

MILTON EDGAR PEREIRA FLORES

**VARIABILIDADE GENÉTICA DE ACESSOS DE TOMATEIRO (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) COM BASE NA AVALIAÇÃO DE FOTOSSÍNTESE,
PARTIÇÃO DE FOTOASSIMILADOS E PRODUÇÃO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

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

T

P436v
2007

Pereira, Milton Edgar Flores, 1966-
Variabilidade genética de acessos de tomateiro
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) com base na avaliação
de fotossíntese, partição de fotoassimilados e produção /
Milton Edgar Pereira Flores. – Viçosa, MG , 2007.
vii, 48f. : il. ; 29cm.

Inclui bibliografia
Orientador: Derly José Henriques da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 42-44.

1. Tomate – Melhoramento genético. 2. Fotossíntese.
3. Plantas - Assimilação. 4. Tomate - Produção.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.6422

MILTON EDGAR PEREIRA FLORES

**VARIABILIDADE GENÉTICA DE ACESSOS DE TOMATEIRO COM BASE NA
AVALIAÇÃO DE FOTOSSÍNTESE, PARTIÇÃO DE FOTOASSIMILADOS E
PRODUÇÃO**

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

APROVADA: 13 de março de 2007.

Prof. Marco Antônio Oliva Cano
(Co-orientador)

Prof. Francisco Xavier Ribeiro do Vale
(Co-orientador)

Prof. Vicente Wagner Dias Casali

Prof. Mário Puiatti

Prof. Derly José Henriques da Silva
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A DEUS....María de Urkupiña

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia por ter me aceito entre os seus e ter colocado ao meu lado pessoas solidárias;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;

Ao meu orientador Derly José Henriques da Silva pelos ensinamentos, serenidade, confiança e apoio permanente, percorremos juntos um desafio;

Aos professores: Marco Oliva Cano, Francisco Xavier R. do Vale, Mario Puiatti, Vicente W. Casali, pelos conselhos e ensinamentos;

Aos funcionários da Horta Velha, aliados de toda hora durante o experimento;

A Rosse Mary, Andrés e Ignacio, minha adorada família, por ter percorrido comigo esta experiência longe de casa;

Ao meu amado pai Walter Pereira Gonzáles, irmãos e sobrinhos. A Maria Cruz Zerdas e a sua família pelo imenso carinho e apoio recebidos;

Ao meu amigo e conselheiro de sempre Rolf Puschmann, pelo compromisso permanente, apoio e solidariedade com a minha família;

A Cássia Silva; Damião Tavares, Gloria Rosado, Nanci, Marcelo Reis, Joselaine, Paula, Vinicius Rocha, Denise Perígolo e Carina Anoni pela a sua amizade e apoio;

Aos meus caros amigos Jorge Gonzáles, Nelson Licinio e as suas famílias pela sua amizade e valentia de percorrer esta experiência em família.

O meu muito obrigado!!!!

BIOGRAFIA

MILTON EDGAR PEREIRA FLORES, filho de Walter Pereira Gonzáles e Victoria Flores Sejas, nasceu em Quillacollo, Cochabamba, Bolivia, em 3 de junho de 1966.

Engenheiro Agrônomo desde 1991, pela Universidade Maior de São Simão, Faculdade de Ciências Agrícolas e Pecuárias “Dr. Martin Cárdenas”, desenvolveu trabalhos de pesquisa e extensão nas áreas de fitoproteção e Manejo Integrado de Pragas no Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária IBTA/Chapare, desde 1992 é sócio fundador da Associação Bolívia de Proteção Vegetal. Ao longo da sua carreira profissional ocupou entre outros os cargos de Diretor de Planejamento do Centro de Desenvolvimento Alternativo Regional (1995); Chefe do subprojeto Controle Biológico da broca do café dependente do IBTA/La Paz (1996); professor da Universidade Técnica Privada Cosmos (1996-1997), Chefe do Projeto Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos Urbanos e Segurança Alimentar no Município de Quillacollo FNDR/Banco Mundial (1997 – 2000) e Coordenador das Cadeias Produtivas de Gado Leiteiro, Maracujá, Mamão e Hortaliças no Projeto CONCADE do Governo Boliviano, como funcionário da Empresa Development Alternatives, Inc. (DAI), com sede em Bethesda, EUA (2001-2005).

Em março de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia na área de Melhoramento de Plantas e Biotecnologia, na Universidade Federal de Viçosa - MG, defendendo tese em março de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1.0. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
2.0. AVALIAÇÃO DE ACESSOS DE TOMATEIRO COM BASE NA FOTOSSÍNTESE, MASSA TOTAL SECA, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR, TEOR DE CLOROFILA E PRODUÇÃO.	5
1.1. RESUMO	5
1.2. ABSTRACT	6
2.3. INTRODUÇÃO	7
2.4. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.5. RESULTADOS E DISCUSÃO	14
2.5.1. Capacidade fotossintética (A).....	14
2.5.2. Produção de frutos e massa seca total	15
2.5.4. Clorofila total	16
2.5.5. Índice de área foliar (IAF).....	17
2.5.3. Índice de colheita (IC).....	19
2.5.6. Correlações de Pearson (r)	21
2.6. CONCLUSÕES	24
2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

3.0. MATERIA SECA E SUA DISTRIBUIÇÃO COMO DETERMINANTES NA PRODUÇÃO DE TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO.....	29
3.1. RESUMO.....	29
3.2. ABSTRACT.....	30
3.3. INTRODUÇÃO	31
3.4. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.5. RESULTADOS.....	37
3.5.1. Massa seca total (MST).....	37
3.5.2. Índice de partição da raiz (IPR)	38
3.5.3. Índice de partição de caule (IPC).....	38
3.5.4. Índice de partição de folha (IPF).....	38
3.5.5. Índice partição de fruto (IPFto).....	38
3.5.6. Produção.....	39
3.5.7. Correlações de Pearson (r)	39
3.6. DISCUSÃO.....	41
3.7. CONCLUSÕES	46
3.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

**Anexo 1: Características de 9 acessos de tomateiro do BGH-UFV e 'Santa Clara'.
Viçosa, 2007.**

Acesso	Produção (g pta ⁻¹)	Entrenó Comprimento (mm)	Folha		Sabor (Brix/acidez)
			Comprimento (cm)	Largura (cm)	
Sta Clara	5646,1	61.4	73.0	69.4	9,8
BGH-994	5901.6	71,6	60.1	50.5	17.9
BGH-322	5653.4	70.9	41.9	39.3	11.4
BGH-970	5575.9	89.8	61.3	53.9	12.9
BGH-1020	5427.9	83.96	61.0	49.2	17.9
BGH-975	5152.2	74.4	62.1	53.5	13.0
BGH-987	4958.8	62.15	54.6	51.9	12.7
BGH-349	4655.6	100.3	49.0	64.2	11.4
BGH-406	3630,0	62,3	35.2	30.2	12,0
BGH-320	3560,7	75,4	45.4	39.5	14,5

CF=comprimento de folha; LF= largo de folha.

Condensado de informações disponíveis no site www.ufv.br/bgh, correspondente ao Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. Acessado em Fevereiro de 2006.

RESUMO

PEREIRA, Milton Edgar Flores, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2007. **Variabilidade genética de acessos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) com base na avaliação de fotossíntese, partição de fotoassimilados e produção.** Orientador: Derly José Henriques da Silva. Co-orientadores: Marco Antônio Oliva e Francisco Xavier Ribeiro do Vale.

Foi avaliada a variabilidade genética de nove acessos de tomateiro de tipo indeterminado do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa, com base na capacidade fotossintética (*A*), matéria seca total, partição de fotoassimilados e produção. Tendo sido utilizado como padrão de referência o cultivar Santa Clara. O experimento foi conduzido em ambiente protegido e condições favoráveis de irrigação, nutrição e temperatura, em delineamento de blocos completos casualizados, com 10 tratamentos e 5 repetições. Mediu-se a fotossíntese, com analisador de gás por infravermelho LI-6400, entre 51 e 56 dias após do transplante (DAT). Aos 83 DAT e no final do ciclo produtivo foi determinado IAF. No final do ciclo produtivo foi obtida a massa seca dos frutos, folhas, caule e raiz por secagem em estufa a 75 °C até peso constante. Os índices de partição de assimilados às folhas, caule, raiz e fruto foram calculados com base na fração da massa total seca e expressos em valores relativos. Os dados foram submetidos a análise de variância (F; $p < 0,01$), teste de Tukey ($p < 0,05$) e correlação de Pearson (*r*), utilizando o programa estatístico SAEG 9. Os resultados mostraram significativa variabilidade genética para todas as características avaliadas (Teste F; $p < 0,01$). Entre os acessos estudados não houve correlação alguma entre *A*, matéria seca total e produção. *A* correlacionou negativamente com IAF. Matéria seca e partição de assimilados não tiveram associação alguma. A partição de fotoassimilados à parte vegetativa, compete fortemente com a dos frutos. Este conjunto de relações mostra que é possível ter plantas produtivas com menores IAF aos das atuais cultivares, se combinar, elevadas *A* e índices de partição aos frutos, permitindo visualizar um outro ideotipo de plantas que demandam menos recursos por unidade de planta com produtividade similares às atuais cultivares. Foram identificados acessos promissores para combinações favoráveis das características avaliadas.

ABSTRACT

PEREIRA, Milton Edgar Flores, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March of 2007. **Genetic variability of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) accesses on the basis of the evaluation of the photosynthesis, partition of photoassimilates and production.** Adviser: Derly José Henriques da Silva. Co-advisers: Marco Antonio Oliva and Francisco Xavier Ribeiro do Vale.

The genetic variability of nine accesses of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) of indeterminate type, of the Vegetable Germplasm Bank of the Viçosa Federal University was evaluated for photosynthetic capacity (A), dry matter, partitioning dry matter and yield, having been used as standard of the cultivating tomato the Santa Clara cultivar. The experiment was lead in protecting environment and favorable conditions of the irrigation, nutrition and temperature requirements, in randomized complete block design, with 10 treatments and 5 repetitions. It was measured photosynthesis with analyzer of gas for infra-red ray, LI-6400, between 51 and 56 days before of the transplanting (DBT). To the 83 DAT and in the end of the productive cycle (EPC), IAF was determined. In EPC the dry mass of the fruits, leaves, roots and shoots was gotten for drying in dryer equipment to 75°C until constant weight. The partitioning index of leaves, shoot, root and fruit had been calculated that the reason between dry matter of each part and the dry matter total and expresses in relative values. The data had been submitted analyze of variance (F; $p < 0,01$), test of Tukey ($p < 0,05$) and Pearson correlation (r) using statistical software SAEG 9. The results had shown to genetics significant variability (test F, $p < 0,01$) for all the evaluated characteristics. Was determined too, that not exist correlation between A, dry matter total and yield, but IAF correlated negatively with A. The assimilate partitioning to vegetative part competes strong with the one of the fruits. This showed that are possible to have productive plants with small IAF to the ones of the current tomato cultivate, if to combine high A and harvest index, being allowed to visualize one another ideotype of plants that demand little resources for similar unit of plant with current productivity cultivar. Promising accesses for favorable characteristics of the evaluated had been identified.

1.0. INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é a segunda hortaliça cultivada no mundo e, em quantidade produzida, é superada apenas pela batata (FAO, 2006). A produção mundial de tomate em 2005 foi de aproximadamente 125 milhões de toneladas, com o Brasil ficando em nono lugar, com produção de 3,3 milhões de toneladas (FAO, 2006), sendo o Estado de São Paulo o segundo maior produtor, com aproximadamente 700 mil toneladas, das quais 60% foram destinadas para o consumo in natura (Agrianual, 2006).

A Universidade Federal de Viçosa, com o apoio da Fundação Rockefeller, criou no ano de 1966 o Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH – UFV), com a finalidade de resgatar espécies nativas ou introduzidas, preservar, documentar e manter intercâmbio de germoplasma entre as diversas regiões do Brasil. Entre as espécies conservadas o BGH – UFV possui em seu acervo mais de 7000 acessos de hortaliças que foram coletados em diversas partes do país e também recebidos como doação de mais de 100 países, estando entre os mais numerosos o tomate (Silva *et al.*, 2000).

Os acessos dos bancos de germoplasma são fontes de genes e cuja utilização depende da informação disponível proveniente do processo de caracterização agrônômica, morfológica, fisiologia, bioquímica ou molecular realizada, podendo, eventualmente serem utilizados nos programas de melhoramento ou para estudos genéticos orientados a obter maior compreensão dos mecanismos que envolvem os processos fisiológicos e bioquímicos vinculados ao desempenho produtivo da planta.

Neste propósito, o melhoramento de plantas tem incorporado, entre outras características fisiológicas, o estudo da taxa fotossintética foliar, conteúdo de clorofila e outras características morfoagronômicas vinculadas ao desempenho produtivo da planta com o propósito de identificar combinações e relações entre estas características que façam da seleção mais eficaz para enfrentar a interação genótipo-ambiente (Araus *et al.*, 2000); todavia a utilização das características fisiológicas nos programas de melhoramento exige delas terem alta variabilidade genética e herdabilidade, e ainda

possuam alta correlação com o desempenho produtivo (Jackson, 2001; Reynolds *et al.*, 2001) para que não se percam no processo de seleção.

Em tomateiro tem sido relatada a existência de variabilidade e herdabilidade da capacidade fotossintética (Guerra *et al.*, 1999; Dijk e Maris, 1985; Weerasinghe *et al.*, 2004) embora, a sua correlação com a produção, matéria seca e outras características vinculadas ao desempenho produtivo da planta, é contraditória, tendo se relatado em ocasiones a existência de correlação positiva (Guerra *et al.*, 1999) e em outras a ausência de correlação alguma (Dijk e Maris, 1985). Todavia, a experiência em outras culturas tem sugerido que correlações positivas podem ser menos prováveis em culturas onde se colhe apenas uma parte da biomassa total (Paz e Mattos, 1985), como seria o caso do tomateiro.

Diante destas informações e sendo que o BGH-UFV, dispõe de material divergente caracterizado morfológica e agronomicamente, se propõe o estudo da variabilidade genética de acessos BGH-UFV do tipo indeterminado para mesa, com base na capacidade fotossintética, índice de área foliar, produção de matéria seca e a sua partição visando:

- Determinar a variabilidade genética da capacidade fotossintética e a sua relação com o rendimento, produção de fitomassa total, conteúdo de clorofila total, área foliar e IAF em tomateiro.
- Determinar a variabilidade genética da produção de matéria seca e os padrões de alocação entre folha, caule, raiz e frutos.
- Identificar acessos promissores para as características propostas.

1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNIHOTRI, R.K., CHANDRA, S., SHARMA, S., and PALNI, L.M.S., G.B. Genetic variability in photosynthesis and chlorophyll content of various landraces of upland rice Plant Institute of Himalayan Environment and Development, Kosi-Katarmal, Almora 263643, Índia. IRRN 25.2. August 2000. 2p.

ARAUS, J.L.; CASADESUS, J.B.; NACHIT, M.M.; VILLEGAS, D.; APARICIO, N. AND ROYO, C. Some remarks on ecophysiological traits for breeding. Nouveaux defies Zaragoza; CIHEAM-IAMZ. 2000. 620 p.

BOREM, A; MIRANDA, G.V. Melhoramento de plantas. 4ª. ed. Viçosa:UFV, 2005. 525 p.

DIJK, S.J.D.V. Inheritance of net photosynthesis, dark respiration, stomatal resistance and related characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under low energy conditions Euphytica. Volume 36, Number 1/ January, 1987. 709-716 p.

DIJK, S.J.D.V.; MARIS, J.A. Differences between genotypes in net photosynthesis and dark respiration under low light intensity and low night temperatures. Journal Euphytica. Volume 34, Number 3/ November, 1985. 709-716 p.

DOGLIOTTI, S. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Fisiología de cultivos. Universidad de la República – Facultad de Agronomía. 2004. 18 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, FAOSTAT. Database. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 27 mar. 2007.

GEBER, A.M.; GRIFFEN, R.L. Inheritance and natural selection on functional traits. Int. J. Plant Sci. 164(3 Suppl.):S21–S42. 2003. University of Chicago.

GUERRA, H.M.; BORREGO, E.F.; OYERVIDES, G.A.; FERNANDEZ, B.J.M. Evaluación de genótipos de tomate considerando critérios fisiológicos, fenológicos y de rendimiento, bajo condições de alta temperatura en invernadero. AGRARIA UAAAN VOL 15 NUM. 1 DE 1999. UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO Buenavista, Saltillo, Coah., México. 55 – 77 p.

HUNT, S. Measurements of photosynthesis and respiration in plants. Physiology plantarum 117: 314-325. 2003.

JACKSON, P.A. Direction for physiological research in breeding: Issues from a breeding perspective. General Considerations in Physiological Breeding. CIMMYT Wheat Program. Mexico, D.F. 2001. 11-16 p.

LU, Z.; PERCY, G.R.; QUALSET, O. C.; ZEIGER, E. Stomatal conductance predicts yields in irrigated Pima cotton and bread wheat grow at high temperatures. Journal of Experimental Botany, Vol. 49, Special Issue, pp. 453 – 460, March 1998.

MING, Z.; LAFITTE, R.; SACKS, E.; DIMAYUGA, G.; ZHAO, X. Variation in leaf photosynthesis among wild species in Genus *Oryza* and among the progeny of selected crosses of the wild species with a Riece cultivar. International Rice Research Institute. 2005. 5p.

MORRISON, M.J.; VOLDENG, H.D.; COBER, E.R. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season Soybean cultivars in Canada. Agronomy Journal, Vol. 91: 685-689. July-August 1999.

PAZ, L.G.; MATOS, M.M.V.L. 1985. A fotossíntese e a produtividade das forrageiras. In: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 1985, Recife. Anais... Recife, 1985, v.8, n.10, p.103-20.

RADIN, E.A. 1988. Correlation of Stomatal Conductance with Photosynthetic Capacity of Cotton Only in a CO₂-Enriched Atmosphere: Mediation by Abscisic Acid. Plant Physiol. (1988) 88, 1058-1062.

RICHARDS, R. A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. Journal of Experimental Botany, Vol. 51. GMP Special Issue. Pp. 447-458, February 2000.

REYNOLDS, M.P.; TRETOWAN, R. M.; VAN GINKEL, M.; RAJARAM, S. Application of physiology in weath breeding. General Considerations in Physiological Breeding. CIMMYT Wheat Program. Mexico, D.F. 2001. 2-10 p.

SILVA, D.J.H., CASALI, V.W.D., MOURA, M.C.C.L. Recursos genéticos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV-MG: Histórico e Expedições de coleta. Departamento de Fitotecnia. Viçosa, MG: UFV, 2000. 16p.

SHARMA, N.P.; AND GHILDIYAL, C. M. Potential targets for improvement photosynthesis and crops yield. CURRENT SCIENCE, vol.88, no. 12, 25 June 2005. 1918-1925 p.

WEERASINGHE, O.R.; PERERA, A.L.T.; DE COSTA, W.A.J.M.; JINADASE, D.M.; VISHNUKANTHASINGHAM, R. Production of tomato hybrids for dry zone conditions of Sri Lanka using combining ability analysis, heterosis and DNA testing procedures. Tropical Agricultural Research Vol. 16: 79-90 (2004).

2.0. AVALIAÇÃO DE ACESSOS DE TOMATEIRO COM BASE NA FOTOSSÍNTESE, MASSA TOTAL SECA, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR, TEOR DE CLOROFILA E PRODUÇÃO.

1.1. RESUMO

Foi avaliada a variabilidade genética da capacidade fotossintética (A) e a sua relação com a produção, massa total seca, clorofila total e índice de área foliar (IAF) em nove acessos de tomateiro e o cultivar Santa Clara (padrão comercial), em condições favoráveis e ambiente protegido, com analisador de gás por infravermelho IRGA LI-6400, entre 51 e 56 dias após o transplante (DAT). A produção, matéria seca total e índice de colheita foram determinados no final do ciclo produtivo (FCP) e aos 83 DAT e no FCP foi determinado o IAF. Os dados foram submetidos a análise de variância (F; $p < 0,01$), teste de Tukey ($p < 0,05$) e correlação de Pearson (r) utilizando o programa estatístico SAEG 9. Houve significativa variabilidade (teste F, $p < 0,01$) para todas as características avaliadas. Não houve correlação de A com produção e matéria seca total, tendo correlacionado negativamente A com o teor de clorofila total e IAF. A correlação entre IAF com produção foi positiva. Os resultados mostram que é possível conceber novos ideótipos de plantas produtivas que diferem dos atuais padrões, se combinarem favoravelmente A , IAF e IC; tendo sido identificados acessos promissores com estas características.

1.2. ABSTRACT

It was evaluated the genetic variability of the photosynthetic capacity (A) and its relationship with yield, dry matter, chlorophyll content and leaf area index (LAI) in nine accesses of tomato and cultivating Santa Clara (commercial standard), in favorable conditions and protecting environment, with analyzer of gas for infra-red ray IRGA LI-6400, between 51 and 56 days before of the transplant (BOT). Yield, dry matter and harvest index (HI) had been determined in the end of productive cycle (FCP) and the IAF was determined in 83 DAT and the FCP. The data had been submitted analyze of variance (F ; $p < 0,01$), test of Tukey ($p < 0,05$) and Pearson correlation (r) using statistical software SAEG 9. It had significant variability (test F , $p < 0,01$) for all the evaluated characteristics. Dry matter and yield was positive correlation. The chlorophyll content and IAF had negative correlation with A , and it was positive correlation between IAF with yield. The results show that possible to conceive new ideotypes of plants that they differ from the current standards if to combine favorably A , IAF and IC; having been identified promising accesses with these characteristics.

2.3. INTRODUÇÃO

A genética tem considerado o estudo de características morfofisiológicas com o propósito de identificar características quantitativas ou combinações delas, que tenham alta correlação com a produção (Araus *et al.*, 200) ou para utiliza-las como critério de seleção indireta (Borem e Miranda, 2005), fazendo do processo de seleção mais eficaz.

Neste âmbito tem sido freqüente a avaliação da variabilidade genética da fotossíntese líquida foliar (*A*) medida como intercâmbio gasoso de CO₂ pela folha (Radin 1988; Hunt, 2003) na seleção de plantas em diferentes culturas (Morrison *et al.*, 1999; Richards *et al.*, 2000; Reynolds *et al.*, 2001; Ming, 2005; Agnihotri *et al.*, 2000; Lu *et al.*, 1998), quase sempre aliada à condutância estomática e transpiração.

Estudos de *A* e características agronômicas, morfológicas e bioquímicas relacionadas com o desempenho produtivo tem sido estudadas visando determinar o grau de associação e contribuição relativa destas características com a produção.

Resultados de 58 anos de melhoramento genético em soja (Morrison *et al.*, 1999) relatam aumentos lineares, em taxas diferentes, de *A*, índice de colheita (IC), condutância estomática e teor de clorofilas. Contrariamente, outros estudos (Richards, 2000; Sharma e Ghildiyal, 2005) indicam que os grandes incrementos na produção não teriam precisado aumentos de *A* e sim de mudanças de características morfoagronômicas como fitomassa, arquitetura da planta, tamanho e cor do dossel e o índice de colheita, resultando em cultivares produtivos com altos índices de área foliar e capacidades fotossintéticas diminuídas por unidade foliar (Richards, 2000; Geber e Griffen, 2003), entretanto, em outras espécies podem-se observar o inverso (Sharma e Ghildiyal, 2005).

Em tomateiro tem sido reportada a existência de variabilidade genética da *A* tanto como a herança desta característica, sendo utilizada na seleção de acessos e/ou híbridos em condições diversas de temperatura, luminosidade, adensamento (Guerra *et al.*, 1999; Dijk e Maris, 1985) e estresse hídrico (Weerasinghe *et al.*, 2004).

Embora se tenha obtido híbridos transgressivos em *A* partindo de genitores inferiores (Weerasinghe *et al.*, 2004) as correlações de *A* com a produção de frutos,

massa seca total, teor de clorofila e outras características vinculadas à qualidade de frutos são contraditórias. Relatan-se correlações positivas (Guerra *et al.*, 1999), baixas (Weerasinghe *et al.*, 2004) ou nenhuma entre estas características (Dijk e Maris, 1985), sendo ao parecer mais provável encontrar correlação positiva entre produção e fotossíntese em culturas em que a maior parte da planta é colhida do que para aquelas em que se colhem somente frutos, grãos ou órgãos de armazenamento (Paz e Mattos, 1985).

Diante desta informação e sendo necessário a caracterização dos acessos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV), objetivou-se estudar a variabilidade genética da capacidade fotossintética e sua relação com a produção, fitomassa total, conteúdo de clorofila total e IAF versus ‘Santa Clara’ utilizada como padrão comercial com alta produção.

2.4. MATERIAL E MÉTODOS

Nove acessos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (BGH-320, BGH322, BGH-349, BGH-406, BGH-970, BGH-975, BGH-987, BGH-994, BGH-1020) do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (<http://www.ufv.br/bgh/files/pag/tomate.htm>) e ‘Santa Clara’, previamente caracterizados morfológica e agronomicamente foram escolhidos por serem contrastantes para produção, comprimento de entrenó, dimensões das folhas e sabor, sendo o ‘Santa Clara’ foi utilizada como padrão de referência por ser uma cultivar produtiva e amplamente cultivada no Brasil (Peixoto *et al.*, 1999; Santos e Noronha, 2001).

Para uma melhor compreensão da nomeação do material biológico neste documento, “tratamentos” e ou “genótipos” refere-se aos 9 acessos incluindo ‘Santa Clara’.

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação tipo “capela” com ventilação lateral e superior (lanterna), disposta em orientação Leste–Oeste e construída com madeira e filme PEBD transparente de 85 µm de espessura. A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) média, medida acima do topo das plantas foi de 1347,45 ± 47,5 µmol fótons m⁻² s⁻¹. A PAR mediu-se sempre as 12:00 horas durante a terceira semana de maio em 10 pontos aleatórios ao longo da estufa (30,0 x 8,2 m de comprimento e largura, respectivamente) com “sensor PAR” do IRGA LCpro+Portable composto de fotocélulas de silicone e amplitude de 0 – 3000 µmol m⁻² s⁻¹.

O solo de textura franco argilo arenoso, foi arado, gradeado até a profundidade de 0,40 m e logo homogeneizado com rotativa mais 8 Kg MS m⁻² de esterco “curtido”, visando melhorar a porosidade do solo. Após destas operações foram construídos canteiros com 0,25 e 0,7 m de altura e largura, respectivamente.

As características químicas do solo após da sua correção com calcário dolomítico foi a seguinte: MO 4,26 dag kg⁻¹, pH 6,5 (relação solo:água = 1:2,5); índice de saturação de bases 84%, Ca²⁺ /Mg²⁺ = 2:1, CTC 10,61.

O nível de adubação utilizado, para produção estimada de 200 tn h⁻¹, foi 300-764-450 kg h⁻¹ de N, P₂O₅ e KO₂, respectivamente, conforme a 5^a Aproximação do uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (Fontes, 1999). A quantidade de micronutrientes disponibilizados no solo foi: 60,4 mg dm⁻³ de Zn; 986 mg dm⁻³ de Fé; 221,1 mg dm⁻³ de Mn; 33,7 mg dm⁻³ de Cu; e 9,51 mg dm⁻³ de B, conforme Malavolta (1988).

O material biológico semeou-se em bandejas de isopor de 72 células com substrato Plantmax (HT-solanáceas, coeficiente de retenção de água 150%, pH 5,8 ± 0,5 e CE 1,3 ± 0,3 mS/cm) em 04/02/2006 com três sementes por célula e 20% mais de células das requeridas, este excesso permitiu logo após da emergência homogeneizar a população de mudas a uma planta por célula e número igual de folhas estendidas. Até a emergência de 100% das mudas transcorreram 8 dias.

As mudas com 4 a 5 folhas, obtidas em ambiente protegido, foram transplantadas em 07/03/06 e 31 dias após a semeadura (DAS), seguindo o delineamento de blocos casualizados com 10 tratamentos e 5 repetições. Em cada fileira, 5 plantas úteis de cada tratamento, constituíram a unidade experimental e cada fileira constituiu uma repetição.

O espaçamento entre plantas foi 0,5 m e 1,0 m entre fileiras. As plantas foram conduzidas no sistema vertical com fio plástico, uma haste por planta (Marin *et al.*, 2005) e despontadas na segunda folha acima do quinto cacho, visando maior distribuição da radiação luminosa no interior da estufa.

A temperatura média máxima e mínima do ar ao longo do cultivo foi 26,9 ± 3,13 e 11,32 ± 3,3 °C, e do solo 18,71 ± 1,4 e 16,8 ± 1,84 °C, temperaturas propícia para o desenvolvimento da cultura (Heuvelink, 2005). Os termômetros de solo foram instalados a 10 cm de profundidade e do ar a 1,2 m acima do solo,

A vazão média dos gotejadores foi de 2,4 ± 0,12 L h⁻¹ sendo o volume da irrigação determinado com base na demanda da água, monitorado pela evapotranspiração de um lisímetro de lençol freático constante, nível ajustado ao longo do desenvolvimento da cultura, conforme descrito por Machado e Matos (2001). O volume irrigado foi controlado mediante hidrômetro, modelo GRP-BR. Foram feitas

duas irrigações por dia, às 9:00 e 16:00 horas com duração aproximada de 7 a 12 minutos cada uma.

A força de retenção da água foi monitorada com tensiômetros de 0-75 Kpa (Soil Control BR) a 10 e 30 cm de profundidade. As tensões atingidas nestas profundidades foram $10,63 \pm 8,34$ e $27,8 \pm 48,4$ Kpa, respectivamente, considerados como ótimos para a cultura de tomate (Marouelli *et al.*, 1996).

A assimilação de CO₂ ou capacidade fotossintética líquida foliar (A), foi medida entre 7:30 e 11:00, em condições de ambiente protegido e dias ensolarados, com analisador IRGA (LI-6400, LI-COR Biosciences, Inc Lincoln, Nebraska) configurado com fluxo de ar de 500 mmol s^{-1} , densidade de fluxo de fótons de $1200 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, temperatura da folha e câmara com $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (Pachepsky *et al.*, 1996 Hunt, 2003; LICOR, 2004). A concentração média do CO₂ atmosférico durante as medições foi $371,78 \pm 14,08$ ppm (Horta Velha-UFV, Viçosa, MG).

Em teste prévio, A, foi medida sempre num dos folíolos do segundo par de cada folha (Figura 1) das 6 primeiras folhas jovens e expandidas em cinco tratamentos escolhidos ao acaso, visando identificar o número de folha onde os valores de A fossem os mais altos e estáveis, elegendo-se em consequência a quarta folha. O segundo par de folíolos e a parte media da lamina foliar destes folíolos foram escolhidas para as medições, por terem idades fisiológicas médias entre os folíolos quanto na lamina do folíolo (Figura 1)

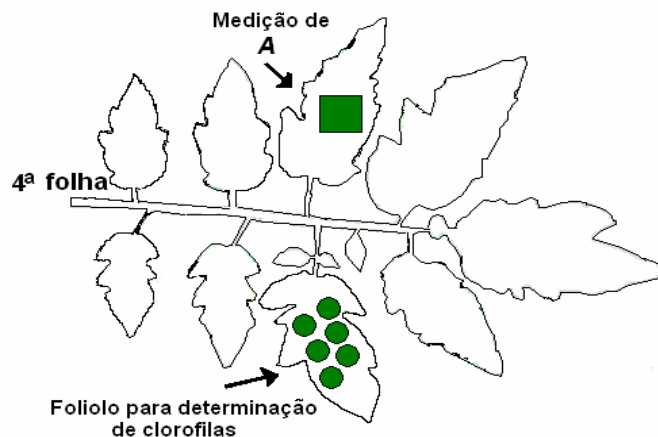


Figura 1: Folíolos utilizados na medição da capacidade fotossintética (A) e a determinação de clorofila. Viçosa, 2007

As medições de *A* foram feitas entre 51 e 56 dias após o transplante (DAT) (1 repetição por dia) no início do desenvolvimento do primeiro cacho. Em cada tratamento foram medidos dois folíolos de duas plantas por unidade experimental, registrando-se 5 leituras sucessivas por folíolo, com frequência aproximada de 5 segundos e/ou quando o coeficiente de variação do equipamento encontrava-se abaixo de 0,7%. Assim o valor médio de *A* em cada tratamento provem de 50 registros, considerando cinco repetições.

Este estágio fenológico foi escolhido em concordância com Guerra *et al.* (1999) que avaliou *A* em 12 genótipos de tomateiro ao longo dos diferentes estágios de desenvolvimento, e encontrou os maiores valores aos 54 DAT.

O teor de clorofila foi determinado pelo método Lichtenthaler (1987), que utiliza acetona 80% como solvente polar na extração das clorofilas. Em teste prévio, foram determinadas a área e massa das amostras foliares requeridas para cada acesso afim de que os valores de absorvância se encontrem entre 0,2 e 0,8 como requeridos pelo Método Lichtenthaler (1987).

O folíolo par ao folíolo onde se mediu *A*, foram amostrados para a determinação de clorofila (Figura 1). Os folíolos foram cobertos com dupla camada de papel alumínio, antes de serem removidos da planta e imediatamente mantidos em refrigeração com cliogel ORGANON de ITA FRIA a 4-5 °C até a sua extração em ambiente com luz verde. Cada amostra moída em almofariz com CaCO₃ e 5 ml de acetona 80% foi filtrada e este volume completou-se com acetona 80% até 25 ml em balão volumétrico, também coberto com papel alumínio evitando assim a foto-oxidação da clorofila ao longo de todo o processo prévio à extração.

As leituras foram feitas em alíquota desta diluição em espectrofotômetro HITACHI U-2000 com cubeta de 1 cm de caminho ótico nas absorvâncias 470 e 646,8 nm, correspondentes às clorofilas *a* e *b*, respectivamente. O conteúdo de clorofilas foi calculado conforme Lichtenthaler (1987) e expressados em gramas de clorofila por m² de limbo foliar.

O tempo aproximado entre a coleta de folíolos e a extração de clorofilas foi de 4 horas, e as extrações feitas em três dias consecutivos (60, 61 e 62 DAT), tendo duas repetições por dia.

A área foliar (AF) foi medida com “Area Meter” LI-3000 (LI-COR Biosciences, Inc Lincoln, Nebraska), em 0; 83 DAT e no final do ciclo produtivo (FCP). O índice de área foliar (IAF), destes mesmos tempos foi calculado pela razão entre área total de folhas da planta pela área de solo ocupada por cada planta e expressada em termos adimensionais.

Nos momentos 0 e 83 DAT e no FCP, as plantas foram removidas, secadas em estufa a 70 °C até peso constante e logo foi determinada a massa seca da raiz, caule, folhas e frutos (quando presentes), em balança digital semi-analítica GM-300P com precisão de $\pm 0,05\%$ e resolução de 0,01 grama. As raízes no momento 0 DAT (mudas) foram separadas do substrato por lavagem com jarro de água leve. Já nos dias 83 DAT e no FCP foram extraídas de um cubo de solo de 30x30x30 cm (comprimento x largura x profundidade, respectivamente), mediante lavagem com água sobre peneira dentro de balde, resgatando as raízes finas.

Finalmente foi calculado o índice de colheita pela razão entre massa seca total dos frutos e massa total da planta (que inclui folhas, caules, frutos e raiz) e expresso em porcentagem. A fórmula para o cálculo do IC foi:
$$IC(\%) = \frac{\text{Massa seca dos frutos}}{\text{Massa seca total}} \times 100$$

Testou-se a variância das diferentes características pelo teste de F ($p < 0,01$), a discriminação de médias por Tukey ($p < 0,05$) e correlações pelo método de Pearson, com o auxílio do programa estatístico SAEG 9.1.

2.5. RESULTADOS E DISCUSÃO

2.5.1. Capacidade fotossintética (A)

A capacidade fotossintética foliar (A) entre os tratamentos teve ampla variabilidade (teste F; $p < 0,01$) entre 24,7 e 17,2 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (tabela 2); valores que se situam entre os prováveis da espécie, tanto de acessos (Guerra et al., 1999; Samaniego *et al.*, 2000) quanto de híbridos (Weerasinghe *et al.*, 2004).

Com base na discriminação de medias (Tukey; $p < 0,05$) os tratamentos podem ser agrupados com relação a A em: alta ($> 22,6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), moderado (entre 22,6 até 20,4 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e baixa ($< 17,2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Os acessos BGH-320 e BGH-1020 tiveram as maiores A, com 24,7 e 22,6 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente, embora, BHG-1020 não foi diferente do resto dos acessos nem do BGH-320. Todos os acessos foram superiores ao padrão comercial 'Santa Clara', que atingiu 17,2 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Esta superioridade dos acessos sobre o 'Santa Clara' é coerente com o fato de que a seleção para produção nas novas cultivares, teria diminuído A e aumentado o IAF para compensar o reduzido intercambio de CO_2 por unidade de superfície (Richards, 2000; Sharma e Ghildiyal, 2005), como efetivamente se observa em 'Santa Clara'.

Estudos acerca da herança desta característica têm demonstrado a possibilidade de selecionar para A assim como a existência de herança transgressiva. Cruzamentos dialelos com 15 genótipos mostraram significativa capacidade general combinatória (Dijk, 1987), o que significa que este caráter é controlado principalmente pela ação de genes aditivos, sendo possível em consequência, o desenvolvimento de progênies superiores mesmo a partir de genitores com valores inferiores.

A obtenção de híbridos transgressivos com 31 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ a partir de genitores com valores inferiores de A, revelados por Weerasinghe *et al* (2004) reafirma a possibilidade dos acessos do BGH e particularmente os acessos BGH-320 e BGH-1020

possam ser avaliados como genitores para elevar A nas suas progênes junto à seleção de tomateiros mais produtivos.

Desde este ponto de vista, todos os acessos poderiam potencialmente desenvolver progênes superiores para esta característica.

Tabela 1: Médias dos valores de capacidade fotossintética, produção, clorofila, índice de área foliar aos 83 DAT e final do ciclo produtivo (FCP) em acessos de tomateiro do BGH-UFV e 'Santa Clara' cultivados em ambiente protegido. Viçosa, 2007

Acesso/ cultivar	¹ Capacidade fotossintética	² Produção	³ Matéria Seca Total	⁴ Clorofila total*	⁵ IAF*	
	$\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	kg.pta^{-1}	g.pta^{-1}	g.m^{-2}	83 DAT	FCP
BGH-320	24,7 a	4,2 bc	359 e	1,4 d	1,4 d	2,3 cd
BGH-1020	22,6 ab	5,84 a	590 a	2,1 abc	1,8 bcd	3,2 ab
BGH-987	22,0 b	3,80 d	373 e	1,8 cd	1,7 bc	2,3 cd
BGH-322	21,7 b	1,81 e	395 de	2,3 a	1,6 bcd	3,0 ab
BGH-970	21,3 b	3,96 d	463 bcd	2,1 ab	1,6 cd	2,8 bc
BGH-406	21,0 b	1,82 e	263 f	1,8 bc	1,6 cd	1,9 d
BGH-349	20,9 b	3,39 d	316 ef	1,9 abc	1,7 cd	3,3 ab
BGH-975	20,7 b	4,20 cd	459 cd	2,1 ab	2,2 bcd	3,2 ab
BGH-994	20,4 b	5,24 ab	547 ab	1,8 cd	2,3 b	3,2 ab
Sta. Clara	17,2 c	5,80 a	514 abc	2,0 abc	3,8 a	3,6 a
Medias	21,3	4,07	427,8	1,9	2,0	2,9
CV %	5,3	8,4	9,4	9,1	16,82	11,83

1, 2, 3, 4 e 5 = significativo por F ($p < 0,01$). Letras iguais nas colunas não diferem por Tukey ($p < 0,05$). DAT= dias após transplante. FCP = final do ciclo produtivo. IAF=Índice de área foliar. BGH-UFV= Banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal de Viçosa.

2.5.2. Produção de frutos e massa seca total

A produção de frutos e da massa seca total teve ampla variabilidade entre os tratamentos (Teste F; $p < 0,01$), observando-se correlação positiva e significativa ($r = 0,749$) entre estas características, mas nenhuma associação destas com A (Tabela 2).

A produção de frutos dos tratamentos BGH-1020, 'Santa Clara' e BGH-994, estiveram acima de 5kg planta^{-1} e superaram os demais (Tabela 1). Estas produções não foram alcançadas necessariamente com *A* superior, aliais tratamentos com *A* igual tiveram produções estatisticamente diferentes e aleatórias.

A massa seca total tampouco apresentou qualquer relação com *A*. A massa seca do acesso BGH-320, superior para *A* entre os tratamentos (Tabela 1), foi significativamente menor à massa seca de BGH-1020 e Santa Clara, os ambos superiores a todos os tratamentos na produção de frutos. No resto dos acessos observa-se também a mesma aleatoriedade entre *A* e massa seca total.

As diferencias observadas na produção e massa seca total entre os tratamentos pode ser explicada pelas suas diferenças genéticas específicas o que implicaria a ação de outros mecanismos envolvidos na determinação destas características em tomateiro. Estas observações somadas à ausência de correlação entre estas características e *A* (Tabela 2) indicam que em tomateiro, a fotossíntese não tem influência direta sob a produção de frutos nem a produção de massa seca total, resultados coincidentes com os de Dikj e Maris (1985), mas contrários aos de Guerra *et al.* (1999) que encontraram correlação positiva entre *A* e massa seca total.

2.5.4. Clorofila total

O conteúdo de clorofila total, frequentemente vinculada ao desempenho fotossintético e a produtividade, variou significativamente entre 1,4 e 2,3 g m^{-2} de folha (Teste F; $p < 0,01$).

Pela Tabela 1 o acesso BGH-322 com o maior conteúdo de clorofila total (2,3 g m^{-2}) teve menor produção e moderada *A* ($21,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) entre os tratamentos. Por outro lado, o acesso BGH-320, superior em *A* ($24,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), teve o menor conteúdo de clorofila total (1,4 g m^{-2}) e produção 2,7 vezes, maior que o BGH-322.

Valores limites de segurança do conteúdo de clorofila no 'Santa Clara' relacionados a dosagem de nitrogênio e produção, foram determinados em $0,773 \text{g m}^{-2}$ por Guimarães *et al* (1999) em solos argilosos, porém, pode ser observado que 'Santa Clara' e o acesso BGH-320 tiveram 2,6 e 1,8 vezes acima do limite de segurança para

tomateiro, respectivamente (Tabela 2), implicando que diferenças no teor de clorofila tem base genéticas e que conteúdos de clorofilas de $1,4 \text{ g m}^{-2}$ podem corresponder a genótipos com valores superiores a $23 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, isto é, genótipos de tomateiro *A* altos podem eventualmente ter conteúdos de clorofilas abaixo da média.

Até agora não tem se encontrado que o conteúdo de clorofila tenha influencia direta na taxa de assimilação de CO_2 . Segundo relatado por Blum (1990) em Gutierrez *et al.* (2005), genótipos de trigo e de outras culturas com elevados valores de *A* não apresentam alto conteúdo de clorofila, sendo mais bem relacionado com o conteúdo e atividade da enzima Rubisco, que expressam diferenças entre genótipos de trigo com alta e baixa taxa de fotossíntese (Gutierrez *et al.*, 2005).

Relação positiva entre o conteúdo de clorofilas, teor de nitrogênio na folha e teores de nitrogênio com a fotossíntese, tem sido reportadas, baseada no fato de que 50 a 70% do N total das folhas serem integrante de enzimas associadas ao cloroplasto e a fotossíntese e ao fato do nitrogênio estar vinculado ao desenvolvimento do parêntese fotossintético (Horton, 2000; Larcher, 2000). Embora, estas relações relatadas, correspondam a relações do tipo causa-efeito entre a atividade fotossintética e dosagens de nitrogênio desde uma condição limitante até um ótimo fisiológico e agrônômico, que não é o caso deste estudo.

Em consequência destes resultados, pode-se hipotetizar que conteúdos de clorofilas ao redor de $1,4 \text{ g m}^{-2}$ em folhas de tomateiro poderiam ser considerados suficientes na escolha ou seleção de genitores com *A* e produção e que conteúdos maiores dispenderiam desnecessariamente nutrientes, principalmente nitrogênio.

2.5.5. Índice de área foliar (IAF)

Houve significativa variabilidade entre os tratamentos (teste F; $p < 0,01$) aos 83 dias após o transplante (DAT) e no final do ciclo produtivo (FCP) (Tabela 2).

‘Santa Clara’, com o menor valor de *A* superou em IAF todos os acessos aos 83 DAT, já no FCP só diferiu dos acessos BGH-320, BGH-987, BGH-970 e BGH-406 (Tabela 1 e Figura 2). O acesso BGH-320 com superior *A* ($24,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) teve os significativos o menor valor de IAF aos 83 DAT (1,4) e valor intermédio no FCP

(2,3), mas ainda foi significativamente menor que o IAF de Santa Clara. O acesso BGH-1020 com a maior produção de frutos teve valores intermédios de IAF em ambas as avaliações, mas só no FCP atingiu valores iguais ao 'Santa Clara'.

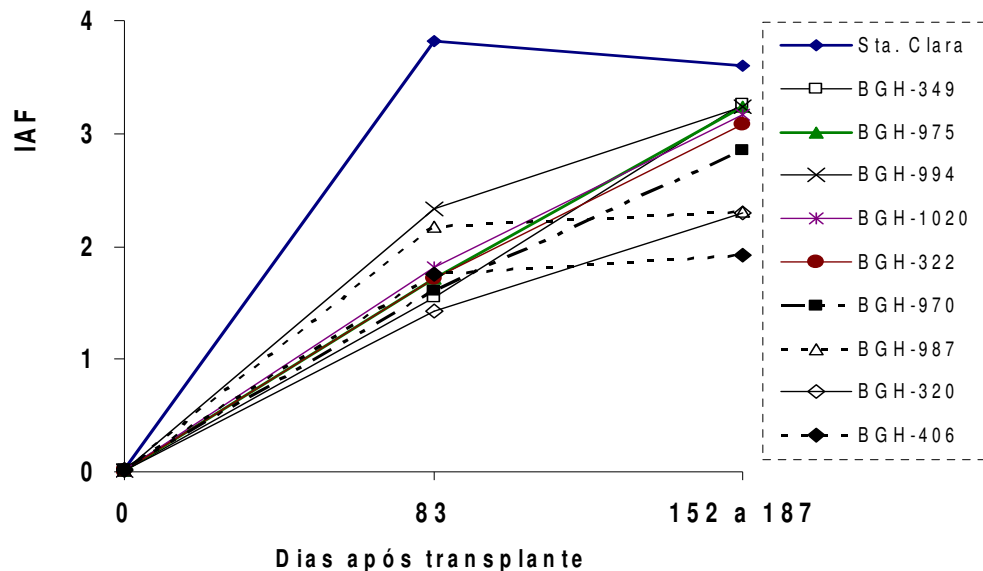


Figura 2: Índice de área foliar de 9 acessos de tomateiro do BGH-UFV e 'Santa Clara' cultivados em ambiente protegido. Viçosa, 2007.

O elevado IAF da Santa Clara tem coerência com o fato de que as variedades modernas foram selecionadas para ocupar rapidamente o espaço nos estágios iniciais, visando à eficiência no uso da radiação solar. Neste contexto o limite ideal de IAF em tomate encontra-se entre 3,0 e 3,5 (Andriolo, 1999; Heuvelink, 2005), mesmo que na maioria dos cultivares comerciais é atingido entre 90 e 120 DAT, a partir do qual ocorre redução da área foliar até o final do ciclo produtivo (Peluzio *et al.*, 1992; Guimarães *et al.*, 1999; Dogliotti, 2004).

Acima deste nível ótimo de IAF, o autosombreamento diminuiria a eficiência na utilização da radiação luminosa, reduzindo-se também A como efeito da queda na taxa média de irradiância o que condiciona que mais folhas se encontrem abaixo do ponto de compensação luminoso, aumente a respiração de manutenção, a senescência foliar e o

risco ao desenvolvimento de doenças (Oliveira *et al.*, 1999; Guimarães *et al.*, 1999; Andriolo, 1999; Heuvelink, 2005).

O aumento continuado do IAF nos acessos, contrariamente ao observado em Santa Clara, indica que não houve comprometimento de alguma fração importante de área foliar por senescência ou autosombreamento nos acessos. Os aumentos menores de IAF observados nos acessos BGH-406 e BGH-987, entre 83 DAT e no FCP, se explicam pela precocidade e porte menor destes acessos com relação dos outros.

Na literatura é freqüente a recomendação da eliminação destas folhas, contudo, este é um custo fisiológico e econômico associado às cultivares com exuberante área foliar e elevados IAF, mesmo que poderia ser desnecessário se a planta combinasse valores altos de *A* por unidade de superfície foliar, como é o caso de BGH-320. Esta expressiva relação inversa entre o IAF e *A*, observado no 'Santa Clara' e o acesso BGH-320 indicam a importância de considerar de maneira conjunta o IAF e *A* no desenvolvimento de cultivares de tomateiros mais produtivos que possuam aparelhos fotossintéticos mais eficientes, em termos fisiológicos quanto de recursos produtivos.

Esta relação inversa entre *A* e IAF é também expressiva nos acessos e particularmente em BGH-320 que apresentou o maior valor de *A* e menor valor de IAF, contrariamente a Santa Clara, relação, também reportada para cereais, nos que folhas pequenas foram associadas com atividade fotossintética maximizada por unidade foliar (Sharma e Ghildiyal, 2005).

2.5.3. Índice de Colheita (IC)

O índice de colheita (IC) variou significativamente (teste F, $p < 0,01$) entre 24 e 64% (Tabela 3). O acesso BGH-320 teve IC de 64%, praticamente 10% a mais do IC atingido pelo padrão comercial (Santa Clara) e superior ao resto dos acessos em 10 e 40%.

Os valores de IC conceituados para tomateiro por Heuvelink (2005) encontram-se entre 60 e 70%, embora estes valores correspondam a tomateiros com 20 a 25 cachos colhidos com 9 a 10 meses de produção.

A combinação favorável de A, IC, IAF e conteúdo de clorofila no acesso BGH-320 (Tabela 1 e Figura 3) reafirmam na possibilidade de desenvolver um novo ideotipo de tomateiro mais eficiente na utilização de espaço e recursos produtivos, quase sempre limitantes em países em desenvolvimento.

A Figura 4 esquematiza a arquitetura dos acessos BGH-320 e BGH-1020 e as suas características fisiológicas em relação de Santa Clara, considerado neste estudo como padrão comercial das novas variedades com exuberante aparelho fotossintético.

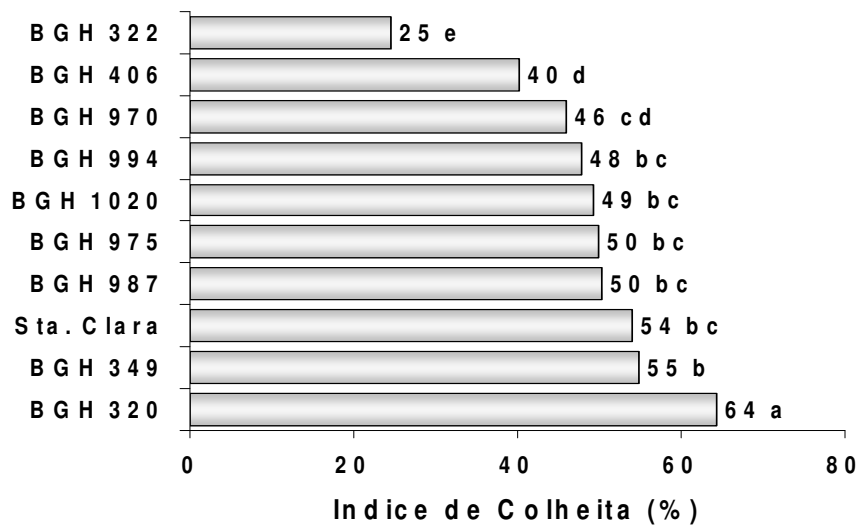


Figura 3: Índice de colheita de 9 acessos de tomateiro do BGH-UFV e ‘Santa Clara’ cultivados em ambiente protegido. Viçosa, 2007
Variância significativa por F ($p < 0,01$). Letras iguais nas colunas não diferem por Tukey ($p < 0,05$). Média geral = 48,1; CV = 7,0%

É compreensível que a produção de BGH-320 seja menor que a do acesso BGH-1020 e Santa Clara, devido principalmente às limitações que impõe a fitomassa total do BGH-320, isto significa que para BGH-320 alcançar maiores produções terá de aumentar a fitomassa total. O estudo genético e a utilização de BGH-320 como genitor permitira avaliar em última instância o valor genético deste acesso.

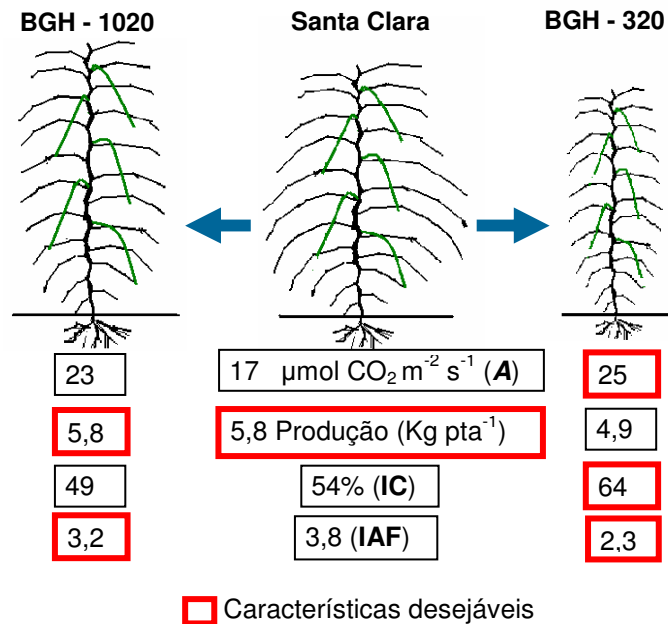


Figura 4: Arquitetura e características fisiológicas desejáveis de acessos promissores de tomateiro do BGH-UFV em relação de 'Santa Clara'. Viçosa, 2007. Na figura a linha 1 = A (Capacidade fotossintética); linha 2 = Produção; linha 3 = IC (Índice de Colheita) e linha 4 = IAF (Índice de área foliar).

2.5.6. Correlações de Pearson (r)

A capacidade fotossintética não correlacionou com a produção de frutos e massa seca total (Tabela 2) como relatado por Guerra *et al.*, (1999) na seleção de genótipos de tomateiro. Estas características não correlacionaram tampouco em algodão segundo o reportado por Lu *et al.* (1998) que tampouco encontraram correlação alguma entre A e o IC. A correlação de A com as características anteriores sendo menos provável esta associação em culturas onde a maior parte da planta é colhida, do que em culturas, onde são colhidos somente os frutos, grãos ou outros órgãos de armazenamento. (Paez e Matos, 1985).

Portanto, genótipos de tomateiro com alta capacidade de fixar CO₂ são potencialmente capazes de aumentar a eficiência do uso do carbono, mas a produção de

frutos e a produção de fitomassa são resultantes de outros mecanismos vinculadas à alocação de fotoassimilados, o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A ausência de correlação entre *A* e produção e o sucesso na seleção de híbridos produtivos com maior capacidade fotossintética (Weerasinghe *et al.*, 2004), significa que é mais importante dispor de variabilidade do que da correlação com a produção, embora, ter relacionadas positivamente a variabilidade, herdabilidade e produção seja desejável e importante durante o melhoramento.

A correlação negativa de *A* e teor de clorofila resultado desta pesquisa, é difícil de explicar conceitual e fisiologicamente. Mas, é admissível interpretá-la em consequência dos conteúdos baixos de clorofila em acessos com elevada *A* e ou, o fato do metabolismo de nitrogênio estar vinculado à biossíntese de clorofila e ser contrário ao metabolismo de carbono, em termos da utilização de produtos da fotossíntese (Marschner, 1988). Por outro lado, similar relação foi relatada em trigo (Gutierrez *et al.*, 2005), o que confirma como possível nas espécies cultivadas a correlação negativa entre *A* e conteúdo de clorofilas.

No final do ciclo produtivo, clorofila total correlacionou positivamente com massa seca total e IAF. Teores de clorofila por unidade de superfície foliar foram associados positivamente com IAF e massa seca total (Anderson, 1967). Esta relação faz sentido com o fato de que a maior aparelho fotossintético maior será o conteúdo de clorofila e a maior aparelho fotossintético o tamanho da planta será maior em consequência a massa seca total.

A correlação positiva do teor de clorofila com o IAF no FCP indica que há variações nesta associação em estágios mais avançados do desenvolvimento do tomateiro. Esta diferença nas intensidades das associações nas características fisiológicas permite estabelecer os momentos melhores com associação mais expressiva (Araus *et al.*, 2000).

Tabela 2: Coeficiente de correlação de Pearson (r) da Capacidade fotossintética (A), Produção, Massa seca total (MST), Índice de área foliar aos 83 dias após transplante (IAF 83DAT), no final do ciclo produtivo (IAF FCP) e clorofila total em acessos de tomateiro do BGH-UFV e Santa clara, cultivados em ambiente protegido.

	Capacidade fotossintética	Produção	MST	IAF 83 DAT	IAF FCP
Produção	- 0,117				
MST	-0,208	0,749 **			
IAF 83DAT	- 0,565**	0,399**	0,356**		
IAF FCP	- 0,406**	0,418**	0,267	0,319	
Clorofila total	- 0,380**	- 0,120	0,308*	0,064	0,606**
IC	0,1018	0,6648**	0,0424	0,092	0,058

*, ** Significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. MST= massa seca total. DAT=dias após transplante FCP= final do ciclo produtivo. IC= Índice de Colheita. BGH-UFV=Banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal de Viçosa.

A associação inversa entre A com IAF e conteúdo de clorofila, faz questionar a seleção de plantas produtivas com alto IAF e teores altos de clorofila em ambiente protegido, pois, dosséis exuberantes e com alto conteúdo de nitrogênio, podem ser desnecessários fisiologicamente e agronomicamente, devido às razões já discutidas anteriormente.

2.6. CONCLUSÕES

A grande contribuição da fisiologia vegetal no melhoramento esta fundamentada na identificação de combinações favoráveis entre a produção e características fisiológicas e ou bioquímicas, que aumentem a eficácia da seleção via compreensão dos mecanismos de aclimação das plantas aos ambientes.

Neste âmbito, a variabilidade genética das características avaliadas, e as suas correlações permitem concluir o seguinte:

Os acessos avaliados apresentaram variabilidade genética para todas as características estudadas, sendo possível a seleção dos acessos para estas características desde que as suas expressões genotípicas sejam herdáveis.

Há variabilidade genética da capacidade fotossintética (*A*) associada a desejáveis características agrônômicas e fisiológicas como são, produção e índice de área foliar (IAF).

Santa Clara é o ideotipo de plantas produtivas com baixo *A* e elevado IAF, em contraposição, plantas produtivas com alta *A* e baixo IAF poderiam constituir o ideotipo de tomateiro para as próximas décadas por serem mais eficientes no uso dos recursos produtivos.

A variabilidade genética de *A* encontrada nos acessos do BGH-UFV, possibilita a sua utilização como genitores para aumentar *A* associada a baixos IAF.

E possível utilizar o acesso BGH-320 como genitor para o desenvolvimento do novo ideotipo, por combinar alta *A* com baixo IAF e o acesso BGH-1020 por ter segundo valor mais alto de *A*, alta produção e valores de IAF de 3,2, considerado de ótimo para a espécie.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2006: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP. Consultoria e Comércio, 2006. 546p.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria: ed. da UFSM, 1999. 142p.

ANDERSON, M.C. Photon flux, chlorophyll content and photosynthesis under natural conditions. Abstract. Ecology, Vol.48, No. (November, 1967), pp. 1050-1053.

AGNIHOTRI, R.K., CHANDRA, S., SHARMA, S., and PALNI, L.M.S., G.B. Genetic variability in photosynthesis and chlorophyll content of various landraces of upland rice Plant Institute of Himalayan Environment and Development, Kosi-Katarmal, Almora 263643, Índia. IRRN 25.2. August 2000. 2p.

ARAUS, J.L; CASADESUS, J.B.; NACHIT, M.M.; VILLEGAS, D.; APARICIO, N. AND ROYO, C. Some remarks on ecophysiological traits for breeding. Nouveaux defies Zaragoza; CIHEAM-IAMZ. 2000. 620p.

BOREM, A; MIRANDA, G.V. Melhoramento de plantas. 4.ed.Viçosa:UFV, 2005. 525p.

DIJK, S.J.D.V. Inheritance of net photosynthesis, dark respiration, stomatal resistance and related characters in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under low energy conditions Euphytica. Volume 36, Number 1/ January, 1987. 709-716p.

DIJK, S.J.D.V.; MARIS, J.A. Differences between genotypes in net photosynthesis and dark respiration under low light intensity and low night temperatures. Journal Euphytica. Volume 34, Number 3/ November, 1985. 709-716 p.

DOGLIOTTI, S. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Fisiología de cultivos. Universidad de la República – Facultad de Agronomía. 2004. 18p.

FONTES, P.C.R. Sugestões para adubação para hortaliças. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. p. 171-174. Viçosa. 1999. 300 p.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D. J. H. Produção de Tomate de Mesa. Aprenda Fácil. Viçosa, Minas Gerais. 2002. 196p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS -
FAO, FAOSTAT. Database. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 27
mar. 2007.

GEBER, A.M.; GRIFFEN, R.L. Inheritance and natural selection on functional traits.
Int. J. Plant Sci. 164(3 Suppl.):S21–S42. 2003. University of Chicago.

GUERRA, H.M.; BORREGO, E.F.; OYERVIDES, G.A.; FERNANDEZ, B.J.M.
Evaluación de genótipos de tomate considerando critérios fisiológicos, fenológicos y de
rendimiento, bajo condiciones de alta temperatura en invernadero. *AGRARIA UAAAN*
VOL 15 NUM. 1 DE 1999. UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO
NARRRO Buenavista, Saltillo, Coah., México. 55 – 77 p.

GUIMARÃES, M.D.A. Influencia da poda apical e da posição do cacho de tomateiro no
crescimento da planta e na qualidade de frutos. Viçosa: UFV. 2004. 93p. (Tese de
Mestrado).

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVARES, V.;
MONNERAT, P.H. 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, Campinas, 58(1):209-216, 1999

GUTIERREZ-RODRIGUEZ, M.; REYNOLDS M.P.; ESCALANTE, J.L.E.; LARQUE-
SAAVEDRA, A. Algunas consideraciones en la relación entre fotosíntesis y el
rendimiento de grano en trigo. *CIENCIAergo sum*, Vol. 12-2, julio-octubre 2005.
Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. Pp. 147-154.

HEUVELINK, E. Tomatoes. CABI publishing. 2005. 339p.

HORTON, P. Prospects for crop improvement through the genetic manipulation of
photosynthesis: morphological and biochemical aspects of light capture. *Journal of*
Experimental Botany, Vol. 51, GMP Special Issue, pp. 475-485, February 2000

HUNT, S. Measurements of photosynthesis and respiration in plants. *Physiology*
plantarum 117: 314-325. 2003.

LARCHER, W. *Ecofisiología Vegetal*. Trad. Carlos Henrique B.A. Prado. São Carlos.
RiMA Artes e Textos. 2000. 531 p.

LICOR. Using the LI-6400. Portable Photosynthesis System Manual. Version 5. 2004,
LI-COR, Inc. 1106 p.

LICHTENTHALER, HK. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic
biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Eds.) *Meth Enzimol* 148, 350-382. 1987.

LU, Z.; PERCY, G.R.; QUALSET, O. C.; ZEIGER, E. Stomatal conductance predicts yields in irrigated Pima cotton and bread wheat grow at high temperatures. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 49, Special Issue, pp. 453 – 460, March 1998.

MACHADO E.R.; MATOS A. Construção e instalação de um lisímetro com sistema de Drenagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 147-151, 2001

MAROUELLI, W. A., SILVA, W. L. C., SILVA, H. R. Manejo de irrigação em hortaliças. 5ª.ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPH, 1996. 71p.

MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.; GUIMARÃES, M.A., BELFORT. G. Sistemas de tutoramento e condução de tomateiro visando produção de frutos para consumo in natura. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n. 4, p.951-955, 2005.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2a ed. Academic Press Limited. 1988. 889 p.

MING, Z.; LAFITTE, R.; SACKS, E.; DIMAYUGA, G.; ZHAO, X. Variation in leaf photosynthesis among wild species in Genus *Oryza* and among the progeny of selected crosses of the wild species with a Riece cultivar. International Rice Research Institute. 2005. 5p.

MORRISON, M.J.; VOLDENG, H.D.; COBER, E.R. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season Soybean cultivars in Canada. *Agronomy Journal*, Vol. 91: 685-689. July-August 1999.

OLIVEIRA, C.A.; MAROULLI, W.A.; SANTOS, J.R.M; BOITEUX, L.S. Produção de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* e severidade de oídio em cultivares de ervilha sob diferentes laminas de irrigação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, n.1, p. 16-20, março 1999.

PACHEPSKY, L.B; ACOCK, B. A model 2DLEAF of gas exchange: development, validation an ecological application. *Ecological Modelling* 93 (1996) 1-18.

PAZ, L.G., MATOS, M.M.V.L. 1985. A fotossíntese e a produtividade das forrageiras. In: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 1985, Recife. Anais... Recife, 1985, v.8, n.10, p.103-20.

PEIXOTO, J.R.; OLIVEIRA, C.M.D; SILVA, R.P.D. ANGELIS, B.D.; CECÍLIO FILHO, A.B. Avaliação de genótipos de tomateiro tipo Santa Cruz no período de inverno em Araguari, MG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.12, p.2247-2251, dezembro. 1999

PELUZIO, J. M. Crescimento e partição de assimilados em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) após a poda apical. Viçosa: UFV, 1992. 49p. (Tese de Mestrado).

RADIN, E.A. 1988. Correlation of Stomatal Conductance with Photosynthetic Capacity of Cotton Only in a CO₂-Enriched Atmosphere: Mediation by Abscisic Acid. *Plant Physiol.* (1988) 88, 1058-1062.

RICHARDS, R. A.; REBETZKE, G. J.; CONDON, A. G.; and VAN HERAARDEN, A. F. Breeding Opportunities for Increasing the Efficiency of Water Use and Crop Yield in Temperate Cereals. *CROP SCIENCE*, VOL. 42, JANUARY–FEBRUARY 2002.

RICHARDS, R. A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 51. GMP Special Issue. Pp. 447-458, February 2000.

REYNOLDS, M.P.; TRETOWAN, R. M.; VAN GINKEL, M.; RAJARAM, S. Application of physiology in weath breeding. *General Considerations in Physiological Breeding. CIMMYT Wheat Program. Mexico, D.F.* 2001. 2-10 p.

SAMANIEGO, E. C.; QUEZADA, M.R.M.; DE LA ROSA, I.M.; MUNGUIA, L.J.; BENAVIDES, M. A.; IBARRA, J.L. Producción de plántulas de tomate y pimiento con cubiertas. *Agrociencia* 36: 305-318. 2002. Colpos. Mexico.

SANTOS, M.M.D.; NORONHA, J.F.D. Diagnóstico da cultura do tomate de mesa no Município de Goianópolis, Estado de Goiás, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 31(1): 29-34, 2001 – 31.

SILVA, D.J.H., CASALI, V.W.D., MOURA, M.C.C.L. Recursos genéticos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV-MG: Histórico e Expedições de coleta. Departamento de Fitotecnia. Viçosa, MG: UFV, 2000. 16p.

SHARMA, N.P.; AND GHILDIYAL, C. M. Potential targets for improvement photosynthesis and crops yield. *CURRENT SCIENCE*, vol.88, no. 12, 25 june 2005. 1918-1925 p.

WEERASINGHE, O.R.; PERERA, A.L.T.; DE COSTA, W.A.J.M.; JINADASE, D.M.; VISHNUKANTHASINGHAM, R. Production of tomato hybrids for dry zone conditions of Sri Lanka using combining ability analysis, heterosis and DNA testing procedures. *Tropical Agricultural Research* Vol. 16: 79-90 (2004).

3.0. MATERIA SECA E A SUA DISTRIBUIÇÃO COMO DETERMINANTES NA PRODUÇÃO DE TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO

3.1. RESUMO

Foram determinadas no final do ciclo produtivo a produção, massa total seca e a sua distribuição em raiz, caule, folha e frutos, em nove acessos de tomateiro e no cultivar Santa Clara (padrão comercial), em condições não limitantes de luz, água, nutrientes e temperatura. Com base na determinação da massa seca foram calculados os índices de partição de massa seca da raiz, caule, folhas e frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância (F; $p < 0,01$), teste de Tukey ($p < 0,05$) e correlação de Pearson (r) utilizando o programa estatístico SAEG 9. Houve significativa variabilidade genética entre os acessos para todas as características avaliadas. Correlação positiva entre massa total seca, produção e índice de colheita, foi observada, significando que plantas com maiores massas totais potencialmente tem elevadas produções. O índice de partição de frutos correlacionou negativamente com os índices de partição de folha, caule e raiz indicando a existência de competição por fotoassimilados entre os frutos e as partes vegetativas. Folhas, caule e raiz estão positivamente associados em diferentes magnitudes, porém mudanças na partição de assimilados numa delas afetará as outras partes vegetativas diferencialmente. Os índices de partição de assimilados não correlacionaram com massa total seca, significando que a partição é independente dos valores de massa total seca que atingia a planta.

3.2. ABSTRACT

Yield, dry matter and its partitioning in root, stem, leaf and fruits was determined in the end of the productive cycle and by gravimetric method yield, in nine tomato accesses and Santa Clara cultivar (commercial standard), in not limits conditions of light, water, nutrients and temperature. Before to determination of the dry matter, was calculated the partition index for root, stem, leaves and fruits and evaluated the associations between them. By SAEG 9 statistical software, the variables was analyzed for variance (F; $p < 0,01$), Tukey ($p < 0,05$) and Pearson correlation. It had significant variability (test F, $p < 0,01$) for all the evaluated characteristics. Positive Correlation between total mass drought, yield and harvest index was observed, meaning that plants with bigger total masses potentially have raised yields. The partitioning index of fruits had negative correlated with the partitioning index of leaf, shoot and root indicating the existences of competition for assimilates between the fruits and the vegetative parts. Leaves, shoot and root was positively associates in different magnitudes, to put changes in the partitioning of assimilated in one will change into the other vegetative parts. The assimilated index partitioning and dry mass not had correlation, meaning that partitioning index are independents of the dry matter reached for the plant.

3.3. INTRODUÇÃO

A produção de biomassa em termos simples é o resultado do balanço positivo entre a fotossíntese e a respiração os quais ocorrem de forma dinâmica e variável ao longo dos estádios fenológicos das plantas e pode ser medido a través da determinação da massa total seca da planta (Gutierrez *et al.*, 2001; Richards *et al.*, 2002).

O índice de colheita (IC) ou índice de partição de frutos é derivado da produção de biomassa e é calculado como: $IC = \text{fração colhida (g)} / \text{biomassa total (g)}$ e expresso em unidades adimensionais ou porcentagem, quando multiplicada por 100. Nesta lógica matemática, a produção pode ser estimada por $P = IC \times \text{Biomassa total (g)}$, que correspondente a aquela fração de interes econômico ou comercializável.

Com base nesta aproximação matemática da produção o aumento da biomassa e IC ou ambos continua sendo alvo do fitomelhoramento, o que significa em termos gerais ter mais fotossíntese (Cassman, 1994) e fotoassimilados disponíveis para a fração colhida (Ying, 1998). Desta maneira, a compreensão dos mecanismos que controlam e ou influenciam a partição dos fotoassimilados em cada espécie cultivada continua sendo de grande interes na agricultura para obter maiores colheitas (Andriolo, 1999; Richards, 2000; Fageria *et al.*, 2005)

A produção de biomassa é a expressão do aumento irreversível do peso seco das folhas, caule, frutos e raiz ao longo do tempo, características quantitativas que podem ser utilizadas na comparação de cultivares (Fageria *et al.*, 2005) ou genótipos com diferentes objetivos, entre eles, na avaliação de acessos dos bancos de germoplasma.

No tomateiro a produção é função da capacidade da planta em acumular massa seca nos frutos (Dogliotti, 2004; Heuvelink e Dorais, 2005). Maior fração da biomassa alocada aos frutos resulta em maior produção, assim o IC tem sido a característica de maior uso na seleção de plantas produtivas desde o inicio do processo de domesticação das culturas (Geber e Griffen, 2003), e a sua determinação está relacionada com avaliações de eficiência produtiva inter e intraespecifica (Fageria *et al.*, 2005).

A síntese, translocação, partição e acumulação de produtos fotossintéticos são controladas geneticamente, mas são influenciadas pelo ambiente e a capacidade

potencial de cada órgão (dreno) em alocar fotoassimilados, processo que é conhecida também como força de dreno (Lambers *et al.*, 1995, Andriolo, 1999; Dogliotti, 2004; Peil e Galvez, 2005, Heuvelink, 2005; Fageria *et al.*, 2005).

Os drenos possuem função importante na partição da massa seca na planta e há intrínseca variação na intensidade de cada dreno que determina em cada estágio a prioridade entre eles. No tomateiro, os principais drenos da fase vegetativa são as folhas, caule e raiz e da fase produtiva os frutos (Andriolo, 1999; Heuvelink, 2005). A dinâmica produção e alocação de assimilados em tomateiro envolvendo atividades de síntese, estocagem, transporte e intensidade da utilização dos fotoassimilados pode influenciar dinamicamente a taxa de produção de massa seca e a sua partição (Hocking e Steer, 1994; Lambers *et al.*, 1995; Dogliotti, 2004).

A força do dreno em tomate esta relacionada principalmente com a intensidade do dreno do que com a resistência ao transporte dos assimilados, devido à existência de uma única fonte de assimilados que não tem influência direta na taxa de exportação de assimilados em condições não limitantes, nos quais a fonte é muito maior que à demanda dos drenos. (Heuvelink, 1995; Heuvelink e Buiskool, 1995; Heuvelink, 2005).

Entre os fatores climáticos, a temperatura tem influência na taxa de partição de fotoassimilados, mas não na quantidade produzida (Dogliotti, 2004; Marcellis, 1996). Por a sua parte, os hormônios como giberelinas e citocininas, têm efeitos indiretos na partição de assimilados afetando a intensidade do dreno, podendo mudar as relações entre eles, em consequência, a locação de fotoassimilados (Kuiper, 1993 em Piel e Galvez, 2005, Larcher, 2000).

A capacidade específica de cada dreno para alocar fotoassimilados, esta determinada geneticamente, e pode ser expresso quando os fatores que influenciam a produção estejam próximos do ótimo para a provisão de assimilados e da atividade metabólica dos drenos (Ho, 1998, em Fageria *et al.*, 2005); sendo possível sob estas condições determinar as relações entre os drenos e identificar genótipos promissores para índice de colheita elevada e outras características que influenciam a produção.

Nesta pesquisa, avaliou-se a variabilidade genética da produção e alocação de massa seca em acessos de tomateiro, coletados em 1965, com o propósito de caracterizar e identificar acessos promissores para produção de frutos e índice de colheita, em comparação o 'Santa Clara', utilizado como padrão de referencia comercial.

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O material biológico esteve composto por nove acessos de tomateiro do tipo indeterminado do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH-UFV) (BGH-320, BGH-322, BGH-349; BGH-406, BGH-970, BGH-975, BGH-987, BGH-994 e BGH-102) com produções acima e abaixo do ‘Santa Clara’, e divergência para produção, tamanho de frutos, comprimento de entrenó e comprimento e largura de folhas. O ‘Santa Clara’ foi utilizado como padrão de referencia comercial.

Para uma melhor compreensão da nomeação do material biológico neste documento, “tratamentos” e ou “genótipos” refere-se aos 9 acessos incluindo o ‘Santa Clara’.

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação tipo “capela” com ventilação lateral e superior (lanterna), disposta em orientação Leste–Oeste e construída com madeira e filme PEBD transparente de 85 µm de espessura. Dentro da estufa, a irradiância média foi $1347,45 \pm 47,5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, medida acima do topo das plantas em 10 pontos aleatórios ao longo da estufa (30,0 x 8,2 m de comprimento e largura, respectivamente) as 12:00 horas, durante a terceira semana de maio, com “sensor PAR” do IRGA LCpro+Portable composto de fotoc\u00e9lulas de silicone e amplitude de 0 – 3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Esta irradi\u00e2ncia \u00e9 considerada saturante para o tomateiro, conforme Pachepski e Acock (1996)

O solo de textura franco argila arenoso, foi arado, gradeado at\u00e9 a profundidade de 0,40 m e logo homogeneizado com rotativa mais 8 Kg MS m⁻² de esterco “curtido”, visando melhorar a porosidade do solo. Ap\u00f3s destas opera\u00e7\u00f5es foram constru\u00eddos canteiros com 0,25 e 0,7 m de altura e largura, respectivamente.

As caracter\u00edsticas qu\u00edmicas do solo ap\u00f3s da sua corre\u00e7\u00e3o com calc\u00e1rio dolom\u00edtico foi a seguinte: MO 4,26 dag kg⁻¹, pH 6,5 (rela\u00e7\u00e3o solo:\u00e1gua = 1:2,5); \u00edndice de satura\u00e7\u00e3o de bases 84%, Ca²⁺ /Mg²⁺ = 2:1, CTC 10,61.

O n\u00edvel de aduba\u00e7\u00e3o utilizado, para produ\u00e7\u00e3o estimada de 200 tn h⁻¹, foi 300-764-450 kg h⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, conforme a 5a Aproxima\u00e7\u00e3o do uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (Fontes, 1999). A quantidade de

micronutrientes disponibilizados no solo foi: 60,4 mg dm⁻³ de Zn; 986 mg dm⁻³ de Fé; 221,1 mg dm⁻³ de Mn; 33,7 mg dm⁻³ de Cu; e 9,51 mg dm⁻³ de B, conforme Malavolta (1988).

As mudas, produzidas em ambiente protegido, sobre bandejas de isopor de 72 células e substrato comercial foram transplantadas 31 dias após a semeadura, quando tinham 4 a 5 folhas com espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras, seguindo delineamento de blocos casualizados com 10 tratamentos e 5 repetições. Em cada fileira, 5 plantas úteis de cada tratamento, constituíram a unidade experimental e cada fileira constituiu uma repetição. As plantas foram conduzidas no sistema vertical (fio plástico), uma haste por planta e despontadas na segunda folha acima do quinto cacho.

A temperatura média máxima e mínima do ar ao longo do cultivo foi $26,9 \pm 3,13$ e $11,32 \pm 3,3$ °C, e do solo $18,71 \pm 1,4$ e $16,8 \pm 1,84$ °C, temperaturas propicia para o desenvolvimento da cultura (Heuvelink, 2005). Os termômetros de solo foram instalados a 10 cm de profundidade e do ar a 1,2 m acima do solo,

A vazão média dos gotejadores foi de $2,4 \pm 0,12$ L h⁻¹ sendo o volume da irrigação determinado com base na demanda da água, monitorado pela evapotranspiração de um lisímetro de lençol freático constante, nível ajustado ao longo do desenvolvimento da cultura, conforme descrito por Machado e Matos (2001). O volume irrigado foi controlado mediante hidrômetro, modelo GRP-BR. Foram feitas duas irrigações por dia, às 9:00 e 16:00 horas com duração aproximada de 7 a 12 minutos cada uma.

A força de retenção da água foi monitorada com tensiômetros de 0-75 Kpa (Soil Control BR) a 10 e 30 cm de profundidade, tendo-se registrado, nestas profundidades tensões de $10,63 \pm 8,34$ e $27,8 \pm 48,4$ Kpa, respectivamente, considerados como ótimos por estar afastados dos limites críticos estabelecidos para a cultura de tomateiro (Maroulli *et al.*, 1996).

A massa seca total para cada tratamento foi determinada a partir da massa seca de folhas, caules, frutos e raízes, previamente seccionadas e secadas em estufa a 75 °C

até peso constante e logo pesadas em balança digital semi-analítica GM-300P com precisão de $\pm 0,05\%$ e resolução de 0,01 gramas. Todas as folhas crescidas e que iam senescendo ao longo da cultura foram coletadas, secadas, acumuladas, pesadas e somadas no final. A massa seca de frutos foi determinada por acumulação dos pesos correspondentes às diferentes colheitas nos 5 cachos avaliados. A fração correspondente à raiz foi extraída de um cubo de solo de 30 x 30 x 30 cm (largura, comprimento e profundidade, respectivamente), por separação e lavado com água corrente sobre peneira; só as flores abortadas não foram consideradas nesta pesquisa, alias por ter sido baixo e ser desprezível na massa seca total.

Em cada tratamento e imediatamente após a colheita do ultimo cacho foram colhidas às duas plantas marcadas por tratamento e repetição e processadas como antes mencionado.

Com base nos dados da massa seca foram calculados os índices de partição expressados como a fração da massa seca de cada órgão (folhas, caule, frutos e raiz) dividido pelo total da massa seca e multiplicado por 100, para serem expressos em porcentagem.

A formula general para o calculo dos índices de partição é expressa pela seguinte formula:

$$IP(x) = \frac{MS(x)}{MS\ total} \times 100$$

Em que $IP(x)$ é o índice de partição do componente (x) expresso em porcentagem; (x) é a massa seca de qualquer componente da planta expressada em gramas (exemplo: massa seca das folhas, da raiz, de caule ou frutos). $MS(x)$ é a massa seca de componente (x), e, $MS\ total$, é a massa seca total, todos expressados em gramas.

Testou-se a variância das diferentes características pelo teste de F ($p < 0,01$), a discriminação de médias por Tukey ($p < 0,05$) e correlações pelo método de Pearson, com o auxílio do programa estatístico SAEG 9.1.

3.5. RESULTADOS

3.5.1. Massa seca total (MST)

A produção de massa seca total (MST) ou fitomassa variou entre 590 e 263 g.planta⁻¹ (teste F, p<0,01). O BGH-1020, BGH-994 e o 'Santa Clara' atingiram fitomassas acima de 500 g planta⁻¹ e foram superiores aos demais acessos, excetuando os acessos BGH-970 e BGH-975 que conformaram um grupo intermediário entre 400 e 500 g planta⁻¹. BGH-322, BGH-987, BGH-320 e BGH-349 conformaram um terceiro grupo com pesos entre 300 e 400 g planta⁻¹ e finalmente o BGH-406 teve fitomassa menor que 300 planta⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1: Massa seca total e partição em acessos de tomateiro do BGH-UFV e 'Santa Clara' cultivados em ambiente protegido.

Acesso ou Cultivar	¹ Matéria Seca Total g.planta ⁻¹	² Índice de partição (%)				Produção Kg planta ⁻¹
		Raiz	Caule	Folha	Fruto	
BGH 1020	590 a	2,3 abc	17,6 bcde	30,9 bc	49,2 bc	5,8 a
BGH 994	547 ab	1,7 cd	19,4 bcd	31,1 bc	47,8 bc	5,2 ab
BGH 970	463 bcd	1,9 bc	21,3 b	30,7 bc	46,0 cd	3,9 d
BGH 975	459 cd	1,7 cd	19,6 bcd	28,7 cd	50,0 bc	4,2 cd
BGH 322	395 de	2,9 a	26,3 a	46,2 a	24,5 e	1,8 e
BGH 987	373 e	1,6 cd	16,9 cde	31,3 bc	50,3 bc	3,8 d
BGH 320	358 e	1,0 d	12,3 f	22,4 d	64,3 a	4,9 bc
BGH 349	316 ef	1,7 cd	15,9 def	21,6 cd	54,9 b	3,4 d
BGH 406	263 f	2,6 ab	20,2 bc	36,9 b	40,3 d	1,8 e
Sta. Clara	514 abc	1,6 cd	15,1 ef	29,3 c	54,0 b	5,8 a
Medias	427,8	1,9	18,4	31,5	48,1	4,07
CV %	9,4	19,6	10,8	9,7	7,0	8,4

1, 2 = Variância significativa por F (p<0.01). Letras iguais nas colunas não diferem por Tukey (p<0.05). BGH-UFV=Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa.

3.5.2. Índice de partição da Raiz (IPR)

O índice de partição de raiz (IPR) variou significativamente (teste F, $p < 0.01$) entre 1.0 e 2.9%. O acesso BGH-322 com o maior índice não deferiu significativamente dos acessos BGH-406 e BGH-1020 que atingiram massas radiculares acima de 2,0 %. Os demais acessos e o 'Santa Clara' conformaram um grupo intermediário com fitomassas entre 1,6 e 2,0%. O menor IPR (1,0%) correspondeu ao acesso BGH-320, mas não diferiu dos acessos BGH-987; BGH-994; BGH-975; BGH-349 e 'Santa Clara'.

3.5.3. Índice de partição de caule (IPC)

A variabilidade do índice do IPC entre os tratamentos foi ampla (teste F, $p < 0.01$) entre 12.3 e 26.3% da massa total seca, com os acessos BGH-320 e o BGH-322 nos limites inferior e superior, respectivamente, e separados por 14 unidades percentuais o que mostra a grande variabilidade desta característica (Tabela 1). Observa-se também que o BGH-322 com o maior IPC e BGH-970, encontram-se separados significativamente com 5 unidades percentuais. Similar diferença (4,6%) é observada entre o BGH-320 com o menor IPC e o acesso BGH-987, indicando que a maior parte dos acessos tem IPC entre 17 e 21% da MST.

3.5.4. Índice de partição de folha (IPF)

O índice de partição de folha (IPF) teve significativa variabilidade (teste F, $p < 0,01$) entre 22 e 46%, com uma amplitude de 24 unidades percentuais, mostrando que esta característica tem também ampla variabilidade (Tabela 1).

Os acessos BGH-322 e BGH-320 com maiores e menores IPR e IPC, respectivamente, ocuparam as mesmas posições quanto ao IPF. 'Santa Clara' e os acessos BGH-1020; BGH-994; BGH-970; BGH-975; BGH-987 e BGH-349 atingiram valores intermediários de IPF.

3.5.5. Índice partição de fruto (IPFto)

O índice de partição de massa seca ao fruto (IPFto) ou Índice de Colheita (IC) variou significativamente entre 24,5 e 64,3% da MST, sendo a amplitude entres estes

limites de 40 unidades percentuais, observando-se com relação às amplitudes observadas para IPR, IPC e IPF, maior variabilidade para esta característica.

O acesso BGH-322, com o menor IC, teve os maiores valores de IPR, IPC e IPF, contrariamente ao acesso BGH-320 com os menores valores de IPR, IPC e IPF, mas com maior IC. Esta relação entre os índices de partição de fruto e da parte vegetativa mostra o claro antagonismo entre as características.

Na Tabela 1, observa-se que há correspondência inversa entre o IPFto e a soma dos índices de partição de raiz, caule e folhas e que para valores estatisticamente iguais de IPFto correspondem valores aleatórios de MST, como observado entre nos acessos BGH-1020, BGH-994, BGH-975, BGH-987, BGH-349 e o 'Santa Clara'.

3.5.6. Produção

A produção de frutos teve significativa variabilidade entre os tratamentos (Teste F; $p < 0,01$). Os genótipos BGH-1020, 'Santa Clara' e BGH-994 com as maiores produções tiveram as maiores produções de fitomassa (Tabela 1), similar correspondência observa-se nos acessos BGH-322 e BGH-406 que tiveram produções muito baixas ($1,8 \text{ kg planta}^{-1}$) e MST menores. Em geral observa-se uma correspondência entre a MST e a produção.

3.5.7. Correlações de Pearson (r)

A produção de massa seca total (MST) correlacionou positivamente com a produção ($r = 0,7487$), mas não houve correlação nenhuma com os índices de partição caracterizados por valores de r baixos, significando que os efeitos entre estas variáveis não são lineares, o que justifica a ausência de relação entre os índices de partição e MST (Tabela 2).

A produção de frutos alta e positivamente com MST ($r = 0,7487$) e IPFto ($r = 0,6648$), mas correlacionou negativamente com o IPR ($r = -0,5210$), IPC ($r = -0,5726$) e IPF ($r = -0,6401$). O IPFto correlacionou negativamente com IPR ($r = -0,7672$), IPC ($r = -0,08801$) e IPF ($r = -0,9528$), significando que a partição de massa à parte vegetativa é antagônica com a partição de assimilados ao fruto.

Entre os componentes vegetativos, o IPR correlacionou positivamente com IPC ($r = 0,6901$) e IPF ($r = 0,6824$), sendo também positiva a correlação entre IPF e IPC ($r = 0,6972$), significando uma alta associação entre eles, porém, se uma mudar as outras o fará também.

Tabela 2: Coeficiente de correlação de Pearson (r) para produção, massa seca e índices de partição em acessos de tomateiro do BGH-UFV e Santa clara, cultivados em ambiente protegido.

Índice partição	Produção	MST	Índice de partição		
			Raiz	Caule	Folha
MST	0,7487**				
Raiz	- 0,5210 **	- 0,0394			
Caule	- 0,5726 **	- 0,0097	0,6901 **		
Folha	- 0,6401 **	- 0,0690	0,6824 **	0,6972 **	
Fruto	0,6648 **	- 0,0424	- 0,7672 **	- 0,8801 **	- 0,9528 **

** = Significativo em ($p < 0.001$). MST= massa seca total

3.6. DISCUSÃO

A significativa variabilidade observada entre os tratamentos com respeito à produção de massa seca, produção de frutos e distribuição da massa seca em cada tratamento corresponde às expressões genéticas específicas de cada genótipo avaliado. Desta forma os valores obtidos podem ser utilizados como potencial da expressão genética de cada tratamento devido a que as condições de produção foram próximas do ótimo para a cultura (Ho, 1988, em Fageria *et al.*, 2005).

A variabilidade da MST e as amplitudes observadas entre os limites inferiores e superiores dos diferentes índices de partição, mostra que os componentes que contribuem à variabilidade total, em ordem de importância são: frutos, folhas, caules e raiz, com amplitudes de 40, 24, 14 e 2 unidades percentuais, respectivamente, o que implica a riqueza da diversidade dos acessos do BGH da UFV e é coerente com o fato do IC ter sido a característica mais variável desde os alvares da agricultura (Geber e Griffem, 2002) por isso mesmo, a mais trabalhada pelos fitomelhoradores.

A MST correlacionou alta e positivamente com a produção de frutos, o que significa que plantas com elevada MST, potencialmente, podem alocar maiores unidades de massa aos frutos, ainda que o IPFto possa ser o mesmo, se comparado com outra planta que possua MST menor.

BGH-1020, Santa Clara e BGH-994, com as maiores MST (590, 547, e 514 gr planta⁻¹, respectivamente) tiveram as maiores produções (5,8; 5,8 e 5,2 kg planta⁻¹, respectivamente) sendo que as suas IPFto foram de 10 a 16 unidades percentuais abaixo BGH-320 que produziu apenas 4,9 kg planta⁻¹. Neste caso o nível produtivo do BGH-320 foi limitado pela sua MST, sendo que o seu IPFto é 64%. Situação contrária é observado em BGH-322, que possui MST de 396 gr planta⁻¹, mas a sua limitação na produção radica no baixo IPFto, que apenas chega a 24,5%, o que significa que elevadas produções serão possíveis se combinar elevadas MST com elevados IPFto.

A MST e os índices de partição de raiz, caule, folhas e frutos não estão associados linearmente, significando que a partição de assimilados é independente da magnitude da massa total atingida pela planta e que a alocação registrada entre os

tratamentos correspondeu à expressão genética dos acessos. Este resultado é coincidente com os de Heuvelink e Buiskool (1995), que não encontraram variações na produção de massa seca total, quando removidos parcialmente os cachos ou quando deixaram mais de um fruto por cacho, mostrando que o tomateiro tem drenos alternativos aos frutos que podem acumular e consumir os fotoassimilados produzidos, sem afetar a produção de massa total seca.

O IPR em todos os tratamentos representou entre 1 e 3% da massa total seca indicando a baixa contribuição da raiz na MST, o que significa que raízes maiores reduziram potencialmente a produção. Estes valores são coincidentes com o determinado no cultivar Thomas cujo IPR foi 2% da MST (Mattos *et al.*, 2003) para condições similares de cultura aos utilizados nesta pesquisa. Em geral podem-se esperar variações de IPR entre 1 e 13% do total da massa seca (Heuvelink, 2005), correspondendo os valores altos desta faixa a sistemas diferentes com plantas de mais de 7 metros de comprimento e períodos de colheita superiores que 11 meses, como o sistema holandês.

Baixos valores de IPR são também promovidos pela fertirrigação localizada que tende a diminuir o crescimento radicular (Peil e Galvez, 2005), de fato na amostragem observou-se concentração da massa radicular nos 13 centímetros próximos ao eixo da planta.

Estudo com mutantes de tomateiro deficientes em ABA e giberelinas, tem demonstrado que a raiz é um dreno fraco, devido ao baixo controle direto sobre a taxa de exportação de assimilados para se, e que só acumulará assimilados na medida em que outros drenos, com controle sobre a taxa de descarregamento do floema, tenham satisfeito as suas demandas (Lambers *et al.*, 1995). Por sua vez, a raiz exerce controle indireto sobre a partição de assimilados sobre si, regulando a produção de ABA que pode inibir o crescimento da folha ou reduzir o potencial hídrico nas folhas, ações que repercutem em maior alocação de assimilados à raiz.

O IPC em todos os tratamentos representou entre 12 e 26% da massa total seca indicando não só a importante contribuição na MST quanto também a sua estreita associação o IPR e IPF. O caule tem sido considerado dreno importante

independentemente do estágio de desenvolvimento e quando cachos de tomate são removidos intencionalmente observa-se acumulação de amido (Li *et al.*, 2006; Hammond *et al.*, 1983), indicando que o caule é dreno alternativo importante. No entanto, há pouca evidência da utilização dos fotoassimilados armazenados no caule na produção de frutos; exceto nos estágios finais do ciclo de crescimento ou se ocorrer perda prematura de folhas, o que é raro sob manejo apropriado, significando que muito do carbono estrutural ou fotoassimilados armazenados no caule nunca será remobilizado e utilizado pela planta (Hocking e Steer, 1994), constituindo-se o caule, em um investimento aparentemente dispendioso para o tomateiro tutorado.

A produção e o diâmetro do caule não tiveram correlação alguma ($r = 0.013$). De fato o acesso BGH-322 com a produção de $1,8 \text{ kg planta}^{-1}$, teve 23 mm de diâmetro de caule, similar estatisticamente aos acessos BGH-994, BGH-970 e BGH-975 que produziram 5,2; 4,2 e $3,9 \text{ kg planta}^{-1}$. Similar ausência de relação se observa no acesso BGH-320 que teve o maior IC e menor diâmetro de caule (17 mm) que os demais (Figura 1), hipotetizando que a intensidade de dreno é de maior importância que o diâmetro de caule, características últimas, que poderia ser a expressão de uma maior crescimento da porção mais periférica e não condutora do floema secundário, acompanhando assim o aumento da circunferência do eixo vegetativo, como observado em dicotiledôneas (Apezatto-da-Gloria e Carmello-Guerreiro, 2003).

Se o diâmetro tem pouca influência no transporte de assimilados no tomateiro, o IPC de Santa Clara poderia ser considerado ótimo, por ser o segundo com a menor IPC e ter resistido à carga elevada de frutos e folhas, características deste cultivar. Diâmetros menores como o do BGH-320, demandaram o tutorado dos cachos, além da planta, o que significaria maiores custos num sistema comercial.

A variação do IPF entre 21 e 46% da massa seca total, mostra a grande variabilidade desta característica e a sua alta contribuição na massa seca total, motivo pela qual constitui o componente mais antagônico do IPFto ($r = - 0.9528$).

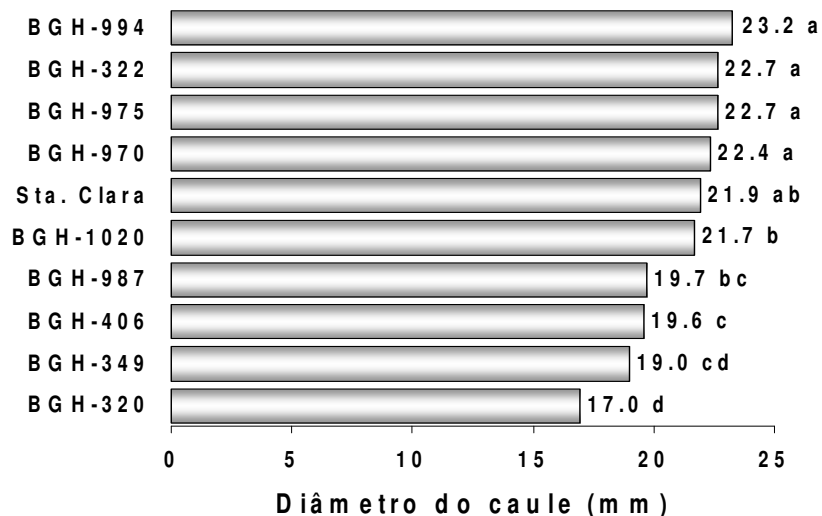


Figura 1: Diâmetro do caule de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) medido na metade do entrenó acima do segundo cacho. Viçosa, 2007. Médias de 10 medições (2 amostras x 5 repetições). Teste Tukey ($p < 0,05$) quando o ANOVA foi significativo a $p < 0,05$. Eixo X corresponde ao cultivar Santa Clara e 9 acessos do Banco de Germoplasma da Universidade Federal de Viçosa, MG-Brasil, avaliados em ambiente protegido.

As folhas, embora importantes para o processo fotossintético, em excesso originam plantas exuberantes com folhas internas e baixas abaixo do ponto de compensação luminoso, tornando-as drenos e dispendendo fotoassimilados (Euvelink, 2005; Richards, 2000), fato que pode ser respaldado pela correlação negativa observada entre esta característica com produção e IPFto.

A variação do IPFto entre 24,5 e 64,3% da massa seca total, mostra a grande variabilidade desta característica entre os acessos do BGH-UFV, embora só os acessos BGH-349 e BGH-320 tiveram IC iguais ou superiores que 54%, valor que foi reportado como o limite baixo de IC para cultivares comerciais em sistemas de produção similares, localizados entre 54 e 60% de IC (Heuvelink e Dorais, 2005).

Os acessos BGH-320 e BGH-322 com maior e menor IPFto, respectivamente, põem de evidencia a influencia da intensidade do dreno na partição de assimilados. Assim observa-se em BGH-320 que a alta concentração de fotoassimilados nos frutos

reduziu expressivamente a partição à parte vegetativa, contrariamente ao observado em BGH-322.

Estes dois acessos podem ser considerados promissores para estudos genéticos acerca da herança destas características quanto a melhor compreensão fisiológica da relação fonte-dreno.

Esta claro que a MST, produção e IPFto encontram-se diretamente associadas, que a partição de assimilados aos diferentes órgãos da planta é independente da magnitude da MST e que toda ação que estimule o aumento da partição à parte vegetativa reduzirá a partição de fotoassimilados aos frutos.

A correlação alta e positiva entre IPC, IPR e IPF, observada é estreitamente associada às massas secas radiculares e foliares ($r = 0.6901$ e $r = 0.6824$, respectivamente) e a correlação negativa desta com o IPFto, sinaliza que grandes alocações de massa foliar seca competem mais com a produção que caule ou raiz e que ações diminuindo massa foliar seca reduziriam em consequência as de caule e da raiz.

3.7. CONCLUSÕES

Há variabilidade genética entre os tratamentos quanto a produção de fruto, massa seca total e a alocação na raiz, caule, folha e frutos.

A partição de assimilados e a magnitude da massa seca não estão associadas linearmente em tomateiro.

Há relação positiva entre folha-caule e caule-raiz refletindo no aumento ou diminuição entre si, mas em magnitudes distintas.

O acesso BGH-320 foi considerado promissor para o melhoramento da produção por ter baixa partição à parte vegetativa e alta ao fruto.

O acesso BGH-322 foi considerado promissor para estudos genéticos por ter alta partição à parte vegetativa e baixa ao fruto.

3.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APEZZATO-DA-GLORIA, M.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia vegetal. Editoras Viçosa; UFV. 2003. 438p.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria: editora da UFSM, 1999. 142p.

DOGLIOTTI, S. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Fisiología de cultivos. Universidad de la Republica – Facultad de Agronomía. 2004. 18 p.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. Physiology of crop production. The Haworth Press, Inc. 2006. p 345

FONTES, P.C.R. Sugestões para adubação para hortaliças. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. p. 171-174. Viçosa. 1999.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D. J. H. Produção de Tomate de Mesa. Aprenda Fácil. Viçosa, Minas Gerais. 2002. 196 p.

GEBER, A.M.; GRIFFEN, R.L. Inheritance and natural selection on functional traits. International Journal of Plant Science. 164(3 Supplement):S21–S42. 2003. University of Chicago.

HAMMOND, J. B.W.; BURTON K. S.; SHAW, A. F., HO, L.C. Source—sink Relationships and Carbon Metabolism in Tomato Leaves 2. Carbohydrate Pools and Catabolic Enzymes. Annals of Botany 53: 307-314, 1984.

HEUVELINK, E. Dry matter partitioning in tomato plant: one common assimilate pool?. J. Experimental Botany, 46, p. 1025-1033, 1995.

HEUVELINK, E; AND BUISKOOL, R.P.M. Influence of sink-source interaction on dry matter production in tomato. Annals of Botany 75: 381-389, 1995.

HEUVELINK, E. Tomatoes. CABI publishing. 2005. 339 p.

HEUVELINK, E. AND DORAIS, M. Crop Growth and Yield. Tomatoes. CABI publishing. 2005. p 85-144.

HOCKING, P.J.; AND STEER, B.T. The distribution and indentify of assimilates in tomato with special reference to stem reserves. Annals of Botany 73: 315-325, 1994.

LAMBERS, H.; NAGEL, O.W.; ARENDONK J.C.M.J.V. The control of biomass partitioning in plants from “favourable” and “stressful” environments: A role for gibberellins and cytokinins. *Bulg. J. Plant Physiol.*, 1995, 21 (2-3), 24 -32 p.

LARCHER, W. *Ecofisiología Vegetal*. Trad. Carlos Henrique B.A. Prado. São Carlos. RiMA Artes e Textos. 2000. 531 p.

LI, L.; YU, O.; ZHENG, Y.; WANG, J.; FANG, O. Simulating the response of photosynthate partitioning during vegetative growth in winter wheat to environmental factors. *Field Crops Research* 96 (2006) 133–141 p.

MACHADO E.R.; MATOS A. Construção e instalação de um lisímetro com sistema de Drenagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 147-151, 2001.

MAROUELLI, W. A., SILVA, W. L. C., SILVA, H. R. Manejo de irrigação em hortaliças. 5ª.ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPH, 1996. 71p.

MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2ª ed. Academic Press Limited. 1988. 889 p.

MATOS, E. S. ; VILLAS BOAS, R. L. ; GOTO, R. ; SCHIAVON JÚNIOR, A. A. ; SANTOS, H. S. . Acúmulo de biomassa em plantas de tomate híbrido Thomas.. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43, 2003, Recife, PE. *Horticultura Brasileira - Resumos do 43º Congresso Brasileiro de Olericultura*, 2003. v. CD-ROM.

PACHEPSKY, L.B; ACOCK, B. A model 2DLEAF of gas exchange: development, validation an ecological application. *Ecological Modelling* 93 (1996) 1-18.

PEIL, R.M.; GALVEZ, J.L. Dry-matter partitioning as a determinant of greenhouse fruit vegetable crops production. *R. bras. Agrocência*, v. 11, n.1, p. 05-11, jan-abr, 2005.

RICHARDS, R. A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 51. GMP Special Issue. Pp. 447-458, February 2000.