

RESPOSTA DO TOMATEIRO À FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA E COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO¹

REGYNALDO ARRUDA SAMPAIO², PAULO CEZAR REZENDE FONTES e CARLOS SIGUEYUKI SEDIYAMA³

RESUMO - O objetivo do presente estudo foi determinar os efeitos da fertirrigação potássica e da cobertura do solo em película de plástico preto, na cultura do tomate. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico. Os tratamentos, em cinco repetições, no delineamento em blocos casualizados, corresponderam a: (A) aplicação manual de 40% da dose recomendada de K no sulco de transplante e 60% aplicados manualmente, em cobertura; (B) aplicação manual de 40% da dose de K no sulco de transplante, e 60% aplicados por fertirrigação; (C) procedimento idêntico ao anterior, porém com o solo coberto por plástico preto; (D) aplicação de 100% da dose de K por fertirrigação e (E) procedimento idêntico ao anterior, porém com o solo coberto por plástico preto. Os tratamentos B, C, D e E foram irrigados por gotejamento. Maiores produções de tomates foram obtidas com a aplicação do K por fertirrigação do que com a aplicação manual. Estas produções, entretanto, não foram influenciadas pela aplicação total ou parcial de K por fertirrigação, nem pela presença de cobertura plástica do solo. Os teores de N-NO₃⁻, N-orgânico, K, Ca e Mg no pecíolo do tomateiro não foram influenciados pelos tratamentos.

Termos para indexação: tomate, adubação potássica, *Lycopersicon esculentum*.

TOMATO RESPONSE TO POTASSIUM FERTIRRIGATION AND BLACK POLYETHYLENE COVER

ABSTRACT - The aim of this work was to determine the effects of fertirrigation with potassium and black polyethylene cover on tomato. A field experiment was carried out on a cambic yellowish podzolic at the Universidade Federal de Viçosa, in Viçosa, MG, Brazil. The treatments, with five replicates, following a randomized block design, were: (A) manual application of 40% of recommended K rate at the seedling transplantation row and manual sidedress application of 60%; (B) manual application of 40% of recommended K rate at the seedling transplantation row and 60% by fertirrigation; (C) similar procedure to B but with black polyethylene cover; (D) application of 100% of K rate by fertirrigation and (E) similar procedure to D but with black polyethylene cover. Treatments B, C, D and E were drip irrigated. Tomato yields were higher with K application by fertirrigation than using the manual fertilization method, but the tomato yields were not influenced by K partial or total fertirrigation neither by black polyethylene cover. The NO₃⁻-N, organic-N, K, Ca and Mg concentrations on leave petioles were not influenced by treatments.

Index terms: tomato, potassic fertilization, *Lycopersicon esculentum*.

INTRODUÇÃO

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação constitui prática importante na cultura do tomateiro.

ro. Esta técnica proporciona aumento na disponibilidade de nutrientes, reduz os custos com mão-de-obra, melhora a distribuição do adubo no campo e facilita seu parcelamento (Locascio & Myers, 1974; Steduto, 1984).

A aplicação da dose total de K, no momento do transplante do tomateiro, pode aumentar a concentração salina em torno das raízes, aumentar as perdas deste nutriente por lixiviação e reduzir a eficiência de sua utilização pelas plantas. Também, em razão do pequeno desenvolvimento radicular, a aplicação da dose inicial de K via irrigação localizada

¹ Aceito para publicação em 13 fevereiro de 1998.

Extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada à UFV.

² Eng. Agr., D.Sc., Prof. Adjunto, CCA/UFRR. CEP 69306-210 Boa Vista, RR. Bolsista do CNPq. E-mail: rsampaio@mandic.com.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, DFT/UFV, CEP 36571-000 Viçosa, MG Bolsista do CNPq.

no momento do transplante pode movimentar os íons para a extremidade do bulbo molhado, dificultando a absorção dos nutrientes pelas plantas (Fischer, 1992; Hartz, 1994). Nessas condições, Locascio et al. (1982) e Dangler & Locascio (1990) recomendam que por ocasião do transplante, entre 30 e 40% das doses recomendadas de K sejam incorporadas ao solo e o restante seja aplicado por fertirrigação durante o ciclo da cultura.

A utilização da fertirrigação é compatível com a cobertura do solo por plástico, prática comum na produção de tomate para mesa nos EUA (Baki-Abdul & Spence, 1992). A cobertura de plástico protege a planta contra pragas do solo, controla a incidência de plantas daninhas, conserva a umidade próxima à superfície do solo, aumenta a concentração de raízes na parte mais aquecida e mais fértil do perfil do solo, aumenta a atividade microbiana e a taxa de mineralização do N orgânico e, principalmente, evita a lixiviação de nitrato e potássio, importantes para a nutrição do tomateiro (Clark & Maynard, 1992; Tsekleev et al., 1993). Estudos empregando a combinação de cobertura do solo com plástico e fertirrigação potássica do tomateiro, embora inexistentes na literatura nacional, são difundidos na literatura estrangeira (Fischer, 1992).

O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos da fertirrigação parcial ou total com potássio e da cobertura do solo com plástico sobre o tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Horta do Fundão da Universidade Federal de Viçosa, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico com as características químicas e físicas apresentadas na Tabela 1.

Sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), cv. Santa Clara, foram semeadas em sementeira, em 8 de

setembro de 1995. Nessa mesma data, no solo onde seriam transplantadas as mudas, foram incorporados até 50 cm de profundidade, 40% da dose de calcário dolomítico necessária para elevar a porcentagem de saturação de bases para 70%. Os 60% restantes foram incorporados até 15 cm de profundidade, três dias antes do transplante, em 27 de setembro de 1994.

Em todos os tratamentos, um percentual de 40% do fertilizante potássico foi colocado no momento do transplante, e os 60% restantes foram aplicados em cobertura, em três vezes, a cada 15 dias, a partir da adubação realizada no momento do transplante. No tratamento A, considerado testemunha, o fertilizante foi aplicado manualmente no sulco de transplante e, também manualmente, em cobertura ao lado das plantas, com irrigação por aspersão no solo, com mangueira. Nos tratamentos B e C (fertirrigação parcial), o adubo potássico foi colocado manualmente no sulco de transplante, e as aplicações em cobertura foram feitas via água de irrigação. Nos tratamentos D e E (fertirrigação total), o adubo potássico foi aplicado sempre via água de irrigação, tanto no momento do transplante quanto nas aplicações em cobertura. Os tratamentos C e E receberam cobertura plástica do solo. Cada um dos cinco tratamentos estudados ocupou uma parcela de 14 m², com espaçamento de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras e com 10 plantas úteis. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento em blocos casualizados com cinco repetições.

A dose de K, aplicada na forma de KCl, foi equivalente a 186 kg.ha⁻¹ e correspondeu à dose de máxima eficiência física da produção comercial de tomate obtida por Sampaio (1996). O N foi aplicado na forma de uréia, em doses equivalentes a 80 kg.ha⁻¹ de N, no sulco de transplante, e 120 kg.ha⁻¹ de N parcelado em três vezes, nas mesmas datas em que o adubo potássico foi parcelado. Por ocasião do transplante, foram aplicados, também no sulco, 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, 10 kg.ha⁻¹ de bórax, 10 kg.ha⁻¹ de sulfato de zinco e 200 g.ha⁻¹ de molibdato de amônio, conforme recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989).

TABELA 1. Características químicas e físicas do solo¹.

C (dag.kg ⁻¹)	pH-H ₂ O 1:2,5	P ----- (mg.dm ⁻³)	K ⁺ ----- (mg.dm ⁻³)	Ca ²⁺ ----- (mg.dm ⁻³)	Mg ²⁺ (cmolc.dm ⁻³)	Al ³⁺ ----- (cmolc.dm ⁻³)	H+Al ----- (cmolc.dm ⁻³)	Argila ----- (dag.kg ⁻¹)	Silte ----- (dag.kg ⁻¹)	Areia ----- (dag.kg ⁻¹)
1,87	5,6	60,3	58,5	3,2	0,6	0,1	4,2	50	14	36

¹ P e K: extrator Mehlich-1; Al, Ca e Mg: extrator KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: extrator Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0.

Nos tratamentos com cobertura plástica, o solo foi coberto quinze dias após o transplante das mudas, com película de polietileno preto de baixa densidade medindo 3,6 m de comprimento por 1,2 m de largura. As bordas da película entre as fileiras foram superpostas e cobertas com solo, como em outros países que utilizam a cobertura do solo com plástico (Salveti, 1985).

O tomateiro foi conduzido com duas hastas tutoradas no sistema de cerca cruzada. A poda apical foi realizada quando a planta atingiu 1,8 m de altura.

A demanda de água pela planta foi estimada com base na evaporação de tanque classe A, considerando o coeficiente do tanque, equivalente a 0,85, e os coeficientes de cultura variáveis dependendo do estágio de desenvolvimento do tomateiro (Volpe & Churata-Masca, 1988). No tratamento A, a irrigação foi realizada no sulco com mangueira, utilizando-se hidrômetro e chuveiro adaptados na extremidade (Soares, 1986). Nos demais tratamentos, a irrigação foi realizada por gotejamento, pelo método xique-xique (Gonçalves, 1988), com as linhas laterais distribuídas entre fileiras, e com a saída de água a 10 cm de distância da planta. O sistema de irrigação foi instalado com tanque de 20,4 litros para aplicação do fertilizante (Bonomo, 1995); durante a aplicação do K na fertirrigação, o volume de água derivado para o tanque correspondeu a cinco vezes o volume deste. O turno de rega adotado foi variável e a cada dois turnos de rega de dois dias intercalava-se um de três dias. A lâmina de água aplicada durante o ciclo da cultura foi 231,5 mm em complementação aos 734,8 mm de chuva (322,9 mm do transplante até a primeira colheita mais 411,9 mm da primeira até a sétima colheita).

Durante cinco turnos de rega, em 13/11/95, 27/11/95, 4/12/95, 18/12/95 e 1/1/96, escolhidos aleatoriamente imediatamente antes da irrigação, foram coletadas amostras de solo até 10 cm de profundidade, para a determinação da umidade pelo método termogravimétrico. Nessas ocasiões, e na mesma profundidade do solo, foram determinadas as temperaturas: mínima, às 8h; e máxima, às 16h.

No florescimento do sexto cacho, foram coletadas amostras do pecíolo da folha completamente expandida mas não-senescente, e do pecíolo da folha adjacente ao sexto cacho, para determinação dos teores de N-orgânico utilizando-se o reagente de Nessler (Jackson, 1958), N-NO₃⁻ (Cataldo et al., 1975), Ca, Mg e K na matéria seca (Malavolta et al., 1989).

Os frutos foram colhidos semanalmente, em sete colheitas, quando seus ápices apresentavam coloração avermelhada, e os sem defeitos foram classificados em graúdos ($\varnothing \geq 60$ mm), grandes ($56 \text{ mm} \leq \varnothing < 60$ mm),

médios ($52 \text{ mm} \leq \varnothing < 56$ mm) e outros ($\varnothing < 52$ mm). A primeira colheita foi realizada em 7 de dezembro de 1995, e a última, em 17 de janeiro de 1996.

Após a última colheita, foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 e 40-50 cm de profundidade, entre plantas, na fileira de plantio, para análise da condutividade elétrica, pH e teores de K, Ca, Mg (Defelipo & Ribeiro, 1991), N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ (Tedesco et al., 1985).

A produção comercial de frutos foi obtida por somatório das três primeiras classes. Essas foram consideradas como classes extra AA, extra A e extra, respectivamente. Calculou-se também a produção ponderada de frutos. Para tanto, foram utilizados os fatores de ponderação 1,0, 0,6 e 0,3, com base nos preços médios das classes supracitadas, verificados nos meses de dezembro de 1995 e de janeiro de 1996 na CEASA-MG, para serem transformadas as classes extra AA, extra A e extra em unicamente extra AA.

Frutos menores do que 52 mm de diâmetro foram considerados como produção não-comercial. A produção total foi obtida mediante somatório da produção comercial e não-comercial.

Calculou-se o índice de precocidade pela equação $IP = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i/D_i)}{n}$, em que n = número de colheitas; i = 1, 2, ..., n; Y_i = produção na colheita i; e D_i = número de dias do início ao final de cada colheita i (Khanzadeh & Fanous, 1992).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e os tratamentos, comparados a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan (Pimentel-Gomes, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A película de polietileno, dadas as suas características de impermeabilidade, manteve a umidade do solo mais elevada nos intervalos entre as irrigações (Tabela 2). Também, em razão da maior absorção de calor e reirradiação para o solo, as temperaturas máximas e mínimas foram mais elevadas, e os gradientes entre elas foram menores no solo coberto com plástico do que no solo não coberto.

Em geral, as produções total, comercial e ponderada de frutos de tomate foram mais elevadas nos tratamentos irrigados por gotejamento com a fertirrigação, do que no tratamento irrigado por aspersão no solo com mangueira e aplicação manual do fertilizante potássico (Fig. 1). Esse fato poderia estar relacionado à maior eficiência de utilização de

água, em razão do sistema de irrigação adotado. A irrigação localizada aumenta a concentração de raízes próximas ao gotejador, tornando mais eficiente o uso da água e dos nutrientes.

Na região de Viçosa, as produtividades de tomate em períodos de intensas chuvas e calor raramente ultrapassam 50 t.ha⁻¹. No presente experimento, com exceção do tratamento testemunha, os demais apresentaram produções comerciais próximas a 70 t.ha⁻¹.

Em relação às produções total, comercial e ponderada de frutos de tomate, nenhuma diferença entre a aplicação parcial e total do K na água de irrigação foi observada (Fig. 1), embora a aplicação do adubo por fertirrigação imediatamente após o transplante possa ser menos eficiente para o tomateiro do que a aplicação manual, em razão do pequeno desenvolvimento radicular neste período e do movimento do K para as bordas do bulbo molhado (Fischer, 1992; Hartz, 1994). Este fato poderia estar relacionado ao tipo de argila e teor médio de K existente no solo (Tabela 1). O uso da fertirrigação associada à aplicação de lâminas frequentes de irrigação, comuns em sistemas localizados, podem aumentar (Smajstrla & Locascio, 1990; Clark et al., 1991), ou não, a produção de tomate (Locascio et al., 1989; Dangler & Locascio, 1990).

Nas parcelas fertirrigadas, a cobertura do solo com plástico não influenciou as produções total, comercial e ponderada de frutos de tomate (Fig. 1). A

TABELA 2. Umidade (U), temperaturas máxima (T_{máx}) e mínima (T_{mín}) e diferença entre T_{máx} e T_{mín} (ΔT) do solo nos tratamentos: testemunha (A), fertirrigação parcial (B), fertirrigação parcial e solo coberto (C), fertirrigação total (D), e fertirrigação total e solo coberto (E)¹.

Tratamento	U (dag.kg ⁻¹)	T _{máx}	T _{mín}	ΔT
		----- (°C) -----		
A	21,19b	26,5b	23,2b	3,3a
B	21,83b	26,3b	23,3b	3,0ab
C	23,36a	26,7ab	24,4a	2,3c
D	21,82b	26,4b	23,2b	3,2a
E	23,70a	27,0a	24,3a	2,7bc

¹ Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

cobertura com plástico manteve a umidade e as temperaturas máxima e mínima do solo mais elevadas (Tabela 2). Entretanto, essas variações não apresentaram reflexos significativos na produção de tomate. As temperaturas mínima e máxima dos solos com cobertura de plástico superaram em 0,5 e 1,0°C,

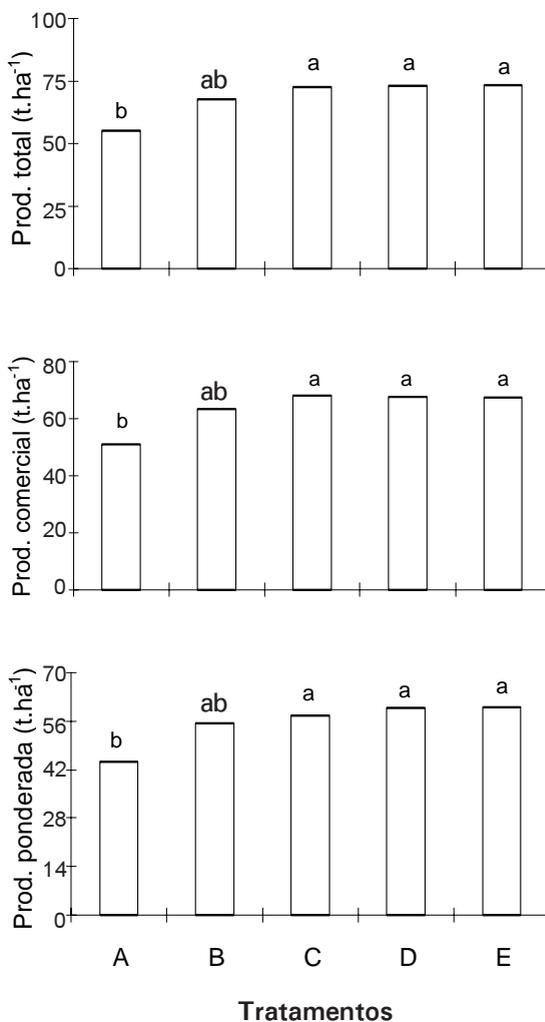


FIG. 1. Produções total, comercial e ponderada de tomate nos tratamentos: testemunha (A), fertirrigação parcial (B), fertirrigação parcial e solo coberto (C), fertirrigação total (D), e fertirrigação total e solo coberto (E). Barras com letras iguais não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

respectivamente, às dos solos sem cobertura; tais incrementos, no entanto, poderiam ser importantes em época de menores temperaturas, uma vez que, nessas condições, o desenvolvimento da planta e a absorção de nutrientes poderiam ser aumentados, conforme verificado por Martin & Wilcox (1963).

Em geral, as produções de frutos de cada classe comercial, extra AA, extra A e extra, foram mais elevadas com a fertirrigação e com o uso do sistema de gotejamento do que com a aplicação manual do K e irrigação por aspersão no solo com mangueira (Tabela 3).

A produção não-comercial e os índices de precocidade das produções comerciais e totais não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 3), apesar de Wien & Minotti (1988) afirmarem que colheitas mais precoces de tomate possam ser obtidas com o uso da cobertura plástica do solo. Em todos os tratamentos, a incidência de podridão apical do fruto foi praticamente inexistente.

Por ocasião do florescimento do sexto cacho de tomate, os teores de $N-NO_3^-$ e N-total no pecíolo da folha adjacente a ele não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 4). No pecíolo da folha completamente expandida, coletado na mesma data, nenhum dos nutrientes ($N-NO_3^-$, N-total, K, Ca e Mg) e a relação $K/(Ca+Mg)$ foi influenciado pelos tratamentos. Os teores de $N-NO_3^-$, N-total, K, Ca e Mg no pecíolo da folha adjacente ao sexto cacho, e no pecíolo da folha completamente expandida, encon-

tram-se dentro da faixa considerada por Reuter & Robinson (1986) e Jones Junior et al. (1991) como suficientes para a cultura do tomateiro. Também, os teores de K no pecíolo da folha adjacente e no pecíolo da folha completamente expandida foram, em todos os tratamentos, maiores que o nível crítico citado por Jones Junior et al. (1991), o que indica o suprimento adequado deste elemento para as plantas nos diversos tratamentos.

As condutividades elétricas das soluções do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, foram maiores nas parcelas com cobertura de plástico do que nas parcelas sem cobertura (Tabela 5). Nas profundidades de 20-30, 30-40 e 40-50 cm, os efeitos dos tratamentos sobre a condutividade elétrica foram menos evidentes; porém, nas parcelas com cobertura de plástico, as condutividades elétricas foram quase sempre maiores do que nas sem cobertura. Este fato pode estar relacionado a maior mineralização da matéria orgânica, a menor lixiviação de nutrientes e a menor perda de N por volatilização. Com exceção dos tratamentos em que o solo foi coberto com plástico, nos quais as condutividades elétricas aparentemente decresceram em profundidade, não houve acúmulo de sais até 50 cm de profundidade, o que indica que o aumento da condutividade elétrica proporcionado pela cobertura de plástico do solo poderia estar mais relacionado à mineralização da matéria orgânica e à menor perda por volatilização de N do que à lixiviação de nutrientes nas parcelas sem cobertura.

TABELA 3. Produção classificada de frutos de tomate e índices de precocidade nos tratamentos: testemunha (A), fertirrigação parcial (B), fertirrigação parcial e solo coberto (C), fertirrigação total (D), e fertirrigação total e solo coberto (E)¹.

Tratamento	Extra AA	Extra A	Extra	PNC ²	IPC ³	IPT ³
	(t.ha ⁻¹)					
A	37,74b	8,77b	4,68b	3,77a	0,72a	0,74a
B	47,74ab	10,70ab	4,89ab	4,21a	0,89a	0,91a
C	51,62a	11,60a	4,93ab	4,56a	0,76a	0,80a
D	53,14a	9,79ab	4,68b	5,19a	0,78a	0,83a
E	48,73a	12,28a	6,33a	5,76a	0,88a	0,92a

¹ Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

² Produção não comercial.

³ Índice de precocidade da produção comercial (IPC) e da total (IPT).

Os valores de pH do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, foram menores nas parcelas com cobertura de plástico do que nas parcelas sem cobertura (Tabela 5); o menor pH no solo com cobertura de plástico poderia estar relacionado à maior nitrificação do amônio advindo da matéria orgânica do solo e da uréia aplicada na adubação, em razão da maior conservação de umidade nos períodos mais secos e menor encharcamento nos períodos de chuvas intensas (Parchomchuk et al., 1993). Nas profundidades de 30-40 e 40-50 cm o pH não foi influenciado pelos tratamentos.

Em geral, os teores de $N-NH_4^+$ no solo não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 5) e, aparentemente, foram mais baixos na camada de 0-10 cm, onde a atividade biológica é mais intensa, aumentando moderadamente nas camadas mais profundas. O $N-NH_4^+$ pode causar a acidificação do solo, aumentar a solubilidade do Ca e do Mg, e deslocar estes nutrientes e o K do complexo de troca. No caso da irrigação localizada, a aplicação do $N-NH_4^+$ pode também facilitar a movimentação de Ca, Mg e K para as extremidades do bulbo molhado (Parchomchuk et al., 1993).

Os teores de N inorgânico total (obtido pela soma de $N-NH_4^+$ + $N-NO_3^-$), nas profundidades de 0-10 e

10-20 cm, foram maiores nas parcelas com cobertura de plástico do que nas parcelas sem cobertura (Tabela 5). Este fato pode estar associado a maior mineralização da matéria orgânica e menores perdas de N por desnitrificação nas parcelas com cobertura de plástico do solo, em face do encharcamento a que o solo foi submetido nas parcelas não cobertas com plástico, em razão das fortes chuvas, conforme verificado por Muirhead et al. (1985). Nas profundidades de 20-30, 30-40 e 40-50 cm, as variações nos teores de N do solo não mostraram tendências definidas em função dos tratamentos. Com exceção dos solos com cobertura plástica, onde houve acúmulo nas primeiras camadas superficiais, o teor de N total aparentemente aumentou em profundidade, concentrando-se principalmente na profundidade de 40-50 cm.

Os teores de Ca e Mg, principalmente na profundidade de 0-10 cm, foram mais elevados nos tratamentos com cobertura de plástico do que nos sem cobertura (Tabela 5). Este fato pode estar relacionado a maior mineralização da matéria orgânica ou a maior solubilização do calcário dolomítico aplicado imediatamente antes do transplante, em razão da maior redução do pH. Nas demais profundidades, os teores de Ca e Mg não foram influenciados pelos trata-

TABELA 4. Teores de nutrientes e relações iônicas nos pecíolos das folhas adjacentes ao 6º cacho e completamente expandida nos tratamentos: testemunha (A), fertirrigação parcial (B), fertirrigação parcial e solo coberto (C), fertirrigação total (D), e fertirrigação total e solo coberto (E)¹.

Tratamento	N-orgânico	N-NO ₃ ⁻	N-total ² (dag.kg ⁻¹)	K	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)
Pecíolo da folha adjacente ao 6º cacho							
A	1,36a	0,20a	1,56a	5,59ab	1,81b	0,42ab	2,53a
B	1,15b	0,21a	1,37a	5,69a	1,78b	0,36b	2,69a
C	1,19ab	0,21a	1,40a	5,50ab	1,83b	0,41ab	2,49a
D	1,26ab	0,19a	1,45a	5,50ab	1,88b	0,43ab	2,52a
E	1,22ab	0,24a	1,46a	4,93b	2,32a	0,55a	1,78b
Pecíolo da folha completamente expandida							
A	1,68b	0,35a	2,03a	5,08a	3,29a	0,97a	1,23a
B	1,74ab	0,28a	2,03a	4,78a	3,22a	0,91a	1,16a
C	2,02a	0,34a	2,36a	5,39a	3,49a	1,00a	1,20a
D	1,72ab	0,32a	2,04a	5,11a	3,24a	0,90a	1,24a
E	1,75ab	0,30a	2,04a	5,38a	3,17a	0,87a	1,53a

¹ Em cada pecíolo, médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

² N-total = N-orgânico + N-NO₃⁻.

TABELA 5. Condutividade elétrica (CE), pH e teores de nutrientes no solo nos tratamentos: testemunha (A), fertirrigação parcial (B), fertirrigação parcial e solo coberto (C), fertirrigação total (D), e fertirrigação total e solo coberto (E) em diferentes profundidades do solo (P)¹.

Profundidade (cm)	Tratamento	CE (dS.m ⁻¹)	pH	N-NH ₄ ⁺	N-total ²	Ca ²⁺	Mg ²⁺
				----- (mg.dm ⁻³) -----		----- (cmol _c .dm ⁻³) -----	
0-10	A	0,61b	5,55a	9,49a	12,94b	5,21b	0,98bc
	B	0,58b	5,59a	9,61a	16,19b	5,39b	0,94bc
	C	2,10a	5,28ab	18,81a	51,88a	6,91a	1,19a
	D	0,59b	5,40ab	8,71a	13,91b	4,60b	0,88c
	E	2,01a	5,23b	13,32a	35,48ab	7,30a	1,06ab
10-20	A	0,64b	5,30a	27,60a	40,95b	4,84a	0,84bc
	B	0,59b	5,27a	32,07a	45,44b	4,58a	0,78c
	C	1,45a	4,91b	26,27a	71,66a	4,77a	0,98a
	D	0,60b	5,21a	29,50a	44,09b	4,44a	0,81c
	E	1,36a	4,98b	35,56a	74,75a	4,88a	0,94ab
20-30	A	0,65b	4,78a	17,20a	39,47ab	3,52a	0,69a
	B	0,57b	4,75ab	21,20a	35,76ab	3,30a	0,62a
	C	0,95a	4,59b	18,43a	35,51ab	3,23a	0,64a
	D	0,59b	4,75ab	11,69a	21,15b	3,37a	0,62a
	E	0,76b	4,60b	21,84a	42,77a	3,39a	0,68a
30-40	A	0,65ab	4,78a	20,46a	41,29a	3,34a	0,73a
	B	0,54b	4,70a	24,27a	38,00a	3,08a	0,68a
	C	0,83a	4,73a	32,49a	58,03a	3,08a	0,65a
	D	0,55b	4,58a	27,10a	41,50a	3,43a	0,75a
	E	0,65ab	4,60a	18,78a	40,73a	3,34a	0,65a
40-50	A	0,59ab	5,10a	41,87ab	61,44abc	4,22a	0,61a
	B	0,51b	4,95a	41,96ab	56,47bc	3,98a	0,58a
	C	0,62a	4,86a	55,18a	82,31a	3,83a	0,53a
	D	0,52ab	4,96a	34,23b	47,64c	3,96a	0,65a
	E	0,57ab	5,00a	46,21ab	73,40ab	4,49a	0,58a

¹ Em cada profundidade, médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

² N-total = N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺.

mentos. Nas parcelas sem cobertura de plástico, aparentemente, não houve acúmulo de Ca e de Mg em profundidade, o que evidencia a não-lixiviação destes nutrientes.

Os teores de N-NO₃⁻ no solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, foram maiores nas parcelas com cobertura de plástico do que nas sem cobertura (Fig. 2). Este incremento no teor de N-NO₃⁻ poderia ser atribuído principalmente ao aumento da taxa de mineralização da matéria orgânica do solo, decorrente do aumento da temperatura e umidade no solo com cobertura de plástico (Tabela 2) e, talvez, às

menores perdas de N-NO₃⁻ por desnitrificação em face da ocorrência de encharcamento do solo sem a cobertura de plástico, nos períodos de chuvas intensas (Steduto, 1984; Muirhead et al., 1985). Na profundidade de 20-30 cm, o teor de N-NO₃⁻ não foi influenciado pelos tratamentos, enquanto nas profundidades de 30-40 e 40-50 cm, os teores de N-NO₃⁻ foram menores nos tratamentos B e D, o que evidencia tendência de os teores de N-NO₃⁻ no solo coberto serem maiores do que no solo não coberto. Nos solos sem cobertura de plástico houve lixiviação de N-NO₃⁻ apenas na camada de 0-10 cm

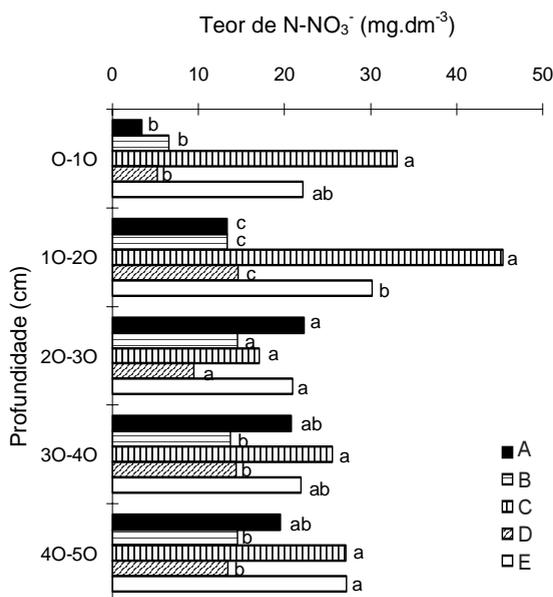


FIG. 2. Teor de N-NO₃⁻ no solo nos tratamentos: testemunha (A), fertirrigação parcial (B), fertirrigação parcial e solo coberto (C), fertirrigação total (D), e fertirrigação total e solo coberto (E), em diferentes profundidades do solo. Em cada profundidade, barras com letras iguais não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

de profundidade; a não-lixiviação de N-NO₃⁺ em camadas mais profundas, conforme observado por Cook & Sanders (1990), pode ser atribuída à presença de camadas adensadas ou compactadas, verificadas a partir de 20 cm de profundidade, limitando o fluxo de água e reduzindo a movimentação do N-NO₃⁻ no solo no curto espaço de tempo da cultura.

Os teores de K, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 30-40 cm, não foram influenciados pelos tratamentos (Fig. 3). O moderado decréscimo dos teores de K em profundidade evidencia a não-lixiviação deste nutriente das camadas superficiais, podendo-se atribuir tal fato à predominância de cargas

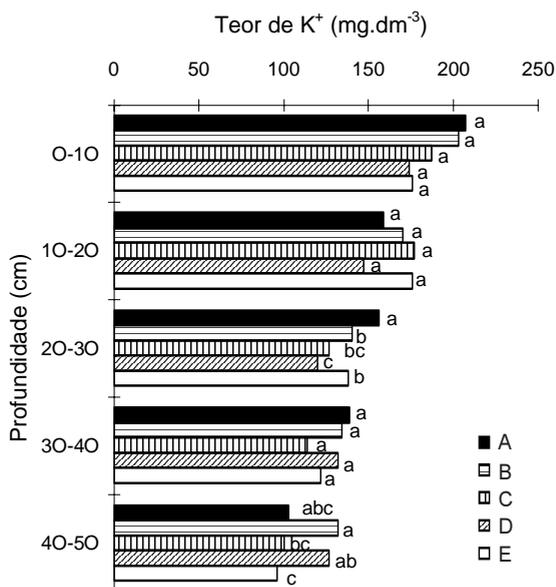


FIG. 3. Teor de K⁺ no solo nos tratamentos: testemunha (A), fertirrigação parcial (B), fertirrigação parcial e solo coberto (C), fertirrigação total (D), e fertirrigação total e solo coberto (E), em diferentes profundidades do solo. Em cada profundidade, barras com letras iguais não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

eletronegativas no solo e à presença de camadas subjacentes adensadas.

CONCLUSÕES

1. Maiores produções de tomate são obtidas quando o potássio é aplicado por fertirrigação.
2. As produções de tomate não são influenciadas quando a fertirrigação é parcial ou total.
3. A cobertura do solo com plástico não influencia as produções de tomate.
4. Não há efeito dos métodos de aplicação do potássio e da cobertura plástica do solo sobre os teores de N-NO₃⁻, N-orgânico, K, Ca e Mg nos pecíolos do tomateiro.

REFERÊNCIAS

- BAKI-ABDUL, A.; SPENCE, C. Black polyethylene mulch doubled yield of fresh-market field tomatoes. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.7, p.787-789, 1992.
- BONOMO, R. **Análise da validade da equação utilizada para estimar a variação da concentração de fertilizante no tanque de derivação, em fertirrigação**. Viçosa: UFV, 1995. 57p. Tese de Mestrado.
- CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.6, p.71-80, 1975.
- CLARK, G.A.; MAYNARD, D.N. Vegetable production on various bed widths using drip irrigation. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.8, n.1, p.28-32, 1992.
- CLARK, G.A.; STANLEY, C.D.; MAYNARD, D.N.; HOCMUTH, G.J.; HANLON, E.A.; HAMAN, D.Z. Water and fertilizer management of microirrigated fresh market tomatoes. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.34, n.2, p.429-435, 1991.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras: CFSEMG, 1989. 76p.
- COOK, W.P.; SANDERS, D.C. Fertilizer placement effects on soil nitrogen and use by drip-irrigated and plastic-mulched tomatoes. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.7, p.767-769, 1990.
- DANGLER, J.M.; LOCASCIO, S.J. Yield of trickle-irrigated tomatoes as affected by time of N and K application. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.115, p.585-589, 1990.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo: metodologia**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 17p. (Boletim de extensão, 29).
- FISCHER, J.R. **Water and nutrient requirements for drip-irrigated vegetables in humid regions**. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences/Univ. of Florida, 1992. 17p. (Southern Cooperative Series Bulletin, 363).
- GONÇALVES, A.C.A. **Análise da perda de carga em tubos perfurados para irrigação, pela comparação entre o conceito de vazão fictícia e a metodologia proposta por Christiansen**. Viçosa: UFV, 1988. 80p. Tese de Mestrado.
- HARTZ, T.K. Water management in drip-irrigated vegetable production. In: AMERICAN SOCIETY HORTICULTURAL SCIENCE SEMINAR, 1994, Lexington. **Proceedings...** [S.l.]: American Society for Horticultural Science, 1994. p.12-15.
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1958. 458p.
- JONES JUNIOR, J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro Pub., 1991. 214p.
- KHANIZADEH, S.; FANOUS, M.A. Mathematical indices for comparing small fruit crops for harvest time and trait similarity. **HortScience**, Alexandria, v.27, p.346-348, 1992.
- LOCASCIO, S.J.; MYERS, J.M. Tomato response to plug-mix, mulch and irrigation method. **Proceedings of the Florida State Horticultural Science**, Lake Alfred, v.85, p.126-130, 1974.
- LOCASCIO, S.J.; MYERS, J.M.; FISKELL, J.G.A. Nitrogen application timing and source for drip irrigated tomatoes. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM, 9. 1982. **Proceedings...** [S.l.]: Warwick Univ., 1982. p.323-328.
- LOCASCIO, S.J.; OLSON, S.M.; RHOADS, F.M. Water quantity and time of N and K application for trickle-irrigated tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.114, p.265-268, 1989.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MARTIN, G.C.; WILCOX, G.E. Critical soil temperature for tomato plant growth. **Soil Science Society of America. Proceedings**. Madison, v.27, p.565-567, 1963.
- MUIRHEAD, W.A.; MELHUIH, F.M.; WHITE, R.J.G.; HIGGINS, M.L. Comparison of several nitrogen fertilizers applied in surface irrigation systems. II. Nitrogen transformations. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v.8, p.49-68, 1985.

- PARCHOMCHUK, P.; NEILSEN, G.H.; HOGUE, E.J. Effects of drip fertigation of $\text{NH}_4\text{-N}$ and P on soil pH and cation leaching. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.73, p.157-164, 1993.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12.ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 468p.
- REUTER, D.J.; ROBINSON, J.B. (Eds.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, 1986. 218p.
- SALVETTI, M.G. **O polietileno na agropecuária brasileira**. São Paulo: Poliolefinas, 1985. 154p.
- SAMPAIO, R.A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. Viçosa: UFV, 1996. 117p. Tese de Doutorado.
- SMAJSTRLA, A.G.; LOCASCIO, S.J. Irrigation scheduling of drip-irrigated tomato using tensiometers and pan evaporation. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v.103, p.88-91, 1990.
- SOARES, J.M. **Sistemas de irrigação por mangueiras**. Petrolina: Embrapa-CPTSA, 1986. 132p. (Embrapa-CPTSA. Circular técnica, 13).
- STEDUTO, P. Fertigation. **Rivista di agronomia**, Bologna, v.18, n.1, p.3-20, 1984.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEM, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. n.p. (Boletim técnico, 5).
- TSEKLEEV, G.; BOYADJIEVA, N.; SOLAKOV, Y. Influence of photo-selective mulch films on tomatoes in greenhouses. **Plasticulture**, Paris, v.95, p.45-49, 1993.
- VOLPE, C.A.; CHURATA-MASCA, M.G.C. **Manejo da irrigação em hortaliças: método do tanque classe "A"**. Jaboticabal: Funep, 1988. 20p.
- WIEN, H.C.; MINOTTI, P.L. Increasing yield of tomatoes with plastic mulch and apex removal. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.113, n.3, p.342-347, 1988.