

Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações¹

Magna Maria M Ferreira²; Gilvan B Ferreira³; Paulo Cezar R Fontes⁴; José P Dantas⁵

²UFRR, EAgro, 69310-270 Boa vista-rr; ³Embrapa Roraima, C. Postal 123, 69310-970 Boa Vista-RR; ⁴UFV, Deptº Fitotecnia, 36571-000 Viçosa-MG; ⁵UEPB, 58100-007 Campina Grande-PB; E-mail: magna.m.m.ferreira@bol.com.br; gilvanbf@dnpa.embrapa.br; pacerefo@mail.ufv.br; gpcnpq@terra.com.br

RESUMO

A qualidade dos frutos do tomateiro, medida pelo pH, pelos sólidos solúveis totais, pela acidez total titulável e pelos teores de N-NO₃ na matéria seca, em resposta a doses de nitrogênio e a adubação orgânica, foi avaliada em dois experimentos de campo, conduzidos nas épocas: primavera/verão (nov/98 a fev/99) e outono/primavera (mai a out/99). Os experimentos foram instalados na horta da UFV. As doses de N aplicadas foram 0,0 e 0,0; 93,5 e 110,0; 187,0 e 220,0; 374,0 e 440,0; e 748,0 e 880,0 kg/ha, nos experimentos de primavera/verão e outono/primavera, respectivamente, e as doses de matéria orgânica na forma de esterco bovino curtido, em base seca, foram 0 e 8 t/ha, nos dois experimentos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso no arranjo fatorial 5x2, com quatro repetições. Nas duas épocas, o pH, os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável no fruto de tomate não se alteraram com o aumento nas doses de N, tanto na ausência como na presença da adubação orgânica; os teores de N-NO₃ na matéria seca dos frutos aumentaram linearmente com as doses de N, sem adubação orgânica; na presença, esta variável não se alterou com as doses de N.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, esterco bovino, pH, ⁰Brix, acidez, nitrato.

ABSTRACT

Tomato quality as a result of nitrogen doses and organic manuring in two stations

The tomato fruits quality, measured by pH, by total soluble solids, by the entitled total acidity and by the N-NO₃ and total N content in the dry matter, as a result of nitrogen doses and organic fertilization, was evaluated in two field experiments, conducted in spring/summer (nov/98 to feb/99) and autumn/spring (may/99 to oct/99). The experiments were carried out in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. The N doses were 0,0 and 0,0; 93,5 and 110,0; 187,0 and 220,0; 374,0 and 440,0; and 748,0 and 880,0 kg/ha, in spring/summer and autumn/spring experiments, respectively, and the doses of organic matter in the form of hardened cattle manure, in dry base, 0 and 8 t/ha, in the experiments. The experimental design was of randomized blocks arranged in a 5x2 factorial design, with four replications. In the two periods, the pH, the total soluble solids and the entitled total acidity in tomato fruits did not alter with the increase of N doses, without and with cattle manuring; the N-NO₃ content in the dry matter of the fruits increased linearly with the doses of N, without cattle manuring; in the presence of cattle manure this variable was not influenced by N doses.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*, bovine manure, pH, ⁰Brix, acidity, nitrate.

(Recebido para publicação em 28 de maio de 2005; aceito em 10 de maio de 2006)

O tomate é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e constitui importante fonte de vitaminas e sais minerais para o ser humano. Durante muitos anos, a produção quantitativa do tomateiro foi o principal critério na avaliação do efeito das práticas culturais sobre esta cultura, sendo a qualidade dos frutos pouco considerada. Entretanto, com os avanços das pesquisas, aumentando o potencial de produção do tomateiro e avaliando também os fatores relacionados à qualidade, mais ênfase tem sido dada ao efeito das práticas culturais sobre os aspectos qualitativos do tomate.

A maior parte dos fatores que determinam a qualidade dos produtos vege-

tais é controlada geneticamente. Desta forma, a qualidade dos frutos do tomateiro difere entre as cultivares (Singh *et al.*, 2000; Ravinder-Singh *et al.*, 2001; Youssef *et al.*, 2001; Warner *et al.*, 2004), sendo também influenciada por outros fatores, como a fertilidade do solo e as condições climáticas.

Os nutrientes minerais podem influenciar os níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas devido à influência que exercem sobre os processos bioquímicos ou fisiológicos, como a atividade fotossintética e a taxa de translocação de fotoassimilados. Vários autores pesquisaram o efeito da disponibilidade de nitrogênio para as plantas de tomateiro sobre a qualidade dos seus

frutos. Segundo Anaç *et al.* (1994), as principais características que devem ser consideradas na determinação da qualidade são: pH, concentração de sólidos solúveis, acidez total titulável, teores de vitamina C e de nitrato, coloração e peso fresco. Essas características podem ser afetadas pela fertilização nitrogenada (Armenta-Bojorquez *et al.*, 2001; Oberly *et al.*, 2002; Flores *et al.*, 2003; Valencia *et al.*, 2003; Warner *et al.*, 2004). Para alcançar nutrição nitrogenada ótima e, conseqüentemente, altas taxa de crescimento, produção e qualidade dos frutos do tomateiro, sob condições de campo, a taxa de aplicação de fertilizante nitrogenado deve ser igual à alta demanda que ocorre duran-

¹Parte da Tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor a UFV, financiado pelo CNPq.

Tabela 1. Características químicas das amostras dos solos utilizados nos dois experimentos. Viçosa, UFV, 1998/1999.

Experimento	Características químicas									
	N mineral ^{1/} (kg/ha)			P	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+ Al	pH
	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	(mg/dm ³)	(cmol/dm ³)					
Primavera/verão	39,81	-	-	21	51	0,9	0,0	0,3	3,3	4,3
Outono/primavera	24,62	15,04	13,12	86	85	0,9	0,0	0,3	3,3	5,8

^{1/}Obtido a partir do somatório dos teores de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺, e da multiplicação dos valores obtidos pelo volume de solo presente em cada um dos horizontes amostrados. P e K: extrator Melich-1; N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺: extrator KCl 1 mol/L; H+ Al: extrator Ca (Oac)₂ 0,5 mol/L a pH 7,0; pH em água, relação 1:2,5.

Tabela 2. Teores de umidade, matéria orgânica (M.O.) e nutrientes na matéria seca dos esterco bovinos utilizados nos dois experimentos. Viçosa, UFV, 1998/1999.

Experimento	Umidade	M.O.	N ^{1/}	P ^{2/}	K ^{2/}	Ca ^{2/}	Mg ^{2/}
	(%)		(dag/kg)				
Primavera/verão	44	22,16	1,63	1,20	2,81	3,18	1,83
Outono/primavera	17	49,45	2,06	0,84	2,35	0,83	0,57

^{1/}Extraído com H₂SO₄ concentrado; ^{2/}Extração nítrico-perclórica 3:1

te os estádios de crescimento dos frutos, uma vez que a acumulação de sólidos solúveis ocorre durante este período e não no estágio de amadurecimento dos frutos (Yrisarry et al., 1993).

As condições climáticas como temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa também exercem forte influência sobre as características qualitativas dos frutos de uma forma geral. Sendo assim, a época de cultivo pode influenciar significativamente a qualidade dos frutos de tomate. Supatra et al. (1998) verificaram que o tomate produzido no inverno, na Índia, apresentou melhor qualidade do que no verão em relação aos teores de sólidos solúveis, amido, nitrogênio, proteínas e aminoácidos. Por outro lado, Rodriguez et al. (1994), estudando o efeito do nitrogênio sobre as variáveis relacionadas à qualidade dos frutos do tomateiro em ampla faixa de variações climáticas e edáficas da Europa, constataram pouca variação nos resultados obtidos, indicando que estas variáveis são menos influenciadas pelo meio do que aquelas relacionadas à produção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de doses de nitrogênio e da adubação orgânica sobre a qualidade de frutos do tomateiro, em duas épocas de plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos: um na primavera/verão e o outro no outono/primavera, em duas áreas contíguas, localizadas na Horta do Fundão, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. Foram avaliados os efeitos de doses de nitrogênio e da adubação orgânica sobre a qualidade de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Santa Clara, de hábito de crescimento indeterminado.

O experimento de primavera/verão foi conduzido no campo, de 13/11/98 a 11/02/99. O de outono/primavera foi conduzido entre 14/05 e 27/10/99. Os dois experimentos foram conduzidos em solo da classe Argissolo Vermelho-Amarelo (Tabela 1), em duas áreas distintas. As amostras de solo foram retiradas antes da aplicação dos tratamentos.

Nos dois experimentos, os tratamentos foram constituídos de cinco doses de nitrogênio, em presença ou não de adubação orgânica. Foram testadas as doses de N correspondentes a 0,0; 93,5; 187,0; 374,0 e 748,0 kg/ha no experimento de primavera/verão e 0,0; 110,0; 220,0; 440,0 e 880,0 no experimento de outono/primavera. Os níveis de matéria orgânica foram 0 e 8 t/ha de matéria seca

de esterco bovino curtido, cuja caracterização química se encontra na Tabela 2. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições, perfazendo o total de 40 unidades experimentais ou parcelas, no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas, no total de 28 plantas por parcela (4 fileiras com 7 plantas cada), sendo consideradas úteis as 10 plantas centrais da parcela. As dimensões de cada parcela foram 4 m de largura e 3,5 m de comprimento, ocupando área total de 14 m², sendo 5 m² de área útil.

Para a análise da qualidade, foram amostrados cerca de seis frutos extra AA por parcela, escolhidos ao acaso entre aqueles da 4ª e 5ª colheitas. Esses frutos foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados. No laboratório, todos os frutos foram lavados com água deionizada, secados em papel absorvente e, em seguida, três dos seis frutos passados em multiprocessador para a determinação do pH, dos sólidos solúveis totais (Brix) e da acidez total titulável.

Os três frutos restantes foram secos em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até atingirem peso constante, e moídos em moimho tipo Wiley com peneira de 20 mesh. Na matéria seca dos frutos, após a extração com água em banho-maria, a 45°C, durante 1 hora, foi determinada a concentração de N-NO₃, por colorimetria, em espectrofotômetro a 410 nm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e modelos de regressão foram ajustados relacionando-se as variáveis dependentes obtidas às doses de N aplicadas, nos dois níveis de matéria orgânica testados. Os modelos de regressão foram escolhidos com base no significado biológico do modelo, na significância dos coeficientes de regressão até 10% de probabilidade, pelo teste t, e no maior coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento de Primavera/Verão

O pH dos frutos do tomateiro não foi alterado pelo aumento das doses de N, atingindo os valores médios de 4,58 e 4,61, sem e com matéria orgânica adi-

cionada ao solo, respectivamente. Estes resultados discordam daquele obtido por May & Gonzales (1994), os quais constataram que doses altas de nitrogênio proporcionaram valores de pH dos frutos de tomate mais baixos do que as doses baixas. O pH do fruto de tomate destinado ao processamento industrial deve estar entre 4,0 e 4,5, para inibir o crescimento de bactérias (Jones Júnior, 1999). No caso de tomate para mesa, ainda não existe padrão para essa variável.

Os sólidos solúveis totais dos frutos do tomateiro não foram alterados com o aumento das doses de N, nos dois níveis de matéria orgânica testados. Esses resultados estão de acordo com Pandey *et al.* (1998), Singh (2003) e Warner *et al.* (2004), os quais, estudando o efeito do nitrogênio no solo sobre a concentração de sólidos solúveis em frutos de tomate, constataram que essa variável não se alterou com o aumento das doses de N. Por outro lado Anaç *et al.* (1994) e Valencia *et al.* (2003) verificaram aumento constante da concentração de sólidos solúveis em frutos de tomate com o aumento na quantidade de fertilizante nitrogenado enquanto Ravinder-Singh *et al.* (2001) e Duraisami & Mani (2002) verificaram efeito inverso, ou seja, diminuição do valor dessa variável com o aumento da taxa de N no solo.

A percentagem de sólidos solúveis totais está relacionada, principalmente, ao sabor do fruto e é representada pelo Brix. A maior parte das cultivares de tomateiro produz frutos que contêm Brix variando de 5,0 a 7,0. No presente trabalho, os valores médios foram 3,75 e 3,57, sem e com matéria orgânica adicionada ao solo, respectivamente, indicando que as condições ambientais e culturais dadas às plantas de tomate não proporcionaram alto teor de sólidos solúveis. Deste teor, cerca da metade é composta de açúcares e 1/8 de ácidos, sendo que os açúcares predominantes são glicose e frutose e o ácido predominante é o cítrico (Jones Júnior, 1999).

A percentagem de sólidos solúveis totais influencia significativamente o rendimento industrial, principalmente o peso final do produto processado. Em alguns países desenvolvidos, a percentagem de sólidos solúveis é utilizada

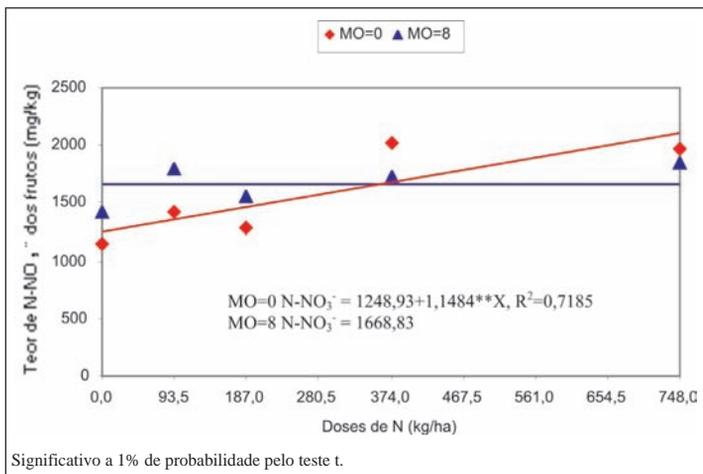


Figura 1. Teores de $N-NO_3^-$ na matéria seca dos frutos do tomateiro em função das doses de nitrogênio (N) e da matéria orgânica (MO, em t/ha), do experimento de primavera/verão. Viçosa, UFV, 1999.

como base na determinação do preço do tomate destinado ao processamento industrial. Desta forma, é importante que seja definido o papel de certos fatores edáficos na determinação dessa característica (Mahmoud & Amara, 2000; Colla *et al.*, 2001; Kumaran & Natarajan, 2001). O nitrogênio desempenha importante papel na biossíntese de açúcares nas folhas, os quais podem ser translocados para os frutos, podendo, ao contrário do que ocorreu no presente experimento, aumentar a concentração de sólidos solúveis destes. Como houve resposta acentuada da produção total de frutos ao incremento das doses de N, nos dois níveis de adubação orgânica testados, alcançando os valores de 22,13; 37,14; 42,46; 42,61 e 44,44 t/ha, sem matéria orgânica, e 29,41; 37,38; 37,89; 43,61 e 44,45 t/ha, com matéria orgânica adicionada ao solo, nas doses de 0,0; 93,5; 187,0; 374,0 e 748,0 kg/ha de N, respectivamente, é possível que os açúcares produzidos nas folhas durante o processo de fotossíntese tenham sido destinados para o aumento no peso e no número de frutos por planta nesta cultivar (Santa Clara), segundo constatações de Ferreira *et al.* (2003).

Dadomo *et al.* (1994) evidenciaram que não apenas os teores de sólidos solúveis nos frutos de tomate devem ser levados em consideração, como também a quantidade produzida por unidade de

área. Desta forma, no presente experimento, foram produzidos, em média, 945 e 924 kg/ha de sólidos solúveis, sem e com adição de matéria orgânica ao solo, respectivamente.

A acidez total titulável dos frutos do tomateiro, representada pela percentagem de ácido cítrico, não foi alterada com o aumento das doses de N, nos dois níveis de matéria orgânica testados, atingindo os valores médios de 0,382% e 0,375%, sem e com adubação orgânica, respectivamente, concordando com os resultados obtidos por Duraisami & Mani (2002) e Oberly *et al.* (2002), e discordando com a afirmativa feita por Kaniszewski & Rumpel (1983) de que a fertilização nitrogenada pode afetar a acidez total titulável dos frutos de tomate, conforme demonstrado por Ravinder *et al.* (2000) e Singh *et al.* (2000). Além da nutrição nitrogenada, outros fatores como genótipo, irradiação e temperatura podem influenciar a coloração, o teor de açúcares e a acidez total titulável do tomate. O sabor dos frutos de tomate é importante característica qualitativa que atrai bastante a atenção do consumidor. De acordo com Peet (1996d), citado por Jones Júnior (1999), quanto maiores a acidez e o teor de açúcares, melhor será o sabor do tomate.

O teor de $N-NO_3^-$ na matéria seca dos frutos do tomateiro aumentou linear-

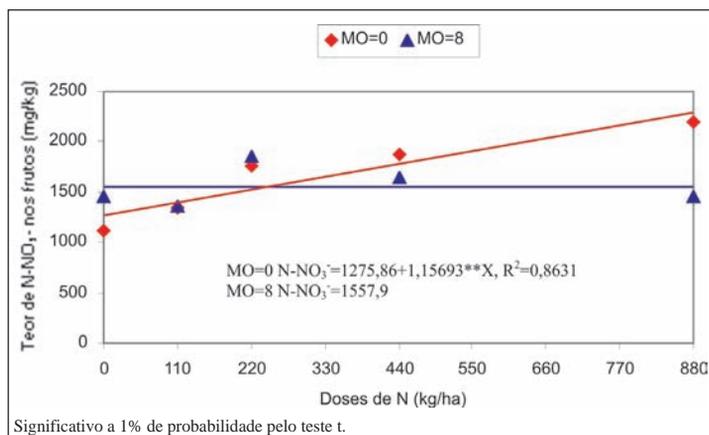


Figura 2. Teores de $N-NO_3^-$ na matéria seca dos frutos do tomateiro em função das doses de nitrogênio (N) e da matéria orgânica (MO, em t/ha), do experimento de outono/primavera. Viçosa, UFV, 1999.

mente com as doses de N sem adição de matéria orgânica ao solo e permaneceu constante com adição (Figura 1). O resultado obtido sem adição de matéria orgânica ao solo está de acordo com a afirmativa de Kaniszewski & Rumpel (1983) de que a fertilização nitrogenada pode afetar tanto positiva como negativamente algumas características da qualidade dos frutos de tomate, tais como teores de matéria seca e de nitrato na matéria seca. Kaniszewski *et al.* (1987) verificaram que o incremento do nível de N no solo aumentou o teor de nitrato na matéria seca dos frutos. Resultados semelhantes foram obtidos por Mahmoud & Amara (2000). Com a dose zero de N no solo, os teores de $N-NO_3^-$ na matéria seca dos frutos de tomate foram 1153 e 1418 mg/kg, sem e com adubação orgânica, respectivamente.

O teor de $N-NO_3^-$ na matéria seca dos frutos, sem adição de matéria orgânica ao solo, com a dose de nitrogênio que proporcionou a produção equivalente a frutos extra AA (PEAA) de máxima eficiência econômica (MEE), 352,2 kg/ha, foi 1657 mg/kg. Tal valor encontra-se acima da faixa encontrada por Kaniszewski *et al.* (1987), que foi 57,3-145,1 mg/kg. Essa discrepância pode ser atribuída a diversos fatores, entre os quais cultivares, manejo da cultura, produtividade e quantidade de N adicionada ao solo.

Experimento de Outono/Primavera

O pH, os sólidos solúveis totais (Brix) e a acidez total titulável, repre-

sentada pela porcentagem de ácido cítrico, dos frutos do tomateiro, não foram alterados com o aumento das doses de N no solo, nos dois níveis de matéria orgânica testados. O pH atingiu os valores médios de 4,69 e 4,68; o °Brix, 3,93 e 3,94 e a acidez total titulável, 0,389% e 0,398% de ácido cítrico, sem e com adubação orgânica, respectivamente. Wight *et al.* (1962) também não encontraram variação em algumas características da qualidade de frutos do tomateiro, entre elas pH e °Brix, com o aumento da taxa de fertilizantes nitrogenados no solo. Os resultados obtidos também estão de acordo com Pandey *et al.* (1998), os quais constataram que a fertilização nitrogenada não afetou os sólidos solúveis totais, a acidez total titulável e o teor de ácido ascórbico nos frutos de tomate. De acordo com Warner *et al.* (2004), que trabalhou com cultivares de tomate para processamento em Ontário, Canadá, a taxa de N no solo não afeta os sólidos solúveis totais, a firmeza, o tamanho e a coloração dos frutos comercializáveis. Desta forma, Wight *et al.* (1962) sugerem que o programa de adubação com N nesta cultura deve ser feito com base nos benefícios trazidos à produção e não à qualidade dos frutos.

Semelhante ao que ocorreu no experimento de primavera/verão, o teor de $N-NO_3^-$ na matéria seca dos frutos do tomateiro aumentou linearmente com as doses de N sem adição de matéria orgânica ao solo e permaneceu constante

com adição (Figura 2). Com a dose zero de N no solo, tais teores foram, respectivamente, 1,66 e 1,77 dag/kg, sem adição de matéria orgânica ao solo, e 1,94 e 2,09 dag/kg, com adição. Com a dose zero de N no solo, os teores de $N-NO_3^-$ na matéria seca dos frutos de tomate foram 1111 e 1467 mg/kg, sem e com adubação orgânica, respectivamente. O teor de nitrato nos frutos, sem adubação orgânica, correspondente à dose de nitrogênio no solo que proporcionou a PEAA de MEE, ou seja, 525,8 kg/ha, foi 1884 mg/kg. Segundo a Organização Mundial da Saúde, citada por Toyohara (1989), a ingestão diária aceitável para nitrato para o homem é de 5 mg/kg de peso corporal. Portanto, um adulto com 70 kg não deve ingerir mais de 350 mg/dia de nitrato. Como a cv. utilizada no presente experimento (Santa Clara) pode possuir um peso médio de 140 g/fruto, o consumo de 1 fruto/dia por um adulto de 70 kg não acarretaria problemas de intoxicação, pois o mesmo estaria ingerido 263,76 mg de nitrato. O valor encontrado, semelhante ao que ocorreu no experimento de primavera/verão, se encontra muito acima da faixa encontrada por Kaniszewski *et al.* (1987).

Em ambas as épocas, o pH, os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável no suco de tomate não se alteram com o aumento nas doses de N, sem ou com adubação orgânica; os teores de $N-NO_3^-$ na matéria seca aumentam linearmente na ausência da adubação orgânica e permanecem constantes na presença.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos funcionários da Horta do Fundão da Universidade Federal de Viçosa que viabilizaram a execução dos experimentos de campo.

REFERÊNCIAS

- ANAÇ D; ERIUCE N; KILINÇ R. 1994. Effect of N, P, K fertilizer levels on yield and quality properties of processing tomatoes in Turkey. *Acta Horticulturae* 376: 243-250.
- ARMENTA-BOJORQUEZ AD; BACA-CASTILLO GA; ALCANTAR-GONZALES G; KOHASHI-SHIBATA J; VALENZUELA-URETA JG; MARTINEZ-GARZA A. 2001. Nitrate and potassium ratios in a drip fertigation system on production, quality and nutrient uptake in tomato. *Revista Chapingo-Série Horticultura* 7: 61-75.

- COLLA G; MITCHELL JP; POUDEL DD; SACCARDO F; HARTZ TK. 2001. Impacts of farming systems and soil characteristics on processing tomato fruit quality. *Acta Horticulturae* 542: 333-341.
- DADOMO M; GAINZA AM; DUMAS Y; BUSSIÈRES P; MACUA JI; CHRISTOU M; BRANTHÔME X. 1994. Influence of water and nitrogen availability on yield components of processing tomato in the European Union countries. *Acta Horticulturae* 376: 271-274.
- DUR AISAMI VP; MANI AK. 2002. Effect of major nutrients on yield and fruit quality of tomato under rainfed condition in Entisol. *South Indian Horticulture* 50: 56-64.
- FERREIRA MMM; FERREIRA GB; FONTES PCR; DANTAS JP. 2003. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. *Horticultura Brasileira* 21: 471-476.
- FLORES P; NAVARRO JM; CARVAJAL M; CERDA A; MARTINEZ V. 2003. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. *Agronomie* 23: 249-256.
- JONES JÚNIOR JB. 1999. *Tomato plant culture: in the field, greenhouse and home garden*. Florida: CRC Press. 199p.
- KANISZEWSKI S; ELKNER K; RUMPEL J. 1987. Effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield, nitrogen status in plants and quality of fruits of direct seeded tomatoes. *Acta Horticulturae* 200: 195-202.
- KANISZEWSKI S; RUMPEL J. 1983. The effect of nitrogen fertilization on the yield, nutrient status and quality of tomatoes under single and multiple harvest. *Biul. Warzyw., Suplement*. p. 19-29.
- KUMARAN SS; NATARAJAN S. 2001. Efficiency of soil conditioners and recommended fertilizers on quality parameters of rainfed tomato. *South Indian Horticulture* 49: 199-201.
- MAHMOUD HAF; AMARA MAT. 2000. Response of tomato to biological and mineral fertilizers under calcareous soil conditions. *Bulletin of Faculty of Agriculture-University of Cairo* 51: 151-174.
- MAY DM; GONZALES J. 1994. Irrigation and nitrogen management as they affect fruit quality and yield of processing tomatoes. *Acta Horticulturae* 376: 227-234.
- OVERLY A; KUSHAD M; MASIUNAS J. 2002. Nitrogen and tillage effects on the fruit quality and yield of four tomato cultivars. *Journal of Vegetable Crop Production* 8: 65-79.
- PANDEY RP; SARAF RK; PARIHAR MS. 1998. Effect of nitrogen, phosphorus and varieties on quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Punjab Vegetable Grower* 33:15-18.
- RAVINDER-SINGH; KOHLI UK; KANWAR HS; SINGH R. 2001. Tomato fruit quality as influenced by different nutrient regimes. *Himachal Journal of Agricultural Research* 25: 37-42.
- RODRIGUEZ A; LEONI S; BUSSIÈRES P; DADOMO M; CHRISTOU M; MACUA JI; CORNILLON P. 1994. The influence of water and nitrogen levels on the quality of the processing tomato grown in European Union countries. *Acta Horticulturae* 376: 275-278.
- SINGH AK; SHARMA JP; SINGH RK. 2000. Effect of variety and level of nitrogen on fruit quality of tomato hybrid (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Research-Birsa Agricultural University* 12: 205-208.
- SINGH RV. 2003. Response of rainy-season tomato to N and P fertilizers, and plant spacing in the eastern plateau region. *Indian Journal of Horticulture* 60: 79-83.
- SUPATRA S; MUKHERJI S; SEN S. 1998. Influence of seasons in determining the date of sowing and fruit quality of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (okra) and *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomato). *Indian Agriculturist* 42: 161-166.
- TOYOHARA OQ. 1989. *Determinação de nitrito, nítrito e N-nitrosaminas em linguças*. Campinas: UNICAMP. 85p (Tese mestrado).
- VALENCIA J; BIECHE B; BRANTHÔME X. 2003. Effect of fertilizers on fruit quality of processing tomatoes. *Acta Horticulturae* 613: 89-93.
- WARNER J; ZHANG TQ; HAO X. 2004. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. *Canadian Journal of Plant Science* 84: 865-871.
- WIGHT JR; LINGLE JC; FLOCKER WJ; LEONARD SJ. 1962. The effects of irrigation and nitrogen fertilization treatments on the yield, maturation, and quality of canning tomatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 81: 451-457.
- YOUSSEF AM; EL-FOULY AHM; YOUSSEF MS; MOHAMEDDIEN SA. 2001. Effect of using organic and chemical fertilizers in fertigation system on yield and fruit quality of tomato. *Egyptian Journal of Horticulture* 28: 59-77.
- YRISARRY JJB; LOSADA MHP; RINCÓN AR. 1993. Response of processing tomato to three different levels of water and nitrogen applications. *Acta Horticulturae* 355: 149-156.