

TAXAS DE CRESCIMENTO DO TOMATEIRO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Graduanda em Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq. UAGRA/CCTA/UFMG-58840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: laurispo@hotmail.com

Geovani Soares de Lima

Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq. CCTA/UAGRA/UFMG-58840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

Marcos Eric Barbosa Brito

DSc. Eng. Agr., Professor Adjunto I da UAGRA/CCTA/UFMG-58.840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: marcoseric@ccta.ufmg.edu.br

Tamires Tavares de Araújo

Graduanda em Agronomia, UAGRA/CCTA/UFMG-58840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: tt.araujo@hotmail.com

Francisco Vanies da Silva Sá

Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq. CCTA/UAGRA/UFMG-58840-000 Pombal-PB, Brasil,
E-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

Resumo - Com o objetivo de avaliar as taxas de crescimento do tomateiro sob condições de estresse hídrico na fase vegetativa e de floração da cultura, foi conduzido um experimento em casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), usando delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial (4 x 2), com quatro repetições e uma planta útil por parcela, totalizando 8 tratamentos e 32 parcelas. O primeiro fator foi composto por quatro lâminas de água (60, 80, 100 (testemunha) e 120% da Evapotranspiração real - ETr), e o segundo por duas fases de desenvolvimento (vegetativa e reprodutiva), sendo avaliado o crescimento em diâmetro de caule, altura de planta e número de folhas, podendo-se obter, assim, as taxas de crescimento relativo e absoluto destas variáveis; ressalta-se que os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (teste F, $p < 0,05$) e de regressão polinomial para o fator lâminas. O diâmetro de caule do tomateiro não é afetado pela redução da disponibilidade hídrica em nenhuma das fases fenológicas. O aumento da lâmina de irrigação até 120 % da evapotranspiração real (ETr) propiciou aumento no número de folhas e altura de plantas do tomateiro. A redução da disponibilidade hídrica na fase de floração não compromete as taxas de crescimento da cultura do tomateiro.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* Mill, evapotranspiração, desenvolvimento.

RESPONSE OF GREENHOUSE TOMATO CROP TO IRRIGATION LEVELS

Abstract - In order to evaluate the growth rates of tomato under water stress during vegetative and flowering stages, an experiment was realized, in a greenhouse of Federal University of Campina Grande (UFCG), the experimental design was randomized block, in factorial design (4 x 2) with four replications and one plant each, totaling eight treatments and 32 plots. The first factor was composed of four water depths (60, 80, 100 (control) and 120% of actual evapotranspiration - ETr), and the second of two stages of development (vegetative and reproductive); was evaluate the growth in stem diameter, plant height and leaves number, can be obtained, the relative and absolute growth rates; the data were subjected to analysis of variance (F test, $p < 0.05$) and polynomial regression for the water depths. The stem diameter of tomato is not are affected by the reduction of water in any stage. The increase in water depth up to 120% of real evapotranspiration (ETr) resulted in increased number of leaves and plant height of tomato. The reduction of water in the flowering phase does not affect the growth rates of tomatoes.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* Mill, evapotranspiration, development.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é um dos vegetais mais populares e amplamente consumidos mundialmente, fazendo parte da dieta diária da população brasileira. A sua aceitação deve-se ao sabor agradável, alto valor nutritivo, rico em vitaminas C e A, ciclo curto de produção e alta produtividade (SILVA & GIORDANO, 2000), com produção nacional de 4,1 milhões de toneladas em uma área plantada de 65.700 hectares (FILGUEIRA, 2003).

O Nordeste brasileiro tem se destacado na produção, notadamente os estados de Pernambuco e Bahia, maiores produtores de tomate industrial da região, com produtividade média de 44 toneladas/ha (IBGE, 2010). No entanto, a produtividade é considerada baixa, devido à irregularidade das precipitações pluviométricas, associadas à baixa capacidade de retenção de água dos solos, ocasionando períodos de déficit hídrico e consequentemente estresse às plantas, o que compromete a produtividade e a qualidade dos frutos.

A produtividade é ainda menor quando relacionada à região Semiárida, notadamente no estado da Paraíba, onde se tem uma produção média anual de 30.151 toneladas distribuídas em 922 ha (IBGE, 2010), remetendo a uma produtividade de 32,7 t/ha, o que pode ser justificado pela limitação de precipitações pluviométricas, cerca de 700 mm, concentradas em 3 a 4 meses no ano, aliadas a evapotranspiração média anual de 2000 mm, gerando-se um déficit hídrico natural (MASCARENHAS et. al., 2005), sendo necessário, então, que haja o suprimento hídrico à cultura por meio de irrigação, a qual acontece sem orientação adequada, devido, notadamente, à falta de informações sobre os índices do tomateiro.

Salienta-se que a irrigação controlada é essencial para o aumento no rendimento do tomateiro, já que a cultura é sensível tanto à irrigação excessiva quanto insuficiente (ALVARENGA, 2004), os quais ocasionam problemas de ordem fisiológica e de crescimento. Neste sentido, é de grande importância estudar qual o nível adequado de manutenção da água no solo em consonância com a obtenção de maiores taxas de crescimento da cultura.

Porém, a redução no crescimento, ocasionada pela deficiência hídrica, dependem do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (AYERS & WESTCOT, 1999), que, no tomateiro, pode ser dividido em três fases: vegetativa, que compreende o período entre o transplante das mudas até o início do florescimento, floração que se inicia por ocasião do florescimento e termina no início da colheita dos frutos e frutificação vai do início ao final da colheita (Alvarenga, 2004). Assim, torna-se de grande valia identificar os níveis adequados de irrigação para cada fase de desenvolvimento, conhecendo-se em qual a planta tem maior resistência ao déficit hídrico.

Segundo Peixoto et al. (2006), no entendimento das respostas das plantas ao déficit hídrico é de fundamental importância o conhecimento da variação do consumo de

água da cultura em suas diferentes fases de desenvolvimento, podendo interferir sobre os aspectos fisiológicos envolvidos no processo, assim como sobre suas conseqüências. Neste sentido, deve-se ater quanto a redução da quantidade de água, sem, no entanto, proporcionar reduções significativas no crescimento, ressaltando-se a importância do conhecimento dos mecanismos de adaptação das plantas e formas de amenizar esse estresse.

Nesse contexto, objetivou-se estudar o crescimento e as taxas de crescimento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) sob condições de estresse hídrico na fase vegetativa e de floração da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, Estado da Paraíba-PB. As coordenadas geográficas locais de referência são 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W, a uma altitude de 175 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo BSh, ou seja, semiárido quente, com precipitação anual de 750 mm e amplitude térmica inferior a 5° C.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, por haver diferença na disponibilidade de radiação dentro do ambiente protegido, arranjado em esquema fatorial (4 x 2), com quatro blocos e a unidade experimental composta por uma planta, totalizando 8 tratamentos e 32 parcelas. O primeiro fator foi composto por quatro lâminas (60, 80, 100 (testemunha) e 120% da Evapotranspiração da real - ETr), e o segundo por duas fases de desenvolvimento (vegetativa e reprodutiva).

Foram utilizadas sementes do cultivar Nemadouro, fornecidas pela Embrapa Hortaliças, sendo esta cultivar resultante do cruzamento entre a cultivar Rio Grande (suscetível ao nematóide das galhas) e a cultivar IPA-3 (resistente), apresentando hábito de crescimento determinado, ciclo de 110 dias após a emergência, resistência a nematóides e produtividade média entre 50 e 80 toneladas de frutos comerciais por hectare (EMBRAPA, 2011).

O cultivo foi dado em lisímetros/vasos, constando de recipientes plásticos de 40L de capacidade, perfurados na base para facilitar a coleta da água de drenagem, os quais receberam na base uma manta geotextil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução pelo material de solo e, em seguida, uma camada de 4 kg de brita, 52 kg de solo franco-arenoso. No orifício perfurado se ajustou uma mangueira de condução com 10 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro interno, conectado a sua base a um recipiente plástico com capacidade de 2 litros para controle e coleta da água de drenagem.

Nos primeiros 15 dias após o transplante (DAT) todos os tratamentos foram mantidos com umidade próxima a capacidade de campo, sendo irrigados diariamente,

usando-se de um sistema de irrigação por gotejamento com emissores autocompensados de vazão igual a 6 L.h⁻¹.

Com o início dos tratamentos, as plantas passaram a ser mantidas sob as lâminas de 60, 80, 100 e 120% da ETr, distintas por meio do número de gotejadores disponível em cada planta, sendo 3, 4, 5 e 6, respectivamente, destacando-se que o tempo de irrigação de cada tratamento foi mensurado através do consumo das

plantas sob 100% da ETr, usando-se do método da lisimetria de drenagem, assim como descrito em Bernardo et al. (2006). Tal volume consumido pôde ser convertido em Evapotranspiração real, pela divisão com a área do lisímetro. Assim, para irrigação dos outros tratamentos multiplicou-se o valor da ETr obtida pela percentual de evapotranspiração de cada tratamento (Quadro 1).

Quadro 1: Distribuição dos níveis de água a serem aplicados. Pombal, 2011

| Nível | ETr (%) | Lâmina |
|-------|-------------------|-----------|
| 1 | 60% | 0,6 * ETr |
| 2 | 80% | 0,8 * ETr |
| 3 | 100% (testemunha) | 1,0 * ETr |
| 4 | 120% | 1,2 * ETr |

A adubação foi feita com base na análise química do solo, segundo recomendações de Marouelli & Silva (2002) para adubação de plantio e via fertirrigação. Sendo aplicados em pré-plantio 15% do nitrogênio e potássio, e 60% do cálcio, as quantidades restantes foram fornecidas semanalmente via fertirrigação, seguindo esquema de parcelamento apresentado em Marouelli & Silva (2002).

Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratos culturais conforme recomendações dispostas em Filgueira (2003).

Para análise do efeito dos tratamentos sobre o crescimento do tomateiro foram mensurados: número de folhas (NF), diâmetro caulinar (DC) (mm), altura de plantas (AP) (cm) aos 90 dias após a semeadura (DAS). Com esses dados foi possível determinar a taxa de crescimento absoluto e relativo em altura das plantas (TCAA e TCRA), em diâmetro caulinar (TCAD e TCRD) aos 120 (DAS).

O diâmetro caulinar foi determinado a 5 cm do colo das plantas, com auxílio de um paquímetro digital, e a altura de planta medindo-se a distância entre o colo e ápice caulinar, utilizando-se de trena graduada em centímetros. Para o números de folhas foram consideradas folhas que possuem 50% de sua área fotossinteticamente ativa e comprimento mínimo de 3 cm. Segundo metodologia proposta por Benincasa (2003), determinaram-se as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura (TCAA e TCRA) equações 2 e 3 e diâmetro caulinar (TCAD e TCRD) equações 4 e 5, respectivamente.

$$TCAA = \frac{AP_2 - AP_1}{t_2 - t_1} \text{ eq. 2}$$

$$TCRA = \frac{\ln AP_2 - \ln AP_1}{t_2 - t_1} \text{ eq. 3}$$

Em que:

TCAA = taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (cm dia⁻¹)

AP1 = altura de planta no tempo t1 (cm)

AP2 = altura da planta no tempo t2 (cm)

TCRA = Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (cm cm⁻¹ dia⁻¹)

ln = logaritmo natural

$$TCAD = \frac{DC_2 - DC_1}{t_2 - t_1} \text{ eq. 4}$$

$$TCRD = \frac{\ln DC_2 - \ln DC_1}{t_2 - t_1} \text{ eq. 5}$$

Em que:

TCAD = taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (mm dia⁻¹)

DC1 = diâmetro caulinar da planta no tempo t1 (mm)

DC2 = diâmetro caulinar da planta no tempo t2 (mm)

TCRA = Taxa de crescimento relativo em altura de plantas (mm mm⁻¹ dia⁻¹).

ln = logaritmo natural

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator lâmina utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme análise de variância (Tabela 1) constata-se efeito significativo das lâminas de irrigação no número de folhas e na altura de planta, já para o fator fases, só ocorreram diferenças na altura de planta. Quando se estuda a interação entre os fatores (lâminas de água e fase de desenvolvimento), verifica-se efeito significativo, apenas, para a variável altura de planta aos 90 DAS.

Salienta-se que uma planta, quando submetida ao estresse hídrico, tem praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados, o que pode modificar a anatomia e a morfologia, como também interferir em muitas reações metabólicas e reduzir o crescimento (NELSON, 1994; TAIZ & ZEIGER, 2009), todavia, neste experimento, não foi verificado efeito significativo no diâmetro de caule, podendo-se dizer que esta é uma variável pouco sensível ao estresse hídrico, não sendo indicada para estudos de tolerância do tomateiro.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC) (mm) e altura de planta (AP) (cm), em função das diferentes lâminas de água e fases fenológicas da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) aos 90 dias após sementeira. Pombal, PB, 2011.

| Fontes de variação | GL | QM | | |
|------------------------------|----|-------------------------|----------------------|------------|
| | | NF | DC (mm) | AP (cm) |
| Lâmina (L) | 3 | 4184,4444* | 0,6590 ^{ns} | 15,6130** |
| Fase de Desenvolvimento (FD) | 1 | 48,1666 ^{ns} | 1,3846 ^{ns} | 12,8750** |
| L x FD | 3 | 1442,3888 ^{ns} | 1,3113 ^{ns} | 90,9583** |
| Bloco | 2 | 1256,7916 ^{ns} | 0,6206 ^{ns} | 210,0416** |
| Resíduo | 22 | 1127,3630 | 0,4469 | 90,4166 |
| CV | | 19,06 | 6,76 | 5,20 |
| Média | | 176,1666 | 12,01 | 75,00 |

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Estudando-se o número de folhas em função das lâminas de irrigação, por meio da análise de regressão (Figura 1), verifica-se um acréscimo de 9,84% no NF, por aumento da disponibilidade hídrica em 20% da ETr, ou seja, ocorreu um aumento de 29,45% na quantidade de folhas entre as plantas irrigadas com a lâmina de 120% da ETr em relação às submetidas a 60% da ETr.

O menor número de folhas das plantas sob menor lâmina está relacionada, possivelmente, a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse hídrico consistindo no decréscimo da produção da área foliar, por meio da redução em número; para a planta, tal processo é importante na redução da perda de água, auxiliando o fechamento dos estômatos (TAIZ & ZEIGER, 2009).

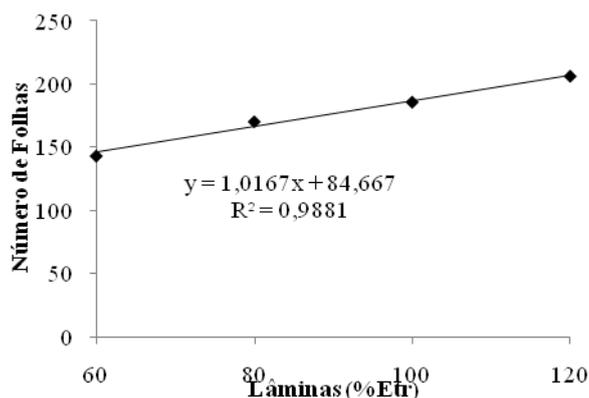


Figura 1 – Número de folhas em função das lâminas aplicadas na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) aos 90 dias após sementeira. Pombal, PB, 2011.

Na altura de planta, notou-se efeito da interação entre os fatores estudados (L x FD) aos 90 DAS; constatando-se no modelo quadrático, o melhor ajustado aos dados das lâminas na fase vegetativa (Figura 2A), onde se nota maior comprimento das plantas sob a lâmina estimada de 83% da ETr, com valores equivalentes a 77,77 cm de altura. É interessante destacar que, em lâminas superiores, 120% da ETr, o tamanho das plantas foi menor, indicando um ligeiro estresse pelo excesso de água.

Ao se estudar o efeito das lâminas de água na altura das plantas submetidas ao estresse durante a fase reprodutiva (Figura 2B), nota-se incremento em comprimento na ordem de 4,34% por aumento de 20% da ETr, o que significa um diferença de 9,65 cm entre o maior e o menor nível de água estudado. O excesso de

água e o déficit hídrico promoveram menores alturas das plantas na fase vegetativa e reprodutiva, respectivamente, fato que corrobora com os resultados obtidos por Marques (2003) para a cultura da berinjela, o qual informa que o déficit hídrico prejudica a altura das plantas, e que a redução do diâmetro da haste está diretamente ligada ao aumento dos níveis de reposição de água. Kramer & Boyer (1995) mencionaram que a mais sensível resposta ao déficit hídrico é a diminuição da turgescência, associada a diminuição do processo de crescimento celular. Por outro lado, lâminas excessivas provocam ambiente com falta de aeração para as plantas, bem como favorecem a disseminação de doenças e perdas de nutrientes por lixiviação, culminando em plantas menos desenvolvidas (SANTANA, 2007).

Artigo Científico

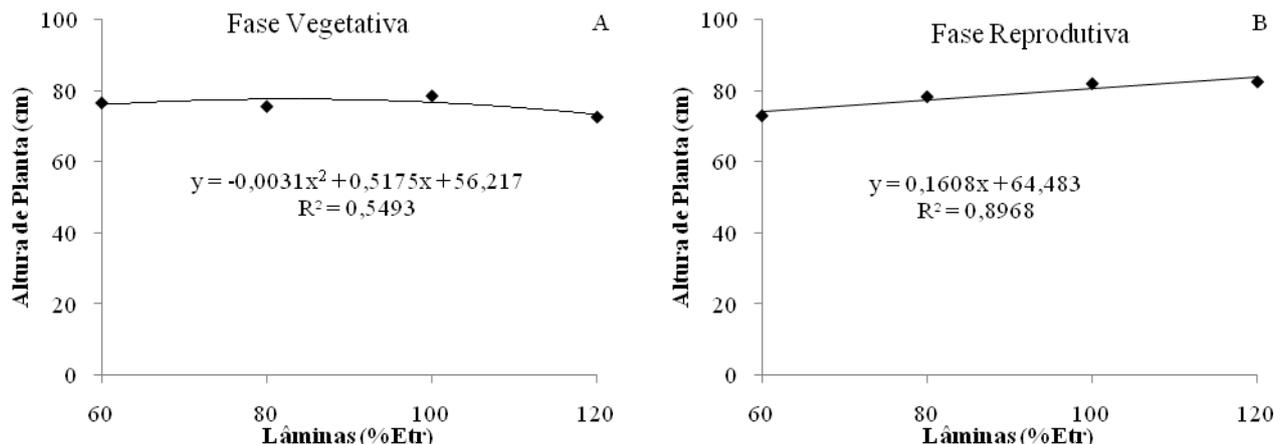


Figura 2 – Altura de planta na fase vegetativa (A) e na fase de floração (B) em função das lâminas aplicadas na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) aos 90 dias após sementeira. Pombal, PB, 2011.

Observa-se, na Tabela 2, o resumo da análise de variância para as Taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro do caule (TCAD e TCRD), e as Taxas de crescimento absoluto e relativo para a altura de plantas (TCRA e TCAA) do tomateiro aos 120 DAS, verificando-se efeito significativo do fator ‘Lâmina’ nas taxas de

crescimento em altura e diferenças entre as ‘Fases Fenológicas’ nas Taxas de crescimento relacionadas ao diâmetro de caule, onde nota-se, ainda, efeito significativo da interação. Tal resultado é coerente com o obtido nos valores brutos de altura de planta e diâmetro de caule, já que não houve efeito das lâminas para o diâmetro.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para a Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (TCAD), Taxa de crescimento absoluto de altura de planta (TCAA), Taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule (TCRD) e Taxa de crescimento relativo de altura de plantas (TCRA), em função das diferentes lâminas de água e fases fenológicas da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) aos 120 dias após sementeira. Pombal, PB, 2011.

| Fontes de variação | GL | Quadrado Médio | | | |
|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| | | TCAD | TCAA | TCRD | TCRA |
| Lâmina (L) | 3 | 0,00039 ^{ns} | 0,03294 [*] | 0,000001 ^{ns} | 0,000003 [*] |
| Fase Fenológicas (FF) | 1 | 0,00075 [*] | 0,00478 ^{ns} | 0,000006 [*] | 0,000000004 ^{ns} |
| L x FD | 3 | 0,00115 [*] | 0,01696 ^{ns} | 0,000003 [*] | 0,000002 ^{ns} |
| Bloco | 2 | 0,00153 ^{ns} | 0,04700 [*] | 0,000001 ^{ns} | 0,000006 ^{**} |
| Resíduo | 22 | 0,00054 | 0,00896 | 0,000001 | 0,0000000834 |
| CV | | 22,30 | 12,04 | 26,42 | 14,24 |
| Média | | 0,088 | 0,786 | 0,0039 | 0,0064 |

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Em função das diferenças significativas identificadas entre fases fenológicas, procedeu-se a realização do teste de comparação de médias (Tabela 3), podendo-se notar maiores taxas de crescimento relativo e absoluto em diâmetros nas plantas estressadas na fase reprodutiva, independentemente das lâminas de água aplicadas. Não se verificando diferenças nas taxas de crescimento

relacionadas a altura. Uma situação interessante é notar que a variedade de tomate estudada tem hábito de crescimento determinado, desta maneira, o estresse nesta fase não vem a ocasionar distúrbios na altura, todavia, como o diâmetro do caule está relacionado com o fluxo de seiva, o qual interfere na produção da plantas, há maior sensibilidade nesta variável.

Tabela 3 - Teste de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade, aplicado à Taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar (TCAD) (mm dia^{-1}), Taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar (TCRD) ($\text{mm mm}^{-1} \text{dia}^{-1}$), Taxa de crescimento absoluto de altura de planta (TCAA) (cm dia^{-1}) e Taxa de crescimento relativo em altura de planta (TCRA) ($\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$) obtidas em função das fases fenológicas da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) aos 120 dias após sementeira. Pombal, PB, 2011.

| Fases Fenológicas | TCAD | TCAA | TCRD | TCRA |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| Vegetativa | 0,0814b | 0,8002a | 0,0033b | 0,0063a |
| Reprodutiva | 0,1019a | 0,7634a | 0,0047a | 0,0064a |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Bajji et al. (2001) observaram queda no potencial osmótico em razão do déficit hídrico, a qual foi mais acentuada em folhas que ainda estavam em crescimento. Para Guimarães (1988), o déficit hídrico ocasiona murchamento das plantas, prejudicando sua fisiologia, culminando em queda de produtividade. A maneira como o déficit hídrico se manifesta na planta é bastante complexa, pois afeta praticamente todos os aspectos do crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, assim como observado neste trabalho para as taxas de crescimento da cultura.

Conforme equação de regressão (Figura 3A) referente à Taxa de crescimento absoluto de altura de planta (TCAA), cujo modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear, indicando um acréscimo de 2,44% por aumento de 20% da ETr, ou seja, incremento de 7,32% na TCAA das plantas irrigadas com 120% da ETr em relação às sob nível de 60% da ETr. Verifica-se, pelos ajustes de regressão (Figura 3B), que os dados se ajustaram melhor ao modelo linear ocorrendo decréscimo na Taxa de crescimento relativo de altura plantas submetidas às lâminas de 60 e 120% da ETr, com reduções na ordem de 1,61% por aumento de 20% da evapotranspiração real, ou seja, decréscimos de 4,84%, no intervalo de 60 a 120% da

ETr. Salienta-se que embora tenha havido efeito significativo e as equações sejam significativas, os dados tiveram baixo ajuste aos modelos.

Segundo Taiz & Zeiger (2009), o crescimento foliar depende, principalmente, da divisão e expansão celular, notando-se que a inibição desta provoca uma lentidão na taxa de crescimento das folhas no início do seu desenvolvimento; a expansão celular, por sua vez, é regulada pela pressão de turgor das células, ou seja, só ocorrerá se houver disponibilidade hídrica, fato que justifica um menor crescimento das plantas sob déficit de água, sendo o fato mais expressivo na fase vegetativa.

Segundo McMichael & Quisenberry (1993), o déficit hídrico pode mudar a partição de assimilados entre as raízes e parte aérea, o que pode causar grande efeito na produtividade da planta, diminuindo também acumulação de biomassa da parte aérea da planta. O estresse hídrico afeta o metabolismo quando o período é prolongado e a desidratação é severa, ocorrendo mudanças nas funções metabólicas e no comportamento da planta como um todo. Chaves (1991) afirmam que o efeito mais sério, considerado como uma adaptação, é a redução da superfície fotossintetizante e da matéria seca, causadas por um decréscimo no tamanho da parte aérea, fato que pode ser evidenciado pela redução no crescimento.

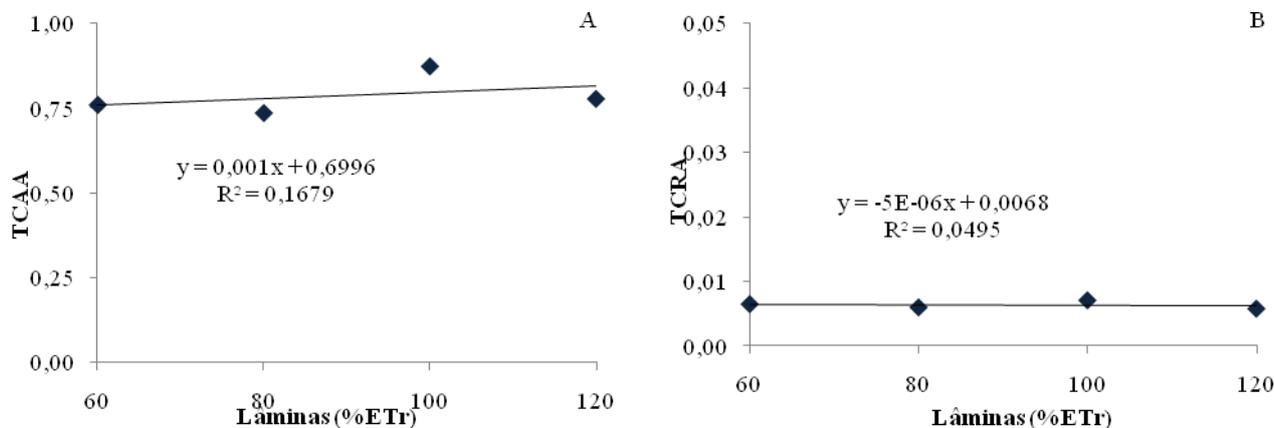


Figura 3 – (A) Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas e (B) Taxa de crescimento relativo da altura de plantas, em função da das lâminas aplicadas na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) aos 120 dias após semeadura. Pombal, PB, 2011.

Por ter havido efeito da interação entre os fatores nas taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro caulinar, TCAD e TCRD (Tabela 2), procedeu-se o desdobramento com uso do teste de Tukey (Tabela 4), podendo-se verificar a mesma tendência do efeito isolado das fases, ou seja, na fase reprodutiva se obteve as maiores médias, independentemente das lâminas de água utilizadas; notando-se diferenças significativas apenas nas menores lâminas estudadas, 60% e 80% da evapotranspiração real. Oliveira & Gomide (1986) afirmam que tais fatos podem ser explicados pelas diferentes respostas das plantas aos manejos hídricos, já

que estes índices fisiológico dependem, simultaneamente, da eficiência assimilatória de suas folhas e da massa de área foliar que varia conforme a disponibilidade da água no solo.

É importante mencionar que a fase vegetativa teve maior extensão que a fase reprodutiva, deste modo, como o estresse depende da intensidade, é de se espera que as plantas submetidas a limitação hídrica na fase vegetativa tenham menor crescimento. Por outro lado, segundo Fageria e Gheyi (1997) a fase de maior tolerância ao estresse hídrico no tomateiro é a vegetativa, fato que pode

Artigo Científico

estar relacionado à distinção da fase reprodutiva em floração, formação da colheita.

O processo e crescimento dos caules são menos estudados, mas, provavelmente, é afetado pelas mesmas forças que limitam o crescimento foliar durante o estresse

(TAIZ & ZEIGER, 2009). Para Berkowitz (1988), a redução na disponibilidade de água no meio pode prejudicar a absorção de nutrientes pelas raízes das culturas, uma vez que, no geral, a disponibilidade de água e nutrientes é positivamente correlacionada.

Tabela 4 - Teste de média ao nível de 5% de probabilidade, aplicado às médias da Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCAD) e Taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar (TCRD), obtidas em função da interação entre as fases fenológicas da cultura do tomateiro *Lycopersicon esculentum* e as lâminas de água aplicadas. Pombal-PB, 2011.

| Fases Fenológicas | Evapotranspiração Real (%ETr) | | | |
|-------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|
| | 60 | 80 | 100 | 120 |
| TCAD | | | | |
| Vegetativa | 0,0788b | 0,0652b | 0,0927a | 0,0889a |
| Reprodutiva | 0,1213a | 0,1161a | 0,0635a | 0,1069a |
| TCRD | | | | |
| Vegetativa | 0,0032a | 0,0026b | 0,0039a | 0,0037a |
| Reprodutiva | 0,0052a | 0,0055a | 0,0026a | 0,0054a |

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna em uma mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. O diâmetro de caule do tomateiro não é afetado pela redução da disponibilidade hídrica em nenhuma das fases fenológicas, sendo mais indicado usar a circunferência do caule;
2. O aumento da lâmina de irrigação até 120 % da evapotranspiração real (ETr) propiciou aumento no número de folhas e altura de plantas do tomateiro;
3. A redução da disponibilidade hídrica na fase de floração não compromete as taxas de crescimento da cultura do tomateiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAJJI, M.; LUTTS, S.; KINET, J.M. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Science*, v.160, p.669-681, 2001.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal, FUNEP, 2003. 41 p.

BERKOWITZ, A. R. Competition for resources in weed-crop mixtures. In: ALTIERI, M. A.; LIEBMAN, M. Weed management in agroecosystems: ecological approaches. Boca Raton: CRC, 1988.

CHAVES, M. M. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany*, v. 42, p. 116, 1991.

EMRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tomate Nemadoro Cultivar de Tomate para Indústria, Resistente ao Nematóide das Galhas. disponível em: <http://www.cnpq.embrapa.br/cultivares/tomate_nemadoro.html> acesso em: 13 out. 2011.

FAGERIA, N.K.; GHEYI, H.R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (ed.) Manejo e controle da salinidade na agricultura. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.363-383.

FERREIRA, P.V. Estatística experimental aplicada à agronomia. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.

FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas: agrometeorologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003.

GUIMARÃES, C. M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 157-174.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2010, disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> acesso em: 12 out. 2011.

KRAMER, P.J. BOYER, J.S. Water relations of plants and soils. San Diego: Academic Press, 1995, 495 p.

Artigo Científico

MARQUELLI WA; SILVA WLC. 2002. Tomateiro para processamento industrial: irrigação e fertirrigação por gotejamento. Brasília: Embrapa Hortaliças. 32p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 30).

MARQUES, D. C. Produção da berinjela (*Solanum melongena* L.) submetida a diferentes lâminas e concentrações de sais na água de irrigação. 2003. 53p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A., SOUZA JUNIOR, L. C. de. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Delmiro Gouveia, estado de Alagoas Recife:CPRM/PRODEEM, 12 p, 2005.

McMICHAEL, B. L. & QUISENBERRY, J. E .1993. The impact of the soil environment on the growth of root systems. *Environmental and Experimental Botany*, v.33, p. 53-61, 1993.

OLIVEIRA, L.E.M.; GOMIDE. M.B. *Fisiologia Vegetal*. Lavras, Esal, 1986.

PEIXOTO, C. P.; CERQUEIRA, E. C.; SOARES FILHO, W. S.; CASTRO NETO, M. T.; LEDO, C. A. S.; MATOS, F. S.; OLIVEIRA, J. G. Análise de crescimento de diferentes genótipos de citros cultivados sob déficit hídrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 439-443, 2006.

SÁ, N. S. A. de; PEREIRA, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; MATTIOLI, W.; CARVALHO, J. de A. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, vol.9 no.3 Campina Grande, 2005.

SANTANA, M.J. Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão de irrigação. 2007. 102 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2007.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. Produção mundial e nacional. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.(Org.) *Tomate para processamento industrial*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. p.8-11

TAIZ, L. e ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.819p.

Recebido 09/01/2011
Aceito em 10/06/2011