

Doses e períodos de aplicação de nitrogênio via água de irrigação na cultura do tomate.

José M. Pinto; José M. Soares; Nivaldo D. Costa; Clementino M. B. Faria; Luíza T. de L. Brito; Davi J. Silva
EMBRAPA - CPATSA, C. Postal 23, 56.300-000 Petrolina - PE

RESUMO

Em Petrolina, PE, em um Latossolo Vermelho-Amarelo arenoso, realizaram-se dois experimentos de campo (1993 e 1994) com tomate rasteiro, cv. IPA-5, com o objetivo de determinar doses e períodos adequados de aplicação de nitrogênio, via água de irrigação, por gotejamento. Adotaram-se três níveis de nitrogênio, 45, 90 e 135 kg/ha, aplicados em três períodos diferentes, até 25, 50 e 75 dias após o transplantio das mudas de tomateiro e ainda, dois tratamentos adicionais, um sem nitrogênio e outro com 90 kg/ha de N, aplicados 1/3 no transplantio e o restante 30 dias após. Houve uma resposta significativa do tomateiro à adubação nitrogenada, com aumentos na produtividade de até 308% em relação ao tratamento sem nitrogênio. Doses de N inferiores a 90 kg/ha aplicadas via água de irrigação por um período menor que 50 dias após o transplantio podem levar a uma redução da produtividade e do peso médio de frutos. A fertirrigação, comparada com a adubação convencional, proporcionou aumentos na produtividade de 21,8 e 19,5% em 1993 e 1994, respectivamente.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*, gotejamento, fertirrigação, adubação.

ABSTRACT

Levels and periods of Nitrogen application through irrigation water on the tomato crop

In Petrolina, Pernambuco state, Brazil, on a sandy Red-yellow Latosol, two field experiments were conducted in 1993 and 1994 with processing tomato, cv. 'IPA-5', to determine adequate levels and periods of Nitrogen (N) application through drip water irrigation. Three N levels (45, 90 and 135 kg/ha) were applied in three different periods (up to 25, 50 and 75 days after transplanting). Two additional treatments were included: one without N (control) and the other with 30 kg/ha of N at transplanting and 60 kg/ha of N 30 days after (conventional fertilization). There was a significant increase in tomato yield of up to 308% in response to N application compared to control. Levels of N smaller than 90 kg/ha applied through water irrigation before 50 days after transplanting can reduce yield and fruits mean weight. Fertirrigation gave yield increases of 21.8% and 19.5% in 1993 and 1994 respectively, when compared to conventional fertilization.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*, drip irrigation, fertirrigation, fertilization.

(Aceito para publicação em 28 de fevereiro de 1997)

Entre as hortaliças produzidas no Brasil, o tomate ocupa posição de destaque com uma produção com fins industriais de 714,6 mil toneladas por ano, tendo este cultivo grande importância para a região do Submédio São Francisco (Melo, 1993). A produção de tomate destinada à indústria nessa região, no ano agrícola de 1993, foi de 160 mil toneladas, o que corresponde a 22,4% da produção nacional. No entanto, a produtividade média obtida nas áreas irrigadas da região é considerada baixa (30,0 t/ha) tendo em vista o grande potencial que a região oferece à tomaticultura (Melo, 1993).

Dentre os fatores de produção, a nutrição mineral é essencial para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos. Dos nutrientes essenciais

fornecidos por meio da adubação química, destacam-se nitrogênio, fósforo e potássio, que devem ser aplicados em níveis compatíveis às exigências de cada cultura e ao método de adubação utilizado (Haag *et al.*, 1993). Para o tomateiro, necessidades em elementos minerais são supridas pela aplicação de fertilizantes ao solo, combinada à época adequada e posição ideal de aplicá-lo (Fontes & Horino, 1991). Quanto à época de aplicação de fertilizantes, as considerações devem ser feitas com base na curva de absorção de nutrientes. Segundo Barbosa (1993), a extração de nutrientes pelo tomateiro até 30 dias é irrisória, desaconselhando-se pesadas adubações em pré-plantio.

A adubação via água de irrigação, denominada fertirrigação, é hoje de com-

provada eficácia na cultura do tomate. Suas vantagens sobre os sistemas convencionais de adubação se traduzem pelo aumento de produtividade e melhoria da qualidade dos frutos, pela redução de mão-de-obra, do consumo de energia, dos gastos com equipamentos, pela maior eficiência na utilização de nutrientes e facilidade na aplicação de micronutrientes (Costa *et al.*, 1986). Além disso, os solos do Submédio São Francisco são pobres em matéria orgânica e geralmente arenosos, oferecendo assim, boas condições para que a aplicação de nitrogênio por fertirrigação seja muito eficiente.

Dessa forma, realizou-se esse trabalho com o objetivo de determinar doses e períodos adequados de aplicação de nitrogênio via água de irrigação para a cultura do tomate.

MATERIAL E MÉTODOS

No Campo Experimental de Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA - CPATSA), Petrolina (PE), foi executado este trabalho, utilizando a cultivar IPA-5, plantada em espaçamento de 1,2 x 0,2 m. Foram conduzidos dois experimentos, um no período de junho a setembro de 1993 e, o outro, no período de maio a agosto de 1994.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, com profundidade média de 1,50 m, baixa capacidade de troca de cátions, baixo teor de matéria orgânica e baixa capacidade de retenção de umidade (Choudhury & Millar, 1981). A análise química do solo da camada arável apresentou, para o primeiro e segundo experimentos respectivamente, os seguintes resultados: pH (H₂O) = 6,0 e 6,0; P = 6,6 e 35,4 ppm; Ca = 1,5 e 2,1 meq/100ml; Mg = 1,0 e 0,6 meq/100ml; K = 0,74 e 0,14 meq/100ml; Al = 0,05 e 0,05 meq/100ml e areia = 79 e 81%.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com esquema de parcelas subdivididas em faixas e tratamentos adicionais, com quatro repetições. As parcelas principais consistiram de três níveis de nitrogênio: 45, 90 e 135 kg/ha e, as subparcelas, por três períodos de aplicação deste nutriente via água de irrigação: diariamente até 25, 50 e 75 dias após o transplantio. Como fonte de N foi utilizada a uréia. O potássio também foi aplicado diariamente através da água de irrigação, na dosagem de 90 kg/ha de K₂O, sob a forma de cloreto de potássio, até 75 dias após o transplantio. Foram utilizados dois tratamentos adicionais: um sem aplicação de nitrogênio, mas com o potássio aplicado via água de irrigação (T1) e, outro, correspondente à adubação tradicional, em que todos os adubos foram aplicados diretamente no solo (T2). O total de tratamentos tornou-se, então, igual a onze. No segundo tratamento adicional (T2), 100% do P e K e 1/3 do N foram aplicados em fundação e o restante do N foi aplicado 30 dias após o transplantio, nas seguintes doses: 90 kg/ha de N, 90 kg/ha de P₂O₅ e 90 kg/ha de K₂O. Os demais tratamentos também

receberam uma adubação de fundação em sulco, com 90kg/ha de P₂O₅.

Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, com aplicação diária de água. A aplicação de fertilizantes também foi realizada diariamente, através de um injetor de fertilizantes de acionamento hidráulico. A lâmina de água aplicada foi calculada com base na evaporação do tanque classe A, nos coeficientes de cultivo e na eficiência de irrigação do sistema. As características avaliadas foram produtividade, peso médio dos frutos e ocorrência de podridão apical.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento de 1993

Houve efeito significativo de doses de nitrogênio sobre a produtividade e peso médio de frutos, de períodos de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e podridão apical e, ainda, interações significativas para produtividade e peso médio de frutos.

Devido à perda de cinco parcelas, provocada pela murcha-bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*), não se aplicou teste de médias na análise estatística dos dados (SAS INSTITUTE, 1990). Dessa forma, quando se menciona um maior ou menor valor obtido para determinado parâmetro, está se referindo a valores absolutos para os casos onde o teste F foi significativo.

Observou-se que a menor produtividade (30,53 t/ha) ocorreu para o tratamento sem nitrogênio e, a maior (73,43 t/ha), ocorreu para a dose de 90 kg/ha de N, aplicada diariamente até 75 dias após o transplantio das mudas (Tabela 1). Desconsiderando-se o tratamento que não recebeu N, a menor produtividade (37,16 t/ha) ocorreu para a dose de 45 kg/ha de N, aplicada até 25 dias após o transplantio (Tabela 1). Segundo Barbosa (1993), a taxa de absorção de nitrogênio pelo tomateiro é mínima até os 30 dias de idade e atinge o máximo aos 75 dias.

Esses dados permitiram ainda o ajuste de uma equação linear, $Y = 28,35 + 0,22N$ ($r^2 = 0,93$) e outra quadrática, $Y = 30,31 + 1,037N - 0,0063N^2$, ($r^2 = 0,99$), para os períodos de aplicação de nitro-

gênio até 25 e 75 dias, respectivamente, onde a produtividade é função das doses de nitrogênio. Para o período de 50 dias não foi possível ajustar uma equação. A dose de 82 kg/ha de N foi a que proporcionou a produtividade máxima esperada (72,98 t/ha), quando aplicada até 75 dias. Isso evidenciou que o período de aplicação até 25 dias após o transplantio não foi suficiente para se conseguir uma maior eficiência da adubação nitrogenada. Quando considerou-se a equação obtida para aplicação de N até 25 dias após o transplantio, não foi atingida a dose que proporcionaria a maior produtividade, nem mesmo após aplicação de 135 kg/ha de N.

A incidência da podridão apical em 5,2 % dos frutos de tomate nos tratamentos onde o N foi aplicado até os 25 dias foi significativamente superior à dos demais tratamentos, que foi de 3,3%. Provavelmente a concentração de grandes quantidades do radical NH₄⁺ no solo, oriundo da uréia aplicada em um período curto, tenha inibido a absorção de cálcio (Murtadha et al., 1988) e, dessa forma, concorrido para uma maior ocorrência da podridão apical (Pereira et al., 1979).

Para peso médio dos frutos, a dose de 90 kg/ha de N aplicada até os 25 dias e a testemunha, sem nitrogênio, propiciaram os menores valores: 70,2 e 71,0 g, respectivamente (Tabela 2). O maior peso (102,5 g) ocorreu para a dose de 135 kg/ha de N aplicada até os 75 dias (Tabela 2). Para o período de aplicação até 50 dias, foi possível ajustar uma equação quadrática, $Y = 70,76 + 0,472N - 0,0027N^2$ ($r^2 = 0,99$), que permitiu calcular a dose de 87 kg/ha de N como responsável pelo peso médio de frutos máximo esperado (91,38 g). Para os outros períodos não foi possível ajustar equações. Não houve correlação entre produtividade e peso médio de frutos ($r = 0,33^{ns}$). Neste caso, provavelmente, a produtividade dependeu mais do número de frutos do que do peso de frutos.

Quando se comparou a aplicação de nitrogênio via água de irrigação (fertirrigação) com a aplicação tradicional, através de contrastes pelo teste F, constatou-se que só houve diferença significativa para a ocorrência da podridão apical nos frutos ($F = 12,7^{**}$) em que a

maior ocorrência (4,0%) foi observada quando se utilizou fertirrigação, contra 1,8%, no método tradicional.

Experimento de 1994

Houve efeito significativo de doses e períodos de aplicação de nitrogênio e da sua interação sobre produtividade e ocorrência de podridão apical nos frutos e apenas de doses sobre o peso médio de frutos.

O nível de produtividade de tomate nesse experimento foi menor que no experimento de 1993 (Tabelas 1 e 3), provavelmente, devido ao efeito de compactação do solo após a condução do experimento de 1993. Observou-se, como no experimento anterior, que houve resposta positiva do tomateiro à adubação nitrogenada (Tabela 3). A maior produtividade ocorreu com 90 kg/ha de N aplicado até 50 dias após o transplantio, e, a menor, excluindo a produtividade apresentada pelo tratamento onde não houve aplicação de N, ocorreu com 45 kg/ha de N aplicado até 25 dias. Na dose 90 kg/ha de N, a produtividade média observada foi de 55,29 t/ha, superior em 10,2% àquela obtida pelo método tradicional (T2), que foi de 50,16 t/ha ($F = 4,4^*$).

Ainda em relação à produtividade, ajustou-se uma equação linear, $Y = 17,77 + 0,3 N$ ($r^2 = 0,99$), para o período de 25 dias, e uma equação raiz quadrática, $Y = 16,68 + 7,35 N^{0,5} - 0,37 N$ ($r^2 = 0,99$) para o período de 75 dias. Para o período de 50 dias não foi possível ajustar uma equação. No período de 75 dias, a dose de nitrogênio que proporcionou a produtividade máxima esperada (53,18 t/ha) foi de 98,5 kg/ha. Outros trabalhos de pesquisa (SUVALE, 1974; Faria & Pereira, 1987; Barbosa, 1993) demonstraram que a dose adequada de nitrogênio aplicada no solo pelo método tradicional para o tomateiro rasteiro, situa-se entre 90 e 100 kg/ha de N.

Quanto ao peso médio de frutos, uma vez que não houve efeito do período de aplicação de N, ajustou-se a equação $Y = 66,86 + 0,283 N - 0,0012 N^2$ ($r^2 = 0,99$) para a média dos períodos de aplicação, o que permitiu obter a dose de 117,9 kg/ha de N como sendo a que proporcionou o maior peso esperado de frutos: 83,54g. Ao contrário do primeiro experimento, houve uma correlação positi-

Tabela 1 - Produtividade do tomateiro em função de doses e períodos de aplicação de nitrogênio, experimento 1993. Petrolina, EMBRAPA - CPATSA, 1993.

Dose de N (kg/ha)		Produtividade (t/ha)		
		Período de Aplicação (DAT) ³		
		25	50	75
0 (T1) ¹	30,53	-	-	-
90 (T2) ²	54,05			
45		37,16	67,70	63,62
90		43,85	58,22	73,43
135		61,32	71,97	55,65
CV (%) 14,5				

^{1/} T1 = Testemunha absoluta sem aplicação de N.

^{2/} T2 = 90 kg/ha de N, aplicado segundo o método tradicional: 1/3 no transplantio e, o restante, 30 dias após.

^{3/} DAT = dias após o transplantio.

Tabela 2 - Peso médio de frutos de tomate para diferentes doses e períodos de aplicação de nitrogênio, experimento 1993. Petrolina, EMBRAPA - CPATSA, 1993.

Dose de N (kg/ha)		Peso médio de frutos (g)		
		Período de Aplicação (DAT) ³		
		25	50	75
0 (T1) ¹	71,0	-	-	-
90 (T2) ²	75,7			
45		85,6	85,7	84,7
90		70,2	91,7	79,3
135		76,0	84,2	102,5
CV (%) 8,7				

^{1/} T1 = Testemunha absoluta sem aplicação de N.

^{2/} T2 = 90 kg/ha de N, segundo o método tradicional: 1/3 no transplantio e, o restante, 30 dias após.

^{3/} DAT = dias após o transplantio.

Tabela 3 - Produtividade do tomateiro em função de doses e períodos de aplicação de nitrogênio, experimento 1994. Petrolina, EMBRAPA - CPATSA, 1994.

Dose de N (kg/ha)		Produtividade (t/ha)		
		Período de Aplicação (DAT) ³		
		25	50	75
0 (T1) ¹	16,60	-	-	-
90 (T2) ²	50,16			
45		32,42	46,12	50,00
90		46,05	67,86	51,98
135		57,08	53,54	52,61
CV (%) 6,0				

^{1/} T1 = Testemunha absoluta sem aplicação de N.

^{2/} T2 = 90 kg/ha de N, segundo o método tradicional: 1/3 no transplantio e, o restante, 30 dias após.

^{3/} DAT = dias após o transplantio.

Tabela 4 - Ocorrência de podridão apical em frutos de tomate para diferentes doses e períodos de aplicação de nitrogênio, experimento 1994. Petrolina, EMBRAPA - CPATSA, 1994.

Dose de N (kg/ha)	Podridão Apical(%)	Período de Aplicação (DAT) ³		
		25	50	75
		0 (T1) ¹	0,3	-
90 (T2) ²	0,8			
45		2,9	1,3	0,8
90		2,1	0,1	1,9
135		0,5	0,6	1,3

CV (%) 69,2

¹/ T = Testemunha absoluta sem aplicação de N.

²/ T2 = 90 kg/ha de N, aplicado segundo o método tradicional: 1/3 no transplantio e, o restante, 30 dias após.

³/ DAT = dias após o transplantio.

va ($r = 0,90^{**}$) entre a produtividade e o peso médio dos frutos.

Em relação à podridão apical (Tabela 4), a menor ocorrência foi observada no tratamento onde foram aplicados 90 kg/ha de N até 50 dias, enquanto a maior incidência, ocorreu no tratamento com 45 kg/ha de N aplicados até 25 dias. Observou-se também, que a ocorrência de podridão apical em 1994 foi menor que em 1993. Isso se deve a uma temperatura mais amena no período do experimento em 1994 que em 1993, considerando que a temperatura elevada é um dos fatores que concorrem para aumentar a ocorrência da podridão apical, através do aumento da transpiração (Pereira et al., 1979).

Comparando-se especificamente as produtividades 54,05 e 50,16 t/ha obtidas pelo sistema convencional às produtividades médias 65,83 e 59,92 t/ha

alcançadas quando se utilizou 90 kg/ha de N por fertirrigação até 50 e 75 dias após o transplantio, através de contraste, obteve-se diferenças significativas ($P \leq 0,09$ e $P \leq 0,0001$) de 21,8 e 19,5%, respectivamente, em 1993 e 1994, em favor da fertirrigação.

Os resultados desses experimentos ainda permitem concluir que doses de N inferiores a 90 kg/ha aplicadas via água de irrigação por um período menor que 50 dias após o transplantio podem levar a uma redução da produtividade e do peso médio de frutos.

LITERATURA CITADA

BARBOSA, V. Nutrição e adubação de tomate rasteiro. IN: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, Jaboticabal - SP. 1990. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 323 - 339.

CHOUHDURY, E.N. & MILLAR, A.A. Características físico-hídricas de três latossolos irrigados do Projeto Bebedouro. IN: *Pesquisa em irrigação no Trópico Semi-Árido: solo, água, planta*. Petrolina: EMBRAPA - CPATSA, 1981. p. 1 - 24. (Boletim de Pesquisa 4).

COSTA, E.F. da; FRANÇA, G.E. de; ALVES, V.M.C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 139, p. 63 - 69, 1986.

FARIA, C.M.B. de & PEREIRA, J.R. Fontes, níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na produtividade do tomateiro rasteiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 4, p. 381 - 385, 1987.

FONTES, R.R. & HORINO, Y. Análise do solo e recomendações de adubação em tomateiro. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE TOMATE, 2. Jaboticabal - SP. 1991. *Anais...* Jaboticabal: UNESP, 1991. p. 197 - 211.

HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.Q.C.; MONTEIRO, F.A. Princípios de nutrição mineral; aspectos gerais. IN: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, Jaboticabal - SP. 1990. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 51 - 73.

MELO, P.C.T. *Retrospectiva da agroindústria do tomate no Brasil nos anos 90*. Campinas: Asgrow do Brasil Sementes Ltda, 1993. 5 p. (Mimeografado).

MURTADHA, H.M.; MARANVILLE, J.W.; CLARK, R.B. Calcium deficiency in sorghum grown in controlled environments in relation to nitrate/ammonium ratio and Nitrogen source. *Agronomy Journal*, v. 80, n. 1, p. 125 - 130, 1988.

PEREIRA, J.R.; FERNANDES, C.S.; CORDEIRO, G.G. Podridão estilar em tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 14, n. 3, p. 237 - 241, 1979.

SAS INSTITUTE (Cary, NC). *SAS/STAT User's guide, version 6*. 4.ed. Cary: SAS Institute, 1990. v. 1.

SUVALE, S. Agência Regional. *Coletânea de trabalhos executados nas Estações Experimentais de Mandacaru e Bebedouro*. Juazeiro: Agência Regional Suvale, 1974. 100 p.