumo da análise de variância das razões de áreas foliares da planta (RAFP) e do bulbo (RAFB) e duração foliar da planta (DAF), no período de 114 a 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		RAFP	RAFB	DAF
Bloco	3	0,0009	0,0002	26033,36
Tratamento	19	0,0030**	0,1513 ^{ns}	31814,59**
Resíduo	57	0,0011	0,0979	9959,75
CV(%)		11,20	30,06	16,95

** F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4A – Resumo da análise de variância de número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de folha (MSF) e pseudocaule (MSPC), aos 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		NFP	AF	MSF	MSPC
Bloco	3	0,7000	1,4658	0,5517	0,9537
Tratamento	19	0,8578 ^{ns}	0,9025 ^{ns}	1,0353 ^{ns}	3,4811**
Resíduo	57	0,7087	40,4110	0,7195	1,5365
CV(%)		6,90	23,49	20,43	27,94

** F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4B – Resumo da análise de variância de massas de matéria seca de bulbo (MSB), raiz (MSR), e planta inteira (MSPI), aos 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		MSB	MSR	MSPI
Bloco	3	4,1901	0,1284	13,2708
Tratamento	19	4,8561 ^{ns}	0,0231 ^{ns}	21,8668*
Resíduo	57	4,3596	0,0253	12,2364
CV(%)		25,67	29,99	20,27

* F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4C – Resumo da análise de variância do estado de nitrogênio – unidades (SPAD), taxa fotossíntese líquida (A), temperatura interna da folha (TI) e condutância estomática (gs), aos 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranite, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		SPAD	A	TI	gs
Bloco	3	17,6340	357,3224	85,6286	2,1861
Tratamento	19	13,9301 ^{ns}	8,6079 ^{ns}	3,1206 ^{ns}	0,0659 ^{ns}
Resíduo	57	10,8845	7,4077	3,7941	0,0707
CV(%)		5,22	28,43	7,20	73,29

^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4D – Resumo da análise de variância de taxa transpiratória (E) concentração interna de CO₂ (Ci), relação da concentração de carbono interno da folha e o carbono atmosférico (Ci/Ca), e a eficiência fotossintética do uso da água (EFUA), aos 136 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranite, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		E	Ci	Ci/Ca	EFUA
Bloco	3	13,2281	19390,68	0,0673	13,2550
Tratamento	19	1,0841 ^{**}	513,1974 ^{ns}	0,0029 ^{ns}	1,4892 [*]
Resíduo	57	0,4573	682,4553	0,0030	0,7188
CV(%)		27,13	9,47	7,78	22,91

^{**} e ^{*} F significativos a 1 e 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4E – Resumo da análise de variância das taxas de crescimento relativo da planta (TCRP) e do bulbo (TCRB), assimilação líquida da planta (TALP) e do bulbo (TALB), no período de 136 a 156 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranite, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		TCRP	TCRB	TALP	TALB
Bloco	3	0,0040	0,0048	0,2166	2,0025
Tratamento	19	0,0068 ^{ns}	0,0116 ^{ns}	0,3877 ^{ns}	0,0683 ^{ns}
Resíduo	57	0,0094	0,0145	0,5458	0,0706
CV(%)		300,73	76,59	290,43	105,37

^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4F – Resumo da análise de variância das razões de áreas foliares da planta (RAFP) e do bulbo (RAFB) e duração foliar da planta (DAF), no período de 136 a 156 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios		
		RAFP	RAFB	DAF
Bloco	3	0,0020	0,0127	15966,5600
Tratamento	19	0,0007*	0,0063 ^{ns}	8207,1900 ^{ns}
Resíduo	57	0,0003	0,0039	5742,6070
CV(%)		13,34	21,37	21,02

* F significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 5A – Resumo da análise de variância de número de folhas por planta (NFP), área foliar (AF) e as massas de matéria seca de folha (MSF) e pseudocaule (MSPC), aos 156 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios			
		NFP	AF	MSF	MSPC
Bloco	3	1,7833	0,5463	2,6843	2,7024
Tratamento	19	0,7342 ^{ns}	0,4062 ^{ns}	0,9027 ^{ns}	1,5574**
Resíduo	57	52,6500	0,3182	0,6058	0,6707
CV(%)		8,19	36,06	27,74	25,72

** F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 5B – Resumo da análise de variância de massas de matéria seca de bulbo (MSB), raiz (MSR), planta inteira (MSPI), estado de nitrogênio – unidades (SPAD) e índice de colheita (IC), aos 156 dias após o plantio das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

FV	GL	Quadrados Médios				
		MSB	MSR	MSPI	SPAD	IC
Bloco	3	16,6741	0,7603	45,7350	62,7770	0,0030
Tratamento	19	24,1307**	0,0289 ^{ns}	42,9033**	15,0542 ^{ns}	0,0038**
Resíduo	57	8,3139	0,0206	17,8135	11,0736	0,0012
CV(%)		22,56	44,25	22,10	5,44	5,22

** F significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} F não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 6A – Estimativa dos coeficientes de correlação das variáveis, número de folhas (NFP), área foliar planta (AF), massas secas de folhas (MSF), pseudocaule (MSPC), bulbo (MSB), raiz (MSR), planta inteira, índice SPAD (SPAD), duração de área foliar (DAF), taxa de crescimento relativo da planta (TCRP) e produtividade comercial com a produtividade total (PT), durante o ciclo cultural das subamostras de alho cv. Amaranthe, do Banco de Germoplasma de Hortaliças. Viçosa-MG, UFV, 2008

Dias e Período após o Plantio	Variáveis	PT
59	AF	0,5320**
	MSF	0,5498**
	MSPC	0,2629**
	MSTI	0,5180**
	SPAD	- 0,2085*
87	NFP	0,4058**
	AF	0,6442**
	MSF	0,6100**
	MSPC	0,5811**
	MSB	0,4188**
	MSTI	0,6309**
	SPAD	- 0,4089**
59 a 87	DAF	0,6789**
114	AF	0,6354**
	MSF	0,6082**
	MSPC	0,5736**
	MSB	0,3966**
	MSR	0,4539**
	MSTI	0,6146**
	SPAD	- 0,2389*
87 a 114	DAF	0,7263**
136	MSPC	0,4635**
114 a 136	DAF	0,7263**
	TCRP	- 0,2184*
156	MSF	0,4165**
	MSPC	0,4845**
	MSB	0,5308**
	MSPI	0,5575**
136 a 156	DAF	0,4297**
156	PC	0,9971**

** e * t significativos a 1 e 5% de probabilidade.