

FABIANO RICARDO BRUNELE CALIMAN

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE
TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO E NO CAMPO**

Tese 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
2003

FABIANO RICARDO BRUNELE CALIMAN

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE
TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO E NO CAMPO**

Tese 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: 26 de fevereiro de 2003

Prof. Paulo César Stringheta
(Conselheiro)

Prof. Paulo Cezar Rezende Fontes
(Conselheiro)

Prof. Antônio Américo Cardoso
(Conselheiro)

Prof. Everardo Chartuni Mantovani

Prof. Derly José Henriques da Silva
(Orientador)

A Deus, luz dos bons caminhos;
Aos meus pais, Alda e Lodovico,
pela confiança e pelo apoio incondicional
às decisões da minha vida

Estudar as manifestações da natureza é trabalho que agrada a Deus.
É o mesmo que rezar, que orar. Procurando conhecer as leis naturais,
glorificando o primeiro inventor, o artista do Universo, se aprende a amá-lo,
pois que um grande amor a Deus nasce de um grande saber.

Leonardo da Vinci

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade concedida;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Prof. Derly, por me acolher e conduzir com serenidade e sabedoria ao título de mestre e pela forma especial de conviver com seus orientados;

Ao Prof. Paulo César Stringheta pelos aconselhamentos e por ter cedido seu laboratório e toda sua equipe de trabalho para a realização das análises;

Ao Prof. Paulo Cezar Rezende Fontes, pelas sugestões na correção dos artigos;

À Dona Lígia, pelo carinho, ajuda, paciência e proteção;

Ao Valério, exemplo de boa vontade e dedicação;

Aos colegas de Laboratório Patrícia, PC, Laura, Lívia, Leo, Ronielle, Carmem e Ivaneide pelas valiosas sugestões e ensinamentos;

Aos colegas Bruno, Flávia e Virgínia, pela ajuda gentilmente prestada;

Ao Sr. Tito, pela ajuda no preparo de soluções e cálculos químicos;

A todos os funcionários das Hortas Velha e Nova do Departamento de Fitotecnia, indispensáveis à condução dos experimentos;

À Mara, pelo carinho, amizade, ajuda e paciência durante o curso;

Ao Domingos Sávio pela ajuda nas análises laboratoriais;

A todas as pessoas que fizeram parte da minha vida e contribuíram para a minha formação profissional e intelectual durante os dois anos em que cursei o mestrado.

A uma pessoa especial para a qual a palavra “Obrigado” não expressa toda a minha gratidão e alegria de ser hoje um Mestre. Agradeço e dedico a você, Gisele.

BIOGRAFIA

Fabiano Ricardo Brunele Caliman, filho de Alda Brunele Caliman e Lodovico Caliman, nasceu em 31 de outubro de 1974 em Venda Nova do Imigrante, Estado do Espírito Santo.

Iniciou o Curso de Agronomia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo em Alegre - ES no ano de 1995, colando grau em março de 2000.

De março de 2000 a março de 2001 prestou serviços à empresa Dow AgrosCiencias do Brasil, desenvolvendo produtos e prestando assistência técnica.

Em Abril de 2001 iniciou o curso de Pós-graduação em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em 26 de fevereiro de 2003.

CONTEÚDO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1.0 - INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
2.0 - PRODUÇÃO DE TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO E NO CAMPO	
2.1 - RESUMO.....	6
2.2 - ABSTRACT.....	7
2.3 - INTRODUÇÃO.....	8
2.4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
2.6 - CONCLUSÃO.....	23
2.7 - REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS.....	24
3.0 - QUALIDADE DO TOMATE PRODUZIDOS EM AMBIENTE PROTEGIDO E NO CAMPO	
3.1 - RESUMO.....	28
3.2 - ABSTRACT.....	30

3.3 - INTRODUÇÃO.....	32
3.4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.6 - CONCLUSÃO.....	46
3.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
4.0 - ASSOCIAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE DA PLANTA E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO FRUTO	
4.1 - RESUMO.....	51
4.2 - ABSTRACT.....	53
4.3 - INTRODUÇÃO.....	55
4.4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	58
4.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.6 - CONCLUSÃO.....	66
4.7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
5.0 - RESUMO E CONCLUSÕES	70

RESUMO

CALIMAN, Fabiano Ricardo Brunele, M.S, Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003. **Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo.** Orientador: Derly José Henriques da Silva. Conselheiros: Paulo César Stringheta, Paulo Cezar Rezende Fontes.

As condições do ambiente de cultivo e o genótipo podem influenciar a produtividade e a composição dos frutos do tomateiro. Para quantificar tais efeitos, foram conduzidos dois experimentos, no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, no período de janeiro a maio de 2002. Um experimento foi conduzido em ambiente protegido, em estufa tipo capela, coberta com filme plástico de 0,1 mm e o outro no campo sob condições naturais, sem proteção. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 6 repetições e três genótipos sendo: ‘Santa Clara’, híbrido Carmen e um acesso do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV, codificado como ‘BGH-320’. Os frutos foram colhidos no estágio completamente maduro, com 100% da superfície apresentando coloração vermelha intensa. Foram avaliados: 1- características de produção: a) produção total e b) produção comercial. 2- características de qualidade do fruto: a) “sabor”, obtido pela relação sólidos solúveis totais/acidez titulável; b) teor de açúcares redutores; c) acidez titulável (expressa em % de ácido cítrico); d) pH, e) teor de sólidos solúveis

totais (expresso em °Brix); f) “licopeno”; g) ácido ascórbico e h) teor de potássio nos frutos. Foi realizada a análise conjunta dos dados de ambos os experimentos. A produtividade dos três genótipos foi superior no ambiente protegido. O híbrido Carmen produziu 105,46 t.ha⁻¹, valor este superior aos demais genótipos. A menor produtividade foi a do ‘Santa Clara’ (30,04 t.ha⁻¹) quando cultivado no campo. Frutos produzidos no ambiente protegido foram menos saborosos, e com menores teores de açúcares redutores, °Brix, ácido ascórbico e acidez que os frutos produzidos no campo. Entre genótipos, frutos do ‘Carmen’ e do ‘Santa Clara’ foram mais saborosos e com maior teor de açúcares redutores e pH que frutos do ‘BGH-320’. A acidez titulável e o teor de “licopeno” dos frutos do ‘BGH-320’ foram superiores às dos frutos do ‘Carmen’ e do ‘Santa Clara’. O maior teor de ácido ascórbico foi observado nos frutos de ‘Santa Clara’. Observou-se, de maneira geral, que o aumento da produtividade das plantas afetou a qualidade dos frutos. Os dados do “sabor” dos frutos do ‘Carmen’ ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão bivariada com o aumento da produtividade das plantas cultivadas no ambiente protegido. O teor de açúcares redutores dos frutos do ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido e a acidez dos frutos de ‘Santa Clara’ produzidos no campo foram reduzidos à medida que aumentou a produtividade das plantas. O °Brix dos frutos do ‘Carmen’ e o “sabor” dos frutos de ‘Santa Clara’ aumentaram com o aumento da produtividade das plantas cultivadas no campo. Os dados referentes ao teor de potássio dos frutos do acesso ‘BGH-320’ ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão bivariada com o aumento da produtividade das plantas cultivadas no ambiente protegido.

ABSTRACT

CALIMAN, Fabiano Ricardo Brunele, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February, 2003. **Fruit yield and quality of the tomato genotypes growth in protected environment and field.** Advisor: Derly José Henriques da Silva. Committee members: Paulo César Stringheta, Paulo Cezar Rezende Fontes.

Growth environment and genotype can be influence tomato yield and fruit composition. To quantify these effects, two experiments were carried, in the Departamento de Fitotecnia, in the Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, from January to May of 2002. An experiment was carried in protected environment, in greenhouse type chapel, covered with plastic film of 0,1 mm and the other in the field under natural conditions, without protection. Was used experimental design in randomized blocks with 6 replication and three genotypes being: 'Santa Clara', Carmen hybrid and an access of the UFV Germplasm Vegetable Bank, codified as 'BGH-320'. The fruits were picked completely ripe, with 100% of the surface presenting intense red coloration. They were appraised: 1 - yield characteristics: a) total yield and b) marketable yield. 2 - fruit quality characteristics: a) "flavor", obtained by total solids soluble /titratable acidity ratio; b) sugar reducing content; c) titratable acidity (expressed in % citric acid); d) pH, e) total soluble solids content (expressed in °Brix); f) "lycopene"; g) ascorbic acid and h) fruit potassium content. The united analysis of the data of both experiments was

accomplished. The Yield of the three genotypes was higher in the protected atmosphere. The Carmen hybrid yield was 105,46 t.ha⁻¹, upper to the other genotypes. The small yield was the Santa Clara cultivar (30,04 t.ha⁻¹) when growth in the field. Fruits produced in the protected environment makes less tasty, and with smaller sugar reducing content, °Brix, ascorbic acid and acidity that the fruits produced in the field. Among genotypes, fruits of the 'Carmen' and 'Santa Clara' they were tastier and with better sugar reducing content and pH that 'BGH-320" fruits. Titratable acidity and "lycopene" content of the 'BGH-320' fruit they were better than 'Carmen' and 'Santa Clara' fruits. The largest ascorbic acid content was observed in the 'Santa Clara' fruits. It was observed, in a general way, that the increase of the plant yield affected the fruit quality. 'Carmen' fruit "flavor" data they were adjusted to the quadratic component of bivariate relationship with the increase of the plant yield growth in the protected environment. Sugar reducing content of the 'BGH-320' fruits produced in the protected atmosphere and the acidity of the 'Santa Clara' fruits produced in the field decrease as it increased of the plant yield. °Brix of the 'Carmen' fruits and the 'Santa Clara' fruit "flavor" increased with the increase of the plant yield growth in the field. Potassium content of the 'BGH-320' fruits were adjusted to the quadratic component of bivariate relationship with the increase of the plant yield growth in the protected environment.

1. 0 - INTRODUÇÃO GERAL

Nativo das Américas, tendo como centro de origem a região andina que vai do norte do Chile até o Peru, o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) foi domesticado e cultivado inicialmente por tribos indígenas no México (Jones, 1999). Na Europa, foi introduzido em meados do século XVI e cultivado durante longo período apenas como planta ornamental, fato este atribuído à beleza de seus frutos e à crença de que se tratava de uma planta venenosa pela associação a outras solanáceas contendo alcalóides (Giordano e Ribeiro, 2000). Somente a partir de meados do século XVI, o tomateiro passou a ser cultivado com a finalidade de alimentação, sendo amplamente difundido nas décadas posteriores e atingindo, hoje, o posto de segunda hortaliça mais cultivada no mundo (Frusciante *et al.*, 2000; Agrianual 2001), sendo superada apenas pela batata.

O fruto do tomateiro possui em sua composição aproximadamente 93 a 95% de água. Nos 5 a 7% restantes encontram-se compostos inorgânicos, ácidos orgânicos (cítrico e málico, predominantemente), açúcares (glicose, frutose e sacarose), sólidos insolúveis em álcool (proteínas, celulose, pectina e polissacarídeos), carotenóides, lipídios, entre outros (Davies e Hobson, 1981).

A qualidade do fruto do tomateiro para consumo “in natura” é determinada pela aparência (cor, tamanho, forma, presença de desordens fisiológicas e podridão), firmeza, textura, teor de matéria seca e

propriedades organolépticas (sabor) e nutricionais (Dorais *et al.*, 2001), sendo que esta última tem chamado a atenção do consumidor em função do seu efeito benéfico à saúde humana.

O valor nutricional torna os frutos do tomateiro alimento de grande importância para a dieta humana. É a principal fonte de licopeno, possuindo também consideráveis teores de β -caroteno, vitamina C e minerais como potássio e selênio (Davies e Hobson, 1981; Dorais *et al.*, 2001). A atividade antioxidante desses compostos confere-lhes a capacidade protetora ao organismo humano, capturando radicais livres formados em excesso, os quais podem desencadear reações que levam ao desenvolvimento de diversas doenças (Rao e Agarwal, 1999).

Há evidências de que o consumo de tomate decresce o risco de doenças cardiovasculares, catarata, câncer do trato digestivo entre outras, em função da presença de licopeno, β -caroteno, vitamina C potássio e selênio na sua composição (Franceschi *et al.*, 1994; Ascherio *et al.*, 1996; Frusciante *et al.*, 2000; Lee e Kader, 2000; Feng e MacGregor, 2001).

A qualidade do fruto do tomateiro é determinada geneticamente e pode sofrer influência do ambiente de cultivo em função, principalmente, da luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar (Davies e Hobson, 1981; Dorais *et al.*, 2001).

No Brasil, assim como em outros países, a maior parte da produção de tomate é realizada sob condições naturais. No entanto, o desenvolvimento e aprimoramento do cultivo em ambiente protegido têm possibilitado a produção de algumas culturas, entre elas o tomateiro, em regiões e épocas nas quais as condições ambientais são desfavoráveis ao desenvolvimento e produção das plantas.

O ambiente protegido possibilita, de certa forma, ajustar o ambiente à planta e estender o período de produção das espécies nele cultivadas (Andriolo, 2000). Nestes ambientes, o melhor aproveitamento pelas plantas da temperatura, água disponível e nutrientes pode proporcionar melhor rendimento que no campo (Martins *et al.*, 1999).

A alteração dos fatores climáticos neste sistema de cultivo pode afetar a fisiologia da planta. A intensidade de luz que chega ao dossel da planta interfere nos teores de açúcares, ácido ascórbico e pigmentos, além de

alterar a disponibilidade de fotoassimilados disponíveis ao fruto (Dorais *et al.*, 2001). Luminosidade tem relação direta com teor de vitamina C em frutos de tomateiro (Venter, 1977). Por outro lado, intensidade luminosa excessivamente elevada ou incidindo diretamente sobre os frutos reduz sua qualidade. Segundo Adegoroye e Jolliffe (1987), processos do amadurecimento como produção de etileno, síntese de licopeno, entre outros, foram inibidos quando frutos do tomateiro permaneceram expostos à elevada luminosidade. Da mesma forma que o excesso é prejudicial, luminosidade insuficiente tem efeito negativo na qualidade do fruto, reduzindo a síntese de pigmentos o que pode resultar em frutos com coloração desuniforme (Dorais *et al.*, 2001).

Além da luminosidade, a temperatura é fator climático que pode afetar a composição dos frutos do tomateiro. Seu efeito está relacionado à distribuição de fotoassimilados entre frutos e parte vegetativa, sendo que elevada temperatura pode favorecer a importação de fotoassimilados e água pelos frutos em detrimento à parte vegetativa da planta (de Koning, 1989). Segundo Dorais *et al.* (2001), a temperatura tem influência direta no metabolismo, afetando a estrutura celular e outros componentes que determinam a qualidade do fruto como cor, textura, tamanho e propriedades organolépticas.

Assim como luz e temperatura, a umidade relativa do ar afeta o desenvolvimento e a produção das plantas. Baixa umidade pode induzir estresse hídrico na folha e fechamento estomático, reduzindo as trocas gasosas e conseqüentemente a fotossíntese (Andriolo, 2000). Por outro lado, a elevada umidade relativa pode restringir a corrente transpiratória e a absorção de nutrientes, podendo causar desordens fisiológicas no fruto como deficiência de cálcio (Leonardi *et al.*, 2000).

Outro fator que pode afetar a atividade fotossintética da planta, a produção e a qualidade dos frutos é a umidade relativa do ar. Plantas expostas a umidade do ar extremamente baixas (1,5-2,2 kPa de déficit de pressão de vapor) tem sua atividade fotossintética reduzida devido ao fechamento estomático (Dorais *et al.*, 2001). Desta forma, há redução na transpiração da planta e, conseqüentemente, redução na absorção de água e nutrientes, comprometendo a performance da planta (Dorais *et al.*, 2001).

1.1 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ADEGOROYE, A. S., JOLLIFFE, P. A. Some inhibitory effects of radiation stress on tomato fruit ripening. **Journal Science Food Agricultural**, v.39, p.297-302, 1987.

AGRIANUAL 2001. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2001. 512p.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18. p.23-33, 2000. Suplemento.

ASCHERIO, A., HENNEKENS, C., WILLETT, W. C., SAKCS, F., ROSNER, B., MANSOM, J., WITTEMAN, J., STAMPFER, M. J. Prospective study of nutritional factors , blood pressure, and hypertension among US women. **Hypertension**, v. 27, p. 1065-1072, 1996.

DAVIES, J. N.; HOBSON, G. E. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 15, p. 205 – 280, 1981.

DE KONING, A. N. M., The effect of temperature on fruit growth and fruit load of tomato. **Acta horticultrae**, v.248, p.329-226, 1989.

DORAIS, M., GOSSELIN, A., PAPADOPOULOS, A. P., Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, v.26, p.239-306, 2001.

FENG, J. H., MACGREGOR, G. A. Beneficial effects of potassium. **Clinical Review**, v. 323, p. 479-501, 2001.

FRANCESCHI, S., BIDOLI, E., LA VECHIA, C.,TALAMINI, R., D'AVANZO, B., NEGRI, E. **International Journal of Cancer**, v. 59, p. 151, 1994.

FRUSCIANTE, L., BARONE, B., CARPUTO, D., ERCOLANO, M. R., DELLA ROCA, F., ESPOSITO, S. Evaluation and use of plant biodiversity for food and pharmaceuticals. **Fitoterapia**, v.71, p.66-72, 2000.

GIORDANO, L. B., RIBEIRO, C. S. C. Origem, Botânica e Composição química do fruto. In: GIORDANO, L. B., SILVA, J. B. C. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia. 1 ed. 168 p. 2000.

JONES, J. B. **Tomato Plant Culture: in the Field, Greenhouse and Home Garden**. CRC Press LLC. Boca Raton. 199p. 1999.

JONES, R. A. Breeding for improved post-harvest tomato quality: genetical aspects . **Acta Horticulturae**, n. 190, p. 77-87. 1986.

LEE, S. K., KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p.207-220, 2000.

LEONARDI, D., GHICHARD, S., BERTIN, N. High vapour pressure deficit influences growth, transpiration and quality of tomato fruits. **Scientia Horticulturae**, v.84, p.285-296, 2000.

MARTINS, S. R., FERNANDES, H. S., ASSIS, F. N., MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 201/202. 1999.

RAO, A. V., AGARWAL, S. Role de lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic disease: a review. **Nutrition Research**, v. 19, p. 305-323, 1999.

VENTER, F. Solar radiation and vitamin C content of tomato fruits. **Acta Horticulturae**, v. 58, p.121-127, 1977.

2.0 - PRODUÇÃO DE TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO E NO CAMPO

2.1 - RESUMO

O cultivo protegido em olericultura visa alterar o ambiente de cultivo de modo a favorecer o desenvolvimento e a produção das plantas. No entanto, essas alterações podem afetar a fisiologia das plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade do tomateiro cultivado em ambiente protegido e campo. Foram conduzidos dois experimentos no período de verão-outono de 2002, correspondendo aos meses de janeiro a maio, utilizando-se delineamento em blocos casualizados com 6 repetições e três genótipos sendo: O cultivar Santa Clara, o híbrido Carmen e um acesso do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV, codificado como 'BGH-320'. Os experimentos foram conduzidos sob ambiente protegido e no campo, sendo o primeiro sob estufa, tipo capela, coberta com filme plástico de 0,1 mm e o segundo no campo sob condições naturais, sem proteção, sendo realizada análise conjunta dos dados de ambos experimentos. O ambiente protegido proporcionou maior produtividade total e comercial para os três genótipos avaliados. O híbrido Carmen se destacou no ambiente protegido com a maior produtividade (105,46 t.ha⁻¹). No campo, o cultivar Santa Clara produziu 30,04 t.ha⁻¹, valor inferior ao dos demais genótipos. Não houve diferença de produção comercial entre os ambientes de cultivo para o acesso BGH-320.

2.2 – ABSTRACT

The protected environment seeks to alter the environment of way to favor the plant development and yield. However, those alterations can affect the plant physiology. Thus, the aim this work was to evaluate tomato yield growth in protected environment and in the field. Two experiments were carried from summer to autumn of 2002, corresponding to the months of January to May, being used experimental design in randomized blocks with 6 replicates and three genotypes being: Santa Clara cultivar, Carmen hybrid and an access of the UFV Germplasm Vegetable Bank, codified as 'BGH-320'. The experiments were carried under protected environment and in the field, being the first under greenhouse type chapel covered with plastic film of 0,1 mm and the second in the field under natural conditions, without protection, being accomplished united analysis of the data obtained in both experiments. The protected environment provided better total and marketable yield for the three appraised genotypes. The Carmen hybrid stood out in the protected environment with the better yield (105,46 t.ha⁻¹). In the field, Santa Clara cultivar presented to small yield (30,04 t.ha⁻¹) among the appraised genotypes. There was no difference in the marketable yield among the plant growth environment for the BGH-320 access.

2.3 - INTRODUÇÃO

Em muitos locais onde o clima impede ou reduz a produtividade das culturas durante determinada época do ano, a produção de vegetais é possibilitada pela utilização do ambiente protegido. Essa proteção tem possibilitado eficiente forma de superar adversidades climáticas e maximizar a produtividade por área (Manrique, 1993). Apesar da área cultivada nesse sistema ser ainda bastante reduzida, ela se destaca por possibilitar a produção de alimentos no período da entressafra (Andriolo, 2000).

A cultura do tomate, bem como de outras hortaliças, não possui abastecimento regular ao longo do ano, principalmente durante o período do verão, devido a diminuição na oferta do produto. Isso ocorre em função da elevada sensibilidade da cultura a condições climáticas menos favoráveis, principalmente temperatura e umidade do ar e, em alguns casos, luminosidade (Martins *et al.*, 1999; Vida *et al.*, 2001).

Alguns fatores são, de certa forma, controlados no ambiente protegido, possibilitando a proteção das plantas às condições adversas de clima e de solo como ventos, evapotranspiração, umidade do ar e do solo, baixas temperaturas, radiação solar, efeito direto das chuvas, lixiviação de nutrientes, aeração do solo, chuva de granizo (Andriolo, 2000; Vida *et al.*, 2001).

Chuvas intensas impedem o bom desenvolvimento das plantas e, nestes casos, o ambiente protegido exerce efeito “guarda-chuva”, servindo de proteção às plantas. Em regiões com baixas temperaturas ou geadas, uma das finalidades das estruturas de proteção é a retenção do calor, mantendo as plantas, na medida do possível, sob a faixa de temperatura entre 18 e 25°C, ideal ao crescimento, desenvolvimento e produção (Andriolo, 2000; Vida *et al.*, 2001).

Luz, temperatura e umidade relativa são importantes pois afetam a produtividade da cultura do tomateiro. Apesar da importância de cada um desses fatores de maneira isolada, é necessário que todos atuem em conjunto, proporcionando, desta forma, condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas. No entanto, Heuvelink (1995) cita a temperatura como o fator mais importante, pois afeta a habilidade dos diferentes órgãos da planta em competir por assimilados, controla a velocidade das reações químicas na planta (Cockshull, 1992), promove o aumento da atividade metabólica do fruto, da importação de carbono e água resultando na expansão e aumento do seu peso (Walker e Ho, 1977). Além disso, a temperatura é importante fator de crescimento pois determina zonas climáticas, distribuição das plantas, ciclo de vida, taxa de crescimento e finalmente produção (Krug, 1997).

Apesar da importância da temperatura para o rendimento das culturas, o primeiro elemento do ambiente a condicionar o processo de produção é a radiação solar. Ela é essencial para a primeira etapa da cadeia de fixação do CO₂, a fotossíntese, processo no qual é produzida também energia bioquímica necessária ao crescimento e produção das culturas (Papadopoulos *et al.*, 1997; Andriolo, 2000). É também o elemento para o qual as possibilidades de manejo são mais limitadas, pois a suplementação de luz para fins de fotossíntese somente é utilizada em casos especiais, como na produção de mudas e ou de espécies de alto valor comercial como flores (Andriolo, 2000).

A baixa luminosidade reduz o desenvolvimento e produção das plantas por reduzir a disponibilidade de fotoassimilados. No entanto, a intensidade luminosa excessiva tem efeito negativo da mesma forma. Quando associada a elevada temperatura, a radiação solar pode causar

transpiração excessiva, reduzindo o potencial hídrico na folha resultando em fechamento estomático (Andriolo, 2000).

Aliada a luminosidade e a temperatura, a umidade relativa do ar tem forte influência na transpiração das culturas. Ela interfere na condutância estomática e, indiretamente, na turgência dos tecidos, afetando vários processos metabólicos da planta (Andriolo, 2000). Segundo Grange e Hand (1987), umidade entre 55 e 90% (DPV entre 1,0 e 0,2 kPa - déficit de pressão de vapor) tem leve efeito sobre o crescimento e desenvolvimento das culturas em ambiente protegido. Umidade relativa extremamente baixa (DPV > 2 kPa) pode elevar a taxa de transpiração da planta e provocar o fechamento estomático em caso de déficit hídrico na folha. Desta forma a absorção de CO₂ é reduzida e, conseqüentemente, a atividade fotossintética da folha é menor (Dorais, *et al.*, 2001). No entanto, a transpiração tem efeito positivo, pois eleva o gradiente de potencial hídrico entre o sistema radicular e as folhas, estimulando assim a absorção e fluxo de água na planta, sendo também força motriz para a absorção e distribuição dos nutrientes (Li, 2000).

Outro efeito da umidade relativa do ar está relacionado a área foliar da planta. A expansão foliar é favorecida pela elevada umidade. Por outro lado, podem ocorrer deficiências locais de cálcio em função da redução da corrente transpiratória, já que este elemento é exclusivamente translocado via xilema (Bakker, 1990; Mulholland *et al.*, 2001).

Além dos componentes climáticos, fatores de origem biótica também podem afetar a produtividade do tomateiro, seja em cultivo protegido ou no campo. Dentre eles, diversas doenças podem afetar a cultura provocando diferentes níveis de redução da produtividade ou da qualidade dos frutos. A presença do agente causal (patógeno), a sensibilidade do cultivar, a temperatura ambiente, a umidade do ar, o manejo da cultura, as condições de cultivo (campo ou protegido), entre outros, é que definem a importância de uma ou mais doenças em determinada região (Kurozawa e Pavan 1997; Lopes *et al.*, 2000).

O grande diferencial entre o cultivo protegido e o cultivo no campo, no que diz respeito à incidência de doenças, é o período de molhamento foliar a que as plantas são submetidas. A formação de orvalho e a possibilidade de

prolongados períodos de exposição à chuva ou neblina no cultivo no campo cria condições favoráveis às doenças, principalmente em cultivos de verão.

Programas de melhoramento têm conseguido considerável progresso visando obtenção de variedades com resistência ou tolerância às doenças mais comuns da cultura como Verticílio, Fusário, Alternaria, Estenfílio, Septória, e algumas viroses (Jones, 1999). No entanto, a grande maioria dos produtores utiliza programas de controle químico para evitar que pragas e doenças causem prejuízo (Zambolim *et al.*, 1999).

Além das doenças, a presença de pragas é também bastante freqüente na cultura do tomateiro. Irradiância, temperatura e umidade do ar no ambiente de cultivo tem impacto significativo na biologia e dispersão de insetos, ácaros e seus agentes de controle biológico (Papadopoulus *et al.*, 1997). Assim, sob níveis de irradiância menores que 17 W m^2 , comumente encontrados no dossel das plantas em ambiente protegido, *Encarsia formosa* Gahan, parasitóide da Mosca Branca tem sua taxa de fecundidade reduzida e mortalidade de adultos aumentada (Parr *et al.*, 1976). Também o ciclo de vida de ovo a adulto de ácaros que se completa em 14,5 dias sob 21°C é reduzido para 3,5 dias sob temperatura de 32°C (Papadopoulus *et al.*, 1997).

Em meio ao grande número de variáveis envolvidas no crescimento, desenvolvimento e produção das culturas, a agricultura visa, de maneira geral, obter o máximo de produtividade das plantas. Desta forma, são necessários o conhecimento e o entendimento dos fatores que afetam a fisiologia e produtividade das plantas para que se determinem os pontos de estrangulamento responsáveis pela não expressão do seu potencial máximo. Assim, este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito dos fatores climáticos luz, temperatura e umidade relativa bem como de pragas e doenças na produtividade de plantas de diferentes genótipos de tomateiro cultivadas em ambiente protegido e no campo.

2.4 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos, simultaneamente, dois experimentos em diferentes ambientes no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 6 repetições e três genótipos sendo: O cultivar Santa Clara, por ser o mais cultivado do grupo Santa Cruz; o híbrido Carmen por ser o mais cultivado no Brasil e o acesso BGH-320, por destacar-se entre 34 acessos do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV no que diz respeito a qualidade do fruto (Caliman *et al.*, 2002).

O experimento em ambiente protegido foi conduzido em estufa, tipo capela, com dimensões de 10 x 40 m e altura de 5 m, com cortinas laterais retráteis e coberta com filme plástico de espessura 0,1 mm. O solo é Argissolo Vermelho-Amarelo, cuja análise química revelou os seguintes valores: pH=5,4; P=203,1 mg/dm³; K=138 mg/dm³; Ca⁺⁺=6,2 cmol_c/dm³; Mg²⁺=0,6 cmol_c/dm³; Al³⁺=0,0; H + Al=3,3 cmol_c/dm³; CTC (T)=10,45 cmol_c/dm³; V=68% e MO=12,23 dag/kg.

O experimento no campo foi conduzido sob condições naturais, sem proteção. O solo é Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase Terraço cuja análise química revelou os seguintes valores: pH=5,7; P=124,2 mg/dm³; K=192 mg/dm³; Ca⁺⁺=4,6 cmol_c/dm³; Mg²⁺=0,8 cmol_c/dm³; Al³⁺=0,0; H + Al=2,97 cmol_c/dm³; CTC (T)=8,89 cmol_c/dm³; V=66% e MO=12,23 dag/kg.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor de 128 células, onde permaneceram por 20 dias após o semeio realizado no dia 13 de dezembro de 2001, sendo transplantadas, simultaneamente, para o solo dos dois ambientes. Utilizou-se espaçamento o de 1 m entre linhas e 0,6 m entre plantas que foram conduzidas em haste única, com poda acima do sexto racimo e tutoradas verticalmente, com fitilho. Cada parcela experimental foi constituída por 6 plantas úteis, com uma linha externa constituindo a bordadura do experimento.

Em ambos experimentos utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento e, semanalmente, foram realizadas fertirrigações de acordo com os níveis dos nutrientes previamente obtidos por análise do solo e em função da exigência da cultura segundo a sugestão de Adubação para Hortaliças, da 5ª aproximação (Filgueira *et al.*, 1999).

O controle de pragas e doenças foi realizado em conformidade com práticas rotineiras de manejo da cultura (Filgueira, 2000). No ambiente protegido foi instalada uma estação climatológica, a qual registrou dados de umidade relativa do ar, temperatura do ar e radiação. Para o cultivo no campo foram utilizados dados climáticos provenientes da Estação Climatológica Principal de Viçosa, nº 83642.

A colheita dos frutos produzidos no campo foi iniciada no dia 17 de março e encerrada no dia 9 de maio de 2002. No Ambiente protegido, a colheita foi iniciada no dia 13 de março e encerrada no dia 5 de abril. Após a colheita, os frutos foram classificados e pesados, obtendo-se a produção total e comercial. A produção total refere-se ao somatório do peso de todas as colheitas onde foram incluídos todos os frutos, independente da presença de defeitos ou do tamanho. A produção comercial desconsiderou frutos com defeitos como brocados e atacados por fungos ou bactérias, entre outros. Também não foram incluídos nesse grupo, frutos com diâmetro transversal menor que 40 mm para frutos oblongos ('Santa Clara') e frutos com diâmetro transversal menor que 50 mm para frutos redondos ('BGH-320' e 'Carmen').

Para as comparações estatísticas entre as médias de produção total e comercial foi realizada análise conjunta dos dados obtidos em ambos experimentos (Steel *et al.*, 1997). As estimativas das médias foram

submetidas à análise de variância e teste de Tukey ($p < 0.05$) no Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (Ribeiro Júnior, 2001).

2.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os ambientes de cultivo e entre os genótipos para produção total e comercial de frutos (Tabela 1).

A produção de frutos comerciais foi bastante reduzida em relação à produção total para os três genótipos e em ambos ambientes de cultivo (Tabela 2).

No cultivo protegido, a produção comercial de frutos, quando comparada a total, foi reduzida em aproximadamente 40%, 27% e 29% para 'BGH-320', 'Carmen' e 'Santa Clara', respectivamente (Tabela 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para produção de frutos total e comercial dos diferentes genótipos e ambientes avaliados. Viçosa – MG, 2002

Fontes de variação	GL	Quadrado médio	
		Produção total	Produção comercial
Genótipos (A)	2	1860,62 **	1068,38 **
Ambientes (B)	1	18044,10 **	7297,24 **
A x B	2	1935,37 **	1824,86 **
Bloco/Ambiente	10	49,76**	37,88**
Resíduo	20	51,26	51,28
CV (%)		14,51	16,61
Média (t.ha ⁻¹)		75,17	43,09

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F"

Tabela 2. Produção total e comercial de frutos dos diferentes genótipos cultivados no ambiente protegido e no campo. Viçosa – MG, 2002

Produção (t.ha ⁻¹)	Genótipo		
	'BGH-320'	'Carmen'	'Santa Clara'
	ambiente protegido		
Total	56,89 c	105,46 a	84,04 b
Comercial	34,56 c	77,32 a	60,17 b
	campo		
Total	40,83 a	41,18 a	30,04 b
Comercial	33,47 a	28,28 a	24,78 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Para o cultivo no campo, a redução na produção comercial comparada a produção total foi de, aproximadamente, 19%, 32% e 18% para 'BGH-320', 'Carmen' e 'Santa Clara', respectivamente (Tabela 2).

As causas de desclassificação de frutos da categoria comercial no ambiente protegido foram: danos causados pela broca do fruto (aproximadamente 80%) e frutos com diâmetro não comercial segundo a classificação adotada (aproximadamente 20%).

Durante o período de florescimento e frutificação houve alta incidência da broca pequena do fruto (*Neoleucinoides elegantalís*). Esta praga é um dos grandes problemas da cultura do tomateiro, podendo causar prejuízos da ordem de 50% da produção, pois os frutos atacados ficam com a polpa destruída e imprestáveis ao consumo (Gallo *et al.*, 2002).

Segundo Picanço e Marquini (1999), em ambiente protegido, algumas pragas, entre elas a broca pequena do fruto, encontram condições ótimas de desenvolvimento e reprodução. Além disso, ocorre maior dificuldade de estabelecimento de populações de inimigos naturais nestes ambientes (Papadopoulos *et al.*, 1997). Esses fatores podem ter favorecido o surgimento e a disseminação da referida praga dificultando seu controle.

A produção de frutos com diâmetro inferior ao comercial provavelmente é resultado da limitada capacidade da planta em suprir a necessidade de fotoassimilados para o desenvolvimento dos frutos.

O cultivo no campo teve como causas de desclassificação de frutos da categoria comercial os seguintes fatores: danos causados pela broca do fruto (aproximadamente 50%), frutos atacados pelo fungo *Phytophthora*

infestans (aproximadamente 30%) e frutos com diâmetro não comercial segundo a classificação adotada (aproximadamente 20%).

Possivelmente, falhas na aplicação dos inseticidas podem ter contribuído para a diminuição da eficiência do controle da broca pequena do fruto, acarretando perda de frutos tanto no ambiente protegido quanto no campo.

Nunes e Leal (2001), cultivando o tomateiro no campo e em época chuvosa, constataram perda de produção de 17,63% em função do ataque da broca pequena. Esses autores sugerem que a maior ocorrência dessa praga pode estar relacionada à lavagem pela chuva dos inseticidas aplicados para controle e com a maior infestação desse inseto praga favorecida pelas condições climáticas nesse período.

A presença de umidade nas folhas das plantas por prolongados períodos de tempo favoreceu a instalação e disseminação do fungo *Phytophthora infestans*, agente causal da doença 'requeima do tomateiro'. Essa doença é destrutiva pela rapidez de colonização, tanto das folhas e caules quanto dos frutos (Kimati *et al.*, 1997). Em decorrência desta doença, houve grande desfolha das plantas no campo, com conseqüente redução na sua performance e produção. Além disso, a doença provocou perda de frutos, contribuindo para a redução da produtividade total e comercial dos três genótipos neste ambiente.

Além da diferença entre produção total e comercial de frutos, observou-se também que os três genótipos avaliados apresentaram produção total de frutos superior no ambiente protegido quando comparado ao campo (Tabela 3). O acesso BGH-320, o híbrido Carmen e o Cultivar Santa Clara produziram, no ambiente protegido, aproximadamente, 28%, 39% e 35% a mais que no campo.

Entre os três genótipos, o híbrido Carmen, no ambiente protegido, apresentou produção total de frutos significativamente superior aos demais genótipos (Tabela 3). O híbrido Carmen e o acesso BGH – 320 apresentaram produção total de frutos semelhantes quando cultivados no campo, produzindo 41,18 t.ha⁻¹ e 40,83 t.ha⁻¹ respectivamente, valores estes superiores ao cultivar Santa Clara que produziu 30,04 t.ha⁻¹.

Para a produção de frutos comerciais, o desempenho dos genótipos nos diferentes ambientes de cultivo foi bastante semelhante ao observado para produção total, com maiores produções sendo obtidas no ambiente protegido (Tabela 3). No entanto, a produção de frutos comerciais do acesso BGH-320 não diferiu entre os ambientes.

No ambiente protegido, destacou-se o híbrido Carmen, com produção 77% e 22% superior ao 'BGH-320' e 'Santa Clara' respectivamente. No campo, não houve diferença na produção de frutos comerciais entre os genótipos.

Tabela 3. Produção total e comercial de frutos (t.ha⁻¹) para os diferentes ambientes de cultivo e genótipos. Viçosa – MG, 2002

Ambiente	Genótipo			média do ambiente
	'BGH-320'	'Carmen'	'Santa Clara'	
produção total				
protegido	56,89 Ca	105,46 Aa	84,04 Ba	82,13
campo	40,83 Ab	41,18 Ab	30,04 Bb	37,35
média do genótipo	48,86	73,31	57,04	
produção comercial				
protegido	34,56 Ca	77,32 Aa	60,17 Ba	57,35
campo	33,47 Aa	28,28 Ab	24,78 Ab	28,84
média do genótipo	34,01	52,79	42,47	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

O híbrido Carmen alcançou, nos dois ambientes de cultivo, maiores produções total e comercial. O emprego de híbridos F₁ pode proporcionar aumento na produção de tomate 25 a 40%, além de maior uniformidade na maturação, maior vigor inicial e de desenvolvimento (Mello *et al.*, 1988). A produção total do híbrido Carmen no ambiente protegido está próxima a 115 t.ha⁻¹ obtida por Fayad *et al.*, (2001) com o híbrido EF-50.

A produtividade média nacional de tomate é de 50 t.ha⁻¹ (Agrianual, 2001). Este valor não foi alcançado pelos genótipos cultivados no campo. A intensa precipitação que ocorreu durante o desenvolvimento da cultura contribuiu para a redução da produtividade das plantas no campo. No período de 75 dias contados a partir do transplante, ocorrido no início do mês de janeiro, somaram-se, aproximadamente, 645 mm de precipitação

(Figura 1). A constante ocorrência de chuva proporcionou condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças, como discutido anteriormente, o que causou redução na produção de frutos.

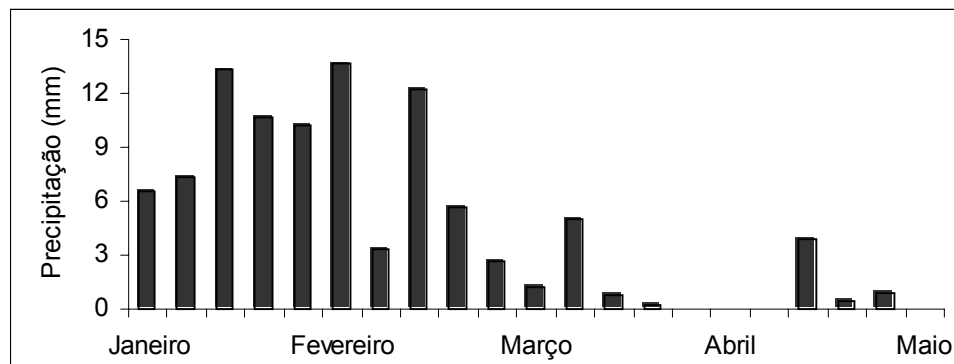


Figura 1. Precipitação média semanal durante a condução do experimento no campo. Viçosa – MG, 2002

Além do efeito dos fatores já citados, a intensidade luminosa no campo foi, aproximadamente, 25% superior à do cultivo protegido (Figura 2).

A luz tem complexa influência no crescimento, desenvolvimento e produção das culturas. O aumento da irradiância pode elevar a produção de fotoassimilados disponibilizando mais carbono para o crescimento da planta e produção de frutos. Entretanto, quando a radiação solar é excessivamente elevada, pode haver aumento na taxa transpiratória da planta resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese (Andriolo, 2000). Este fato pode ter ocorrido no campo, já que se tratava de um cultivo de verão no qual as plantas estiveram expostas à elevada radiação solar.

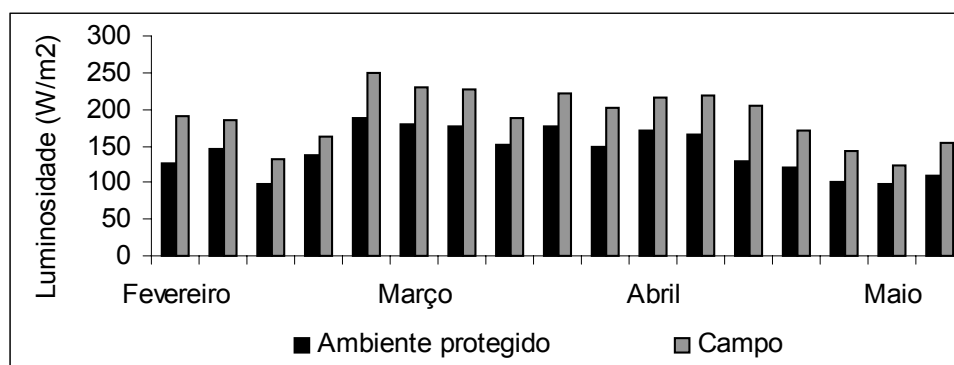


Figura 2. Médias semanais da intensidade luminosa nos dois ambientes de cultivo durante a condução dos experimentos. Viçosa – MG, 2002

Além da luminosidade, outro fator climático que pode ter influenciado a produção das plantas foi a umidade do ar. No ambiente protegido foram observados valores cerca de 10% superiores aos do campo (Figura 3). Esses valores poucas vezes excederam o limite superior de 90% de umidade do ar citados por Grange e Hande (1987) como o valor a partir do qual a fisiologia e desenvolvimento das culturas passam a ser negativamente afetada. Elevada umidade do ar favorece a expansão foliar do tomateiro (Papadopoulos *et al.*, 1997). Esse fato pode ter contribuído para a maior área foliar das plantas cultivadas no ambiente protegido (dados não mostrados). Em função dessa maior área foliar, pode estar havendo maior interceptação de energia e, como resultado, maior produção das plantas cultivadas no ambiente protegido.

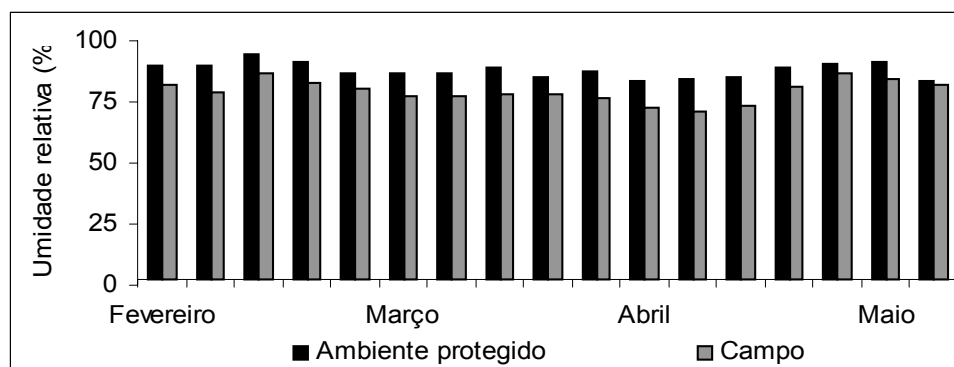


Figura 3. Médias semanais da umidade relativa nos dois ambientes de cultivo durante a condução dos experimentos. Viçosa – MG, 2002

Outra explicação para a maior área foliar dessas plantas é a maior temperatura noturna neste ambiente (dados não mostrados). Segundo Picken *et al.* (1986), a razão de expansão foliar de plantas jovens é aumentada com a elevação da temperatura noturna. Assim, as plantas estariam aptas a captar mais luz no dia seguinte e aumentar sua taxa fotossintética resultando em maior capacidade produtiva.

A temperatura no ambiente protegido foi superior à do campo (Figura 4), e é um fator que afeta diversos processos biológicos da planta, em especial o crescimento e produção (Pearce *et al.*, 1993).

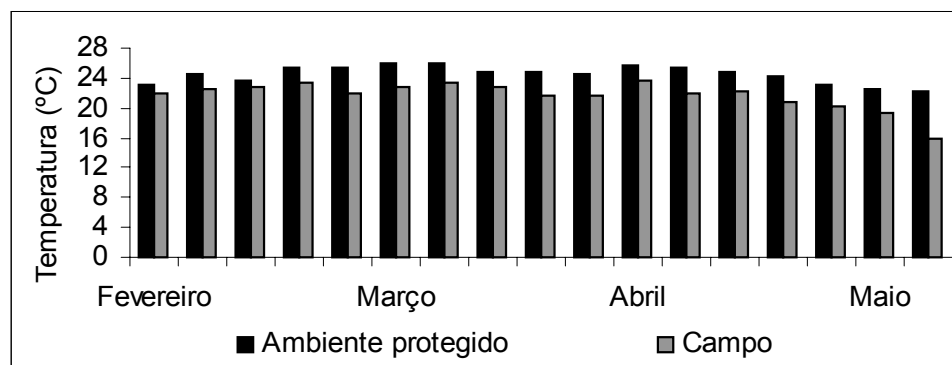


Figura 4. Temperaturas médias semanais nos dois ambientes de cultivo durante a condução dos experimentos. Viçosa – MG, 2002

Pearce *et al.* (1993), propõem que a razão de crescimento dos frutos do tomateiro é determinada primariamente pela temperatura. Com a elevação da temperatura espera-se, também, aumento da atividade metabólica do fruto e maior importação de carbono e água. Como resultado, tem-se aumento da expansão e peso do fruto, como observado por Walker e Ho (1977) em frutos de tomate e por Hole e Scott (1984) em ervilha.

A temperatura afeta também outras reações na planta, envolvendo a absorção mineral e o transporte de assimilados, as quais ocorrem dioturnamente (Andriolo, 2000). Quando a temperatura noturna cai para valores abaixo de 18°C, a velocidade dessas reações diminui, reduzindo também o transporte de fotoassimilados sintetizados durante o dia. Esse transporte somente é retomado no dia seguinte quando a temperatura se eleva novamente, alterando a partição e fixação de matéria seca na planta.

Uma das peculiaridades do ambiente protegido é seu efeito estufa. A retenção do calor e a manutenção da temperatura em valores mais elevados que os observados no cultivo no campo, principalmente durante a noite, proporcionam melhor condições de desempenho às plantas que no campo, em função do aumento da velocidade das reações anteriormente citadas.

Segundo Papadopoulos e Tissen (1983), quando a temperatura diurna é ótima, a precocidade e produtividade, dependendo do genótipo, é determinada pela temperatura noturna. Esses autores sugerem também que quando a temperatura noturna é baixa (8 °C, por exemplo), a frutificação depende fortemente da temperatura diurna. De Koning (1988) encontrou efeito positivo do aumento da temperatura noturna no tamanho e produção

de frutos de tomateiro. Desta forma, a maior temperatura observada no cultivo protegido pode ter contribuído para o maior produtividade obtida neste ambiente.

2.6 – CONCLUSÃO

O ambiente protegido proporcionou maiores produtividades que o campo para os três genótipos avaliados. A maior temperatura nesse ambiente aliada a valores adequados de umidade relativa do ar provavelmente estimularam e aceleraram a velocidade das reações bioquímicas da planta, resultando em maior produção. O manejo da irrigação e da fertilização de forma adequadas proporcionaram manutenção da condição hídrica das folhas favorecendo a transpiração da planta, a absorção, translocação e disponibilização dos nutrientes essenciais ao crescimento, desenvolvimento e produção de frutos.

Apesar das produtividades obtidas no campo estarem aquém da média nacional, os valores obtidos podem ser considerados satisfatórios. Deve-se ressaltar que se tratou de um cultivo de verão, no qual a ocorrência muito constante de chuva dificulta a obtenção de elevadas produtividades em função da elevada suscetibilidade da cultura a doenças.

O híbrido Carmen foi o melhor genótipo nos dois ambientes, com o acesso 'BGH-320' obtendo produção semelhante no cultivo no campo. O acesso 'BGH-320' provavelmente apresenta maior resistência a doenças, o que pode ter contribuído para que sua produtividade fosse semelhante à do 'Carmen' no campo, já que neste ambiente o fator doença foi um importante causador de redução na produção.

2.7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18. p. 26-33, 2000. Suplemento.

AGRIANUAL 2001. **Anuário da Agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2001. 512p.

BAKKER, J. C. Effects of day night humidity on yield and fruit quality of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum* MILL.). **Journal of Horticultural Science**, v.65, p.323-331, 1990.

CALIMAN, F. R. B.; MARIN, B. G.; STRINGHETA, P. C.; SILVA, D. J. H.; MOREIRA, G. R.; ABREU, F. B. Caracterização da qualidade de frutos de 32 acessos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2. 2002. Suplemento 2. CD-ROM.

COCKSHULL, K. E. Crop environment. **Acta Horticulturae**, n.312, p.77-85, 1992.

DE KONING, A. N. M. The effect of different day/night temperature regimes on growth, development and yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science**, v. 63, n.3, p. 465-471. 1988.

DORAIS, M., GOSSELIN, A., PAPADOPOULOS, A. P., Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, v.26, p.239-306, 2001.

FAYAD, J. A., FONTES, P. C. R., CARDOSO, A. A., FINGER, F. L., FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n.3. 2001.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R., OBEID, P. C., MORAIS, H. J., SANTOS, W. V., FONTES, R. R. Tomate tutorado. In: RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., ALBANE, V. H. (Ed). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.

GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA, NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BAPTISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, J. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GRANGE, R. I., HAND, D. W. A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. **Journal of Horticultural Science**, v.62, n.2. p. 125-134, 1987.

HEUVELINK, E. Effect of temperature on biomass allocation in tomato. **Physiologia Plantarum**, V. 94, p. 447-452. 1995.

HOLE, C. C., SCOTT, P. A. Pea fruits extension rate. I. Effect of light, dark and temperature in controlled environment. **Journal of Experimental Botany**, v. 35, p. 790-802. 1984.

JONES, J. B. **Tomato Plant Culture: in the Field, Greenhouse and Home Garden**. CRC Press. Boca Raton. 199p. 1999.

KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L. E. A., REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia**. Ceres. 3 ed. São Paulo. v. 2. 1997. 774p.

KRUG, H. Environmental influences on development, growth and yield. In: WIEN, H. C. **The Physiology of Vegetable Crops**. CAB International, 1.ed. New York, 1997, 685p.

KUROZAWA, C., PAVAN, A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L. E. A., REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia – doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 3.ed. v. 2. 1997, p.774.

LI, Y. L. **Analysis of greenhouse tomato production in the relation to salinity and shoot environment**. 2000. 97p. Ph.D. dissertation, Wageningen University.

LOPES, C. A., SANTOS, J. R. M., AVILA, A. C., BEZERRA, I. C., CHARCHAR, J. N., QUEZADO-DUVAL, A. M. Doenças: identificação e controle. in: GIORDANO, L. B., SILVA, J. B. C. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia. 1 ed. 168 p. 2000.

MANRIQUE, L. A. Greenhouse crops: a reviews. **Journal of Plant Nutrition**, v.16, p.2411-2477, 1993.

MARTINS, S. R., FERNANDES, H. S., ASSIS, F. N., MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 201/202. p.15-23, 1999.

MELLO, P. C. T. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F₁ de tomate. **Horticultura Brasileira**, v.6, n.2. 1988.

MILTHORPE, F. L. Studies on the expansion of the leaf surface I. The influence of temperature. **Journal of Experimental Botany**, v.10, p. 233-249, 1959.

MULHOLLAND, B. J., FUSSEL, M., EDMONDSON, R. N., BASHAM, J., MCKEE, J. M. T. Effect of vpd, K nutrition and root-zone temperature on leaf area development, accumulation of Ca and K and Yield in tomato. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 76, n. 5, p.631-647, 2001.

NIHOUL, P. Controlling glasshouse climate influences the interaction between tomato glandular trichome, spider mite and predatory mite. **Crop Protection**, v. 12, p. 443-447. 1993.

NUNES, M. U. C., LEAL, M. L. S. Efeito da aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos, no controle da broca pequena do fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1. 2001.

PARR, W. J., GOULD, N. H., JESSOB, N. H., LUDLAM, F. A. B. Progress towards a biological control programme for glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) on tomatoes. **Annals of Applied Biology**, v.83, p. 349-363, 1976.

PAPADOPOULOS, A. P., PARARAJASINGHAM, S., SHIPP, J. L., JARVIS, W. R., JEWETT, T. J., CLARKE, N. D. Integrated management of greenhouse vegetable crops. **Horticultural Reviews**, v.21, p. 1-39, 1997.

PAPADOPOULOS , A. P., TISSEN, H. Root and air temperature effects on the flowering and yield of tomato. **Journal American Society for Horticultural Science**, v.108, p.805-809. 1983.

PEARCE, B. D., GRANGE, R. I., HARDWICK, K. The growth of young tomato fruit. II. Environmental influences on glasshouse crops grown in rockwool or nutrient film. **Journal of Horticultural Science**, v.68, p.12-23, 1993.

PICANÇO, M., MARQUINE, F. Manejo integrado de pragas de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, p. 126-133, 1999.

PICKEN, A. J. F., STEWART, K., KLAPWIJK, D. Germination and vegetative development, p. 111-166. In: ATHERTON, J. G., RUDICH, J. **The tomato Crop**. A scientific basis for improvement. Chapman & Hall, New York, 1986.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

STEEL, R. G. D., TORRIE, J. H., DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics**: a biometrical approach. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1997. 666p

VIDA, J. B., ZAMBOLIM, L., VALE, F. X. R., COSTA, H. Manejo de doenças em cultivos protegidos. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado e Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa, 2001. 722p.

WALKER, A. J., HO, L. C. Carbon translocation in the tomato: Carbon import and fruit growth. **Annals of Botany**, v.41, p.813-823. 1977.

ZAMBOLIM, L., COSTA, H., LOPES, C. A., VALE, F. X. R. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, p. 114-125, 1999.

3.0 - QUALIDADE DO TOMATE PRODUZIDO EM AMBIENTE PROTEGIDO E NO CAMPO

3.1 - RESUMO

Foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar a influência de ambientes de cultivo e de genótipos em características de qualidade dos frutos do tomateiro. Os experimentos foram conduzidos em ambiente protegido e no campo, utilizando-se o cultivar Santa Clara, o híbrido Carmen e o 'BGH-320'. O experimento em ambiente protegido foi conduzido sob estufa tipo capela, com dimensões de 10 x 40 m e altura de 5m, coberta com filme plástico de 0,1 mm e, no campo, sob condições naturais, sem proteção. A colheita foi realizada com os frutos no estágio completamente maduro, com 100% da superfície apresentando coloração vermelha intensa. As características de qualidade do fruto avaliadas foram: a) "sabor", obtido pela relação sólidos solúveis totais/acidez titulável; b) teor de açúcares redutores; c) acidez titulável (expressa em % de ácido cítrico); d) pH; e) sólidos solúveis totais (expresso em °Brix); f) "licopeno"; g) teor de ácido ascórbico e h) teor de potássio nos frutos. Foi realizada análise conjunta dos dados de ambos os experimentos. Observou-se que os ambientes de cultivo influenciaram a composição dos frutos produzidos. Frutos produzidos no ambiente protegido foram menos saborosos que os produzidos no campo e com menores teores de açúcares

reduzidos, °Brix, ácido ascórbico e acidez. Entre os genótipos avaliados, frutos do 'Carmen' e 'Santa Clara' apresentaram melhor "sabor" que frutos do 'BGH-320' e maior teor de açúcares redutores e pH. Frutos do 'BGH-320' apresentaram valores de acidez titulável e "licopeno" superiores a frutos do 'Carmen' e 'Santa Clara'. O teor de ácido ascórbico dos frutos do 'Santa Clara' foi superior aos demais genótipos.

3.2 - ABSTRACT

Two experiments were carried aiming to evaluate the influence of cultivation environment and genotypes in tomato fruit quality characteristics. The experiments were carried in protected environment and in the field, being used Santa Clara cultivar, Carmen hybrid and the 'BGH-320'. The experiment in protected environment was carried under greenhouse type chapel, with dimensions of 10 x 40 m and height of 5m, covered with plastic film of 0,1 mm and, in the field, under natural conditions, without protection. The fruits were picked in the stadium ripe, with 100% of the surface presenting intense red coloration. The characteristics of fruit quality evaluated were: a) "flavor", obtained by the total soluble solids/titratable acidity ratio; b) sugar reducing content; c) titratable acidity (expressed in% of citric acid); d) pH; e) total soluble solids (expressed in °Brix); f) "lycopene"; g) ascorbic acid content and h) potassium fruit content. United analysis of the data of both experiments was accomplished. It was observed influences at the cultivation environment in the fruit composition. Fruits produced in the protected environment were less tasty than produced in the field and with smaller sugars reducing content, °Brix, ascorbic acid and acidity. Among the genotypes, 'Carmen' and 'Santa Clara' fruits presented better "flavor" that 'BGH-320' fruits and larger sugar reducing content and pH. 'BGH-320' fruits presented higher values of titratable acidity and "lycopene" that 'Carmen' and

'Santa Clara' fruits. The ascorbic acid content of the 'Santa Clara' fruits it was superior to the other genotypes.

3.3 - INTRODUÇÃO

O tomate possui em sua composição 92,5 a 95% de água e 5 a 7,5% de matéria seca (Davies e Hobson, 1981). Na matéria seca destacam-se os açúcares (principalmente glicose e frutose) que representam, aproximadamente, 48% da sua composição, os ácidos orgânicos (cítrico e málico, principalmente) com 13%, minerais (principalmente K, N e P) com 8% e uma pequena fração, porém importante do ponto de vista nutricional, constituída por vitaminas e pigmentos antioxidantes como o licopeno.

O teor de açúcares redutores (glicose e frutose) pode variar de 1,7 a 4% do peso do fruto fresco dependendo de diversos fatores entre os quais o cultivar e a radiação solar durante o período de desenvolvimento do fruto (Davies e Hobson 1981). Segundo Grierson e Kader (1986), elevados teores de açúcares são encontrados em frutos de plantas expostas à elevada irradiância.

A maior parte do carbono orgânico produzido durante a fotossíntese é dirigido à síntese de sacarose, principal metabólito móvel na planta (Loewus e Tanner, 1982). A sacarose pode ser remobilizada dos tecidos fotossintetizantes (folhas) para os demais órgãos do tomateiro podendo ser hidrolisada tanto pela enzima sacarose sintase quanto pela invertase ácida, sendo armazenada, principalmente nos frutos, sob a forma de glicose e frutose (Ho, 1996).

Por serem os principais constituintes da matéria seca, os açúcares e os ácidos são os responsáveis pelo sabor do fruto e pelo rendimento na industrialização do tomate.

Açúcares, ácidos e suas interações são importantes para a percepção da intensidade do sabor (Grierson e Kader, 1986). Elevado teor de açúcares e, relativamente, elevado teor de ácidos são requeridos para o melhor sabor. Elevado teor de ácidos e baixo teor de açúcares resultam em frutos de sabor ácido, enquanto elevado teor de açúcares e baixo teor de ácidos proporcionam sabor suave. Quando ambos, açúcares e ácidos, são reduzidos o fruto se torna insípido (Jones, 1999).

A acidez dos frutos é importante no processo de industrialização, uma vez que elevados valores reduzem o pH da polpa dos frutos, o qual está relacionado à segurança do produto industrializado. Elevados valores de pH propiciam o desenvolvimento de microrganismos nocivos à conservação do produto (Carvalho, 1980), necessitando, também, de longo período de aquecimento para esterilização no processo de industrialização (Stevens, 1972).

Para a indústria, é importante o teor de sólidos solúveis totais nos frutos (°Brix), o qual é responsável pela consistência do produto processado, bem como pelo rendimento industrial, principalmente quando o objetivo é a desidratação e ou concentração da polpa (Carvalho, 1980).

Além das características citadas, são importantes, no que se refere ao valor nutricional do tomate, os teores de licopeno, vitamina C e potássio devido aos efeitos benéficos destes à saúde humana. Franceschi *et al.* (1994) e Frusciante *et al.* (2000) relataram que o consumo de tomate e de seus subprodutos (catchup, purê etc) apresenta correlação negativa com o desenvolvimento de tumores do trato digestivo e câncer da próstata.

Atualmente, há crescente interesse da população em incluir na sua dieta alimentos que contribuam para a manutenção da saúde do seu corpo. Muitos compostos que conferem efeito protetor ao organismo têm sido identificados em frutos e vegetais, destacando-se, entre eles, antioxidantes (vitaminas, flavonóides, carotenóides), fibras, selênio, potássio, isoflavonóides etc. Ao contrário do que pensavam os povos antigos, sabe-se hoje que o tomate possui muitos destes elementos protetores (Jones, 1999;

Dorais *et al.*, 2001), o que o torna importante alimento para a dieta humana. Estudos epidemiológicos demonstram que o consumo de tomate tem correlação negativa com risco de doenças cardiovasculares, catarata, diferentes formas de câncer etc, fato este atribuído principalmente à presença de β -caroteno, licopeno e vitamina C (Dorais *et al.*, 2001).

O efeito protetor proporcionado pelo licopeno ao organismo humano, o qual pode também ser estendido à vitamina C, deve-se à capacidade deste antioxidante em proteger as células de reações com radicais livres, as quais possibilitam o desenvolvimento de doenças crônicas como citado por Rao e Agarwal (1999). Segundo esses autores, além da atividade antioxidante, atribui-se ao licopeno a capacidade de induzir a comunicação célula-célula e regular o balanço hormonal do organismo humano, contribuindo para seu bom funcionamento.

Encontrada em frutos e vegetais na forma de ácido ascórbico, a vitamina C é tida como uma das mais importantes vitaminas para a dieta humana. Suas principais funções no organismo humano estão relacionadas à prevenção do escorbuto e manutenção da pele e dos vasos sanguíneos (Lee e Kader, 2000).

Como outros constituintes do tomate, o potássio tem importante participação na manutenção da saúde do organismo humano. Estudos epidemiológicos e clínicos demonstram que o potássio tem função reguladora da pressão sanguínea (Feng & MacGregor, 2001). Sua ingestão pode ter também outros efeitos benéficos como a redução do risco de derrame cerebral, prevenção do desenvolvimento de cálculo renal e osteoporose (Ascherio *et al.*, 1996).

Muitos fatores podem interferir na composição da matéria seca de frutos de tomateiro no que se refere aos teores de vitamina C, licopeno, potássio, açúcares entre outros, dentre eles a constituição genotípica. Cultivares com frutos de cor alaranjada possuem elevados teores de carotenóides, β -caroteno e compostos voláteis, enquanto cultivares de frutos de coloração amarelada chegam a possuir teor de licopeno 10 vezes menor que as cultivares de cor vermelha (Hart e Scott 1995). Espécies silvestres chegam a apresentar duas vezes mais licopeno e vitamina C que cultivares comerciais (Dorais *et al.*, 2001).

Além do genótipo, alguns constituintes dos frutos são influenciados por condições ambientais. Venter (1977) relata que o teor de ácido ascórbico em frutos de tomateiro aumenta com o aumento da luminosidade.

A incidência direta e intensa de luz solar nos frutos tem efeito na sua composição, podendo reduzir e, em alguns casos, inibir a biossíntese e acúmulo de licopeno (Grierson e Kader, 1986).

A temperatura é importante fator relacionado ao acúmulo de licopeno em frutos de tomateiro. Temperaturas entre 22 e 25°C são consideradas ideais a biossíntese deste carotenóide. Abaixo de 10°C e acima de 30°C, a biossíntese torna-se comprometida (Grierson e Kader, 1986; Dorais *et al.*, 2001). A temperatura afeta também a importação de fotoassimilados pelo fruto. Dorais *et al.* (2001), relataram que o aumento de 1°C na temperatura ambiente proporciona aumento de 0,07% no conteúdo de matéria seca dos frutos.

Diferentes ambientes de cultivo podem apresentar variação nas condições climáticas e afetar a fisiologia das plantas. O cultivo em ambiente protegido vem sendo expandido nos últimos anos como forma de se prevenir a sazonalidade na oferta de produtos ao longo do ano. Sabe-se, no entanto, que nestes ambientes há consideráveis alterações na luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar, podendo tais alterações, afetar a produção e partição de fotoassimilados na planta e, conseqüentemente, a composição do alimento produzido. Porém, poucos são os trabalhos que discutem a qualidade de alimentos produzidos nestes ambientes.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de ambientes de cultivo e de genótipos sobre as características “sabor”, teor de açúcares redutores, acidez, pH, sólidos solúveis totais, e teores de “licopeno”, ácido ascórbico e potássio em frutos de tomate.

3.4 - MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização do delineamento experimental e do sistema de produção empregado nos experimentos está detalhada no artigo referente a produção (Artigo 1).

Para a análise das características de interesse, os frutos foram colhidos no estágio completamente maduro, com 100% da superfície apresentando coloração vermelha intensa, sendo as análises realizadas no laboratório de Pigmentos e Secagem do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV.

As características avaliadas foram: a) “sabor”, obtido pela relação sólidos solúveis totais/acidez titulável como descrito por Kader *et al.* (1978); b) teor de açúcares redutores, utilizando-se a metodologia descrita por Dubois *et al.* (1956) e modificada por Johnson *et al.* (1966); c) acidez titulável (expressa em % de ácido cítrico); d) pH; e) sólidos solúveis totais (expresso em °Brix); f) carotenóides totais, expresso como “licopeno”, utilizando-se espectrofotometria, com leitura no pico de máxima absorção a 472 nm lidos no espectro entre 400 e 520 nm, com valor de absorvidade de $E_{1cm}^{1\%} = 3450$ (Tan, 1988; Hart e Scott, 1995); g) Ácido ascórbico, determinado por titulação com 2,6-diclorofenolindofenol, segundo metodologia da AOAC (1975) 43.051 – 43.055; h) teor de potássio, extraído do tecido dos frutos por meio da digestão nítrico-perclórica e determinado

por fotometria de chama. Para a determinação da acidez, pH e °Brix utilizou-se a metodologia de Pregolato e Pregolato (1985).

Os pigmentos extraídos do tomate não foram isolados neste trabalho e será comum a menção ao licopeno, sem desconsiderar a contribuição dos outros pigmentos, pois a cor vermelha do tomate é atribuída ao seu principal caroteno, o licopeno, que constitui 80%, podendo chegar até 90%, do total de carotenóides do tomate (Tan, 1996; Dorais *et al.*, 2001).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e conjunta envolvendo os dois ambientes (Steel *et al.*, 1997). Os resultados médios foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema para Análise Estatística e Genética–SAEG (Ribeiro Júnior, 2001).

3.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se significância do efeito de ambientes de cultivo para as características “sabor”, açúcares redutores, acidez titulável, °Brix e ácido ascórbico. Houve diferença entre genótipos para todas as características de qualidade dos frutos analisadas, exceto para o teor de potássio, para o qual houve interação significativa entre genótipos e entre ambientes de cultivo (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para características de qualidade do fruto de diferentes genótipos de tomateiro (‘BGH-320’, ‘Carmen’ e ‘Santa Clara’) cultivados em ambiente protegido e no campo. Viçosa – MG, 2002

FV	GL	Quadrado médio							
		“Sabor”	Açúcares redutores	Acidez titulável	pH	°Brix	“Licopeno”	Ácido ascórbico	Potássio
Genótipos (G)	2	69,5560**	1,0436**	0,0516**	0,1497**	0,6108*	13,4686**	72,1237*	0,0022 ^{ns}
Ambientes (A)	1	202,7823**	3,8357**	0,0123*	0,0011 ^{ns}	34,8100**	1,0167 ^{ns}	158,4284**	0,5620*
G x A	2	6,0491 ^{ns}	0,1753 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	0,0075 ^{ns}	0,4225 ^{ns}	0,4089 ^{ns}	31,0761 ^{ns}	0,4000*
Bloco/Amb	10	6,5964 ^{ns}	0,1388 ^{ns}	0,0049*	0,0081 ^{ns}	0,4918*	1,4288 ^{ns}	9,3829 ^{ns}	0,0371 ^{ns}
Resíduo	20	4,6242	0,1047	0,0019	0,0068	0,1652	1,0659	15,68	0,0890
CV (%)		14,88	13,71	13,18	1,84	8,71	13,51	26,53	7,09

** , * - significativo a 1 % e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns - não significativo.

Frutos do ‘Carmen’ e ‘Santa Clara’ foram mais saborosos e com maior teor de açúcares redutores e pH que frutos do acesso ‘BGH-320’. No entanto, frutos do acesso BGH-320 apresentaram maiores valores de acidez titulável e “licopeno” que os frutos do ‘Carmen’ e ‘Santa Clara’ (Tabela 2).

Frutos nos quais se observou maior teor de ácido ascórbico foram os do ‘Santa Clara’, seguidos pelos frutos do acesso BGH-320, com valores intermediários e frutos do ‘Carmen’ com menor teor de ácido ascórbico (Tabela 2).

Tabela 2. Características de qualidade do fruto dos diferentes genótipos cultivados nos diferentes ambientes. Viçosa – MG, 2002

Ambiente	Genótipo de tomateiro			média geral
	‘BGH-320’	‘Carmen’	‘Santa Clara’	
“Sabor”				
Protegido	10,33	12,17	13,72	12,07 b
Campo	13,59	17,07	19,81	16,82 a
média geral	11,96 B	14,60 A	16,76 A	
Açúcares redutores (mg/100g fruto fresco)				
Protegido	1,80	2,35	2,05	2,06 b
Campo	2,31	2,86	2,98	2,71 a
média geral	2,05 B	2,60 A	2,51 A	
Acidez titulável (% ácido cítrico)				
Protegido	0,37	0,30	0,26	0,31 b
Campo	0,44	0,31	0,30	0,35 a
média geral	0,40 A	0,30 B	0,28 B	
pH				
Protegido	4,34	4,54	4,56	4,48
Campo	4,37	4,59	4,51	4,49
média geral	4,35 B	4,55 A	4,54 A	
°Brix				
Protegido	3,83	3,62	3,60	3,68 b
Campo	5,82	5,20	5,93	5,65 a
média geral	4,82 A	4,76 A	4,40 A	
“Licopeno” (mg/100g fruto fresco)				
Protegido	8,88	6,95	7,62	7,81
Campo	8,82	6,75	6,86	7,47
média geral	8,85 A	7,24 B	6,85 B	
Ácido ascórbico (mg/100g fruto fresco)				
Protegido	12,70	12,03	13,76	12,83 b
Campo	15,23	14,17	21,66	17,02 a
média geral	13,96 AB	13,10 B	17,71 A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

De acordo com Kader *et al.* (1978) e Mencarelli e Saltveit Jr. (1988), o fruto é considerado de excelente sabor quando apresenta relação sólidos solúveis totais/acidez titulável superior a 10. Os três genótipos avaliados apresentaram valores superiores a 10 para a relação mencionada, estando,

portanto, adequados ao consumo “in natura”. Os autores sugerem ainda que frutos de alta qualidade devem possuir valores superiores a 0,32% e 3% para acidez titulável e de sólidos solúveis totais, respectivamente. Neste experimento, o cultivar Santa Clara e o híbrido Carmen não alcançaram o valor mínimo de acidez desejável (Tabela 2).

Um fator que pode estar relacionado a diferença no teor de açúcares redutores entre os ambientes de cultivo é a intensidade luminosa. No cultivo no campo, seu valor foi, em média, 25% superior ao do cultivo protegido no ambiente protegido (Figura 1). O aumento da luminosidade, desde que dentro de limites que não causem danos ao aparato fotossintético, eleva a atividade fotossintética das folhas. Logo, é possível que o maior teor de açúcares encontrado nos frutos produzidos no campo deva-se, em parte, a maior luminosidade neste ambiente de cultivo, onde se espera maior atividade fotossintética e, conseqüentemente, maior teor de açúcares sendo armazenados nos frutos.

Houve efeito de genótipos e de ambientes de cultivo na acidez dos frutos avaliados (Tabela 2). Segundo Mahakun *et al.* (1979), tem-se no fator genético o principal efeito responsável por diferentes teores de ácidos nos frutos do tomateiro. Há grande variação entre genótipos para pH e acidez de frutos. Stevens e Rick (1986) relataram valores de pH de 4,26 a 4,82 para diferentes acessos de *Lycopersicon esculentum* e porcentagem de ácido cítrico variando de 0,40 a 0,91 %, já Stevens *et al.* (1979) e Mitchell *et al.* (1991) encontraram valores ainda menores para porcentagem de ácido cítrico chegando a 0,25%. Loures (2001), avaliando o híbrido Carmen, obteve acidez titulável (% de ácido cítrico) de 0,46 e 0,49%, em cultivo em estufa e no campo, respectivamente.

Durante o desenvolvimento do fruto, sua acidez aumenta atingindo valor máximo nos primeiros sinais de coloração amarela (estádio “breaker”), diminuindo progressivamente com o aparecimento da cor rosa (Davies e Hobson, 1981) ou à medida que o fruto avança para o completo amadurecimento (Hobson, 1987). Os valores de acidez dos frutos do tomateiro obtidos neste trabalho foram relativamente baixos, principalmente para o cultivar Santa Clara. A colheita dos frutos no estágio completamente

maduro, onde a acidez encontra-se em declínio, provavelmente é a causa dos baixos valores obtidos.

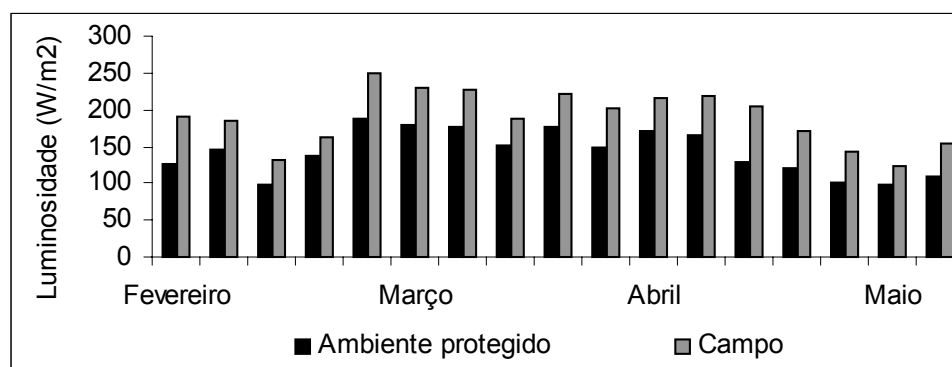


Figura 1. Médias semanais da intensidade luminosa nos diferentes ambientes de cultivo, Viçosa – MG, 2002

O efeito do ambiente de cultivo na acidez dos frutos é bastante complexo. Alguns estudos mencionam a hipótese de que os ácidos orgânicos são produzidos no próprio fruto a partir de carboidratos armazenados (Sakiyama e Stevens, 1976), embora parte deles possa ser translocado das folhas e raízes para os frutos (Bertin *et al.*, 2000). Desta forma, a menor acidez dos frutos produzidos no ambiente protegido pode ser efeito da menor atividade fotossintética das plantas neste ambiente ou, resultado do efeito diluição, já que neste ambiente houve maior umidade relativa, o que favorece o acúmulo de água nos frutos (Bertin *et al.*, 2000).

A variação no °Brix observada entre os ambientes de cultivo pode estar relacionada a atividade fotossintética das plantas. Os açúcares (principalmente glicose e frutose) representam, aproximadamente, 65% dos sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos de tomateiro (Ho & Hewitt, 1986). Logo, qualquer fator que altere a síntese de sacarose afetará o acúmulo de glicose e frutose nos frutos, alterando também o °Brix. Os valores de °Brix dos frutos analisados no presente trabalho foram superiores a variação de 3,57 a 3,75 observados por Ferreira (2001) avaliando frutos do cultivar Santa Clara cultivado no campo.

Outro constituinte da matéria seca do tomate que pode ser alterado pelas condições do ambiente de cultivo e pelo genótipo é o teor de licopeno. Neste trabalho foi observado efeito de genótipos no teor de licopeno dos

frutos, não havendo influência dos ambientes de cultivo sobre esta característica.

Os teores de “licopeno” encontrados nos frutos dos genótipos avaliados estão de acordo com valores apresentados por Frusciante *et al.*, (2000), que relatam variação de 5,5 – 7,5 mg/100g e 2,5 – 14,8 mg/100g de frutos frescos de cultivares e híbridos, respectivamente e Camargos (1998) ao avaliar o híbrido Carmen, cultivado em estufa, com valores de 6,25 a 8,72 mg/100g de fruto fresco. São encontrados, na literatura, valores de 4,36 a 18,1 mg/100g de fruto fresco (Meredith & Purcell, 1966; Davies & Hobson, 1981; Hart & Scott, 1995), sendo esta variação atribuída a diferentes ambientes de cultivo e a diferentes genótipos.

Esperava-se que frutos produzidos no campo apresentassem maior teor de licopeno que frutos produzidos no ambiente protegido já que, sob temperaturas ideais (22 - 25°C), a biossíntese do licopeno é estimulada pela luminosidade que foi, aproximadamente, 25% mais intensa no campo. Além disso, as plantas tendem a se adaptar a condições adversas de clima como maior luminosidade formando espessas camadas de cera e maior pigmentação (Pearce *et al.*, 1993). Observou-se pequena diferença nos valores de temperatura entre os dois ambientes de cultivo (Figura 2) e, desta forma, é possível que este fator, isoladamente, não tenha influenciado, o teor de “licopeno” dos frutos analisados. Deve-se ressaltar que, durante a condução do experimento no campo, as plantas estiveram expostas à elevada precipitação (Figura 3) aliada a períodos de baixa temperatura, os quais favoreceram a instalação do fungo *Phytophthora infestans* que causou redução na área foliar da planta expondo os frutos a incidência direta de luz solar. Segundo Grierson e Kader (1986), quando frutos de tomate são expostos à radiação direta, sua temperatura pode ser elevada em até 10°C acima da temperatura do ar ambiente. Essa exposição pode ter elevado a temperatura dos frutos a valores desfavoráveis a biossíntese do licopeno, fazendo com que o teor desse carotenóide nos frutos produzidos no campo fosse semelhante ao dos frutos produzidos no ambiente protegido.

Assim como “licopeno”, o teor de ácido ascórbico é fortemente influenciado pelas condições do ambiente de cultivo, sendo a luminosidade o principal fator a afetar o seu teor em frutos de tomateiro. Além das condições

climáticas, o genótipo tem forte influência sob esta característica. Os teores de ácido ascórbico dos frutos de tomate avaliados no presente trabalho estão de acordo com os dados apresentados por Davies e Hobson (1981). Esses autores relataram teor de ácido ascórbico variando entre 10 e 30 mg/100g de fruto fresco, considerando cultivo protegido e campo e também diferentes genótipos. Já Stevens & Rick (1986) relataram variações, para diferentes genótipos, de 8 a 130 mg/100g de fruto fresco. Loures (2001), avaliando o híbrido Carmen, encontrou teor de ácido ascórbico de 4,80 e 5,65 mg/100g para estufa e campo, respectivamente.

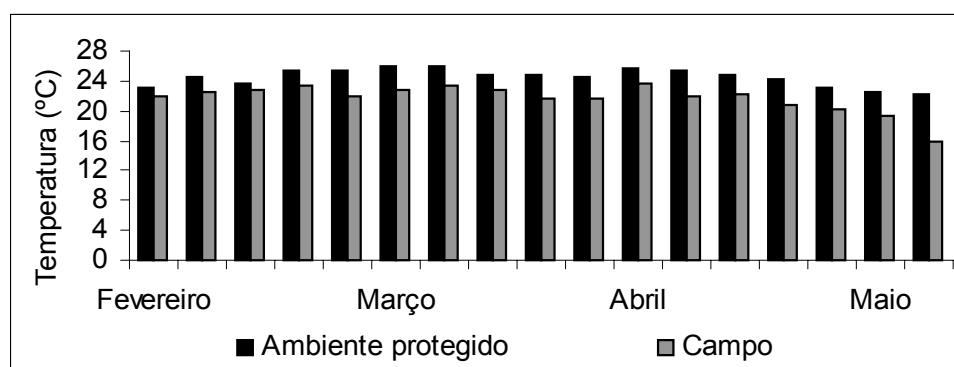


Figura 2. Temperaturas médias semanais nos diferentes ambientes de cultivo. Viçosa – MG, 2002

Embora não seja essencial para a síntese do ácido ascórbico, a luminosidade durante o período de crescimento da planta afeta seu teor nos frutos. O ácido ascórbico é sintetizado a partir dos açúcares produzidos na fotossíntese (Lee & Kader, 2000). Como mencionado anteriormente, a produção de açúcares é função da taxa fotossintética da planta, que por sua vez é função da intensidade luminosa. Assim, o menor teor de ácido ascórbico dos frutos produzidos no ambiente protegido provavelmente é causa da menor luminosidade neste ambiente, que pode ter reduzido a produção de açúcares, substrato para a síntese de ácido ascórbico.

Com relação ao teor de potássio, houve interação significativa entre ambientes de cultivo e entre genótipos (Tabela 3). O maior teor de potássio foi obtido nos frutos do ‘Santa Clara’ quando produzidos no campo. Frutos do ‘BGH-320’ e do ‘Carmen’ apresentaram teores de potássio semelhantes nos dois ambientes de cultivo.

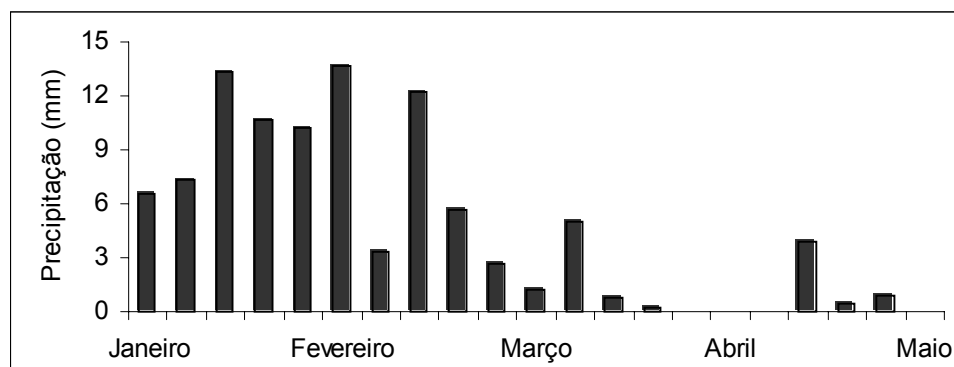


Figura 3. Médias semanais e distribuição da precipitação no experimento no campo ao longo do ciclo de cultivo do tomateiro. Viçosa – MG, 2002

Os teores de potássio dos frutos analisados variaram 3,9 a 4,56 dag.kg⁻¹ da matéria seca, pouco superiores aos valores de 3 a 4 dag.kg⁻¹ mencionados por Ho e Hewitt (1986). O teor de potássio do solo do ambiente protegido era inferior ao do campo, podendo contribuir para que se observassem diferenças também nos teores de potássio dos frutos.

Tabela 3. Teor de potássio (dag. Kg⁻¹ da matéria seca) em frutos do acesso BGH-320, do híbrido Carmen e do cultivar Santa Clara, cultivados em ambiente protegido e campo. Viçosa – MG, 2002

AMBIENTE	GENÓTIPO			média geral
	'BGH-320'	'Carmen'	'Santa Clara'	
protegido	4,26 Aa	4,08 Aa	3,90 Ab	4,03
campo	4,16 Aa	4,31 Aa	4,53 Aa	4,33
média geral	4,21	4,19	4,21	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

A principal fonte de energia para células e tecidos não fotossintetizantes é a respiração, sendo os carboidratos produzidos durante a fotossíntese os principais substratos deste processo, como citado por Marschner (1995). O mesmo autor relata que, em raízes, frutos e outros órgãos não fotossintetizantes, sob condições de insuficiente suprimento de carboidratos dos tecidos fonte (folhas), tem-se observado correlação positiva entre teor de carboidratos e absorção e acúmulo de íons, como o potássio. Portanto, qualquer fator que afete a disponibilidade de carboidratos para a respiração pode afetar também o acúmulo de íons. Desta forma, a menor

luminosidade no ambiente protegido pode estar contribuindo para a redução da fotossíntese e disponibilidade de carboidratos ao processo respiratório, implicando no menor teor de potássio nos frutos.

Além da diferença de luminosidade, a umidade relativa do ar foi alterada no ambiente protegido. Observaram-se valores aproximadamente 10% superiores no ambiente protegido quando comparados aos do campo (Figura 4).

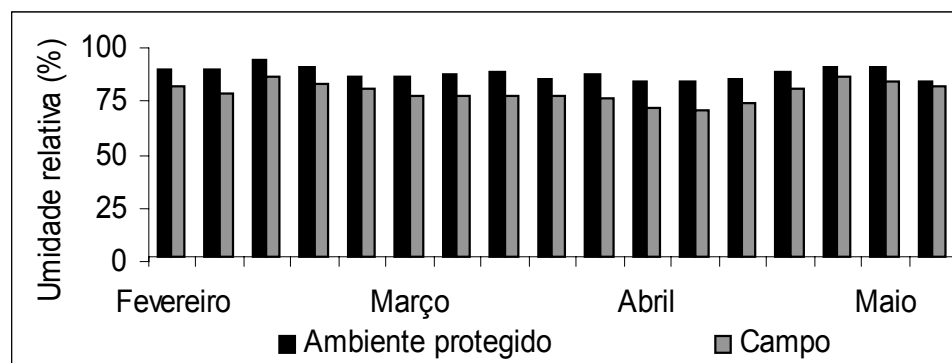


Figura 4. Médias semanais da umidade relativa do ar nos dois ambientes de cultivo. Viçosa - MG, 2002

Esse fator pode ter influenciado o crescimento e composição dos frutos. Bertin *et al.*, (2000) relatam que a umidade relativa reduz a transpiração do fruto e promove o fluxo xilemático de água em sua direção como conseqüência da menor transpiração da planta, uma vez que o fruto é forte dreno por ter alta concentração de moléculas orgânicas e, conseqüentemente, baixo potencial hídrico. Assim, a absorção de água pelos frutos pode ter sido favorecida, causando “efeito diluição”. Este fato pode estar contribuindo para o menor “sabor” assim como menor °Brix e teores de açúcares redutores e ácido ascórbico nos frutos produzidos no ambiente protegido.

3.6 - CONCLUSÃO

Os ambientes de cultivo influenciaram as características de qualidade do fruto analisadas. Frutos produzidos no ambiente protegido foram menos saborosos e sua acidez, teores de açúcares redutores, °Brix e ácido ascórbico foram inferiores aos dos frutos produzidos no campo. As características acidez titulável, pH e “licopeno” não foram afetadas pelos ambientes de cultivo. Entre os genótipos, o acesso ‘BGH-320’ teve maior acidez titulável, pH, e “licopeno”. Frutos do ‘Carmen’ e do ‘Santa Clara’ foram mais saborosos e com maior teor de e açúcares redutores. Frutos do ‘Santa Clara’ tiveram maior teor de e ácido ascórbico. Para teor de potássio nos frutos, não houve diferença entre os genótipos quando avaliados num mesmo ambiente. Frutos do ‘Santa Clara’ apresentaram menor teor quando produzidos no ambiente protegido em comparação ao campo.

3.7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION Of ANALYTICAL CHEMISTS – A. O. A. C. – **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D. C., 1975. 1094p.

ASCHERIO, A., HENNEKENS, C., WILLETT, W.C., SAKCS, F., ROSNER, B., MANSOM, J., WITTEMAN, J., STAMPFER, M.J. Prospective study of nutritional factors, blood pressure, and hypertension among US women. **Hypertension**, v. 27, p. 1065-1072, 1996.

BAR TAL, A., PRESSMAN, E. Root restriction and potassium and calcium solution concentrations affect dry-matter production, cation uptake, and blossom-end rot in greenhouse tomato. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 121, p. 649-655, 1996.

BERTIN, N., GHICHARD, N., LEONARDI, C., LONGUENESSE, J. J., LANGLOIS, D., NAVES, B. Seasonal evolution the quality of fresh glasshouse tomato under Mediterranean conditions, as affected by vapour pressure deficit and plant fruit load. **Annals of Botany**, v.85. p.741-750, 2000.

CALIMAN, F. R. B.; MARIN, B. G.; STRINGHETA, P. C.; SILVA, D. J. H.; MOREIRA, G. R.; ABREU, F. B. Caracterização da qualidade de frutos de 32 acessos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2 .2002. Suplemento 2. CD-ROM.

CAMARGOS, M. I. **Produção e qualidade de tomate longa vida em estufa, em função do espaçamento e do número de cachos por planta**. Viçosa: UFV, 1998. 67p. (Tese M.S.).

CARVALHO, V. D. Características químicas e industriais do tomate. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 6. v. 66, p. 63-68, 1980.

DAVIES, J. N.; HOBSON, G. E. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 15, p. 205 – 280, 1981.

DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. 4. ed. Barcelona: Ômega, 1982. 517 p. (n. chamada. 581.1d479f)

DORAIS, M., GOSELIN, A., PAPADOPOULOS, A. P., Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, v.26, p.239-306, 2001.

DUBOIS, M., GILES, K. A., HAMILTON, J. K., REBERS, P. A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356. 1956.

FENG, J. H., MACGREGOR, G. A. Beneficial effects of potassium. **Clinical Review**, v. 323, p. 479-501, 2001.

FERREIRA, M. M. M. **Índice de nitrogênio para o diagnóstico do estado nutricional do tomateiro em presença e ausência de adubação orgânica**. Viçosa: UFV, 2001. 145p. (tese D.S.)

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402 p.

FRANCESCHI, S., BIDOLI, E., L. A VECCHIA, C., TALAMINI, R., D'AVANZO, B., NEGRI, E., **International Journal of Cancer**. v. 59, p. 151, 1994.

FRUSCIANTE, L., BARONE, B., CARPUTO, D., ERCOLANO, M. R., DELLA ROCA, F., ESPOSITO, S. Evaluation and use of plant biodiversity for food and pharmaceuticals. **Fitoterapia**, v.71, p.66-72, 2000.

GIORDANO, L. B., RIBEIRO, C. S. C. Origem, Botânica e Composição química do fruto. In: GIORDANO, L. B., SILVA, J. B. C. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia. 1 ed. 168 p. 2000.

GRIERSON, D., KADER, A. A. Fruit ripening and quality. p.241-280 In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. **The tomato crop**. A scientific basis for improvement. Chapman & Hall, New York, 1986.

HART, D. J.; SCOTT, K. J. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. **Food Chemistry**, v.54, p. 101 – 111, 1995.

HO, L. C. The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. **Journal of Experimental Botany**, v.47, special issue, p.1239-1243, 1996.

HO, L. C., HEWITT, J. D. Fruit development, p.201-239. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. **The tomato crop**. A scientific basis for improvement. Chapman & Hall, New York, 1986.

HOBSON, G.E. Low-temperature injury and the storage of ripening tomatoes. **Journal Horticultural Science**, v.62, n.1, p.55-62. 1987.

JOHNSON, R. R., BALWANI, T. L., JOHNSON, L. J., McCLURE, K. E., DEHORITY, B. A. Corn plant maturity. II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, v. 25, p. 612-623. 1966.

JONES, JR., J. B. **Tomato Plant Culture: in the field, greenhouse and home garden**. New York, CRC Press. 1998. 199p.

KADER, A. A., MORRIS, L. L., STEVENS, M. A., ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 113, n. 5, p. 742-745, 1978.

LEE, S. K., KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, p.207-220, 2000.

LOEWUS, F. A., TANNER, W. **Encyclopedia of plant physiology**. Plant carbohydrates I. New York. v. 13A. 1982.

LOURES, J. L. **Estabelecimento e avaliação do sistema de produção denominado Fito, em estufa e campo**. Viçosa: UFV, 2001. 105p. (Tese D.S.)

MAHAKUN, N., LEEPER, P. W., BURNS, E. E. Acidic constituents of various tomato fruit types. **Journal of Food Science**, v.44, p.1241-1244, 1979.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ed. , New York, Academic Press, 889p., 1995.

MENCARELLI, F., SALTVEIT JR., M. E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 113, n.5, p. 742-745, 1988.

MEREDITH, F. I.; PURCELL, E. A. Changes in the concentration of carotenes of ripening homestead tomatoes. **Proceeding American Society Horticultural Science**, v. 89, p.544, 1966.

MITCHELL, J. P., SHENNAN, C., GRATTAN, S. R., MAY, D. M. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.116, n.2, p.215-221, 1991.

PREGOLATO, W., PREGOLATO, D. P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: 3 ed., v.1, 1985. 533p.

PEARCE, B. D., GRANGE, R. I., HARDWICK, K. The growth of young tomato fruit. II. Environmental influences on glasshouse crops grown in rockwool or nutrient film. **Journal of Horticultural Science**, v.68, p.12-23, 1993.

RAO, A. V., AGARWAL, S. Role de lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic disease: a review. **Nutrition Research**, v. 19, p. 305-323, 1999.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SAKIYAMA, R., STEVENS, M. A. Organic acid accumulation in attached and detached tomato fruits. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.101, p.394-396, 1976.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1997. 666p.

STEVENS, M. A., RICK, C. M. Genetics and breeding, p.35-110. In: ATHERTON, J. G., RUDICH, J. **The Tomato Crop: A scientific basis for improvement**. New York: Chapman and Hall, 1986.

STEVENS, M. A. Citrate and malate concentrations in tomato fruits: genetic control and maturational effects. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.97, n.5, p.655-658, 1972.

STEVENS, M. A., KADER, A. A., ALBRIGHT, M. Potential for increasing tomato flavor via increased sugar and acid content. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.104, n.1, p.40-42, 1979.

TAN, B. Analytical and preparative chromatography of tomato paste carotenoids. **Journal of Food Science**, v.53, n.3, p.954-959, 1988.

TOMATO-NEWS: **A European Commission Concerted Action**. Web site:<<http://www.tomato-news.com>>. Acessado em: outubro de 2000.

VENTER, F. Solar radiation and vitamin C content of tomato fruits. **Acta Horticulturae**, v. 58, p.121-127, 1977.

4.0 - ASSOCIAÇÃO ENTRE COMPONENTES PRIMÁRIOS DA PRODUÇÃO E CARACTERES QUALITATIVOS DO TOMATEIRO

4.1 - RESUMO

O objetivo primordial dos programas de melhoramento é obter novas variedades capazes de expressar seu potencial máximo de produção sob as mais variadas condições de cultivo, sem muita preocupação com a qualidade dos frutos produzidos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de frutos de tomateiro no que se refere a “sabor”, teor de açúcares redutores, acidez, pH, °Brix, e teores de “licopeno”, ácido ascórbico e potássio em função do aumento da produtividade das plantas. Foram conduzidos dois experimentos em diferentes ambientes no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, no período de janeiro a maio de 2002 com o objetivo de avaliar características de qualidade do fruto em função da produtividade das plantas. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 6 repetições e três genótipos sendo: O cultivar Santa Clara, o híbrido Carmen e um acesso do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV, codificado como ‘BGH-320’. Os experimentos foram conduzidos sob ambiente protegido e no campo, sendo o primeiro sob estufa tipo capela coberta com filme plástico de 0,1 mm e o segundo no campo sob condições naturais, sem proteção. As características de qualidade dos frutos foram analisadas em

cada ambiente e em cada genótipo para que se obtivesse apenas o efeito da produtividade das plantas. O “sabor” dos frutos do ‘Santa Clara’ aumentou com o aumento da produtividade das plantas cultivadas no campo. Os dados de “sabor” dos frutos do ‘Carmen’ produzidos no campo ajustaram-se ao modelo quadrático, com o “sabor” aumentando com o aumento da produtividade das plantas até um determinado limite e reduzindo a partir desse valor. O teor de açúcares redutores do ‘BGH-320’ foi reduzido com o aumento da produtividade das plantas cultivadas no ambiente protegido. Os dados relativos ao teor de potássio dos frutos do acesso ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido ajustaram-se ao modelo quadrático, sendo elevados com o aumento da produtividade das plantas até determinado valor e reduzindo a partir desse valor. A acidez dos frutos do ‘Santa Clara’ foi reduzida a medida que aumentou a produtividade das plantas cultivadas no campo. O °Brix dos frutos do ‘Carmen’ aumentou com o aumento da produtividade das plantas cultivadas no campo.

4.2 - ABSTRACT

The primordial objective of the breeding programs is to obtain new varieties able to express maximum yield potential under varied cultivation conditions, without concern with the fruits quality. This way, the objective of this work was to evaluate the tomato fruit quality in what refers to "flavor", sugar reducing content, acidity, pH, °Brix, and "lycopene", ascorbic acid and potassium content in function of the plant yield. Two experiments were carried in different environment in the Departamento de Fitotecnia in the Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, from January to May of 2002 with the objective of evaluating fruit quality characteristics as function of the plant yield. The experimental design used was randomized blocks with 6 replicates and three genotypes being: Santa Clara cultivar, Carmen hybrid and an access of the UFV Germplasm Vegetable Bank, codified as 'BGH-320'. The experiments were carried under protected environment and in the field, being the first under greenhouse type chapel covered with plastic film of 0,1 mm and the second in the field under natural conditions, without protection. The fruit quality characteristics were analyzed in each environment and in each genotype so that if just obtained the effect of the plant yield. The "flavor" of the 'Santa Clara' fruits increased with the increase of the plant yield growth in the field. The data of fruit "flavor" of the 'Carmen' growth in the field were adjusted to the quadratic component, increasing with the increase of the plant yield to a certain limit and reducing to leave of that

value. The sugar reducing of the 'BGH-320' fruits it was reduced with the increase of the plant yield growth in the protected environment. The data fruit potassium content of the 'BGH-320' access growth in the protected environment were adjusted to the quadratic component, being high with the increase of the plant yield to certain value and reducing above this value. The 'Santa Clara' fruit acidity was reduced it measure that increased the plant yield growth in the field. °Brix of the 'Carmen' fruits increased with the increase of the plant yield growth in the field.

4.3 - INTRODUÇÃO

A produção de tomate tem por objetivo atender aos mercados de indústria e o consumo “in natura” ou tomate de mesa. Para a indústria, são desejáveis variedades com elevado teor de sólidos solúveis, já que estes estão diretamente relacionados ao rendimento industrial (Carvalho 1980 e Davies e Hobson, 1981). Neste segmento, o objetivo primordial é maximizar a colheita de matéria seca de fruto por unidade de área cultivada (Ho, 1999).

O mercado “in natura” tem preferido, atualmente, frutos com melhor sabor, aroma e composição nutricional. O avanço da medicina e a descoberta das propriedades funcionais dos alimentos, as quais auxiliam o organismo humano na prevenção de diversas doenças, tem despertado o interesse do consumidor para este tipo de alimento (Dorais *et al.*, 2001). Licopeno, vitamina C, beta caroteno, potássio entre outros estão presentes nos frutos do tomateiro, havendo evidências de que, em função desses constituintes, a ingestão regular de tomate decresça o risco de câncer no esôfago, estômago, pulmão e nas vias respiratórias conforme citado por Fontes e Silva (2002).

Apesar da tendência do mercado consumidor de preferir frutos de tomate de melhor qualidade, elevado potencial de produção e adaptabilidade das variedades são os principais objetivos dos programas de melhoramento.

Elevado potencial de produção é a característica mais importante para o sucesso de novas variedades (Stevens e Rick, 1986).

Muitos são os esforços para se aumentar o teor de sólidos solúveis, melhorar a cor, alterar o teor de ácidos e a produção de compostos voláteis dos frutos do tomateiro. No entanto, poucos são os resultados obtidos em função da complexidade e da freqüente correlação negativa entre produção e qualidade de fruto. Stevens e Rudich (1978) mencionam a existência de correlação negativa (-0,947) entre teor de sólidos solúveis e produção de frutos.

Muitas vezes, a mudança na composição dos frutos é resultado de programas de melhoramento visando outras características. Stevens e Rudich (1986) relatam que, no desenvolvimento de uma cultivar para colheita mecânica, onde se valoriza frutos concentrados e firmes, houve redução no teor de sólidos solúveis. Obteve-se plantas mais compactas atendendo a colheita mecanizada. No entanto, indiretamente, houve redução no teor de sólidos solúveis em função da mudança na relação folha/fruto e redução na superfície fotossintetizante por unidade de peso de fruto.

A variabilidade ambiental e as diversas práticas culturais utilizadas pelos produtores dificultam ainda mais o melhoramento do tomateiro, já que são obtidas diferentes respostas de produção e qualidade do fruto entre genótipos e ambientes de cultivo (Ho, 1999).

Muitos são os trabalhos avaliando o potencial de produção das plantas de tomateiro. No entanto, raros são os trabalhos que correlacionam produção com qualidade dos frutos.

Em termos estatísticos, a análise da qualidade e da produção de frutos do tomateiro pode ser realizada por meio da regressão bivariada. Nela, pode-se avaliar o aspecto de qualidade do fruto em função da produtividade das plantas, admitindo-se duas variáveis dependentes (Steel *et al.*, 1997).

No modelo de regressão linear simples pressupõe-se que a variável X é fixa, e não aleatória, como citado por Hoffman e Vieira (1998). No entanto, segundo os mesmos autores, esse critério nem sempre é essencial. Tendo-se a distribuição de X e dos erros (e_i) independentes, os resultados são válidos desde que condicionados aos valores X observados e que esses

valores comportem-se como fixos. Draper e Smith (1998) consideram que, teoricamente, o mais apropriado seria a regressão entre uma variável aleatória dependente Y e uma variável não-aleatória independente X . No entanto, segundo esses autores, é bastante comum ambas variáveis serem aleatórias, podendo ser analisadas desde que sigam um tipo de distribuição bivariada. Steel *et al.*, (1997) admitem a regressão entre duas variáveis aleatórias, o que denominam de *regressão bivariada* (a normalidade das duas variáveis é assumida), a partir da amostragem aleatória de indivíduos nos quais pares de medidas (qualidade e produção) são tomadas. Esses autores consideram que a escolha da variável dependente é determinada pela natureza do problema, ressaltando que duas regressões diferentes são possíveis. Para a regressão linear, é assumido que os erros são normais e independentemente distribuídos com variância comum. Se este não for o caso, deve-se utilizar a regressão ponderada (weighted regression) ou, a transformação dos dados para que a variância seja homogênea.

Sendo possível a análise da qualidade dos frutos e da produtividade das plantas, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da produtividade das plantas sobre a qualidade de frutos de tomateiro representada pelo “sabor”, teor de açúcares redutores, acidez, pH, °Brix, e teores de “licopeno”, ácido ascórbico e potássio.

4.4 - MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização do delineamento experimental e do sistema de produção empregado nos experimentos está detalhada no artigo referente a produção (Artigo 1). As metodologias para determinação do “sabor”, açúcares redutores, acidez titulável, pH, °Brix, “licopeno”, ácido ascórbico e potássio estão descritas no artigo referente a qualidade do fruto (Artigo 2).

Para o ajuste dos dados às equações de regressão bivariada (Steel *et al.*, 1997), considerou-se a produção comercial das plantas como variável independente (X) e cada uma das características de qualidade dos frutos como variável dependente (Y). Cada característica de qualidade dos frutos foi avaliada em cada genótipos em cada ambiente para que se obtivesse apenas o efeito da produtividade das plantas sobre a característica de qualidade do fruto avaliada.

4.5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das características e dos genótipos a seguir, cultivados no campo, foram ajustados a equações de regressão bivariada: “sabor” e acidez titulável dos frutos do ‘Santa Clara’ e °Brix, para os frutos do ‘Carmen’. De maneira semelhante, para o cultivo no ambiente protegido, os dados das seguintes características e genótipos foram ajustados a equações de regressão: “sabor” dos frutos do ‘Carmen’ e açúcares redutores e potássio dos frutos do ‘BGH-320’.

Os dados referentes às características dos genótipos a seguir não se ajustaram a equações de regressão bivariada: “sabor” dos frutos do ‘Carmen’ e do ‘BGH-320’ produzidos no campo e dos frutos do ‘Santa Clara’ e do ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido; acidez titulável dos frutos do ‘Carmen’, ‘Santa Clara’ e ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido e dos frutos do ‘Carmen’ e ‘BGH-320’ produzidos no campo; pH dos frutos do ‘Carmen’, ‘Santa Clara’ e ‘BGH-320’ produzidos no campo e no ambiente protegido; °Brix dos frutos do ‘Santa Clara’ e ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido e no campo e dos frutos do ‘Carmen’ cultivado no ambiente protegido; “licopeno” dos frutos do ‘Carmen’, ‘Santa Clara’ e ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido e no campo; ácido ascórbico dos frutos do ‘Carmen’, ‘Santa Clara’ e ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido e no campo; potássio dos frutos do ‘Carmen’ e ‘Santa Clara’

produzidos no ambiente protegido e no campo e dos frutos do 'BGH-320' cultivado no campo.

Os dados relativos ao "sabor" dos frutos do 'Santa Clara' produzidos no campo ajustaram-se ao modelo linear de regressão bivariada (Figura 1). Analisando-se essa equação pode-se concluir que o aumento de uma unidade na produtividade ($t\cdot ha^{-1}$) das plantas elevou o "sabor" dos frutos em 0,70 unidade.

A tendência de elevação do "sabor" dos frutos com o aumento da produtividade das plantas do 'Santa Clara' não se repetiu nos frutos do 'Carmen' produzidos no ambiente protegido. Os dados de "sabor" deste híbrido ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão bivariada (Figura 2). Pela equação ajustada, observa-se que o "sabor" dos frutos aumentou com o aumento da produtividade das plantas até um valor limite ($78,73 t\cdot ha^{-1}$) a partir do qual o aumento da produtividade das plantas provocou redução do "sabor" dos frutos.

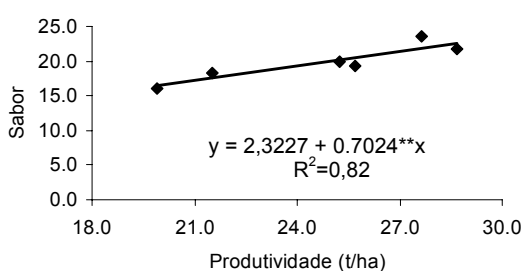


Figura 1. Curva de regressão bivariada linear para "sabor" (y) dos frutos do 'Santa Clara' em função da produtividade (x) das plantas cultivadas no campo. Viçosa, MG. 2002

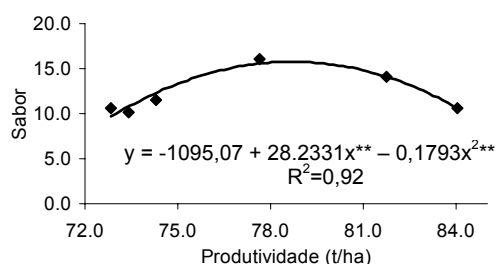


Figura 2. Curva de regressão bivariada quadrática para "sabor" (y) dos frutos do 'Carmen' em função da produtividade (x) das plantas cultivadas no ambiente protegido. Viçosa - MG, 2002

Assim como os dados de "sabor" dos frutos do 'Santa Clara' e do 'Carmen', o teor de açúcares redutores dos frutos do acesso BGH-320 produzidos no ambiente protegido foi afetado pelo aumento da produtividade das plantas. Os dados referentes a esta característica ajustaram-se ao modelo linear de regressão bivariada (Figura 3). A referida equação permite concluir que o aumento de uma unidade na produtividade ($t\cdot ha^{-1}$) das plantas reduziu o teor de açúcares redutores dos frutos em 0,023 unidade.

Tendência semelhante foi observada para acidez dos frutos do ‘Santa Clara’ produzidos no campo, cujos dados ajustaram-se ao modelo linear de regressão bivariada, em função do aumento da produtividade das plantas (Figura 4). De forma análoga ao que foi descrito para o teor de açúcares dos frutos do acesso BGH-320, o aumento de uma unidade na produtividade das plantas do ‘Santa Clara’ reduziu a acidez titulável dos frutos em 0,01 unidade.

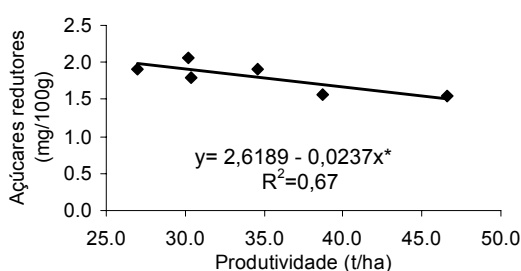


Figura 3. Curva de regressão bivariada linear para o teor de açúcares redutores (y) dos frutos do ‘BGH-320’ em função da produtividade (x) das plantas cultivadas no ambiente protegido. Viçosa, MG. 2002

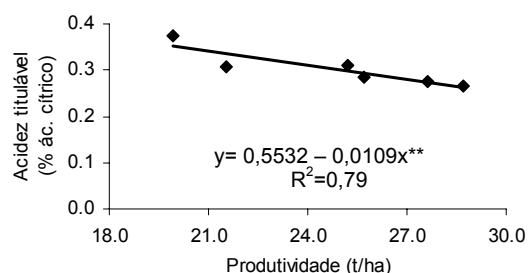


Figura 4. Curva de regressão bivariada linear para a acidez titulável (y) dos frutos do ‘Santa Clara’ em função da produtividade (x) das plantas cultivadas no campo. Viçosa, MG. 2002

O dados de °Brix dos frutos do ‘Carmen’ produzidos no campo apresentaram comportamento semelhante aos do “sabor” dos frutos do ‘Santa Clara’ produzidos neste mesmo ambiente (Figura 5), ajustando-se ao modelo linear de regressão bivariada. A equação permite afirmar que o aumento de uma unidade da produtividade ($t \cdot ha^{-1}$) das plantas desse genótipo reduziu o °Brix dos frutos em 0,04 unidade.

Os dados relativos ao teor de potássio dos frutos do acesso BGH-320 produzidos no ambiente protegido ajustaram-se ao modelo quadrático de equação de regressão bivariada (Figura 6). Observou-se que este teor aumentou com o aumento da produtividade das plantas até o limite de produtividade de $36,37 t \cdot ha^{-1}$, sendo reduzido, a partir deste ponto, com o aumento da produtividade das plantas.

De maneira geral, observou-se que o aumento da produtividade das plantas influenciou a qualidade dos frutos produzidos nos dois ambientes de cultivo.

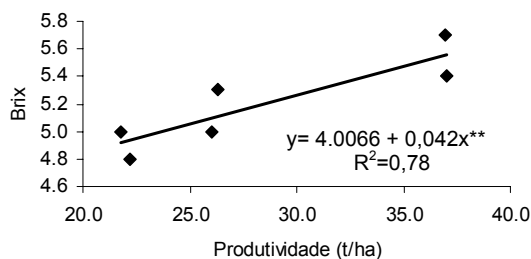


Figura 5. Curva de regressão bivariada linear para o °Brix (y) dos frutos do ‘Carmen’ em função da produtividade (x) das plantas cultivadas no campo. Viçosa, MG. 2002

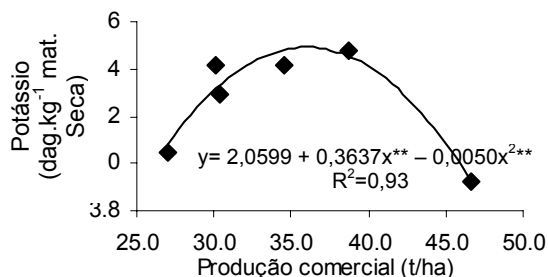


Figura 6. Curva de regressão bivariada quadrática para teor de potássio (y) dos frutos do acesso BGH-320 em função da produtividade (x) das plantas cultivadas no ambiente protegido. Viçosa - MG, 2002

O “sabor” dos frutos do ‘Santa Clara’ e o °Brix dos frutos do ‘Carmen’ produzidos no campo apresentaram comportamento distinto das demais características analisadas. Observou-se, para estas características, que seus valores aumentaram com o aumento da produtividade das plantas dos referidos genótipos cultivados no referido ambiente.

As produtividades obtidas no presente trabalho podem ser consideradas baixas para os genótipos em questão quando comparados as produtividades comerciais de 85,5 t.ha⁻¹ obtida por Camargos (1998) cultivando ‘Carmen’ em estufa, e de 162 t.ha⁻¹ obtida por Loures (1997) cultivando ‘Santa Clara’ em estufa e ainda de 88,61 t.ha⁻¹ obtida por Fayad (1998) cultivando ‘Santa Clara’ no campo.

Com exceção do teor de sólidos solúveis totais (aqui expressado como °Brix), não foram encontrados na literatura valores de referência para as demais características avaliadas neste trabalho. As escassas informações disponíveis na literatura sobre o assunto indicam a existência de correlação negativa entre produtividade e qualidade do fruto, sendo esta ‘qualidade’ referida somente ao teor de sólidos solúveis totais (Stevens e Rudich, 1978) sem especificar outros constituintes da matéria seca do fruto.

O teor de açúcares dos frutos do acesso ‘BGH-320’ e a acidez dos frutos do ‘Santa Clara’ produzidos no campo foram negativamente afetados pelo aumento da produtividade das plantas. Estes resultados podem ser comparados aos descritos por Stevens e Rudich (1978). Esses autores relataram, como já mencionado, que há correlação negativa entre aumento da produtividade das plantas e qualidade dos frutos. Apesar de não haver

referência específica por parte destes autores aos teores de açúcares e a acidez dos frutos, mas sim, ao teor de sólidos solúveis, pode-se inferir que os resultados deste trabalho são semelhantes ao relato dos referidos autores. A sustentação para tal inferência é o fato que os açúcares redutores e os ácidos representam a maior parte dos sólidos solúveis totais dos frutos do tomateiro (Davies e Hobson, 1981; Grierson e Kader, 1986). Desta forma, a redução no teor de sólidos solúveis totais implica, indiretamente, na redução do teor de açúcares redutores e na acidez dos frutos.

De maneira contrária ao comportamento do teor de açúcares redutores dos frutos do acesso BGH-320 produzidos no ambiente protegido e a acidez titulável dos frutos do 'Santa Clara' produzidos no campo, o "sabor" dos frutos do 'Santa Clara' e o °Brix dos frutos do 'Carmen', ambos produzidos no campo, foram positivamente afetados pelo aumento da produtividade das plantas. Esse resultado, apesar de discordar do relato de Stevens e Rudich (1978), pode ser válido se considerarmos a baixa produtividade das plantas. Acredita-se que o tomateiro possua limitada capacidade fisiológica de produção, de forma que, até certo limite (não definido) de produtividade, a planta consiga manter a qualidade do fruto produzido. Acima desse "limite" haveria apenas ganho em produtividade, ao passo que a qualidade do fruto seria, na melhor das hipóteses, mantida ou, reduzida, como consequência da superação da capacidade fisiológica da planta. Desta forma, como a produtividade das plantas foi relativamente baixa se comparada a outros resultados já descritos, pode-se depreender que estes valores não superaram os "limites" fisiológicos de produção das plantas, de forma que não houve efeito negativo na qualidade dos frutos.

Stevens e Rudich (1978), atribuem a relação inversa entre produção e qualidade do fruto à limitada capacidade fisiológica da planta em fornecer matéria prima em quantidade adequada ao suprimento de elevadas produções e a manutenção da qualidade do fruto sob tais condições. Segundo os mesmos autores, a concepção de que há realmente limitação fisiológica da planta é o insucesso em programas de melhoramento. Esforços para melhorar os teores de ácidos orgânicos e açúcares em frutos juntamente com a capacidade de produção demonstram que o aumento de

um componente altera o potencial genético da planta para esse componente decrescendo, no entanto, o potencial para os demais.

Segundo Davies e Hobson (1981), os processos fisiológicos da planta relacionados à produtividade e qualidade de frutos do tomateiro são a eficiência fotossintética, a relação fonte/dreno e perdas respiratórias do fruto.

O aumento da atividade fotossintética da planta pode ser uma forma de se obter elevadas produtividades sem afetar negativamente a qualidade do fruto. Stevens e Rudich (1978), relatam que a eficiência fotossintética da planta pode ser aumentada em programas de melhoramento. Segundo esses autores, há grande variação genotípica para eficiência fotossintética, revelando considerável potencial para programas de melhoramento visando melhorar essa característica.

Outra forma de elevar à eficiência fotossintética da planta é a otimização da densidade de plantio (Papadopoulos e Pararajasingham, 1997). A luz é fator essencial a fotossíntese e, um arranjo espacial adequado das plantas, pode favorecer maior interceptação de luz pelo dossel.

Segundo Heuvelink (1995), a alteração na partição da matéria seca dentro da planta em favor dos frutos pode ser também uma forma de elevar o teor de matéria seca dos frutos. A carga total de frutos na planta é um forte dreno de assimilados, podendo determinar a partição do assimilados produzidos pela planta (Ho, 1999).

Diferentes hábitos de crescimento (determinado e indeterminado) e frutificação (tomate maçã, cereja etc.) do tomateiro culminam por acumular a mesma quantidade de matéria seca na planta quando em condições ambientais semelhantes (Ho, 1999). Entretanto, os diferentes hábitos de crescimento e frutificação têm forte influência na partição da matéria seca na planta. Frutos maiores têm maior força-dreno de assimilados, determinando maior partição de matéria seca para os frutos em detrimento a parte vegetativa (Ho, 1999).

Ho (1999), relata também que a matéria seca total dos frutos é determinada pela capacidade desses frutos em atrair assimilados individualmente. Considerando-se o fruto do tomate como um órgão de armazenamento, a força dreno desses órgãos é determinada pelo número de células e pela capacidade individual dessas células em armazenar

fotoassimilados (Ho, 1988). Entre cultivares, a capacidade de dreno é determinada, principalmente, pelo número de células do fruto (Ho, 1999). Entretanto, com o mesmo número de células no fruto, a força dreno é determinada pela capacidade de importação de assimilados das células individualmente.

Além da dificuldade de alocação de matéria seca para os frutos, Stevens e Rudich (1978), relatam perdas de matéria seca como substrato para a respiração dos frutos. Segundo esses autores, a respiração climatérica do tomate é controlada pela oxigenase da ribulose 1,5 bifosfato carboxilase observando-se mudança na razão da atividade oxigenase/carboxilase da enzima quando o climatério é iniciado. Havendo variação na atividade da carboxilase entre genótipos, possivelmente há também diferenças na atividade da oxigenase a qual pode ser explorada visando reduzir a perda de matéria seca dos frutos pela respiração (Stevens e Rudich, 1978).

A adequação dos dados de “sabor” dos frutos do ‘Carmen’ e dos dados de potássio dos frutos do ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido ao modelo quadrático de equação bivariada pode estar relacionado ao fato de que, neste ambiente, foram obtidas maiores produtividades. Desta forma, o limite fisiológico de produção de frutos no qual a qualidade dos frutos não é negativamente afetada poderia estar sendo ultrapassado. A partir desse ponto, a elevação da produtividade das plantas estaria afetando negativamente a qualidade dos frutos produzidos como discutido anteriormente.

4.6 - CONCLUSÃO

De maneira geral, o aumento da produtividade das plantas afetou a qualidade dos frutos produzidos. O aumento da produtividade das plantas foi acompanhado do aumento do “sabor” dos frutos do ‘Santa Clara’ e aumento do °Brix dos frutos do ‘Carmen’, quando ambos foram cultivados no campo. O aumento da produtividade das plantas causou redução no teor de açúcares redutores dos frutos do ‘BGH-320’ produzidos no ambiente protegido e na acidez titulável dos frutos do ‘Santa Clara’ produzidos no campo. Houve aumento no “sabor” dos frutos do ‘Carmen’ com o aumento da produtividade das plantas até que esta atingiu o valor de 78,73 t.ha⁻¹. A partir desse valor, o aumento da produtividade das plantas reduziu o “sabor” dos frutos produzidos. O teor de potássio dos frutos do acesso BGH-320 foi aumentado com o aumento da produtividade das plantas até que esta atingisse o valor de 36,72 t.ha⁻¹. A partir desse valor, o aumento da produtividade das plantas reduziu o teor de potássio dos frutos.

4.7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – A.O.A.C. – **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D. C., 1975. 1094p.

CALIMAN, F. R. B., MARIN, B. G., STRINGHETA, P. C., SILVA, D. J. H., MOREIRA, G. R., ABREU, F. B. Caracterização da qualidade de frutos de 32 acessos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002. Suplemento 2. CD-ROM.

CAMARGOS, M. I. **Produção e qualidade de tomate longa vida em estufa, em função do espaçamento e do número de cachos por planta**. Viçosa: UFV, 1998. 67p. (Tese M.S.).

CARVALHO, V. D. Características químicas e industriais do tomate. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, n. 6. v. 66, p. 63-68, 1980.

DAVIES, J. N., HOBSON, G. E. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition e genotype. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.15, p.205-280, 1981.

DORAIS, M., GOSSELIN, A., PAPADOPOULOS, A. P., Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, v.26, p.239-306, 2001.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 3. ed. New York: Jonh Wiley & Sons, Inc., 1998. 706p.

DUBOIS, M., GILES, K. A., HAMILTON, J .K., REBERS, P. A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356. 1956.

FAYAD, J. A. Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e de estufa. Viçosa: UFV, 1998. 94p. (Tese M.S.)

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

GRIERSON, D., KADER, A. A. Fruit ripening and quality. p.241-280 In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. **The tomato crop**. A scientific basis for improvement. Chapman & Hall, New York, 1986.

HART, D. J., SCOTT, K. J. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. **Food Chemistry**, v.54, p. 101 – 111, 1995.

HEUVELINK, E. Effect of temperature on biomass allocation in tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Physiologia Plantarum**, v.94, p.447-452, 1995.

HO, L. C. Metabolism and compartmentation of imported sugar in sink organs in relation to sink strength. **Annual Review in Plant Physiology Plant Molecular Biology**, v. 39p.355-378. 1988.

HO, L. C. The physiological basis for improving tomato fruit quality. **Acta Horticulturae**, n. 487, p. 33-40, 1999.

HOFFMANN, R., VIEIRA, S. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. 3. ed. São Paulo: HUCITEC, 1998. 379p.

JOHNSON, R. R., BALWANI, T. L., JOHNSON, L. J., McCLURE, K. E., DEHORITY, B. A. Corn plant maturity. II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, v. 25, p. 612-623. 1966.

KADER, A. A., MORRIS, L. L., STEVENS, M. A., ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 113, n. 5, p. 742-745, 1978.

LOURES, J. L. **Estabelecimento e avaliação do sistema de produção denominado Fito, em estufa e campo**. Viçosa: UFV, 2001. 105p. (Tese D.S.)

PAPADOPOULOS, A. P., PARARAJASINGHAM, S. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. **Scientia Horticulturae**, v. 69, p.1-29, 1997.

PREGOLATO, W., PREGOLATO, D. P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: 3 ed., v.1, 1985. 533p.

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., ALBANE, V. H. (Ed). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359 p.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1997. 666p.

STEVENS, M. A, RUDICH, J. Genetic potential for overcoming physiological limitations on adaptability, yield, and quality in the tomato. **HortiScience**, V.13, n.6, 1978.

STEVENS, M. A., RICK, C. M. Genetics and breeding, p.35-110. In: ATHERTON, J. G., RUDICH, J. **The Tomato Crop: A scientific basis for improvement**. New York: Chapman and Hall, 1986.

TAN, B. Analytical and preparative chromatography of tomato paste carotenoids. **Journal of Food Science**, v.53, n.3, p.954-959,1988.

5.0 - RESUMO E CONCLUSÕES

As condições do ambiente de cultivo e o genótipo influenciam a produtividade e a composição dos frutos do tomateiro. Utilizou-se, para quantificar tais efeitos, dois experimentos conduzidos em dois ambientes no Setor de Olericultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, no período de janeiro a maio de 2002. Os experimentos foram conduzidos em ambiente protegido e no campo, sendo o primeiro em estufa, tipo capela, coberta com filme plástico de 0,1 mm e o segundo no campo sob condições naturais, sem proteção. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 6 repetições em cada ambiente e três genótipos sendo: ‘Santa Clara’, híbrido Carmen e um acesso do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV, codificado como ‘BGH-320’. Os frutos foram colhidos no estágio completamente maduro, com 100% da superfície apresentando coloração vermelha intensa. As características de produção avaliadas foram: a) produção total e b) produção comercial, e as características de qualidade do fruto avaliadas foram: a) “sabor”, obtido pela relação sólidos solúveis/acidez titulável; b) teor de açúcares redutores; c) acidez titulável (expressa em % de ácido cítrico); pH, e) teor de sólidos solúveis totais (expresso em °Brix); f) “licopeno”; g) ácido ascórbico e h) teor de potássio nos frutos. Foi realizada a análise conjunta dos dados de ambos os experimentos.

O ambiente protegido proporcionou maiores produtividades que o campo para os três genótipos avaliados. Apesar das produtividades obtidas no campo estarem aquém da média nacional, os valores obtidos podem ser considerados satisfatórios. Deve-se ressaltar que se tratou de um cultivo de verão, no qual a ocorrência muito constante de chuva dificulta a obtenção de elevadas produtividades em função da elevada suscetibilidade da cultura a doenças. O híbrido Carmen foi o melhor genótipo nos dois ambientes, sendo que no campo sua produção foi semelhante ao acesso 'BGH-320'.

Os ambientes de cultivo influenciaram as características de qualidade do fruto analisadas. Frutos produzidos no ambiente protegido foram menos saborosos e sua acidez, teores de açúcares redutores, °Brix e ácido ascórbico foram inferiores aos dos frutos produzidos no campo. As características acidez titulável, pH e "licopeno" não foram afetadas pelos ambientes de cultivo. Entre os genótipos, frutos do acesso 'BGH-320' tiveram maior acidez titulável, pH, e "licopeno". Frutos do 'Carmen' e do 'Santa Clara' foram mais saborosos e com maior teor de açúcares redutores. Frutos do 'Santa Clara' tiveram maior teor de e ácido ascórbico. Para teor de potássio nos frutos não houve diferença entre os genótipos quando avaliados num mesmo ambiente. Frutos do 'Santa Clara' apresentaram menor teor quando produzidos no ambiente protegido em comparação ao campo.

De maneira geral, o aumento da produtividade das plantas afetou a qualidade dos frutos produzidos. O aumento da produtividade das plantas foi acompanhado do aumento do "sabor" dos frutos do 'Santa Clara' e aumento do °Brix dos frutos do 'Carmen', quando ambos foram cultivados no campo. O aumento da produtividade das plantas causou redução no teor de açúcares redutores dos frutos do 'BGH-320' produzidos no ambiente protegido e na acidez titulável dos frutos do 'Santa Clara' produzidos no campo. Houve aumento no "sabor" dos frutos do 'Carmen' com o aumento da produtividade das plantas até que esta atingiu o valor de 78,73 t.ha⁻¹. A partir desse valor, o aumento da produtividade das plantas reduziu o "sabor" dos frutos produzidos. O teor de potássio dos frutos do acesso BGH-320, foi aumentado com o aumento da produtividade das plantas até que esta

atingisse o valor de 36,72 t.ha⁻¹. A partir desse valor, o aumento da produtividade das plantas reduziu o teor de potássio dos frutos.