

AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE DOSES DE POTÁSSIO E NITROGENIO

EVALUATIONS PHYSICO-CHEMICAL IN TOMATO IN FUNCTION OF POTASSIUM AND NITROGEN DOSES

Ernani Clarete da SILVA¹; Patricia Penido Maia ALVARENGA²; Gabriel Mascarenhas MACIEL³

1. Professor, Doutor, Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ, Campus Sete Lagoas, Sete Lagoas, MG, Brasil. clarete@ufsj.edu.br; 2. Engenheira de Alimentos, Laboratório de Análises de Fármacos e Toxicantes, Universidade Federal de Alfenas - UFAL, Alfenas, MG, Brasil; 3. Professor, Doutor, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Campus Monte Carmelo, Monte Carmelo, MG, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do nitrogênio e do potássio nas características físico-químicas de frutos de tomate cultivados em condições de campo. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições: quatro doses de N (20,5, 41, 82 e 164 kg ha⁻¹) obtidas respectivamente pela adição de 100, 200, 400 e 800 kg ha⁻¹ de nitrocálcio e quatro doses de K₂O (90, 180, 360 e 720 kg ha⁻¹) obtidas respectivamente pela adição de 150, 300, 600 e 1200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. A cultivar de polinização aberta Santa Clara 5800 (Grupo Santa Cruz) foi cultivada no espaçamento 0,40 m x 0,40 m x 1,00 m em fileira dupla sendo a parcela total constituída por 24 plantas. Considerou-se como úteis as oito plantas centrais. As plantas foram podadas acima da terceira folha após o quarto ramo floral. Os teores de sólidos solúveis e totais, acidez total titulável e relação sólida solúveis/acidez não variaram em função dos tratamentos e apresentaram valores adequados para a cultura. A variação no teor de açúcares redutores, pectina total, solubilização da pectina e vitamina C, embora significativa, não foi importante sob o aspecto organoléptico, pós-colheita e nutricional, uma vez que respectivos valores ficaram dentro de uma faixa considerada adequada para o tomate. Os macronutrientes nitrogênio e potássio não alteraram as características físico-químicas do fruto do tomateiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*. Qualidade. Adensamento. Poda. Nitrocálcio. Cloreto de potássio.

INTRODUÇÃO

O fornecimento de adubos às culturas além de afetar a produção tem efeito também na qualidade do fruto colhido. Especificamente para o tomate essas características qualitativas são importantes tanto para o uso na indústria quanto para o consumo “in natura”. No tomateiro o sabor no fruto é determinado pela quantidade de sólidos solúveis, principalmente açúcares, ácidos orgânicos e compostos voláteis. Considerando que no fruto maduro, 95% da sua constituição é água, apenas a pequena quantidade da matéria sólida determina a sua qualidade. Porém, aproximadamente 8% dessa matéria seca são minerais, o restante consiste em vários compostos carbônicos, metade dos quais são açúcares como a glicose, frutose e um oitavo de ácidos orgânicos, que contribuem com o típico sabor ácido/doce dos frutos (MORGAN, 2006).

A qualidade do tomate depende de suas características físicas, físico-químicas e químicas que influenciam na sua atratividade ao consumidor. Estas características também são indicativos de sua qualidade organoléptica e nutricional das quais a pectina total, pectina solúvel, relação sólidos

solúveis/acidez, acidez titulável, vitamina C e açúcares redutores são importantes indicadores (CARVALHO et al., 2005, CARDOSO et al., 2006).

A porcentagem de sólidos solúveis, que é representada pelo °Brix inclui os açúcares e os ácidos e tem influência sobre o rendimento industrial, enquanto que a acidez total titulável, que é representada pelo teor de ácido cítrico, influencia principalmente o sabor dos frutos (GIORDANO et al., 2000).

O sabor é o aspecto mais importante para o consumidor no momento de decidir qual tipo de tomate comprar, preferindo uma proporção balanceada de açúcar/ácido. Quando altos teores de açúcares são combinados com baixos teores de ácidos, o sabor, apesar de muito doce, é considerado sem gosto e quando tem-se altos teores de ácidos e baixos teores de açúcares, o sabor é azedo (MORGAN, 2006).

Chitarra e Chitarra, 1990 e Resende et al., 2004) observaram que em tomate, a perda progressiva da firmeza com o amadurecimento é resultante da redução na espessura da parede celular e adesão entre as células adjacentes, devido a

solubilização da protopectina na parede celular para formar pectina solúvel e outros produtos.

Os níveis de macronutrientes no solo, observados em plantios convencionais, influenciaram pouco nos teores de açúcar (HOBSON; DAVIES, 1971). Segundo os mesmos autores, a diminuição nos teores de açúcares redutores correlaciona-se com altas doses de nitrogênio, o que leva a hipótese que a poda apical, associada às diversas doses de N e K₂O pode influenciar em determinado momento os teores de referidas substâncias nos frutos. Também, segundo Guilherme 2007, as características físico-químicas dos tomates podem ser alteradas em virtude do espaçamento utilizado, do tipo de poda, do tamanho dos frutos e da disponibilidade de água para a planta. Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar o efeito de doses de nitrogênio e potássio nas características físico-químicas do tomate.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura e Experimentação da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), durante o período de agosto a dezembro de 2007.

O solo utilizado no experimento foi um Latossolo vermelho amarelo que apresentava a seguinte composição: P=9,1 mg dm⁻³; K = 79 mg dm⁻³; Ca = 1,4 cmoc.dm⁻³; Mg = 0,7 cmoc dm³; Al= 0,2 cmoc dm⁻³, soma de bases trocáveis = 2,7 cmoc dm³, capacidade de troca catiônica efetiva = 2,8 cmoc dm³, capacidade de troca catiônica a pH 7,0 = 6,3 cmoc dm⁻³, saturação por bases= 41,5%, índice de saturação de alumínio= 8%, matéria orgânica= 1,0 dag kg⁻¹ e fósforo remanescente igual a 17 mg L⁻¹. A área experimental foi preparada com uma aração, duas gradagens e sulcamentos. A calagem foi feita de acordo com o resultado da análise de solo da área 60 dias antes da instalação do experimento.

Utilizou-se um delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições: quatro doses de N (20,5, 41, 82 e 164 kg ha⁻¹) obtidas respectivamente pela adição de 100, 200 400 e 800kg ha⁻¹ de nitrocálcio e quatro doses de K₂O (90, 180, 360 e 720 kg ha⁻¹) obtidas respectivamente pela adição de 150, 300, 600 e 1200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

As doses foram parceladas em quatro aplicações iguais, sendo a primeira no plantio e as demais em cobertura aos 25, 35 e 50 dias do transplantio. No plantio foram aplicados 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (MIRANDA, 1991), na forma de superfosfato triplo e 70 t ha⁻¹ de esterco de curral curtido.

As mudas de tomateiro da cultivar de polinização aberta Santa Clara 5800 foram produzidas em bandejas de isopor com 128 células, utilizando-se substrato comercial e conduzidas em casa de vegetação de cobertura de polietileno. No campo, as plantas foram cultivadas em fileiras duplas, no espaçamento de 1,00 x 0,40 x 0,40 m, com uma planta/cova e densidade teórica de 35.700 plantas ha⁻¹ (SILVA, 1994). A parcela experimental foi constituída por 16 plantas, distribuídas em quatro fileiras de quatro plantas cada, respeitando-se o espaçamento proposto inicialmente. Foram consideradas úteis as quatro plantas centrais e o restante como bordaduras. A irrigação nos primeiros 30 dias do transplantio foi feita por aspersão e a partir deste período, por irrigação localizada, gotejamento.

A poda apical foi iniciada aos 50 dias do transplantio. Foram conduzidas uma haste/planta e podadas após o 4º ramo floral, imediatamente acima da 3ª folha. As plantas foram tutoradas individualmente com estacas de bambu de 1,0 m de altura. Todos os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com as necessidades e recomendações para a cultura.

Foram realizadas determinações físico-químicas na polpa do tomate maduro, a qual foi homogeneizada em triturador doméstico tipo "mixer" e obtendo-se quintuplicatas para a realização das análises. Foram avaliadas as seguintes características: sólidos solúveis, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, sólidos solúveis/acidez titulável, vitamina C, açúcares redutores, pectina total e percentagem de pectina solúvel em relação à pectina total.

Os valores de sólidos solúveis (°Brix) foram tomados em refratômetro Carl Zeiss Mod.32-G a 20°C. A acidez total titulável foi determinada de acordo com o método acidimétrico 943.03, expressa em g de ácido cítrico/100g de fruto, e o ácido ascórbico (vitamina C) através de titulometria pela reação com o corante 2,6-dicloroindofenol, expresso em mg de ácido ascórbico/100g de fruto, segundo o método 967.21, ambos da AOAC, 1999. A relação foi calculada dividindo-se o valor de sólidos solúveis (°Brix) pelo valor da acidez titulável. Os açúcares redutores foram determinados pelo método 925.35 (AOAC, 1999). Os sólidos totais determinados em aparelho OHAUS, seguindo metodologia descrita nas normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985. As pectinas total e solúvel foram extraídas segundo técnica descrita por McCready e McComb (1952) e determinadas colorimetricamente conforme técnica modificada por Bitter e Muir (1962) com resultados expressos em mg de ácido galacturônico/100g de fruto.

Os dados foram submetidos a análise de variância com aplicação do teste F e teste de regressão polinomial do tipo superfície de respostas utilizando-se o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + b_j + t_i + e_{ij}$. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000) para cada um dos caracteres avaliados. Foram obtidos gráficos de superfície confeccionados pelo programa Sigmaplot, versão 12.0 (SIGMAPLOT, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios de sólidos solúveis (4,1 °Brix), sólidos totais (4,9 °Brix), acidez titulável (0,36 g de ácido cítrico/100 g de fruto e relação sólidos solúveis/ acidez (11,29) (Tabela 1) não variaram significativamente em função dos tratamentos e apresentaram valores dentro das faixas

normais para o tomate (REINA, 1990, PEDRO, 2004) evidenciando não haver efeitos deletérios dos tratamentos na qualidade do fruto. Silva (1994) encontrou resultados semelhantes trabalhando com a cultivar Santa Clara I-5300, enquanto Genúncio et al. (2006), trabalhando com as cultivares UC-82, T-93 e Saladinha em cultivo hidropônico com diferentes concentrações de solução nutritiva, encontrou valores de sólidos totais variando de 2,5 a 3,9 °Brix bem inferiores aos encontrados neste trabalho. Segundo Kader et al. (1978), o fruto do tomateiro é considerado de excelente qualidade quando apresenta valor para a relação sólidos solúveis/acidez, superior a 10, o que foi verificado em todos os tratamentos. Por outro lado, os valores mínimos de sólidos totais aceitos pelas indústrias de transformação de tomate não deve ser inferior a 4,0 °Brix (GIORDANO et al, 2000).

Tabela 1. Valores de quadrado médio e p-valor da Análise de Variância (ANOVA) das variáveis avaliadas no experimento com tomate submetido a quatro doses de N e quatro doses de K, Alfenas, dezembro/2007

FV	GL	ST (°Brix)		SS (°Brix)		ATT (g de AC/100g de fruto)		SS/ATT (%)	
		QM	p-valor	QM	p-valor	QM	p-valor	QM	p-valor
Blocos	3								
Nitrogênio (A)	3	0,121	0,18 ns	0,001	0,005 ns	0,002	0,63 ns	0,023	0,68 ns
Potássio (K)	3	0,353	0,55 ns	0,003	0,014 ns	0,00084	0,0008 ns	0,079	2,26 ns
N*K	9	0,041	0,06 ns	0,0009	0,003 ns	0,002	0,56 ns	0,046	1,34 ns
Resíduo	45								
Média Geral		4,91		4,339		0,36		11,57	
CV (%)		16,27		11,95		16,73		1,61	

ns = não significativo; ST = Sólidos Totais; SS = Sólidos Solúveis; ATT = Acidez Total Titulável; AC = Ácido Cítrico

Os teores de açúcares redutores, vitamina C, pectina total e relação pectina solúvel sobre a pectina total variaram significativamente com a interação das doses de N e K₂O (Tabela 2).

Para açúcares redutores, os valores encontrados se situaram dentro de uma variação significativa, mas considerada normal para tomate (Figura 1), conseqüentemente, insuficiente para alterar o sabor doce do fruto (CARVALHO, 1980, CARVALHO et al, 2005). Observou-se também que dentro da dose estimada de 270 kg de potássio ha⁻¹ os teores de açúcares redutoras aumentaram com o incremento das doses de nitrogênio atingindo o maior valor estimado em 2,60% (Figura 1)

A variação nos teores de vitamina C embora significativa, também se encontra, dentro do normal

para tomate, 16 a 60 mg de ácido ascórbico /100 g de fruto (HOBSON; DAVIES 1971). Observou-se (Figura 2) que dentro da dose estimada (61, 5 kg de nitrogênio) os valores de vitamina C aumentaram na medida em que se aumentaram as doses de potássio até ao máximo de 36,9 mg de ácido ascórbico /100 g de fruto. Entretanto, as variações ocorridas no teor de vitamina C podem também ser atribuídas a maior ou menor iluminação recebida pelos frutos devido a poda (BISOGNI, ARMBRUSTER, BRETCHT, 1976), já que tais médias ficaram dentro da faixa normal para tomate e não corresponderam regularmente ao aumento das doses de nitrogênio e potássio.

Tabela 2. Valores de quadrado médio e p-valor da Análise de Variância (ANOVA) das variáveis avaliadas no experimento com tomate submetido a quatro doses de N e quatro doses de K, Alfenas, dezembro/2007

FV	GL	Açúcares Redutores (%)		Vitamina C Total (mg de AA/100g de fruto)		Pectina Total (mg de AG/100 g de fruto)		Pectina Solúvel /pectina total (%)	
		QM	p-valor	QM	p-valor	QM	p-valor	QM	p-valor
Blocos	3								
Nitrogênio (A)	3	0,399	14,65**	22,48	6,44**	858,31	31,35**	35,63	8,27**
Potássio (K)	3	0,075	2,75**	37,03	10,61**	786,08	28,71**	62,19	14,44**
N*K	9	0,10	3,80**	38,03	10,89**	2012,1	73,49**	40,63	9,44**
Resíduo	45					1			
Média Geral			2,04		33,65		394,78		60,31
CV (%)			8,08		5,55		1,32		3,44

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F ; AA = Ácido Ascórbico AG = ácido galacturônico

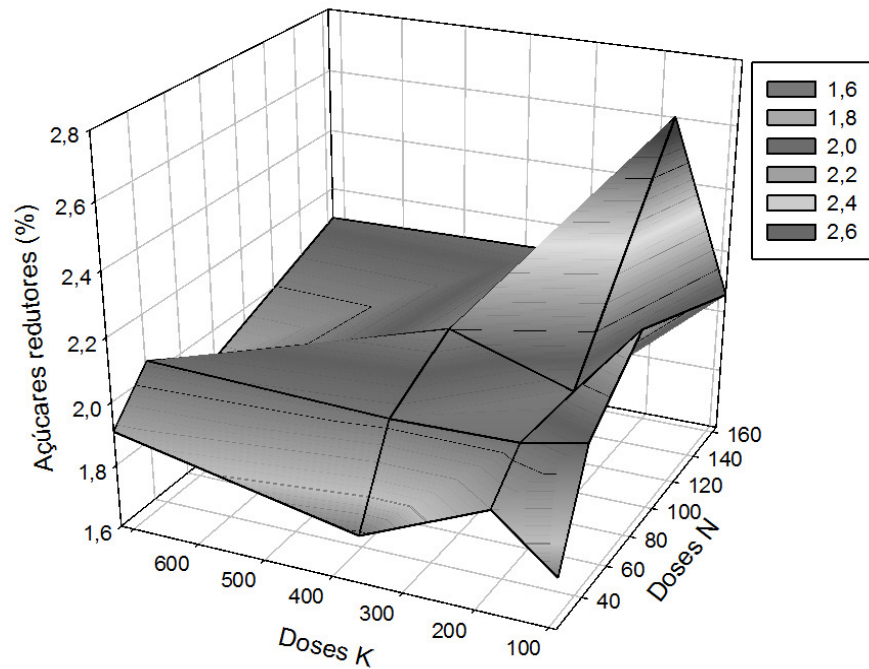


Figura 1. Efeito de doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) e doses de potássio (kg ha^{-1}) nos teores de açúcares redutores em frutos de tomate. Alfenas, dezembro, 2007.

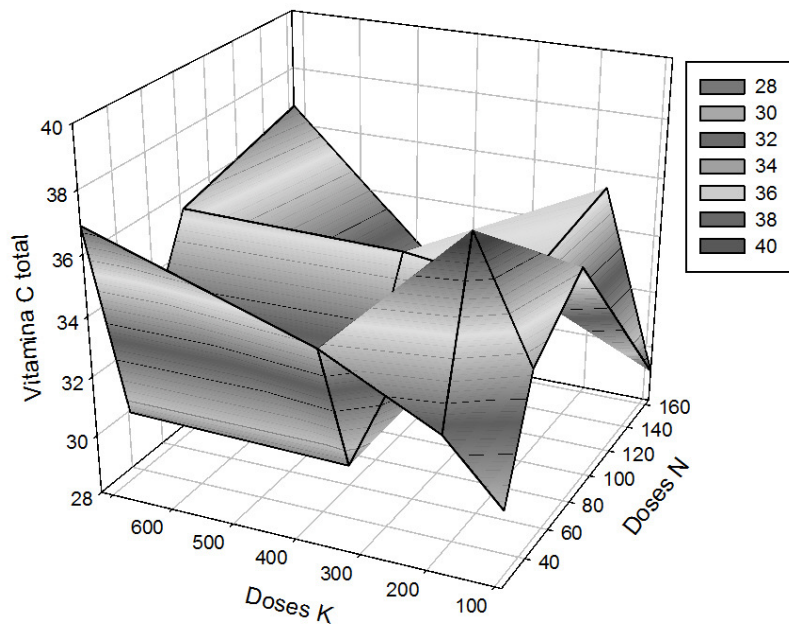


Figura 2. Efeito de doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) e doses de potássio (kg ha^{-1}) no teor de vitamina C (%) em frutos de tomateiro. Alfenas, dezembro, 2007.

Na maior dose de N, os valores de pectina total acompanharam a variação das doses de K_2O (Figura 3) até ao valor estimado de 429,1 mg de ácido galacturônico/100 g de fruto fresco, e ficaram

acima da faixa de valores citados para tomates maduros, entre 180,60 a 304,14 mg de ácido galacturônico/100 g de fruto fresco (CHITARRA; CHITARRA, 1976)

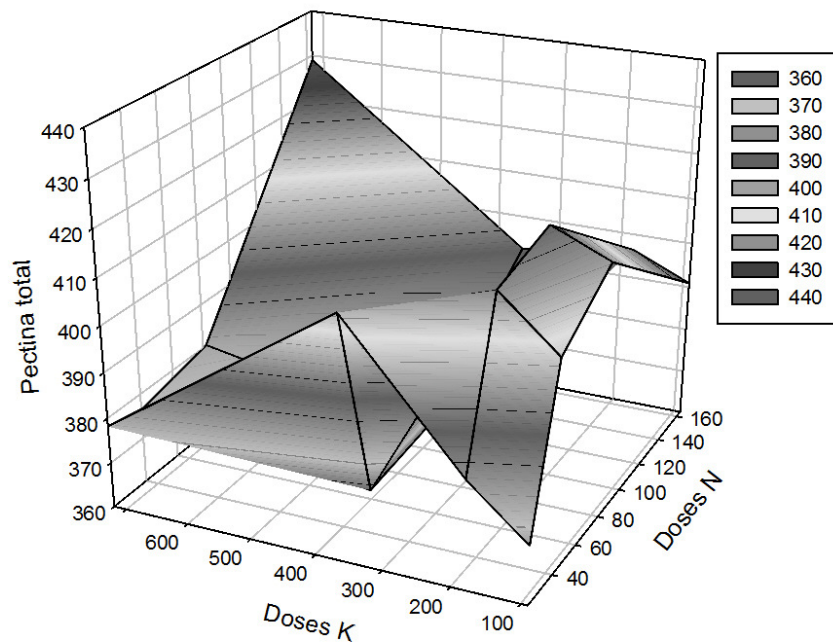


Figura 3. Efeito de doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) e doses de potássio (kg ha^{-1}) nos teores de Pectina Total em frutos de tomateiro. Alfenas, dezembro, 2007.

Contudo, essa respectiva variação não foi importante do ponto de vista qualitativo já que os valores de solubilização da pectina (pectina solúvel % do total), embora baixos nas menores doses de

K_2O (Figura 4), estão dentro da faixa de variação encontrada em tomates maduros (CARVALHO, 1980).

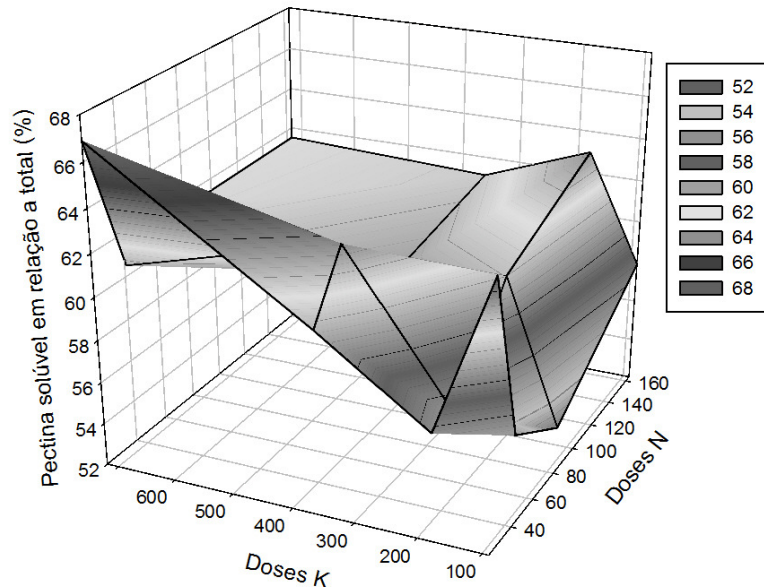


Figura 4. Efeito de doses de nitrogênio ($kg\ ha^{-1}$) e doses de potássio ($kg\ ha^{-1}$) nos teores de Pectina Solúvel em relação Pectina Total em frutos de tomateiro. Alfenas, dezembro, 2007.

CONCLUSÃO

Os macronutrientes nitrogênio e potássio não alteraram as características físico-químicas do fruto do tomateiro.

ABSTRACT: The aim of this work was to investigate the effect of increasing rates of nitrogen and potassium in qualitative characteristics of the tomato in field conditions. It was used an experimental design in randomized blocks in 4 x 4 factorial scheme with four replicates: four N rates (20.5, 41, 82 and 164 $kg\ ha^{-1}$) obtained respectively by adding 100, 200 400 and 800 $kg\ ha^{-1}$ nitrocalcium and four doses of K_2O (90, 180, 360 and 720 $kg\ ha^{-1}$) obtained respectively by adding 150, 300, 600 and 1200 $kg\ ha^{-1}$ of potassium chloride. Cultivar Santa Clara 5800 open pollination was cultivated at the spacing 0,40 m x 0,40 m x 1,00 m, in double rows, the total plots being comprised of 24 plants, of which the 8 central plants were used to collect data. The plants were pruned above the third leaf after the fourth floral branch. The contents of soluble solids, total solids, total titratable acidity and soluble solid/acidity ratio did not range significantly with the treatments and presented values within the acceptable ranges for tomato. The ranges in the content of reducing sugars, total solubilization pectin and vitamin C, although significant, were not important from the organoleptical, post-harvest and nutritional point of view, remaining within the normal ranges for tomato. The macronutrients nitrogen and potassium not altered the physical and chemical characteristics of tomato fruit.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*. Quality. High planting density. Pruning. Nitrocalcium. Potassium chloride.

REFERÊNCIAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16 ed., Gaithersburg, 1999.

- BISOONI, C. A. et al. Quality comparisons of room ripened and field ripened tomato fruits. **Journal of Food Science**, v. 41, p. 333-338, 1976.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified galacturonic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 34, p. 330-334, 1962.
- CARDOSO, S. C. et al.. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 269-274, 2006.
- CARVALHO, V. D. Características químicas e industriais do tomate. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 63-68, 1980.
- CARVALHO, L. A. et al. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 295-298, 2005.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Composição química do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) em diferentes estádios de maturação. **Revista de Olericultura**, Campinas, v. 16, p. 194-198, 1976.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. 293p.
- GENÚNCIO, G.C.; MAJEROWICZ, N.; ZONTA E.; SANTOS A.M.; GRACIA, D.; AHMED C.R.M.; SILVA, M.G. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em função da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, 2006. v. 24, p.175-179.
- GUILHERME, D. O. Produção e qualidade de frutos de tomateiro cereja cultivados em diferentes espaçamentos em sistema orgânico. 2007. Montes Claros, UFMG, 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros.2007.
- HOBSON, G. E.; DAVIES, J. N. The tomato. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v. 2, p. 437-482.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3 ed., São Paulo, v. 1. 1985.
- KADER, A. A. et al. Composition and flavour quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 113, n. 5, p. 742-745, 1978.
- McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin, materials in fruits. **Analytical Chemistry**, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.
- MIRANDA, J. R. P. Efeitos da adubação fosfatada e do gesso sobre a nutrição mineral e a produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) podado. 1991. Lavras: ESAL. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Curso de Pós-graduação em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura de Lavras.1991
- MORGAN, L. **Tomato fruit flavor and quality evaluation**. Part I. Disponível em: <http://www.fertcut.com/seach.cfm>. Acesso em: 06 jan. 2006.
- PEDRO, A. M. K. Determinação simultânea e não-destrutiva de sólidos totais e solúveis, licopeno e beta-caroteno em produtos de tomate por espectroscopia no infravermelho próximo utilizando calibração multivariada. Campinas, UNICAMP. 102p. Dissertação (Mestrado em Físico-Química) - Pós-Graduação em Físico-Química, UNICAMP. 2004.

REINA, L. C. B. Conservação pós-colheita de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) da cultivar gigante kada submetido a choque a frio e armazenado com filme de PVC. 1990. Lavras, ESAL.114p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, Escola Superior de Agricultura de Lavras. 1990.

RESENDE, J. M. et al. Atividade de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 206-212, 2004.

SIGMAPLOT. For windows, version 12.0. Systat Software, 2012.

SILVA, E.C. Efeito de doses de nitrogênio (Nitrocálcio) e Potássio (Cloreto de Potássio) na produção e em algumas características qualitativas dos frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivar Santa Clara, podado e adensado. 1994. Lavras, ESAL.92p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Programa de pós-graduação em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Lavras. 1994.