

DESENVOLVIMENTO E COEFICIENTE DE RESPOSTA (ky) DO
TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) SOB DÉFICT HÍDRICO
NO NOROESTE FLUMINENSE

FERNANDA CECÍLIA ROHEN SÁ

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO – 2013

DESENVOLVIMENTO E COEFICIENTE DE RESPOSTA (ky) DO
TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) SOB DÉFICT HÍDRICO
NO NOROESTE FLUMINENSE.

FERNANDA CECÍLIA ROHEN SÁ

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Elias Fernandes de Sousa

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
OUTUBRO – 2013

DESENVOLVIMENTO E COEFICIENTE DE RESPOSTA (ky) DO
TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) SOB DÉFICT HÍDRICO
NO NOROESTE FLUMINENSE

FERNANDA CECÍLIA ROHEN SÁ

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 29 de Outubro de 2013

Comissão Examinadora

Prof^a. Maria Christina Junger Delôgo Dardengo (D.Sc., Produção Vegetal) – IFES

Prof. Niraldo José Ponciano (D.Sc., Economia Rural) – UENF

Prof. José Carlos Mendonça (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UENF
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao único que é digno de receber a honra e a glória, a força e o poder, ao Deus eterno imortal, invisível, mas real, a Ele agradeço em primeiro lugar;

Aos meus pais Fernando e Dany e à minha irmã Raísa, pelo apoio e incentivo nestes anos. Em especial ao meu pai por sua incansável ajuda neste trabalho;

Ao meu namorado, Maghaiver Ayrão, pelo amor, compreensão e apoio;

Aos demais familiares, pela torcida e pelo carinho;

Ao professor Elias, pela paciência na orientação e pelo incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação;

À minha grande amiga Jocarla Ambrosim por sua amizade, companheirismo e auxílio durante todos esses anos;

A todos os colegas do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelo companheirismo e pela ajuda durante o período de realização do curso;

A todo o corpo docente, pela dedicação e pelos ensinamentos transmitidos;

Aos Professores Niraldo, José Carlos e Maria Christina, por aceitarem o convite para compor a banca examinadora deste trabalho;

A UENF pela oportunidade de realização deste curso e pela bolsa. Por fim, os meus sinceros agradecimentos a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu chegasse até aqui e que fazem parte de mais esta conquista.

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMO | V |
| ABSTRACT | vii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Objetivos específicos..... | 2 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Aspectos econômicos..... | 3 |
| 2.1.1. Cultivo de tomate no Noroeste Fluminense..... | 4 |
| 2.2 Aspectos gerais do tomateiro..... | 5 |
| 2.2.1 Anatomia | 6 |
| 2.2.2 Valor nutricional do fruto | 7 |
| 2.3 Exigências climáticas do tomateiro | 7 |
| 2.3.1 Temperatura | 7 |
| 2.3.2 Luz | 8 |
| 2.3.3 Umidade do ar | 8 |
| 2.4. Desenvolvimento | 8 |
| 2.5. Irrigação na cultura do tomate..... | 9 |
| 2.6. Coeficiência de resposta da cultura (ky) | 10 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 3.1. Local, material experimental e condução do experimento..... | 12 |
| 3.2. Avaliação do desenvolvimento da planta..... | 16 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Produtividade..... | 17 |
|3.4. Delineamento experimental e análise estatística..... | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 5. RESUMO E CONCLUSÕES..... | 31 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 33 |

RESUMO

SÁ, Fernanda Cecília Rohen, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Outubro de 2013. Desenvolvimento e coeficiente de resposta (ky) do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob déficit hídrico no Noroeste Fluminense. Orientador: Elias Fernandes de Sousa.

Tendo em vista a importância da cultura do tomate na região Noroeste Fluminense e a sensibilidade desta à restrição hídrica, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a produtividade do tomateiro em resposta ao déficit de água no solo. O experimento foi realizado em casa de vegetação no horto municipal na localidade de Campo de Semente, município de Itaocara, RJ. Foram utilizadas mudas de tomate híbrido Facundo, transplantados para vasos de polietileno com capacidade de 15L, arranjados em blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 10 repetições. Os tratamentos foram definidos em função da época de indução do déficit hídrico nos estádios de desenvolvimento vegetativo, de floração e de colheita: (1) Testemunha, sem déficit hídrico; (2) com déficit hídrico no estágio vegetativo; (3) com déficit hídrico no estágio de floração; (4) com déficit hídrico no estágio de colheita; (5) com déficit hídrico nos três estádios fenológicos. A lâmina aplicada nos tratamentos com déficit hídrico foi determinada pelo monitoramento dos fluxos de entrada e saída de água no solo na zona radicular durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, nas plantas sem déficit hídrico. Foram aplicados 50 % do volume médio consumido pelas plantas testemunhas.

Pode-se concluir que o déficit hídrico em qualquer uma das fases fonológicas do tomateiro determina a redução: na altura, no diâmetro e no número de folhas da planta. A sensibilidade ao déficit hídrico em cada estágio variou na seguinte ordem decrescente: vegetativo, floração, nos três estádios e colheita. Os valores de k_y obtidos foram próximos ou maiores do que 1, o que caracteriza a sensibilidade da cultura do tomateiro ao déficit hídrico.

ABSTRACT

SÁ, Fernanda Cecília Rohen, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. October, 2013. Development and response coefficient (ky) of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under water deficit in the north part of Rio de Janeiro. Advisor: Elias Fernandes de Sousa.

Given the importance of the tomato crop in the north part of Rio de Janeiro state and sensitivity of water restriction, the main objective of this work is to evaluate the development and productivity of tomato in response to soil water deficit. The experiment was conducted in a greenhouse in the municipal Garden in the locality of Campo de Sementes in the municipality of Itaocara, RJ. Was used Facundo hybrid tomato seeds, sown in polyethylene pots with a capacity of 15L, arranged in randomized blocks, with 5 treatments and 10 repetitions. The treatments were defined according to the time of induction of drought in the stages of vegetative development, flowering and harvesting: (1) control without water deficit, (2) water deficit in vegetative stage, (3) water deficit at flowering, (4) with water deficit in the harvesting stage, (5) water deficit in the three phenological stages. The blade applied in treatments with water deficit was determined by monitoring the inflow and outflow of water in the soil in the root zone during the crops cycle development, in the plants without water deficit. Were applied 50% of the average volume consumed by the control plants. We can conclude from this study that water deficit in any of the phases of tomato determining determine the phonological reduction: the height, diameter and number of leaves of the plant.

The sensitivity to water stress at each stage varied in the following order: vegetative, flowering and harvest in 3 stages. And the values of k_y obtained were close to or greater than 1, showing the sensitivity of the culture to water deficit applied in the research.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertence à família das Solanáceas, uma das mais importantes do Reino Vegetal para a economia agrícola (Minami e Haag, 1989). Tem origem na América do Sul, em uma região compreendida entre o Equador e o norte do Chile, encontrado na forma silvestre ou cultivado, desde o nível do mar até 2000 m de altitude. Hoje a cultura está difundida por todo o planeta, ocorrendo o cultivo em praticamente todos os países (Lopes e Stripari, 1998).

No Brasil a cultura do tomate é um dos mais expressivos cultivos agrícolas principalmente por sua importância econômica e social. A produção total de tomate no país em 2010 passou de 4 milhões de toneladas, sendo que cerca de 60% foram para o consumo *in natura* (tomate estaqueado) e o restante é utilizado como matéria-prima para indústria (tomate rasteiro) (IBGE, 2012).

Segundo Filgueira (2001), a disponibilidade hídrica para a cultura de tomate deve ser mantida adequada durante todo o ciclo, para se obter bons resultados de produtividade.

Na região Noroeste Fluminense é bastante expressivo o cultivo de tomate-de-mesa, que utiliza na maioria das vezes a irrigação por mangueiras, principalmente por que esse método demanda menor investimento, porém de baixa eficiência, sendo o desperdício de água evidente. A correta utilização da irrigação de forma a manejar eficientemente a água, os fertilizantes e demais insumos, é essencial para a manutenção do suprimento de alimentos, em

equilíbrio com a sua crescente demanda, garantindo a conservação do meio ambiente. A produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil vem ganhando espaço entre os produtores, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar as condições de cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto (Carrijo et al., 2004).

A utilização do fator de resposta (ky) para planejamento, dimensionamento e operação de áreas irrigadas, permite ao produtor avaliar o efeito da lâmina de irrigação e definir sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura. Para rendimento elevado e de boa qualidade, o tomate necessita de suprimento de água controlado durante todo o ciclo fenológico, pois a cultura é muito sensível ao déficit hídrico (Doorenbos e Kassam, 1994).

Tendo em vista a importância da cultura do tomate na região Noroeste Fluminense e a sensibilidade desta à restrição hídrica, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a produtividade do tomateiro em resposta ao déficit de água no solo.

1.1. Objetivos específicos

- Obtenção do coeficiente de resposta (ky) para a restrição hídrica durante o período vegetativo, floração, colheita e durante as três fases do tomateiro cultivado dentro de estufa.
- Determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c), do coeficiente da cultura (k_c) em cada estágio do tomateiro conduzido em estufa no município de Itaocara, RJ;
- Avaliação das características de altura, diâmetro e número de folhas do tomateiro cultivado sem e com restrição hídrica nas fases vegetativa, floração, colheita e durante os 3 estádios.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS ECONÔMICOS

Dentre a produção total de hortaliças a cultura do tomate tem grande importância. A produção nacional no ano de 2012 foi superior a 3 milhões de toneladas, ocupando o nono lugar na produção mundial (FAO, 2013).

No ano de 2011 o país produziu 4 146 466 t, em 2012 foram 3 8731 985 t produzidas com 66 221 ha e 64 782 ha plantados respectivamente (IBGE, 2013)

No Brasil, o tomate é a segunda hortaliça mais importante, perdendo somente para a batata (*Solanum tuberosum*), que, de acordo com IBGE (2013) em 2012 teve 136 019 ha plantados, enquanto a área plantada com tomate foi de 64 782 ha. Na região Sudeste ocorre a maior área plantada e quantidade produzida (Tabela 1). Ele pode ser produzido para mesa (consumo *in natura*), ou destinado à agroindústria. Sendo a maior parte da produção nacional destinada ao consumo *in natura*.

A região Sudeste apresenta a maior produção nacional de tomate. O Rio de Janeiro é o terceiro maior produtor desta região, conforme apresentado na Tabela 2, sendo esta uma das principais culturas do estado.

Tabela 1. Área plantada e quantidade produzida de tomate no Brasil e suas regiões no ano de 2012.

| Região | Área plantada (ha) | Quantidade produzida (toneladas) |
|--------------|--------------------|----------------------------------|
| Norte | 3 692 | 58 494 |
| Nordeste | 10 921 | 421 258 |
| Sudeste | 25 246 | 1 601 052 |
| Sul | 10 219 | 599 087 |
| Centro-Oeste | 14 704 | 1 194 094 |
| Brasil | 64 782 | 3 873 985 |

Fonte: IBGE (2013).

Tabela 2. Área plantada e quantidade produzida de tomate nos estados da região Sudeste, no ano de 2012

| Estado | Área plantada (ha) | Quantidade produzida (toneladas) |
|----------------|--------------------|----------------------------------|
| São Paulo | 13 768 | 824 337 |
| Minas Gerais | 6 878 | 444 615 |
| Rio de Janeiro | 2 617 | 195 665 |
| Espírito Santo | 1 938 | 136 435 |

Fonte: IBGE (2013).

2.1.1. Cultivo de tomate no Noroeste Fluminense

No Estado do Rio de Janeiro, a região Noroeste é a maior produtora de tomate, de acordo com dados do IBGE (Tabela 3). É, portanto, uma cultura de grande importância econômica e social, geradora de grande número de emprego na região.

Na região Noroeste Fluminense, o sistema de irrigação por mangueiras é usado na maioria das lavouras de tomate. A partir de um sistema de

bombeamento e tubulações de PVC são conectadas mangueiras de borracha através da qual um operador aplica água individualmente a cada planta.

Segundo Mantovani et al. (2007), esse é um sistema rudimentar e muito sujeito às imperfeições, principalmente devido à falta de controle da quantidade de água aplicada em cada planta.

Tabela 3. Área plantada, quantidade produzida e valor da produção da cultura do tomate nas regiões do estado do Rio de Janeiro no ano de 2012

| Região do Rio de Janeiro | Área plantada (Ha) | Quantidade produzida (toneladas) | Valor produção (Mil Reais) |
|--------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Noroeste | 1.067 | 87 035 | 152 568 |
| Norte | 72 | 1 550 | 3 010 |
| Centro Fluminense | 916 | 59 495 | 88 188 |
| Baixada Fluminense | - | - | - |
| Sul Fluminense | 13 | 566 | 401 |
| Metropolitana | 549 | 47 019 | 43 475 |
| Total | 2.617 | 195 665 | 287 642 |

Fonte: IBGE (2013).

2.2. Aspectos gerais do tomateiro

O tomate é provavelmente a hortaliça mais conhecida e consumida no mundo, devido a seu múltiplo aproveitamento na alimentação humana, sua bela apresentação e seu aroma e sabor característicos.

De acordo com Filgueira (2001), dificilmente haverá uma hortaliça mais cosmopolita do que o tomate e uma cultura olerácea mais amplamente disseminada do que a do tomateiro. Em contraposição, não há na agricultura brasileira outra cultura tão complexa do ponto de vista agrônômico e de risco econômico tão elevado.

O tomateiro é um dos cultivos mais difíceis de conduzir e obter resultados satisfatórios, pois a cultura é sensível a várias doenças e pragas, requer cuidados especiais em sua nutrição e os frutos possuem alta perecibilidade. A produção possui custo elevado devido à necessidade de altas dosagens de fertilizantes, irrigação, controle periódico de pragas e doenças, dentre outros custos (Minami e Haag, 1989).

2.2.1. Anatomia

O tomateiro é uma planta herbácea, com caule flexível que não é capaz de suportar o peso dos frutos e se manter na posição ereta. O sistema radicular é constituído por uma raiz principal, raízes secundárias e adventícias. A raiz principal pode ultrapassar 1,5 m de profundidade, mas geralmente, a maior parte das raízes encontra-se nos primeiros 20 cm do solo (Matteddi et al., 2007).

Segundo Filgueira (2001), o ciclo da sementeira até a produção de novas sementes varia de 120 a 210 dias, incluindo 1-3 meses de colheita. A floração e a frutificação ocorrem juntamente ao crescimento vegetativo. As folhas são compostas, alternadas, com um folíolo terminal e seis a oito laterais aproximadamente. As flores são hermafroditas com baixa taxa de fecundação cruzada e agrupam-se em cachos. A planta apresenta dois hábitos de crescimento distintos: determinado e indeterminado, os quais condicionam o tipo de cultura. O hábito de crescimento indeterminado é o que ocorre na maioria das cultivares para a produção de frutos para mesa, as quais são tutoradas e podadas, podendo o caule atingir mais de 2,5 m de altura. A haste principal cresce mais do que as ramificações laterais devido à dominância da gema apical sobre as gemas laterais. O hábito de crescimento determinado ocorre nas cultivares criadas para cultura rasteira com finalidade agroindustrial. Há crescimento vegetativo menos vigoroso e mais uniforme das hastes, levando a planta a assumir a forma de moita.

Os frutos são bagas, carnosas e suculentas, bi, tri ou plurilocular podendo chegar até 500 g de acordo com a cultivar e as condições de crescimento. O tempo necessário para o desenvolvimento do fruto a partir do óvulo fecundado pode variar de sete a nove semanas. O fruto é tipo climatérico, podendo, portanto ser colhido quando se inicia o processo de maturação e esta se completar mesmo

após a colheita. As sementes são reniformes, pequenas, de coloração clara e apresentam minúsculos pelos (Mattedi et al., 2007).

2.2.2. Valor nutricional do fruto

De acordo com Mattedi et al. (2007), o tomate é considerado um alimento funcional, pois além das funções nutritivas básicas possui licopeno, carotenoide de ação antioxidante, e ácido fenólico, que aumenta a atividade enzimática e absorção de nutrientes e inibe a formação de nitrosaminas. É um fruto de poucas calorias, rico em vitamina C e A e sais minerais, principalmente potássio, fósforo, cálcio, sódio e ferro. O sabor do fruto é função da concentração de ácidos orgânicos e açúcares, relacionado com a existência das distintas cultivares no mercado atual.

2.3. Exigências climáticas do tomateiro

Para a produção em campo da cultura do tomate, os principais fatores que devem ser observados antes da instalação do plantio são: temperatura, umidade do ar e luz, além dos nutrientes e água que devem ser obrigatoriamente fornecidos (Guimarães et al., 2007).

2.3.1. Temperatura

Segundo Doorenbos e Kassam (1994), para o crescimento do tomateiro a temperatura média diária ótima está na faixa de 21 °C a 28 °C, com temperaturas noturnas entre 10 °C e 20 °C. No entanto, grandes diferenças entre as temperaturas diurnas e noturnas afetam adversamente seu rendimento. Além disso, a cultura também é muito sensível à geada.

Para a germinação, a temperatura mínima para estímulo das atividades fisiológicas pode variar de 8 °C a 11 °C. Valores abaixo dessa temperatura geralmente podem provocar atraso na germinação. A faixa de temperatura ótima para germinação está na faixa de 18 °C a 24 °C, sendo a temperatura máxima tolerada de 35 °C (Guimarães et al., 2007).

De acordo com Doorenbos e Kassam (1994), temperaturas superiores a 25 °C, quando acompanhadas de umidade relativa elevada e ventos fortes, resultam em rendimento reduzido. A qualidade dos frutos também é sensivelmente afetada quando a cultura é submetida a altas temperaturas, em

especial a coloração, que está relacionada com a síntese de licopeno, responsável pela coloração vermelha dos frutos. A síntese do licopeno é inibida sob temperaturas acima de 30° C, levando à ocorrência de frutos com coloração amarelada.

2.3.2. Luz

Apesar de o tomateiro ser considerado indiferente ao fotoperíodo, a intensidade luminosa é importante para o crescimento, sendo crítica à alta luminosidade. A maior duração da luminosidade aumenta a taxa de produção de folhas e, em geral, o número de flores, porém o aumento da intensidade diminui o número de folhas e aumenta o de flores (Lopes e Stripari, 1998).

A luz também exerce influência durante o amadurecimento na mudança e formação dos pigmentos. De acordo com Minami e Haag (1989), em tomate mantido no escuro não ocorre a formação de pigmentos, sob condições de luz há formação normal de pigmentos. A incidência de luz muito forte ou o sombreamento podem ser prejudiciais, diminuindo a produção de frutos coloridos e também redução na produção.

2.3.3. Umidade do ar

De acordo com Lopes e Stripari (1998), a baixa umidade relativa do ar provoca desidratação dos tecidos, menor desenvolvimento vegetativo, fechamento dos estômatos e, portanto, menor transpiração, polinização deficiente e queda de flores. O excesso de umidade relativa promove menor desenvolvimento das plantas, incidência de doenças, abortamentos por polinização deficiente, dentre outros.

2.4 Desenvolvimento

A cultura do tomateiro apresenta um rápido crescimento, com ciclo fenológico de 90 a 150 dias.

Segundo Doorenbos e Kassan (1979), os períodos de crescimento do tomate para a primeira colheita são:

0. Estabelecimento (em viveiro): 25-35 dias;
1. Período vegetativo: 20-25 dias;
2. Floração: 20-30 dias;

3. Formação da colheita: 20-30 dias;

4. Maturação: 15-20 dias.

O estágio do fruto para colheita do tomate de mesa varia de um estado para outro. No Estado de Goiás ocorre com os frutos em um estágio mais verde, enquanto no Rio de Janeiro os frutos devem apresentar alguma coloração vermelha, sendo colhidos, portanto completamente maduros, mas firmes (Filgueira, 2001).

2.5. Irrigação na cultura do tomate

O fruto de tomate é constituído por 93-95% de água, sendo, portanto uma das hortaliças mais sensíveis a estresses por déficit ou excesso de água, necessitando do uso de um sistema de irrigação na maioria dos cultivos (Mantovani et al., 2007).

Segundo Mantovani et al. (2007), vários métodos podem ser usados na cultura do tomate. Para os plantios com fins industriais a aspersão convencional e o pivô central são os mais adequados, enquanto a irrigação por sulco e a irrigação localizada por gotejamento, mangueira ou por outro sistema alternativo, no caso do tomate de mesa. Neste último, o gotejamento é o método que apresenta maior uniformidade na aplicação de água, menor perda da mesma, melhor adaptação a diferentes tipos de solo e topografia, além da possibilidade de aplicação de fertilizantes diluídos na água de irrigação. Não existe um método de irrigação mais eficiente do que o outro para quaisquer condições, há um método que se adapta melhor para determinada situação. A escolha do método deve levar em consideração a viabilidade técnica e econômica do projeto. São necessários conhecimentos sobre o solo, a topografia, a planta, a água, o clima, o manejo, a energia e os custos para escolha do nível da tecnologia a ser adotada.

O manejo inadequado da irrigação está associado a vários problemas na cultura do tomateiro, dentre os quais se destacam menores produtividades, qualidade inferior dos frutos, maior incidência de doenças, maior uso de energia e danos ao meio ambiente (Marouelli et al., 1991; Silva et al., 1999; Marouelli et al., 2000).

2.6. Coeficiente de resposta da cultura (k_y)

Diversos modelos para a estimativa da produtividade de culturas agrícolas têm sido propostos, dentre eles, destaca-se o de Stewart (Doorenbos e Kassam, 1979; Mantovani, 1993), cuja principal vantagem é a aplicabilidade em nível mundial, visto que se baseiam na relação linear entre a produtividade e a evapotranspiração das culturas.

O coeficiente de resposta da cultura (k_y), ou fator de resposta, indica a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico. Doorenbos e Kassam (1994), utilizando o modelo de Stewart, determinaram os valores de k_y para o período total de crescimento e para os diferentes estádios de desenvolvimento de várias culturas a partir da avaliação de inúmeros resultados de pesquisa encontrados na literatura, abrangendo ampla faixa de condições de crescimento.

A quantificação do efeito do déficit hídrico sobre os dados de produção e o número de frutos é feita mediante a relação entre a queda de rendimento relativo e o déficit de evapotranspiração relativa, dada pelo coeficiente de resposta k_y , conforme modelo descrito por Doorenbos e Kassam (1979) pela seguinte expressão:

$$(1 - Y_r/Y_m) = K_y (1 - E_{Tr}/E_{Tm}) \quad \text{Eq. (1)}$$

em que,

Y_r - rendimento real obtido ($t \cdot ha^{-1}$);

Y_m - rendimento potencial estimado ($t \cdot ha^{-1}$);

K_y - coeficiente de resposta da cultura;

E_{Tr} - evapotranspiração real (mm), e

E_{Tm} - evapotranspiração máxima potencial total (mm).

Para planejamento, dimensionamento e operação de áreas irrigadas a utilização do k_y permite ao produtor avaliar o efeito da lâmina de irrigação e definir sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura.

A sensibilidade das culturas ao suprimento de água (k_y) pode ser assim classificada: baixo ($k_y < 0,85$); baixo/médio ($0,85 < k_y < 1,00$); médio/alto ($1,00 < k_y < 1,15$) e alto ($k_y > 1,15$) (Doorenbos e Kassam, 1979; Posse, 2009).

O déficit hídrico na cultura influencia a evapotranspiração e o seu rendimento. Define-se evapotranspiração real (ET_r) e evapotranspiração máxima (ET_m) como os valores de evapotranspiração que, ao longo do ciclo total de uma cultura, realmente ocorreram e o que poderia ser atingido potencialmente com ótimas condições de cultivo, respectivamente (Doorenbos e Kassam, 1979; Posse, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, material experimental e condução do experimento.

O experimento foi realizado em estufa no horto municipal na localidade de Campo de Semente, município de Itaocara, RJ. O município está localizado na região noroeste fluminense, situa-se a 21° 39' 12" de latitude Sul e 42° 04' 36" de longitude Oeste a 60 m de altitude (Oliveira Jr et al., 2006).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, ou seja, tropical úmido, apresentando inverno seco e chuvas máximas no verão. A temperatura média anual está em torno de 22,5 °C, em torno de 1.041 mm a precipitação pluviométrica (Fontes et al., 2003).

Foram utilizadas mudas de tomate híbrido Facundo, o qual pertence ao grupo Salada apresentando frutos tipo caqui com características longa vida e resistência ou tolerância ao vírus do vira-cabeça (TSWV) e do mosaico (TMV), nematoides, *Fusarium* 1 e 2, *Stemphylium* e *Verticilium* e, sendo a planta de crescimento indeterminado e vigorosa (Blanco, 2004). Após 25 dias do semeio, estas foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade de 15L.

O solo usado foi retirado do terreno do Horto municipal em Itaocara, RJ e misturado na proporção 3:1:1 com esterco bovino e areia. Esta mistura foi enviada para o Laboratório Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional (FUNDENOR) a fim de avaliar suas características químicas e físicas (Tabela 4).

Tabela 4. Análise química e física do solo usado no experimento com o tomateiro.

| pH | P | K | Ca | Mg | Al | H+Al | MO | CTC | SB | V | ISNa |
|---------------|---------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|------|----|-------|--------------------|------------------------------------|-------|-------------|------|
| | mg.dm ⁻³ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | g.kg ⁻¹ | cmol _c dm ⁻³ | | ----(%)---- | |
| 7,2 | 2,86 | 0,14 | 4,89 | 4,05 | 0 | 0,48 | 62,6 | 11,62 | 11,14 | 96 | 7 |
| GRANULOMETRIA | | | | | | | | | | | |
| Areia Total | | | Argila (g.kg ⁻¹) | | | Silte | | | | | |
| 490 | | | 200 | | | 310 | | | | | |

Foram realizadas as seguintes adubações ao longo da condução do experimento: 40 g por planta de formulado 04-14-08 no transplante, 45, 60, 95 dias após o transplante das mudas 10g de fertilizante misto mineral 20-10-10+micro(Ca- 2%, Cu - 0,001%, Mn - 0,005%, Fe - 0,1%, B - 0,002 %, Mg - 0,3%, S - 1,8%, Zn - 0,008%) e 5 aplicações semanais de fertilizante foliar Ca a partir do 45^o do transplante.

Os estádios fenológicos foram definidos pelas seguintes características (Figura 1): estágio vegetativo - desde o transplante até o início da floração; estágio de floração - início da floração até formação dos primeiros frutos; estágio de colheita- formação dos primeiros frutos até nona colheita (38 dias de colheita). Dezenove dias após o transplante foi iniciada a aplicação dos tratamentos.

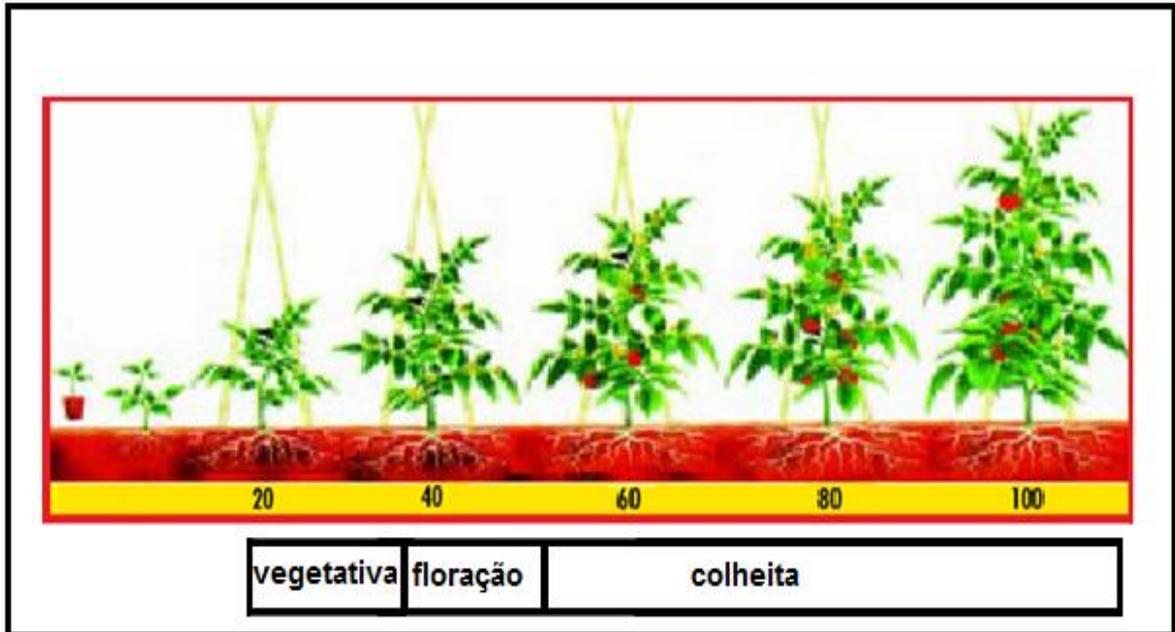


Figura 1. Esquema dos estádios fenológicos do tomateiro.

A lâmina aplicada nos tratamentos com déficit hídrico foi determinada pelo monitoramento dos fluxos de entrada e saída de água no solo na zona radicular durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, nas plantas sem déficit hídrico. Foram aplicados 50 % do volume médio consumido pelas plantas testemunhas. Nas plantas sem déficit hídrico, foi aplicado um volume conhecido de água (volume de entrada) em um vaso contendo a planta, e abaixo colocado um recipiente vazio para armazenar a água não retida pelo solo do vaso (volume de saída). O consumo hídrico da cultura foi determinado pela diferença entre o volume de entrada e o volume de saída (Figura 2). As irrigações foram realizadas em dias alternados até o período de floração e após esse, foram realizadas todos os dias.

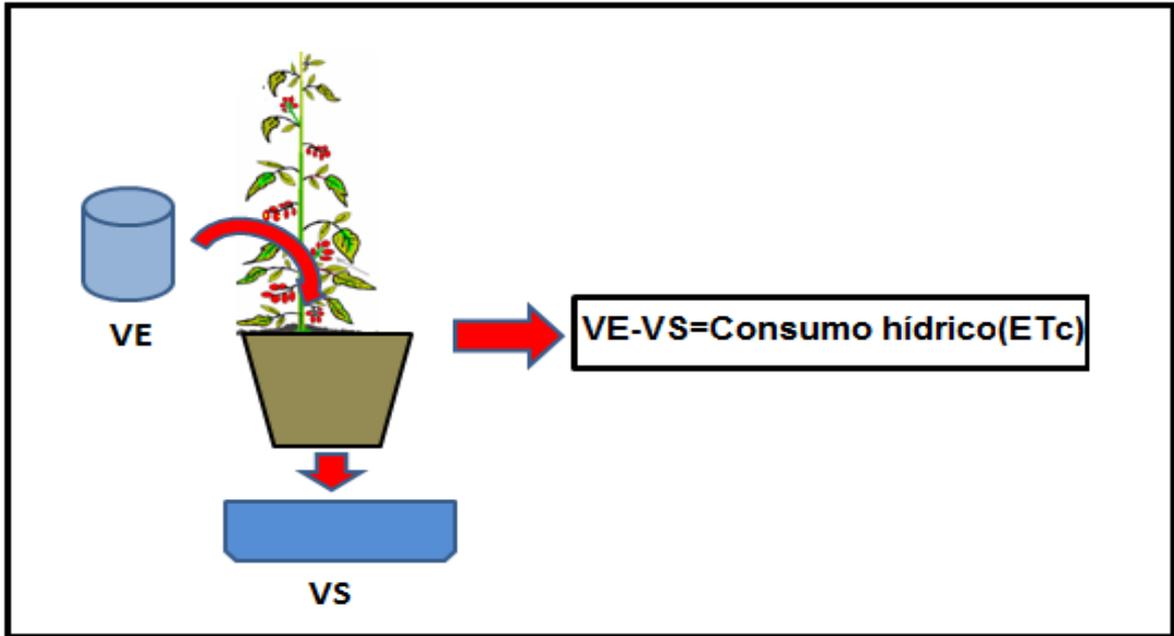


Figura 2. Esquema da determinação do consumo hídrico das plantas testemunhas.

Foram feitos controle fitossanitário preventivo com fungicida Polyran® (3kg.ha⁻¹), e inseticida Evidence 700 WG® (3kg.ha⁻¹). O controle de *Lyriomiza sativae* e *Neoleucinodes elegantalis* foi feito com inseticida Decis 25 EC® (40 ml/100L água), capinas manuais, podas de condução, desbrotas e condução das plantas. A poda apical da planta foi realizada após a formação da sexta penca de frutos. O tutoramento do tomateiro foi o sistema de bambu vertical, por este apresentar algumas vantagens tais como: permite melhorar a distribuição da radiação solar e a ventilação, reduzindo o período de molhamento foliar e conseqüentemente, a severidade das doenças (Zambolim et al., 1989; Marim et al., 2005).

Por intermédio de um psicrômetro com aspiração forçada, conectado a um coletor de dados (Modelo CR1000, Campbell Scientific, Logan, USA), foi realizada a leitura dos valores de temperatura e umidade relativa do ar a cada minuto e armazenada a média dos dados a cada dez minutos, durante todo o período de condução do experimento.

Com os dados de temperatura observados e valores de radiação extraterrestre (R_a) calculada em função da localização e do dia do ano foram

obtidos valores de evapotranspiração de referência (ET_o) usando a metodologia de Hargreaves e Samani (1985) por intermédio da equação 2.

$$ET_o = 0,0023(T_{med}) + 17,8(T_{max} - T_{min})^{0,5} Ra \quad \text{Eq.(2)}$$

em que:

ET_o=evapotranspiração de referência,

T_{med}= temperatura média diária, em °C,

T_{min}= temperatura mínima diária, em °C, e

T_{max}= temperatura máxima diária, em °C,

Ra= radiação no topo da atmosfera, em mm dia⁻¹.

Segundo Allen et al. (2006), a evapotranspiração da cultura (ET_c) é estimada pelo produto da evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente da cultura (k_c). Portanto, com os dados de ET_o e ET_c obtidos, os valores de k_c foram calculados por intermédio da razão entre ET_c e ET_o.

O rendimento potencial (Y_m) e a evapotranspiração potencial (ET_m) foram obtidos do tratamento correspondente à reposição de 100% da água consumida.

As colheitas foram realizadas quando os frutos estavam no estágio de maturação classificado como rosado conforme a Portaria n^o 553/95 do MAPA (Brasil, 1995) e Anexo XVII da Portaria SARC no 085/02 do MAPA (Brasil, 2002), ou seja, quando 30% a 60% do fruto encontra-se vermelho.

3.2. Avaliação do desenvolvimento da planta

A partir de 20 dias após o transplante foram coletados semanalmente os seguintes dados em todas as plantas:

a- Altura da planta

Expressa em cm, medida com régua milimetrada considerando-se a região compreendida entre o solo e o ápice da planta.

b- Diâmetro do caule

Expresso em mm, medido com auxílio de um paquímetro, 10 cm acima da superfície do solo, no caule da planta.

c- Número de folhas

A partir de contagem manual.

d- Número de folíolos e comprimento e largura do folíolo central

3.3 Produtividade

Todo fruto colhido foi pesado em uma balança digital e obtida a produção total (PT) por tratamento. A produtividade de cada tratamento foi calculada a partir da obtenção da produção média de cada planta por tratamento (PT/10). Com esse valor foi determinado a produtividade por hectare de cada tratamento, levando em consideração a população de 20mil plantas/ha.

3.4 Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o delineamento experimental de Blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 10 repetições.

Os tratamentos foram definidos em função da época de indução do déficit hídrico nos estádios de desenvolvimento vegetativo, de floração e de colheita. Foram aplicados os seguintes tratamentos: (1) Testemunha, sem déficit hídrico (TES); (2) com déficit hídrico no estágio vegetativo (VEG); (3) com déficit hídrico no estágio de floração (FLO); (4) com déficit hídrico no estágio de colheita (COL); (5) com déficit hídrico nos três estádios fenológicos (3EST).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período experimental, a temperatura média máxima e média mínima observada foi de 32,5°C e 19,5°C, respectivamente. A temperatura média manteve-se entre 19,5°C e 27,3°C (Figura 3), sendo 22,3°C a temperatura média ao longo do experimento. Desta forma, o fator temperatura manteve-se dentro do recomendado para o desenvolvimento da cultura do tomateiro que requer temperaturas diurnas entre 21 °C e 28 °C e noturnas entre 15°C e 20°C (Guimarães et al., 2007).

A umidade relativa do ar (UR) média máxima e média mínima foi de 95,64% e de 65,52, respectivamente. A UR média manteve-se entre 72,7% e 98% (Figura 3), sendo a média ao longo do experimento de 82,7%, estando acima da faixa de UR ideal para bom desenvolvimento da planta, segundo Guimarães et al. (2007), que é entre 50% a 70%, porém as plantas não foram afetadas pelo principal problema decorrente de alta umidade, a incidência de patógenos.

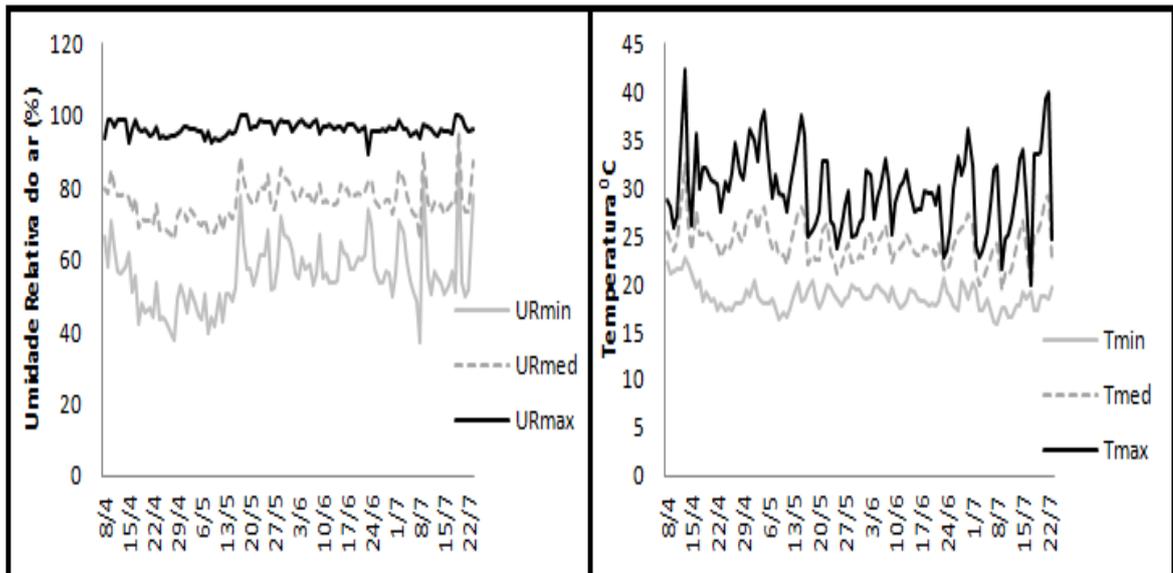


Figura 3. Umidade relativa (%) e temperatura máxima, média e mínima do ar em estufa no período de 8 de abril a 27 de agosto de 2013.

O transplante das mudas do tomateiro ocorreu no dia 29 de março de 2013 e após dezenove dias foi iniciada a aplicação dos tratamentos, o período vegetativo foi de 18 dias, a fase de floração 12 dias e de colheita 65 dias, sendo o ciclo da cultura avaliado, de 115 dias (Tabela 5). Fotos do experimento em diferentes épocas são apresentadas na figura 4.

Tabela 5. Caracterização e duração dos estádios fenológicos do tomateiro, cultivado em estufa, no período de 29 de março a 22 de julho de 2013, no município de Itaocara-RJ.

| Fase fenológica | Início (DAT*) | Final (DAT*) | Duração(Dias) |
|------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| Vegetativa | 19 | 37 | 18 |
| Floração | 38 | 50 | 12 |
| Colheita | 51 | 116 | 65 |
| Total | 1 | 116 | 115 |

*DAT- Dias após o transplante das mudas



Figura 4. Caracterização dos estádios fenológicos do tomateiro cultivado em estufa, no período de 04/04 a 10/07 de 2013, no município de Itaocara-RJ: (A) dia 4 de abril aos 6 DAT, (B) dia 29 de abril aos 31 DAT (período vegetativo), (C) dia 29 de maio aos 59 DAT (período de floração) e (D) dia 10 de julho aos 101 dias DAT (período de colheita).

O valor médio da ETo durante o período de condução do experimento foi de 3,13 mm/d totalizando 359,9 mm.dia⁻¹ durante todo o período avaliado da cultura (115 dias). Sendo o valor máximo observado no dia 05/05/2013 de 4,72mm.dia⁻¹ e o mínimo igual a 1,20 mm.dia⁻¹ no dia 23/06/13 (Figura 5).

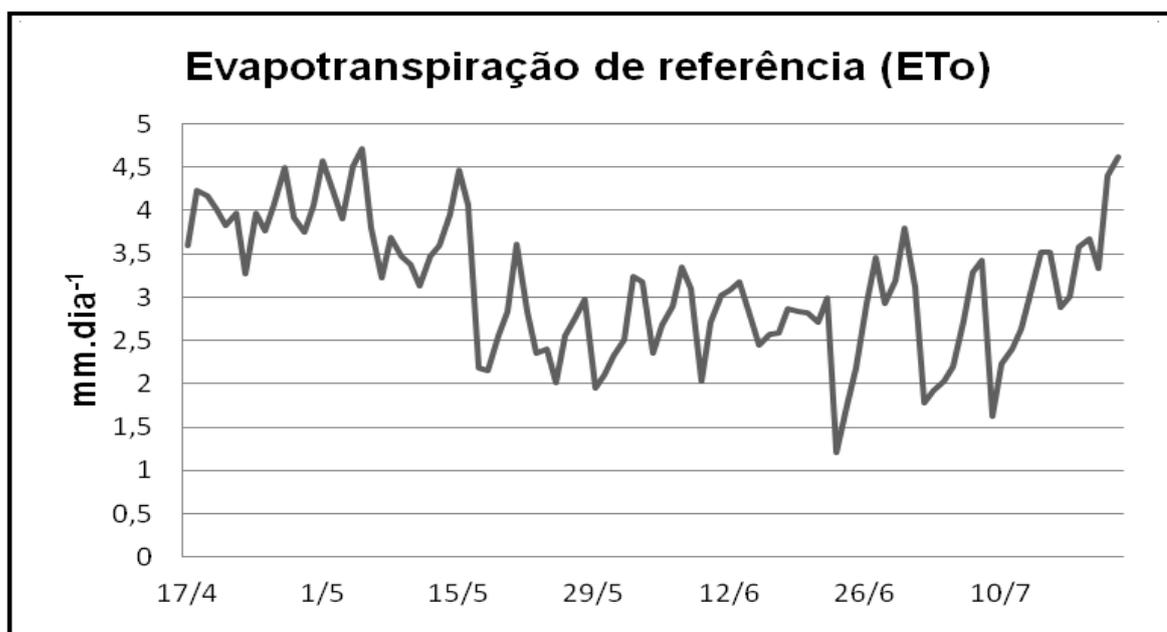


Figura 5. Valores médios de evapotranspiração de referência observada no interior de estufa, localizada no município de Itaocara-RJ, no período de 17 de abril a 10 de agosto de 2013

Foi realizada análise de variância aplicando-se o teste “F”, o qual apresentou significância menor do que 1, utilizando o software SAEG. E comparações entre as médias do consumo de água e produção total entre os tratamentos utilizando-se o teste tukey em nível de 5% de probabilidade (Tabela 6).

Analisando o consumo de água só não houve diferença significativa entre os tratamentos com restrição de água durante a fase vegetativa (2) e de floração (3). O consumo foi maior no tratamento 1, seguido respectivamente dos tratamentos 2, 3, 4 e 5 durante o período de 29 de março a 22 de julho de 2013. Foi constatado que a quantidade de água utilizada está diretamente relacionada com a produção total e média da cultura que também foi maior no tratamento 1 seguido respectivamente dos tratamentos 2;3;4 e 5 (Tabela 6).

Foram realizadas nove colheitas no período de 13/06/2013 até 21/07/2013 gerando uma produção total (kg) e média (kg) maior na testemunha, seguida dos tratamentos com déficit nos estádios vegetativo, floração, colheita e nos 3 estádios (Tabela 6), obtendo os seguintes valores respectivamente 35,44 t/ha (TES), 32,86 t/ha (VEG), 30,68 t/ha (FLO), 23,62 t/ha (COL) e 15 t/ha (3EST). O valor obtido (35,44 t/ha) foi abaixo do considerado bom por Doorenbos e Kassan

(1994) para variedades de tomateiro altamente produtivas adaptadas às condições climáticas, porém o atual experimento não avaliou a produção total dos frutos até o final do ciclo da cultura.

Mas apresentou uma produtividade bem maior a 5,32 t/ha obtida por Blanco (2008), também para o híbrido Facundo em Piracicaba-SP cultivado a campo.

Tabela 6. Valores médios do consumo de água por planta (L) e produção por plantas de tomate nas nove colheitas nos distintos tratamentos.

| Tratamento | Dados | Consumo de água | Produção |
|-------------------|--------------|------------------------|---------------------|
| TES | 10 | 94,42 ^a | 1,772 ^A |
| VEG | 10 | 89,01 ^b | 1,643 ^A |
| FLO | 10 | 88,59 ^b | 1,534 ^{AB} |
| COL | 10 | 63,59 ^c | 1,181 ^B |
| 3 EST | 10 | 52,34 ^d | 0,75 ^C |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando-se as médias de produção total de frutos (tabela 6) nota-se que os tratamentos com restrição de água durante as fases vegetativa e de floração não diferiram estatisticamente da produção total das plantas testemunhas. Os tratamentos 4 e 5 tiveram uma redução significativa na produção, sendo maior no tratamento com déficit em todas as fases. O déficit na fase de floração, talvez por ter ocorrido em um período restrito de tempo, não apresentou uma redução que fosse significativa em relação ao tratamento testemunha.

A evapotranspiração do tomateiro (ETc) observada (figura 6), apresentou uma tendência de aumento durante as fases de floração/formação dos frutos, (atingindo um máximo em 29/05/2013 durante o período de colheita com ETc igual 2,88 mm), e posteriormente, a partir da quarta colheita (dia 28/06/2013), apresentou um decréscimo. Esta variação nos resultados concorda com Santana

et al. (2011) e com Reis et al (2009), que observaram maior valor de ET_c para cultura do tomateiro cultivado em ambiente protegido durante as fases de abertura das flores e formação dos primeiros frutos para as condições de Uberaba-MG e Rio Largo-AL, respectivamente.



Figura 6. Valores médios da evapotranspiração da cultura do tomateiro (ET_c).

Na figura 7 estão as médias dos valores de k_c observadas em períodos de 7 dias, obtidos da relação entre ET_c e ET_o . Esses valores apresentaram tendência semelhante à observada na evapotranspiração da cultura (ET_c) de aumento durante fases de floração e formação dos primeiros frutos da cultura do tomate cultivado em estufa no município de Itaocara-RJ (Figura 7).

As médias dos valores de k_c dos estádios foram durante a fase de desenvolvimento (inicial até floração) de 0,57, fase de produção (floração até início da maturação) de 1,04 e fase de maturação (início da maturação até a colheita) de 0,91. Com as fases de produção e maturação situando-se dentro dos limites estabelecidos pela FAO (Doorenbos e Kassan, 1979), que são respectivamente 1,05-1,25 e 0,8-0,9, já o período de desenvolvimento encontra-se um pouco abaixo da faixa de 0,8-0,9.

Valores obtidos no atual trabalho são próximos aos determinados por Allen et al. (2006) para a cultura do tomateiro cultivado sob manejo adequado, sem estresse: desenvolvimento igual a 0,9, produção igual a 1,2 e maturação igual a 0,8. E aos valores determinados por Santana et al. (2011) também para a cultura do tomateiro, porém cultivada à campo, o qual observou os seguintes valores de k_c : 0,72 (desenvolvimento), 1,03 (fase intermediária/produção) e 1,1 (fase final)

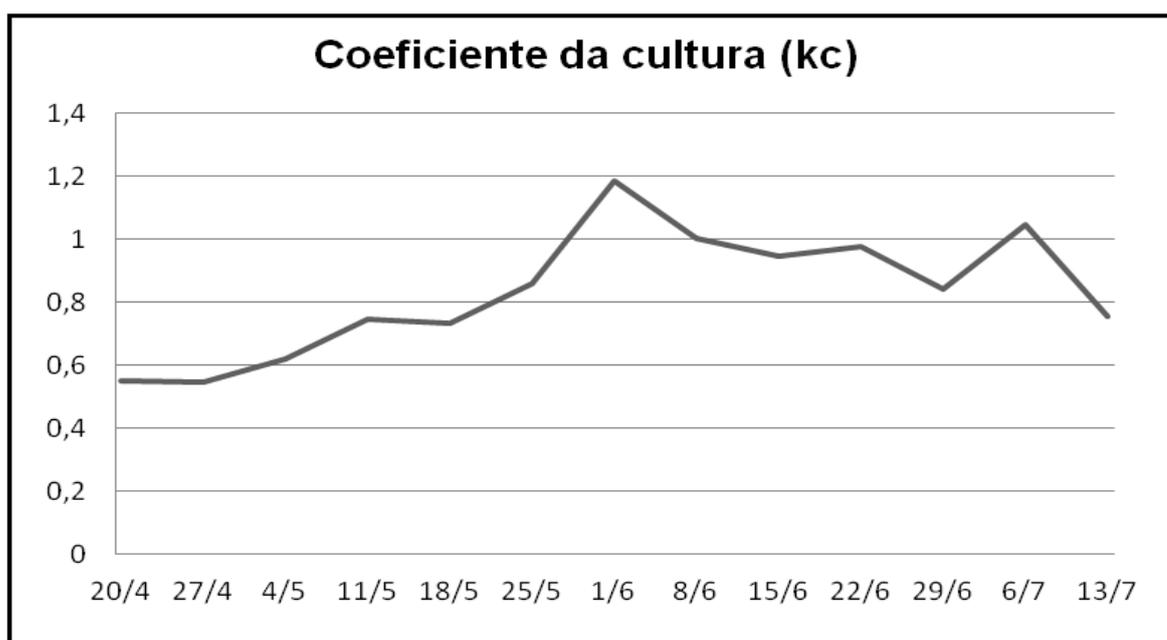


Figura 7. Valores de k_c semanais.

Os valores de k_y obtidos para as condições de déficit hídrico durante as fases fenológicas da cultura do tomateiro variaram na seguinte ordem decrescente: floração (2,17), nos três estádios (1,29), vegetativo (1,27) e colheita (1,02) (Tabela 7), todos os valores acima de 1 comprovando a alta sensibilidade da cultura à restrição de água.

Os valores de k_y para a cultura do tomateiro, obtidos nas fases vegetativa (1,27), de floração (2,17) e colheita (1,02) foram maiores do que os descritos pela literatura segundo Doorenbos e Kassan (1994), que são respectivamente 0,4, 1,1 e 0,8. Um dos motivos para essa diferença provavelmente é devido ao valor da produtividade, já que não foi observada a produção até o final do ciclo da cultura.

A fase de floração, como verificado por Doorenbos e Kassan (1994), é o período do tomateiro em que se deve ter maior atenção quanto à irrigação, no atual trabalho uma redução em 6,2% da evapotranspiração relativa gerou uma queda de 13,4 % na produtividade ($ky = 2,17$). Já durante a fase de colheita a queda na produtividade foi de 33% para uma redução relativa na evapotranspiração de 33 %. Apesar de uma redução absoluta maior, a redução relativa na colheita foi menor que na floração ($ky = 1,02$). O déficit nos períodos vegetativos e durante as 3 fases gerou uma queda de 5,7% e 57,7% em consequência de redução de 7,3% e 44,6% da evapotranspiração relativa, respectivamente (Tabela 7)

Tabela 7. Dados médios de ET e ETm, y_a , y_m , $(1 - ET_a / ET_m)$, $(1 - y_a / y_m)$ e os coeficientes de sensibilidade ky médios, para cada tratamento.

| Trat | ETr ¹ | ETm ² | (1-ETr/ETm) | Yr ³ | Ym ³ | (1-Yr/Ym) | Ky |
|-------------|------------------|------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------|------|
| VEG | 890,1 | 944,4 | 0,057 | 32,86 | 35,44 | 0,073 | 1,27 |
| FLO | 886,2 | 944,4 | 0,062 | 30,68 | 35,44 | 0,134 | 2,17 |
| COL | 635,9 | 944,4 | 0,327 | 23,62 | 35,44 | 0,333 | 1,02 |
| 3EST | 523,4 | 944,4 | 0,446 | 15,00 | 35,44 | 0,577 | 1,29 |

¹ Valores da evapotranspiração real acumulada no período de déficit hídrico(mm).

² Valores da evapotranspiração máxima acumulada no tratamento 1, no mesmo período da Etr acumulada nos tratamentos sob déficit hídrico(mm).

³Produtividade real (y_r) e máxima(y_m) ($Mg\ ha^{-1}$)

Bilibio et al. (2010) constataram que a berinjela nas condições de Lavras-MG foi mais sensível ao déficit hídrico na fase de formação dos frutos/colheita. Cordeiro et al. (1998) determinaram para a cultura do feijão caupi em Fortaleza-CE, também aplicando a metade da lâmina de água usada no tratamento sem retrição hídrica que a sensibilidade ao déficit hídrico (ky) em cada estágio que variou em seguinte ordem decrescente: enchimento de grãos, vegetativo e floração, sendo todos os valores de ky obtidos inferiores a 1 indicando a baixa sensibilidade da cultura ao déficit hídrico.

Foi realizada a média da altura das plantas por tratamentos. Na figura 8 é apresentado um gráfico com essas médias ao longo dos dias após o início da aplicação dos tratamentos. Pode ser observado que começou a ocorrer uma diferenciação da altura das plantas uma semana após o início dos tratamentos e conforme o esperado as plantas que sofreram deficiência de água em todas as fases apresentaram durante todo o período uma menor altura em comparação aos outros tratamentos.

Nos tratamentos 2, 3 e 4 durante o período que caracterizava a falta de água em determinado tratamento este apresentava altura menor em comparação aos tratamentos sem déficit. Já o tratamento testemunha sempre apresentou uma altura entre as maiores ou maior em relação aos outros tratamentos.

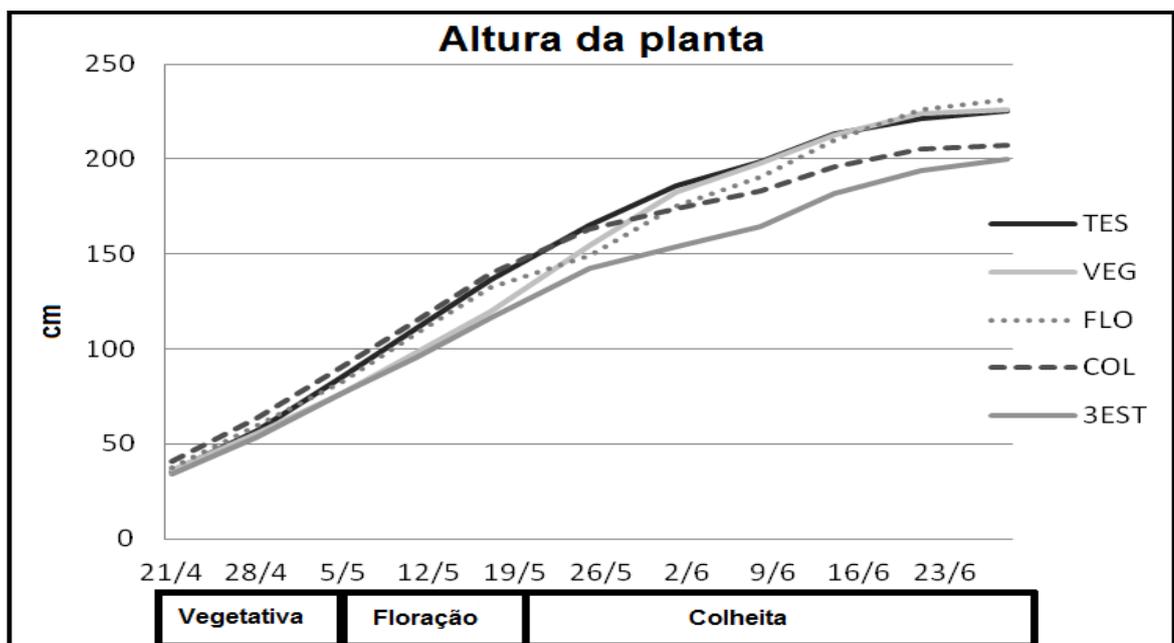


Figura 8. Altura média das plantas por tratamento.

A característica de diâmetro das plantas e o número de folhas apresentaram comportamento muito parecido com o visto na altura das plantas, sendo também a diferença entre os tratamentos notada a partir de uma semana do início destes (Figuras 9 e 10). As plantas testemunhas apresentaram maior média tanto de diâmetro quanto do número de folhas durante todo o período de

estabelecimento da cultura, e as plantas com restrição hídrica nos 3 estádios apresentaram menores valores em comparação com os outros tratamentos.

Os tratamentos 2, 3 e 4 apresentaram valores intermediários entre os dois extremos citados e muito próximos entre si, sendo que cada um apresentou valores um pouco menores durante o período caracterizado por restrição de água em comparação aos outros dois tratamentos, nas duas características avaliadas.

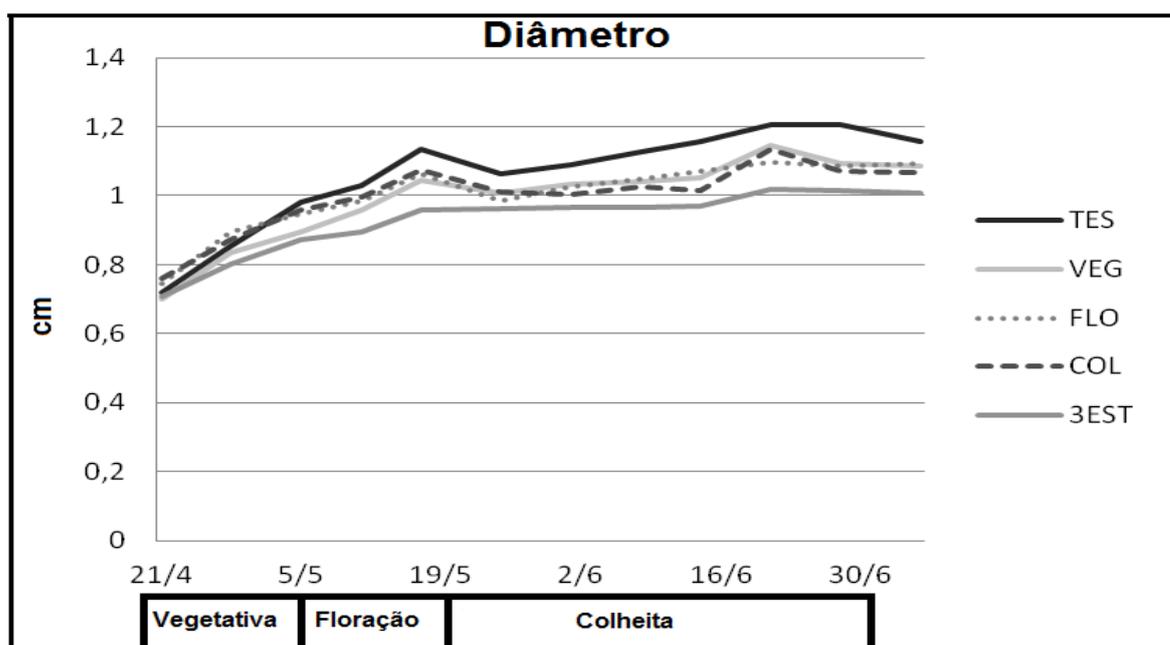


Figura 9. Média do diâmetro do caule por tratamento do tomateiro entre 21 de abril a 6 de julho de 2013.

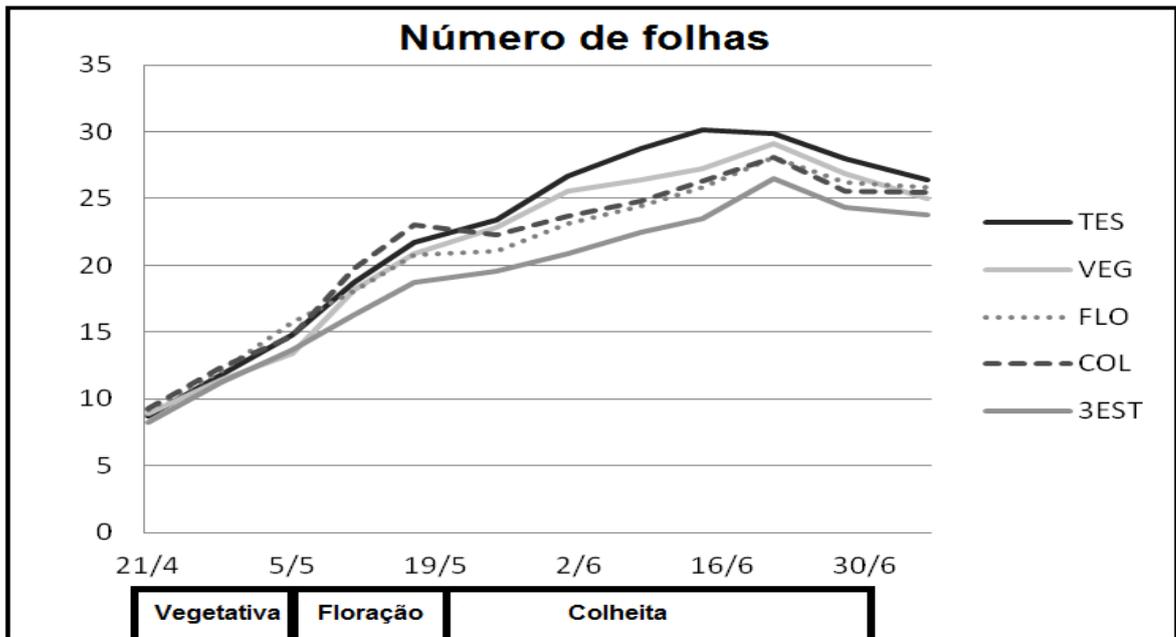


Figura 10. Média e número de folhas por tratamento do tomateiro entre 21 de abril a 6 de julho de 2013.

Carvalho et al. (2004) também verificaram que para a cultura da berinjela as características de altura das plantas e diâmetro de caule, houve redução dos valores destas variáveis com o aumento do déficit hídrico, em todas as épocas avaliadas. Correia, et al. (2004) verificaram que a cultura do amendoim submetida a estresse hídrico determinou reduções na altura, na área foliar e no diâmetro do caule.

Na Figura 11 pode ser observado o consumo hídrico da planta entre os dias 21/4 a 03/07 de 2013 e a relação deste com o número de folhas, pois quando ocorreu decréscimo do número de folhas (Figura 10) também pode ser observada diminuição no consumo de água do tomateiro (Figura 11), e que os períodos com maior número de folhas foram também os de maior consumo hídrico.

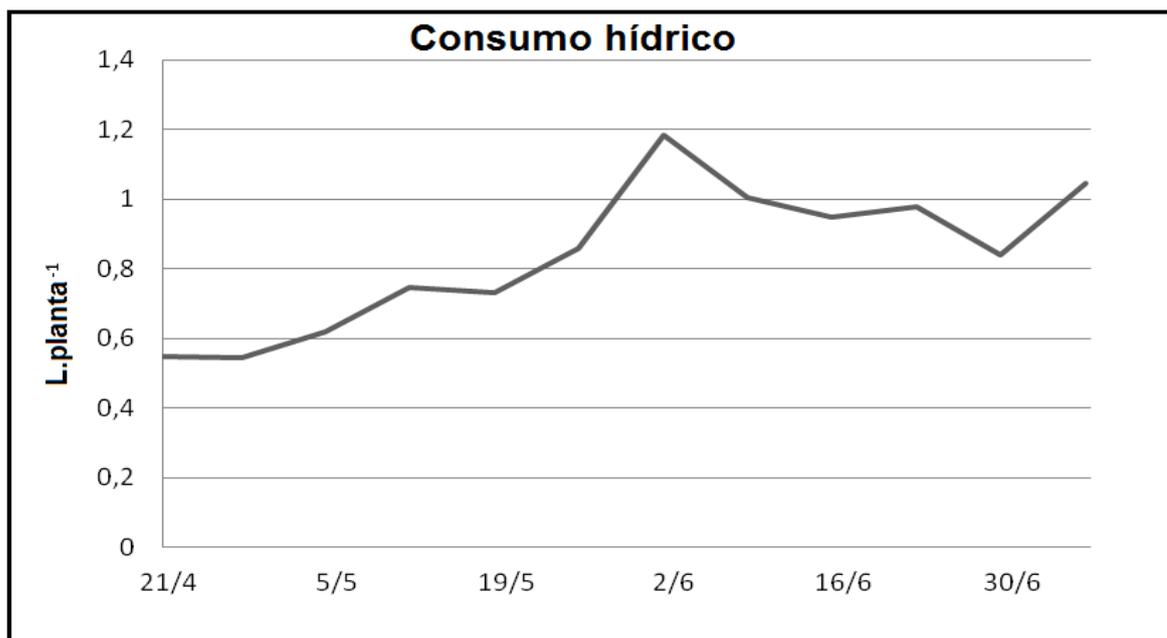


Figura 11. Consumo hídrico médio das plantas do tomateiro sem restrição hídrica, cultivadas dentro de estufa no município de Itaocara-RJ.

No dia 25 de maio de 2013 quando todas as plantas já apresentavam a formação da terceira penca de frutos foi realizada uma avaliação do número de folíolos e do comprimento e da largura do folíolo central, de duas folhas localizadas na região central da planta. As médias dos resultados por tratamento mostram que o tratamento sem déficit de água apresentou maior número de folíolos (Figura 12). Já o tratamento com déficit nos 3 estádios apresentou menor número de folíolos e também menor comprimento e largura dos mesmos, concluindo desta relação que a disponibilidade de água também está diretamente ligada com número de folíolos por planta.

Já a característica do comprimento e da largura não apresentou uma relação direta com o consumo hídrico nas plantas conforme o número de folíolos como pode ser observado na Figura 13.

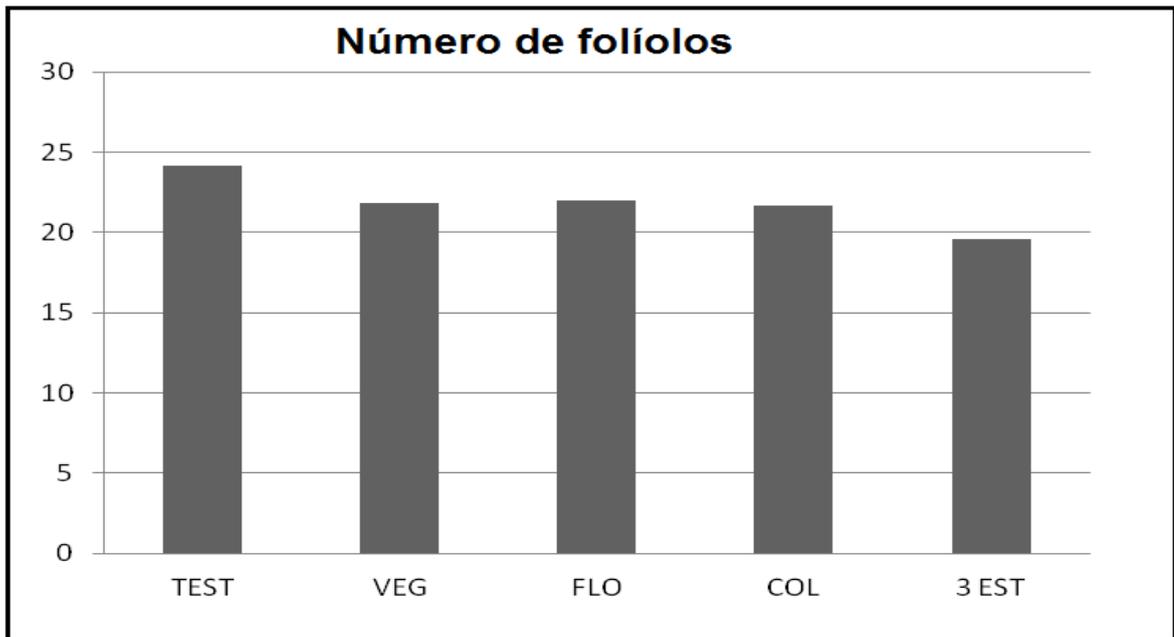


Figura 12. Número de folíolos médios de duas folhas localizadas na região central do tomateiro por tratamento, após a formação da terceira penca de frutos.

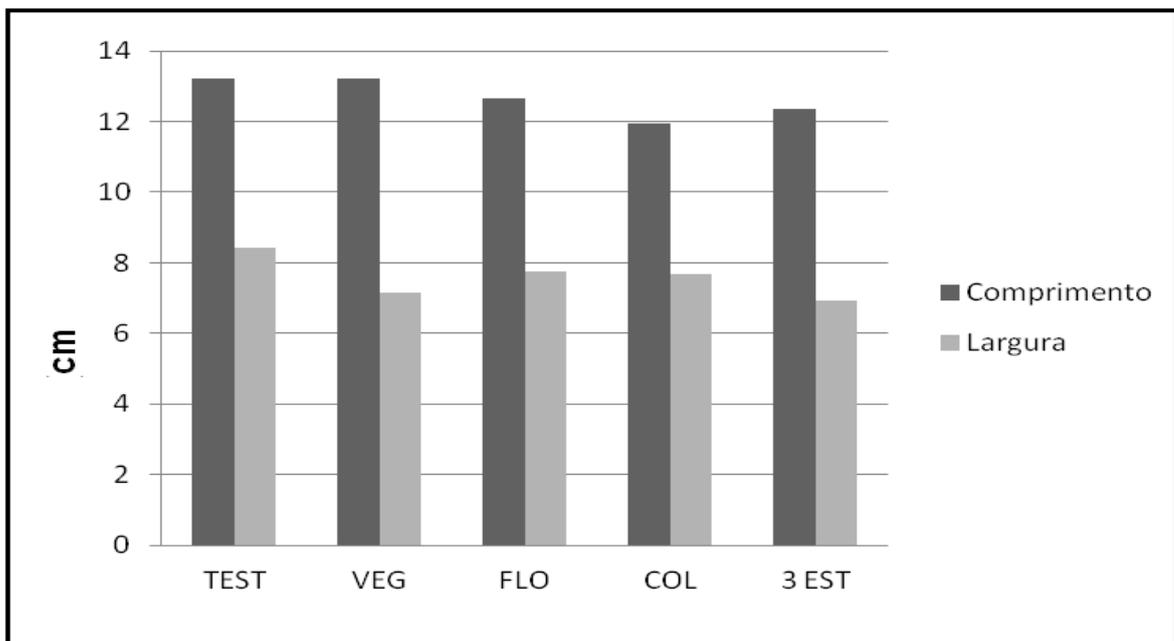


Figura 13. Valores médios de comprimento e largura dos folíolos de duas folhas localizadas na região central do tomateiro por tratamentos, após a formação da terceira penca de frutos.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Por ser o tomate uma das hortaliças mais conhecidas e consumidas no mundo, sua importância na região Noroeste Fluminense é a sensibilidade da cultura à restrição hídrica, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a produtividade do tomateiro em resposta ao déficit de água no solo por meio de um experimento conduzido em casa de vegetação no Horto municipal na localidade de Campo de Semente, em de Itaocara, RJ. Foram utilizadas mudas de tomate híbrido Facundo, cultivados em vasos de polietileno com capacidade de 15L, arranjados em Blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 10 repetições.

Os tratamentos foram definidos em função da época de indução do déficit hídrico nos estádios de desenvolvimento vegetativo, de floração e de colheita: (1) Testemunha, sem déficit hídrico; (2) com déficit hídrico no estágio vegetativo; (3) com déficit hídrico no estágio de floração; (4) com déficit hídrico no estágio de colheita; (5) com déficit hídrico nos três estádios fenológicos. A lâmina aplicada nos tratamentos com déficit hídrico foi determinada pelo monitoramento dos fluxos de entrada e saída de água no solo na zona radicular durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, nas plantas sem déficit hídrico. Foram aplicados 50 % do volume médio consumido pelas plantas testemunhas.

Com a realização deste trabalho pode-se concluir, que:

- A sensibilidade ao déficit hídrico em cada estágio variou na seguinte ordem decrescente: floração, nos 3 estádios, vegetativo e colheita;

- Os valores de k_y obtidos foram maiores do que 1, mostrando a alta sensibilidade da cultura ao déficit hídrico;
- As médias dos valores de k_c dos estádios, foram durante a fase de desenvolvimento (inicial até floração) de 0,57, fase de produção (floração até início da maturação) de 1,04 e fase de maturação (início da maturação até a colheita) de 0,91;
- O déficit hídrico em qualquer uma das fases fonológicas do tomateiro determina a redução: na altura, diâmetro e número de folhas da planta.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (2006) Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Roma, 298p (FAO Irrigation and Drainage, 56).

Bilibio, C., Carvalho, J.A., Martins, M., Rezende, F.C., Freitas, E.A., Gomes, L.A.A. (2010) Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 14 (7) :730-735.

Blanco, F.F. (2004) Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta. Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicaba- SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- ESALQ/USP, 115p.

Blanco, F.F., Folegatti, M.V. (2008) Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, 12(2): 122-127.

Brasil (1995) Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 553 de 30 de agosto de 1995. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília: Imprensa Oficial, p 25.

Brasil (2002) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SARC nº 085 de 06 de março de 2002. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília: Imprensa Oficial, p 9.

Carrijo, O.A., Vidal, M.C., Reis, N.V.B., Souza, R.B., Makishima, N. (2004) Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Hortic. Bras.*, Brasília, 22 (1): 05-09.

Carvalho, J.A., Santana, M.J., Pereira G. M., Pereira, J. R. D., Queiroz, T. M. (2004) Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). *Eng. Agríc*, Jaboticabal, 24 (2): 320-327.

Cordeiro, L.G., Bezerra, F.M.L., Dos Santos, J.J.A., Miranda, E.P. (1998) Fator de sensibilidade ao déficit hídrico da cultura do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.). *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 2 (2): 153-157.

Correia, K.G., Nogueira, R.J.M.C. (2004) Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 4 (2): 1-7.

Doorenbos, J.; Kassam, A.H. (1979) Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 193p.

Doorenbos, J., Kassam, A. H. (1994) *Efeito da água no rendimento das culturas*. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 306p.

FAO, *Faostat Agriculture Data*: <http://faostat.fao.org> em 24/08/2013 página mantida pela FAO.

Filgueira, F. A. R. (2001) *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 412p.

Fontes, P. S. F., De Carvalho, A. J. C., Cereja, B. S., Marinho, C. S., Monnerat, P. H. (2003) Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira-prata-anã (*Musa spp.*) em função da adubação nitrogenada. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, 25 (1): 77-85.

Guimarães, M. A., Caliman, F. R. B., Da Silva, D. J. H., Flores, M. P., Elsayed, A. Y. A. M. (2007) Exigências Climáticas da Cultura do Tomateiro. *In: Da Silva, D. J. H.; Do Vale, F. X. R. (eds.) Tomate Tecnologia de Produção*. Viçosa: UFV, p.85-99.

Hargreaves, G.M., Samani, Z.A., (1985) Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering Agriculture*, 1(2): 96-99.

IBGE (2012) Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Rio de Janeiro, 25 (2): 1-88.

IBGE (2013) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: <http://www.sidra.ibge.gov.br> em 02/08/2013 página mantida pelo IBGE.

Lopes, M. C., Stripari, P. C. (1998) A cultura do tomateiro. *In: Goto, R., Tivelli, S. W. (eds.) Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. 1 ed. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, p.15-30.

Mantovani, E.C. (1993) Desarrollo y evaluacion de modelos para el manejo del riego: estimacion de la evapotranspiracion y efectos de la uniformidad de aplicacion del riego sobre la produccion de lós cultivos. Tesis (Doctoral) - Córdoba - Universidad de Córdoba, 184 p.

Mantovani, E. C., De Souza, J. A. R., Souza, D. O. (2007) Irrigação do Tomateiro. *In: Da Silva, D. J. H., Do Vale, F. X. R. (eds.) Tomate: Tecnologia de Produção*. Viçosa: UFV, p.117-158.

Marim, B. G., Da Silva, D. J. H., Guimarães, M. A., Belfort, G. (2005) Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo *in natura*. *Hortic. Bras.*, Brasília, 23 (4): 951-955.

Marouelli, W.A., Silva, H.R., Oliveira, C.A.S. (1991) Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 26 (9): 531-537.

Marouelli, W. A., Silva W. L. C., Silva, H. R., Vilela, N. J. (2000) Eficiência econômica do manejo racional da irrigação em tomateiro para processamento industrial. *Hortic. Bras.*, Brasília, 18 (3): 238-243.

Mateddi, A.P., Soares, B.O., Almeida, V.S., Griollo, J.F.F., Silva, L.J., Vale, F.X.R.I. (2007) Introdução à cultura do tomateiro. *In: Da Silva, D. J. H., Do Vale, F. X. R. (eds.) Tomate: Tecnologia de Produção*. Viçosa: UFV, p.1-11.

Minami, K., Haag, H. P. (1989) *O tomateiro*. Campinas: Fundação Cargill, 397p.

Oliveira Jr, L.F.G., Deliza, R., Bressan-Smith, R., Pereira, M.G., Chiquiere, T.B. (2006) Seleção de genótipos de milho mais promissores para consumo *in natura*. *Ciênc. Technol. Aliment.*, Campinas, 26 (1):159-165.

Posse, R. P., Bernardo S., Sousa, E. F., Pereira, M. G., Monnerat, P. H., Gottardo, R. D. (2009) Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, 13 (2): 158–164.

Silva, W.L.C., Giordano, L.B., Marouelli, W.A., Fontes, R.R., Gornat, B. (1999) Response of six processing tomatoes cultivars to subsurface drip fertigation. *Acta Horticulturae*, 487: 569-573.

Reis, L. S., Souza, J. L., Azevedo, C.A.V. (2009) Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui em ambiente protegido. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Jaboticabal, 13 (3): 289-296.

Santana, M.J., Pereira, U.C., Beirigo, J.D.C., Souza, S.S., Campos, T.M., Vieira, T.A. (2011) Coeficientes de cultura para o tomateiro irrigado. *Irriga*, Botucatu, 16(1): 11-20.

Zambolim, L.; Vale, F.X.R.; Cruz Filho, J.; Chaves, G.M. (1989) Controle integrado das doenças do tomateiro. *Anais do Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de tomate*, 1, Viçosa: UFV p. 55-76.