

DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E SISTEMA RADICULAR DO TOMATE INDUSTRIAL¹

ELIANE NOGUEIRA CHOUDHURY², AGUSTIN A. MILLAR³,
MOHAMMAD MENHAZUDDIN CHOUDHURY⁴ e TÂNIA APARECIDA DOS SANTOS ABREU⁵

RESUMO - Estudou-se o efeito de cinco níveis de irrigação sobre a distribuição do sistema radicular e produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Usou-se um delineamento de blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em irrigar, quando o potencial matricial da água no solo atingisse -0,3; -1; -2; -3 e -5 bares. A produção foi separada em frutos com e sem podridão apical. Para as produções de frutos comerciáveis, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade. Constataram-se produções de 97, 85, 73 e 68%, com relação ao rendimento potencial de 74,8 t/ha, para os tratamentos -1, -2, -3 e -5 bares, respectivamente. Concluiu-se que o manejo da irrigação para o tomate industrial, variedade Rossol VFN, pode ser conduzido dentro de -0,3 e -2 bares de potencial matricial, possibilitando maiores intervalos de irrigação, sem que ocorra diferença significativa na produção, e que 85% do sistema radicular do tomateiro concentrou-se na camada de 0 - 35 cm nos diferentes tratamentos.

Termos para indexação: níveis de irrigação, tomate, sistema radicular, oxissolo.

EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION REGIMES ON THE PRODUCTION AND ROOT SYSTEM OF TOMATOES

ABSTRACT - This work was conducted to study the yield and root system distribution to tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) when submitted to five irrigation regimes. A randomized complete block with five treatments and five replicates was used. The treatments consisted to irrigate when soil water was depleted to -0.3; -1; -2; -3 and -5 bars matric potential levels. Production was separated into fruits with and without blossom-end rot. For commercial fruits significant difference was found between the treatments at 5% level. Yields amounted to 97, 85, 73 and 68%, in comparison to potential level of 74.8 t/ha, for the -1, -2, -3 and -5 bars irrigation treatments, respectively. It was concluded that irrigation of the variety Rossol VFN can be managed between -0.3 and -2 bars of soil matric potential, with best possibilities for lower irrigation frequency, without significantly affecting yield. It was found that 85% of the root system to tomato was concentrated in the 0 - 35 cm layer of the oxisol.

Index terms: irrigation regimes, tomato, root system, oxisol.

INTRODUÇÃO

Em áreas irrigadas, para um manejo racional e eficiente da água, é necessário conhecer-se os efeitos dos níveis de irrigação sobre o comportamento das culturas. No entanto, é de grande relevância definir o nível de irrigação mais adequado às condições de operação do produtor, para que este

possa, dentro das suas limitações de manejo, obter o máximo rendimento em seus cultivos.

As perspectivas do cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para fins industriais nas áreas irrigadas do Vale do São Francisco são altamente promissoras. As condições ecológicas e o emprego da irrigação contribuem, favoravelmente, para uma exploração em escala comercial, especialmente, porque permite às indústrias de beneficiamento do produto o funcionamento durante todo o ano, diminuindo, assim, a ociosidade da maquinaria, o que normalmente ocorre em tomate cultivado em regime de chuva.

O tomate constitui uma das hortaliças de alta viabilidade econômica, principalmente na região do Vale do São Francisco, que se caracteriza por um polo em desenvolvimento com base em irrigação, necessitando de informações experimentais dos efeitos da irrigação sobre a produtividade e o uso eficiente de água.

¹ Aceito para publicação em 12 de agosto de 1980. Contribuição do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA/EMBRAPA) e Cia. de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), Petrolina, PE - Brasil.

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) - EMBRAPA, Caixa Postal 23, CEP 56.300 - Petrolina, PE.

³ Eng.^o Agr.^o, Ph.D., Projeto/PNUD/FAO-BRA/74/008. CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE.

⁴ Eng.^o Agr.^o, Ph.D., CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE.

⁵ Eng.^o Agr.^o, CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE.

Existem informações, sobre várias culturas, que permitem avaliar os efeitos dos níveis de umidade do solo sobre a produção, e definir os níveis de potenciais matriciais do solo aos quais se deve aplicar água para obter boas produções (Haise & Hagan 1967). Para a cultura do tomate, essas informações são reduzidas. Flocher & Lingle (1961), empregando tensiômetros e blocos de gesso para determinar o nível mais adequado de irrigação do tomateiro em solo franco-arenoso, testaram três tratamentos consistindo em irrigar quando o potencial matricial do solo atingisse -7, -2 e -0,7 atmosferas, respectivamente. A produção máxima foi obtida com o tratamento -2 atmosferas, não havendo diferença significativa nos tratamentos extremos, Salter (1954), estudando o comportamento do tomate industrial em condições de diferentes potenciais matriciais do solo, constatou que a produção dos frutos foi significativamente superior nos tratamentos com potencial matricial do solo maior do que -1 atmosfera. Observou, também, que a maior concentração de raízes verificava-se na camada 0 - 20 cm do solo. Grassi et al. (1967) estudaram quatro níveis de água em dois tipos de solo, com a finalidade de estabelecer o regime de irrigação mais adequado ao tomate industrial. Os tratamentos consistiam em irrigar quando o potencial matricial do solo arenoso atingisse -0,3; -0,6; -1 e -1,5 bares, respectivamente; e para o solo franco-argiloso, os tratamentos foram -4,5; -6,2 e -6,8 bares de potencial matricial do solo. Para o solo arenoso, o nível mais adequado de irrigação foi de -1 bar, e para o solo franco-argiloso, de -6,2 bares de potencial matricial.

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de verificar-se o efeito de cinco níveis de irrigação sobre a produção e distribuição do sistema radicular do tomateiro em um oxissolo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA), em Petrolina, PE.

O clima da região, segundo Hargreaves (1974), é classificado como muito árido. As condições climáticas durante a condução do experimento, no período compreendido entre junho e outubro de 1976, se caracterizaram por temperatura média mensal de 24,6° C, umidade relativa média de 62,3% e demanda evaporativa média de 8,37

mm/dia, pelo tanque Classe A.

O solo é um oxissolo (latossolo 37BB), profundo, amarelo-avermelhado, com textura que varia de arenosa na superfície a barro-argilo-arenosa ou argilo-arenosa a partir de 0,50 m, com presença de mosqueado abaixo desta profundidade, apresentando transição clara e às vezes abrupta entre os horizontes (FAO, Roma 1966). A curva de retenção de umidade correspondente à camada de 0 - 45 cm do solo da área experimental é apresentada por Choudhury & Millar (1979).

Utilizou-se a variedade de tomate industrial Rossol VFN, que, segundo Dias et al. (1973), é uma das variedades recomendadas para a região, e, atualmente, a mais cultivada.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. A unidade experimental compreendeu uma área de 36 m² e constituiu-se de seis fileiras espaçadas de 1,20 m e 0,50 m entre plantas na fileira. A área útil constituída das quatro fileiras centrais de cada parcela compreendeu uma área de 19,20 m². Os tratamentos empregados no experimento consistiram em irrigar quando o potencial matricial do solo atingisse -0,3 bar, -1 bar, -2 bares, -3 bares, e -5 bares.

As irrigações realizaram-se em sulcos fechados, nivelados e com espaçamento de 1,20 m. A água foi conduzida de um reservatório para os sulcos de irrigação através de um sistema fixo, enterrado, de tubos de PVC rígidos, de 10 cm de diâmetro. A esses tubos acoplaram-se mangueiras de plástico de 5 cm de diâmetro destinadas a conduzir a água dos tubos de PVC aos sulcos de irrigação. A diferenciação dos tratamentos foi iniciada após o pegamento das mudas. Os intervalos de irrigação e as lâminas de água a serem aplicadas variaram em função dos potenciais matriciais correspondentes a cada tratamento e à profundidade efetiva do sistema radicular. O controle das irrigações realizou-se através de determinações de umidade, pelo método gravimétrico, em amostras de solo coletadas em intervalos de três dias, como também antes e depois de cada irrigação, até a profundidade de 1,20 m. Essas amostras foram coletadas em duas parcelas por tratamento, obtendo-se um valor médio de umidade para cada tratamento. Com estes dados médios de umidade, inferiram-se, através da curva de retenção de umidade, os valores de potenciais matriciais para cada tratamento. Para o tratamento A, além da coleta de amostras de solo, foram instalados tensiômetros sensíveis às profundidades de 15, 45 e 75 cm entre plantas na fileira, a fim de controlar as irrigações. Os tratamentos de irrigação foram iniciados quando as plantas se apresentavam bem estabelecidas, aproximadamente 25 dias após o transplante, sendo suspensos por ocasião da última colheita.

O transplante das mudas da sementeira para a área experimental foi realizado quando as mudas apresentavam seis folhas definitivas, sendo colocada uma planta por cova. A adubação utilizada por ocasião do plantio foi a da fórmula NPK: 100-80-50, usando-se, como fontes destes

nutrientes, sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (20% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O). A adubação básica consistiu de 1/3 de nitrogênio e todo fósforo e potássio. O restante do nitrogênio foi aplicado em cobertura, em duas vezes, 25 e 40 dias após o transplante. Durante o ciclo vegetativo da cultura, verificou-se a ocorrência de pinta-preta (*Alternaria solani*) e estenfilio (*Stemphylium solani*), sendo aplicado, para o controle, Cupravit azul e Orthodifolatan 4F, respectivamente. O intervalo de pulverização foi de sete dias entre uma aplicação e outra. Também constatou-se a ocorrência de podridão apical logo após o aparecimento dos primeiros frutos, sendo aplicadas pulverizações com CaCl₂ a 0,4%, com intervalo de 30 dias, para o controle, conforme indicação de Camargo & Silva (1970).

Para as determinações da distribuição do sistema radicular no solo, empregou-se o método de escavação descrito por Portas (1970).

A colheita foi iniciada aos 74 dias após o transplante, efetuando-se onze colheitas, sendo realizadas pesagens e contagens de frutos sem podridão apical considerados comerciáveis, e frutos com podridão apical. "Frutos comerciáveis" foi a classificação atribuída aos frutos não afetados por podridão apical.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A informação básica de manejo dos tratamentos de irrigação, lâmina aplicada, número de irrigações, frequência de aplicação e os resultados de produção de frutos comerciáveis de tomate são apresentados na Tabela 1.

A Fig. 1 apresenta as produções acumuladas e as funções de produção para os diferentes níveis de manejo da irrigação. Constataram-se incrementos nas produções a partir da segunda colheita, e reduções, a partir da oitava colheita. No tratamento de -0,3 bar, o incremento foi da ordem de,

aproximadamente, 2,58 t/ha/dia, diminuindo a partir da oitava para 0,45 t/ha/dia. Nos outros tratamentos, observaram-se taxas de incrementos semelhantes. Esta informação é de grande importância para o produtor, pois lhe permite determinar o número de colheitas economicamente viáveis.

A análise estatística dos dados de produção revelou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos pelo teste F. A comparação de médias de produção feitas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou que os tratamentos -0,3, -1, -2 e -5 bares são iguais estatisticamente, e que o tratamento -0,3 bar difere do tratamento -3 bares. Para generalizar os dados médios de produção do tomate, estabeleceu-se uma relação entre rendimento relativo versus potencial matricial do solo, como mostra a Fig. 2. O rendimento relativo foi definido por

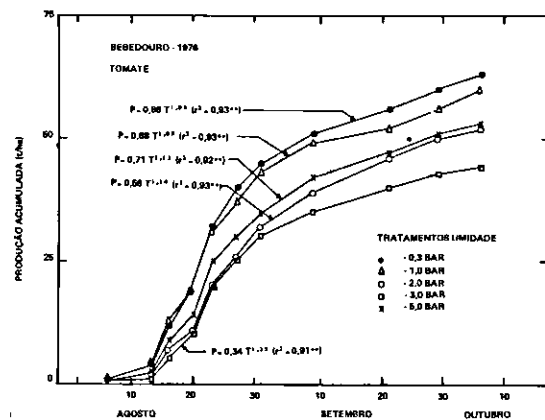


FIG. 1. Produção acumulada de tomate em função do tempo.

TABELA 1. Produção média dos frutos comerciáveis de tomate, lâmina aplicada, frequência e número de irrigações, para diferentes níveis de manejo da irrigação do tomateiro.

Níveis de manejo de irrigação (potencial matricial em bar)	Produção média (t/ha)	Lâmina aplicada (mm)	Frequência média de irrigação (dias)	Número de irrigações
-0,3	74,8 a	647	5,7	23
-1,0	72,5 ab	570	9,1	17
-5,0	65,2 ab	496	16,6	13
-2,0	61,3 ab	488	14,2	14
-3,0	56,4 b	507	13,7	14

Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Millar (1976) como a relação entre o rendimento obtido sob condições limitadas de água (tratamentos -1, -2, -3 e -5 bares) e o rendimento sob condições ótimas de irrigação (tratamento -0,3 bar). A Fig. 2 permite definir a que nível de potencial matricial do solo deve-se manejar a irrigação, a fim de estimar quantitativamente um nível de produção desejado. Como mostra a Fig. 2, o rendimento potencial do tomate que corresponde a um rendimento de 100% é alcançado quando se aplica água ao solo a um nível de potencial matricial de -0,3 bar. Para se atingir 90%, 80% e 70% da produção potencial, as irrigações devem ser efetuadas aos níveis de potenciais matriciais de -1,6; -2,4 e -3,4 bares, respectivamente. Pesquisas semelhantes visando a estudar o comportamento do tomateiro a diferentes níveis de umidade do solo, foram desenvolvidas por Wright et al. (1962), Grassi et al. (1967), Mihajlovich et al. (1967) e Silva & Simão (1973). Millar (1976) analisou e parametrizou os dados experimentais obtidos por estes pesquisadores, e os apresentou em forma de rendimento relativo versus potencial matricial. Esta informação expressou que para o tomateiro a irrigação pode ser manejada ao nível de -2 bares, obtendo-se um rendimento de, aproximadamente, 90% da produção potencial.

Da análise da Fig. 2, constata-se que para o tomateiro a irrigação pode ser manejada ao nível de -2 bares, o que implica na aplicação de um volume de $4.880 \text{ m}^3/\text{ha}$ durante o ciclo (Tabela 1). Os dados contidos na Fig. 2 constituem uma informação

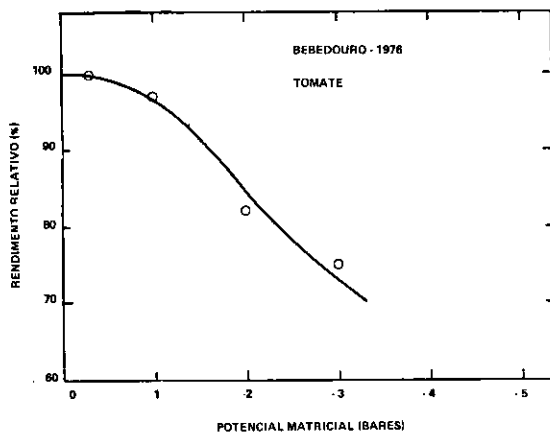


FIG. 2. Rendimento relativo de tomate em função do potencial matricial do solo.

de grande relevância para áreas irrigadas, pois indicam o nível de produção real que os agricultores podem alcançar, como também o manejo da irrigação a adotar. Na definição do nível operacional de produção deve-se levar em consideração as características do solo, a evapotranspiração da cultura, os métodos de irrigação, equipamento e a qualidade da mão-de-obra (Millar 1976).

O conhecimento da distribuição dos sistemas radiculares das culturas é outro dado importante para o manejo da irrigação, porque permite definir a profundidade do solo a irrigar, através da indicação da profundidade efetiva do sistema radicular (Millar et al. 1978). A percentagem de distribuição do sistema radicular do tomateiro para os diferentes tratamentos está contida na Tabela 2. A análise desta permite concluir que os diferentes regimes de irrigação não promoveram diferenças no desenvolvimento de raízes. Constatou-se que 85% do sistema radicular do tomate ficou distribuído na camada de 0 - 35 cm de profundidade e que 15% atingiu profundidade de 75 cm. Porém, para o tratamento -5 bares a presença de uma camada adensaada exerceu influência sobre o desenvolvimento de raízes, verificando-se uma ocorrência de 93% de raízes na camada de 0 - 30 cm e de 7% na camada de 30 - 50 cm.

A ocorrência de podridão apical foi observada ao longo das colheitas realizadas em todos os tratamentos, como mostra a Fig. 3. Verificou-se que o aparecimento de frutos com podridão apical é bastante acentuado nas três primeiras e três últimas colheitas. Da quarta até a oitava colheita, observou-se uma redução média na ocorrência da podridão apical, da ordem de 5% do total de frutos. O aumento de frutos afetados nas três últimas colheitas foi de um valor médio de 20% do total de

TABELA 2. Percentagem de distribuição do sistema radicular do tomateiro em oxissolo manejado sob diferentes níveis de irrigação.

Profundidade (cm)	0,3	Tratamentos (bares)			
		1	2	3	5
0 - 35	83	85	88	78	93
35 - 75	17	15	12	23	7

frutos por colheita. A redução do número de frutos com podridão apical, que se processou nas colheitas intermediárias, pode ser explicada pela aplicação de adubação foliar com cálcio, pois segundo Kalra (1956) e Spurr (1956), a deficiência de cálcio é uma das causas básicas do aparecimento da podridão apical. Evans & Troxler (1953), através de adubações foliares com cálcio, em estudos em casa de vegetação, conseguiram reduzir a incidência deste distúrbio fisiológico. A podridão apical também tem sido associada a condições desfavoráveis de umidade no solo (Brooks 1914, Hoffman 1953). Na Fig. 4, constam dados de número de

frutos com podridão apical em função do potencial matricial do solo. Observou-se que, no presente estudo, os diferentes regimes de irrigação não interferiram na ocorrência de podridão apical. A análise estatística pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, revelou que as produções de fruto com podridão apical não foram influenciadas pelos diferentes níveis de irrigação.

CONCLUSÕES

1. A irrigação da variedade de tomate industrial Rossol VFN pode ser manejada dentro de -0,3 e -2 bares de potencial matricial, possibilitando um maior intervalo de irrigação sem que ocorra redução significativa na produção.

2. A profundidade efetiva do sistema radicular do tomateiro distribui-se na camada de 0 - 35 cm do solo, apresentando uma ocorrência de 85%.

REFERÊNCIAS

BROOKS, C. Blossom-end rot tomatoes. *Phytopathology*, 4:345-74, 1914.
 CAMARGO, P.N. & SILVA, O. Manual de adubação foliar. São Paulo, La Libreria, 1970. 258 p.
 CHOUDHURY, E.N. & MILLAR, A.A. Características físico-hídricas de três solos irrigados do Projeto Bebedouro. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1979. 13 p.
 DIAS, M. de S.; QUEIROZ, M.A. de; COSTA, C.P. da; WANDERLEY, L.J. da; SANTOS, M.A.C. dos; YOKOYAMA, S. & LIMA, D.T. de. Ensaio de variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), visando a industrialização. *Relat. ci.*, Piracicaba, (7):39-45, 1973.
 EVANS, H.J. & TROXLER, R.V. Relation of calcium nutrition to the incidence of blossom-end rot in tomatoes. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 16:346-52, 1953.
 FAO, Roma, Itália. Survey of the São Francisco river basin Brazil. Roma, 1966. v. 2.
 FLOCHER, W.J. & LINGLE, J.C. Field applications of tensiometers and soil moisture blocks as criteria for irrigation on canning tomatoes. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 78:450-8, 1961.
 GRASSI, C.J.; MIHAJLOVICH, D.L.E. & NIJENSOHN, L. Respuesta del tomate (cv. Roma) a diferentes regimenes de riego. *Rev. Invest. Agropecu.*, Ser. 2. Buenos Aires, 4(15):269-9, 1967.
 HAISE, H.R. & HAGAN, R.M. Soil, plant and evaporative measurements as criteria for scheduling irrigation. In: HAGAN, R.M.; HAISE, H.R. & EDMINSTER, T.W., ed. *Irrigation of agricultural lands*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1967. p. 577-604. (Agronomy, 11).
 HARGREAVES, G.H. Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil. Logan, Utah State University, 1974. 6 p.
 HOFFMAN, I.C. Effects of different amounts of soil moisture on growth and fruiting of greenhouse

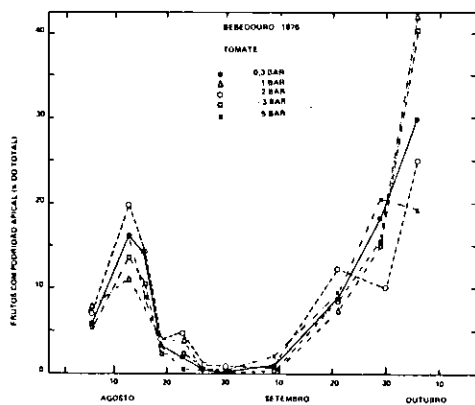


FIG. 3. Frutos de tomate com podridão apical ao longo das colheitas.

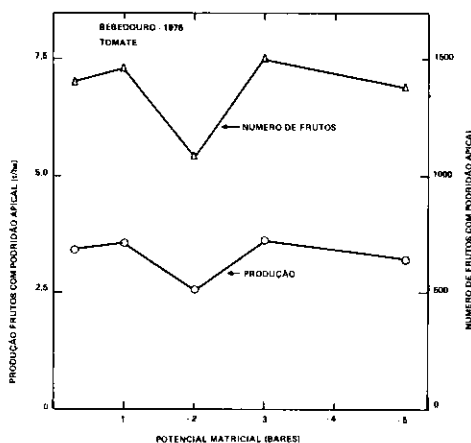


FIG. 4. Produção e número de frutos com podridão apical em função do potencial matricial do solo.

- tomatoes. *Market growers Jour.* 82:20-8, 1953.
- KALRA, G.S. Responses of the tomato plant to calcium deficiency. *Bot. Gaz.*, 118(1):18-37, 1956.
- MIHAJLOVICH, D.L.E.; ORIOLANI, M.J.C.; NIENSOHN, L. & CALMARINI, H. Respuesta del tomate cv. Roma en cultivo comercial a diferentes regímenes de riego. *Rev. Invest. Agropecu.*, Ser. 2, Buenos Aires, 4(15):293-303, 1967.
- MILLAR, A.A.; AZEVEDO, H.M. de & POSSIDIO, E.L. de. Metodologia para adequação de parâmetros do método de irrigação por sulcos para uso pela assistência técnica. *Pesq. agropec. bras.*, 13(2):75-82, 1978.
- _____. Respuesta de los cultivos al déficit de agua como información básica para el manejo del riego. s.n.t. 62 p. Conferencia presentada no Seminario de Manejo de Agua para Riego de la Cuenca Atlántica, 1976.
- PORTAS, C.A.M. Acerca do sistema de algumas culturas hortícolas. Luanda, Universidade, 1970. 241 p.
- SALTER, P.J. The effect of different water-regimes on the growth of plants under glass, experiments with tomatoes (*Lycopersicum esculentum* Mill). *J. Hort. Sci.*, 24(4):258-62, 1954.
- SILVA, J.F. & SIMAO, S. Influência da umidade do solo na produção de tomateiro. *B. téc. Dep. Nac. Obras Contra Secas*, 31(2):159-93, 1973.
- SPURR, A.R. Anatomical aspects of blossom-end rot in the tomato with special reference to calcium nutrition. *Hilgardia*, 23(12):269-95, 1956.
- WRIGHT, J.R.; LINGLE, J.C.; FLOCHER, W.J. & LEONARD, S.L. The effect of irrigation and nitrogen fertilization treatments on the yield, maturation and quality of canning tomatoes. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 81:451-7, 1962.