

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

TESE

Irrigação sob déficit hídrico controlado para a cultura do
tomateiro, na região de Seropédica-RJ.

José Antônio Monte

2011



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

IRRIGAÇÃO SOB DÉFICIT CONTROLADO PARA A CULTURA DO
TOMATEIRO, NA REGIÃO DE SEROPÉDICA-RJ.

JOSÉ ANTÔNIO MONTE

Sob a Orientação do Professor
Carlos Pimentel

e Co-orientação do Professor
Daniel Fonseca de Carvalho

Tese submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciências, no Curso de
Pós-Graduação em Fitotecnia

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2011

635.642587

M772i

T

Monte, José Antônio, 1976-

Irrigação sob déficit hídrico controlado para a cultura do tomateiro, na região de Seropédica-RJ / José Antônio Monte - 2011.

88 f. : il.

Orientador: Carlos Pimentel.

Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Bibliografia: f. 68-72.

1. Tomate - Cultivo - Teses. 2. Tomate - Cultivo - Seropédica (RJ) - Teses. 3. Tomate - Irrigação - Teses. 4. Irrigação agrícola - Teses. I. Pimentel, Carlos, 1955-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

JOSÉ ANTÔNIO MONTE

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

TESE APROVADA EM 28/02/2011

Carlos Pimentel. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Leonardo Duarte Batista da Silva. Dr. UFRRJ

Rosana Rodrigues. Dr^a. UENF

Margarida Gorete Ferreira do Carmo. Dr^a. UFRRJ

Robson Bonomo. Dr. UFES

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter concedido-me o dom da vida.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), pela oportunidade concedida e por minha formação acadêmica.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida.

Ao professor Carlos Pimentel, pela orientação e dedicação.

Ao professor Daniel Fonseca de Carvalho pela co-orientação e dedicação no decorrer dos trabalhos.

Aos demais professores desta instituição, pelos ensinamentos indispensáveis concedidos.

Aos funcionários do setor de Horticultura do departamento de Fitotecnia-IA da UFRRJ, pela ajuda prestada na condução dos experimentos.

Aos alunos da Pós-Graduação e da Graduação, pela ajuda prestada no decorrer dos trabalhos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese.

BIOGRAFIA

José Antônio Monte, Filho de Elias Monte e Esperança Rigotti Monte, Nasceu em Nova Venécia, estado do Espírito Santo, em 08 de fevereiro de 1976.

Ele cursou o Primeiro Grau na Escola Família Agrícola de Chapadinha, em Nova Venécia-ES, e concluiu o Curso Técnico em Agropecuária em 1996 na Escola Família Agrícola de Boa Esperança (EFABE), em Boa Esperança-ES.

Após, ele ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em março de 2000, graduando-se em Engenharia Agrônômica em março de 2005, onde foi monitor da disciplina Química Analítica IC-347 do Departamento de Ciências Exatas, em 2001 e 2002, e da disciplina Fertilidade do Solo IA-301 do Departamento de Solos, em 2003 e 2004.

Em março de 2005, ele ingressou no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPGF/UFRRJ) na categoria de Mestrado, na área de concentração em fisiologia da produção do tomateiro irrigado. Durante o período de março de 2005 a fevereiro de 2007 foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Em março de 2007 iniciou seus estudos em nível de Doutorado, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPGF/UFRRJ), sempre com a linha de pesquisa na área de concentração em fisiologia da produção do tomateiro irrigado. Durante o período de março de 2007 a setembro de 2008 foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior (CAPES), e a partir de outubro de 2008 até fevereiro de 2011 foi bolsista da Coordenação Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO GERAL

MONTE, José Antônio. **Irrigação sob déficit controlado para a cultura do tomateiro, em Seropédica-RJ: Seropédica, RJ.** 2011. 88p Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Estudou-se o manejo de irrigação na cultura do tomateiro para mesa, na área experimental pertencente ao Setor de Horticultura, do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada no Município de Seropédica-RJ, em três experimentos de campo com o objetivo de estudar o desenvolvimento da cultura do tomateiro em relação à capacidade de produção de fitomassa e a de frutos, em diferentes formas de aplicação de água através da irrigação. Buscando maior eficiência no uso da água de irrigação, com produção de tomate de qualidade viável economicamente para o produtor e sustentável para o meio ambiente. O primeiro experimento foi realizado para avaliar a influência da lâmina de irrigação 40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração (ETc) da cultura do tomateiro na acumulação de fitomassa e área foliar, e obtenção de índices fisiológicos, para uma análise de crescimento da cultura e produção de frutos, do tomateiro híbrido Débora plus, tipo longa vida. O segundo experimento foi conduzido para avaliar a influência do turno de rega (TR1 turno de rega diário; TR2 turno de rega de dois dias; TR3 turno de rega de três dias; e TR4 turno de rega de quatro dias) no crescimento e na produção de frutos, do mesmo tomateiro. E, no terceiro experimento, avaliou-se também o crescimento e a produção de frutos de três genótipos (os híbridos, longa vida, Débora Plus e o Carmem e a variedade Santa Clara), todos para mesa, sob o mesmo regime de irrigação. Com base nos resultados obtidos, no primeiro experimento, foi possível constatar que o máximo de acúmulo de fitomassa ocorreu entre 70 e 80 dias após o transplante, em todos os tratamentos. O aumento na quantidade de água aplicada acima de 80 % da ETc resultou em maior crescimento vegetativo do tomateiro e incremento na produção total de frutos, porém, com a mesma produção comercial de frutos das lâminas menores. Nas irrigações acima de 80% da ETc, houve um aumento na produção de frutos defeituosos de tomate, tornando a cultura mais onerosa, com maior gasto de energia e água, sem aumentar a produção comercial de frutos do tomateiro. No segundo experimento, observou-se que não houve diferença entre os tratamentos, e por isso o turno de rega mais longo, de três dias, produz a mesma qualidade de frutos de tomate dos turnos de regas mais frequentes, mas com maior potencial de economia de água e energia. O terceiro experimento mostrou que existem grandes diferenças quanto ao padrão de crescimento e às exigências, tanto hídrica quanto nutricional, dos diferentes genótipos de tomateiros. A quantidade de água exigida pelo híbrido Carmem é inferior a quantidade de água exigida pelo híbrido Débora, indicando a necessidade de estudos mais detalhados com estratégias de irrigação nos diferentes genótipos de tomateiro. Portanto, para haver uma otimização dos recursos aplicados o manejo da irrigação, usando a “irrigação sob déficit controlado”, essa deverá atender as diferentes exigências, ao longo do ciclo, de cada genótipo.

Palavras chave: *Solanum lycopersicon*, análise de crescimento, irrigação localizada.

GENERAL ABSTRACT

MONTE, José Antônio. **Regulator deficit irrigation for tomato cultivation at Seropédica-RJ: Seropédica, RJ.** 2011. 88p. TESE (Doctor Science in Crop Science) Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The irrigation regime for “in natura” tomato cultivation was studied at the experimental area of the Horticulture sector of the Crop Science Department of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, located at Seropédica-RJ. The first experiment was realized to evaluate the effect of the water lamina (40, 60, 80, 100 e 120% of ETc) on biomass and foliar area accumulation, to obtain growth parameters for a growth analysis and production of the culture, for Debora plus hybrid, a long life type. In the second essay, the influence of the irrigation schedules (TR0 every day; TR1 every two days; TR2 every three days; and TR3 every four days) was investigated, by the growth analysis and production of the same hybrid. In the third experiment, the growth and production was studied for three genotypes (Debora plus hybrid, a long life type; Carmem hybrid; and the variety Santa Clara), all for in natura use, all under the same irrigation regime. The results obtained in the first experiment demonstrated that the maximal biomass accumulation occurs between 70 and 80 days after transplanting, for all treatments. The quantity of water applied above 80% of ETc resulted in higher vegetative growth and general production, but with the same commercial production as for the others treatments. Above 80% of th Etc, there was an augmentation of defective fruits, with a higher input for the culture, using more water and energy, without an augmentation of commercial fruits of tomato. In the second essay, there was no difference among the irrigation schedules and, therefore, the longer schedule of every four days had the same fruit quality as the others schedules. The third experiment showed differences for the growth pattern and water and nutrient requirements of the genotypes. The quantity of water used by the Carmem hybrid was lower than for Debora hybrid, which indicated the necessity of detailed studies with different irrigation strategies for each genotype of tomato. Therefore, for an optimization of inputs use for the “regulated deficit irrigation”, the irrigation management needs to be adequate to the different requirement, during the cycle, of each genotype.

Key Words: *Solanum lycopersicon*, growth analysis, drip irrigation.

SUMÁRIO

1	Introdução geral.....	1
2	Capítulo I. Análise de crescimento e produtividade da cultura do tomateiro sob diferentes lâminas de irrigação no inverno.....	4
	2.1 Resumo.....	5
	2.2 Abstract.....	6
	2.3 Introdução.....	7
	2.4 Material e métodos.....	9
	2.5 Resultados e discussão.....	12
	2.6 Referências bibliográficas.....	22
3	Capítulo II. Análise de crescimento e produtividade da cultura do tomateiro, sob diferentes turnos de rega, na região de Seropédica-RJ.....	26
	3.1 Resumo.....	27
	3.2 Abstract.....	28
	3.3 Introdução.....	29
	3.4 Material e métodos.....	31
	3.5 Resultados e discussão.....	35
	3.6 Referências bibliográficas.....	44
4	Capítulo III. Análise de crescimento e produtividade de três genótipos de tomateiro para mesa.....	48
	4.1 Resumo.....	49
	4.2 Abstract.....	50
	4.3 Introdução.....	51
	4.4 Material e métodos.....	53
	4.5 Resultados e discussão.....	56
	4.6 Referências bibliográficas.....	64
5	Conclusões gerais.....	67
6	Referências bibliográficas gerais.....	68
7	Anexos.....	73

1 INTRODUÇÃO GERAL

Segundo PIMENTEL (1985), o tomateiro (*Solanum lycopersicon*) é originário da América do Sul, numa região compreendida entre o Equador e o norte do Chile e na Bolívia e no Peru, os Incas e os Maias já o conheciam. Desses países, as sementes seguiram para o sul do México, onde o tomateiro foi encontrado pelos espanhóis, em poder dos Astecas. Desse país, os espanhóis levaram as sementes para a Espanha e de lá para a Itália e o restante da Europa. Da Europa, o tomateiro foi trazido pelos colonizadores portugueses para o Brasil (MURAYAMA, 1983).

As plantas de tomateiro podem apresentar crescimento determinado ou indeterminado e atingir 2,5 metros de altura. A espécie cultivada é uma planta herbácea de caule herbáceo e flexível, que não suporta o peso dos frutos na vertical e necessita de tutoramento quando o cultivo se destina ao consumo *in natura*, não necessitando desta técnica para o cultivo destinado a indústria (PIMENTEL, 1985). Em consequência do hábito de crescimento, as cultivares de tomateiro são melhoradas visando uma melhor adaptabilidade ao local, à forma de cultivo e à sua finalidade para o consumo.

O consumo de tomate é elevado e este fato se deve, principalmente, às suas qualidades sensoriais e a versatilidade culinária. Atualmente o tomateiro é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, sendo superada apenas pela batata (FILGUEIRA, 2008). Em 2003, a produção mundial de tomate alcançou cerca de 100 milhões de toneladas, estando o Brasil na oitava posição no ranking mundial, com aproximadamente 3% da produção (CANSADO JUNIOR et al., 2003). E em 2006 a produção brasileira de tomate estaqueado foi de 929962 toneladas, ao quais 96% desta produção foram provenientes de tomateiro irrigado (IBGE 2009).

O cultivo do tomateiro é considerado uma atividade de alto risco, devido a sua sensibilidade aos estresses climáticos na grande variedade de ambientes e sistemas nos quais ele é cultivado, alta suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças e exigência em insumos e serviços o que acaba acarretando em elevado investimento de recursos financeiros por unidade de área (FILGUEIRA, 2008).

No entanto, segundo MANTOVANI et al. (2007) o sistema de irrigação por gotejamento vem se tornando uma opção economicamente viável para a irrigação do tomateiro no Brasil. Isso se deve às inúmeras vantagens, tais como: maior produtividade, melhor qualidade de fruto, possibilidade de se trabalhar em locais com pouca disponibilidade hídrica e menor incidência de doenças da parte aérea. Comparativamente à aspersão, o gotejamento possibilita ganhos de até 30% de rendimento da produção com menor uso de água, além de reduzir pela metade a aplicação de fungicidas (PRIETO et al., 1999). De acordo com GOMES et al. (2003), este sistema requer menor gasto de energia no bombeamento, com potencial para minimizar os impactos negativos da irrigação sobre o solo e facilitando o uso da fertirrigação. Porém, o estudo de princípios básicos para a realização de um bom manejo de água e fertilizantes é imprescindível para que a agricultura irrigada possa ser sustentável, com menor impacto ao meio ambiente (BERNADO et al., 2008).

No manejo racional de qualquer projeto de irrigação, devem-se considerar os aspectos sociais e ecológicos da região, onde se pretende implantar o projeto de irrigação. Esse manejo deve maximizar a produtividade e a eficiência do uso da água e minimizar os custos, quer de mão-de-obra, quer de gasto de energia, mantendo as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada, com o menor custo possível (BERNARDO et al., 2008). ALMEIDA et al., (2004), em estudos feitos em mamoeiro, onde a análise econômica em função da resposta da produtividade versus lâmina de água aplicada foi bom para otimizar os recursos aplicados na lavoura.

Além desses cuidados, na condução da lavoura irrigada, deve-se ter bem definido as necessidades hídricas da cultura, a hora mais adequada de realizar a irrigação, os cuidados na avaliação e na manutenção dos equipamentos, e os ajustes no sistema de irrigação. E outros cuidados devem ser tomados na condução diária da irrigação, como feito por COELHO & OR (1999), que estudaram a fisiologia das raízes no bulbo molhado em função do posicionamento de sensores de umidade “ou de potencial” do solo sob irrigação por gotejamento, que foram considerados de capital importância para um bom ajuste e manejo da irrigação. Portanto, estudos que venha a aumentar a precisão da lâmina de irrigação e turno de rega associados a respostas das culturas em locais definidos são de suma importância para reduzir os recursos gastos na agricultura irrigada. Isso foi feito por SOUSA et al., (1999) em Parnaíba-PI, concluíram que, naquelas condições ambientais as frequências de irrigação de duas vezes por dia, ou a cada dois dias, foram recomendadas para o meloeiro cultivado em solo arenoso sob fertirrigação por gotejamento, e a eficiência do uso da água foi superior nas maiores frequências de irrigação. E isso é importante para alcançar os resultados esperados com a irrigação.

O significado do termo “Manejo da Irrigação sob déficit controlado” é complexo, e é visto como a implantação de uma série de procedimentos com vistas a responder a duas perguntas básicas: “quando” e “quanto” irrigar? Porém, essa visão limitada dificulta a conscientização sobre os benefícios e a importância da implementação de um bom programa de manejo, pois, apesar de levar a alta produtividade, não considera, de forma clara, a inter-relação com as demais atividades relacionadas ao sistema de produção do agricultor nem ao custo da produção (MANTOVANI et al., 2007).

Num contexto mais amplo, atendendo às necessidades e dinâmicas da agricultura sustentável, com menor custo de produção, o manejo da irrigação deve ser analisado com uma visão mais ampla, que integre conhecimentos de outras áreas de estudo, contemplando aspectos relacionados ao custo do agronegócio, como pessoal envolvido no sistema de produção, gasto de energia e aspectos fitotécnicos, fitossanitários e ambientais. Esta visão integrada poderá permitir a avaliação e o ajuste do sistema de irrigação verificando eficiência, possibilidades e cuidados na implantação da quimigação (fertirrigação e demais aplicações de produtos químicos via água de irrigação). Isso foi demonstrado por SAMPAIO et al., (1999) que obteve maiores produções de tomate quando o potássio foi aplicado por fertirrigação. Essa agricultura sustentável e de baixo custo deve buscar ainda a utilização de cultivares com altos potenciais de produção, mas com alta eficiência no uso de água, adequando para isso, o espaçamento, os tratos culturais, as épocas de plantio, a programação de colheita, a utilização ampla das informações climáticas, a previsão de produtividade, etc, para cada local de cultivo (PIMENTEL, 2006). Dessa forma, a implantação de um programa de gerenciamento da irrigação tem várias vantagens, destacando: aumento da produtividade, redução do custo e aumento da rentabilidade, ampliação da área irrigada, otimização da utilização da água, da mão-de-obra, da energia elétrica, dos nutrientes e outros insumos, além da preservação do meio ambiente (PIMENTEL, 2006; MANTOVANI et al., 2007).

A cultura do tomateiro é capaz de produzir em torno de 200 t.ha⁻¹ de frutos, em cultivo tutorado, e pouco mais de 100 t.ha⁻¹, em cultivo rasteiro, mas com elevada exigência de água (FILGUEIRA 2008). A irrigação influencia tanto a produtividade como a qualidade dos frutos e uma das características que destaca o tomate entre as outras hortaliças é sua alta eficiência de uso de água, em média, 11 kg m⁻³ (DOOREMBOS & KASSAM, 1994). Extensas áreas com cultura rasteira são irrigadas por aspersão no cerrado goiano devido à baixa umidade do ar, que causa a seca das folhas logo após a irrigação, mas o solo mantém-se favoravelmente úmido, embora haja o inconveniente da lavagem dos agroquímicos pulverizados na parte aérea. Por isso, a introdução da irrigação por gotejamento vem apresentando bons resultados na região (FILGUEIRA 2008).

O valor comercial do tomate de mesa é definido pelas características e qualidade do fruto (FERREIRA et al., 2004) e, para isso, o tomateiro requer adequadas lâminas de água em todo o seu ciclo. De acordo com FILGUEIRA (2008), as condições de umidade no solo geralmente influenciam o rendimento da cultura, em função de seu efeito no número de flores por planta, na porcentagem de pegamento dos frutos e no tamanho dos frutos, pois o tomateiro é classificado como planta muito sensível ao estresse hídrico. LOPES et al., (2005) comentam que as variações de umidade do solo podem acarretar em queda de flores e desbalanceamento de cálcio, causando a podridão apical. Na maturação, as variações de umidade do solo podem causar rachaduras nos frutos, reduzindo o crescimento do tomateiro a produção comercial.

Para estudar-se o crescimento, acúmulo de biomassa, de uma planta ou comunidades vegetais, a análise quantitativa do crescimento vegetal é uma ferramenta muito prática e baseia-se na avaliação de dados obtidos de coletas sequenciais, para descrever mudanças na produção de matéria seca em função do tempo. E foi criada por botânicos ingleses no início do século XX, e desde então estes conceitos foram largamente usadas por botânicos, agrônomos, melhoristas e fisiologistas, que apresentaram inúmeras propostas de aperfeiçoamento desta técnica (PEREIRA, 2002).

A análise de crescimento é considerada o primeiro passo na análise do acúmulo de massa e da produção de comunidades vegetais e requer informações que podem ser obtidas usando equipamentos simples (PEREIRA & MACHADO, 1987). Essa ferramenta é uma das técnicas de medida do balanço e acúmulo de carbono nas plantas, sendo um poderoso método para estimar a fotossíntese líquida (fotossíntese menos respiração) das plantas, entre intervalos de tempo (BEADLE, 1995). Baseia-se nas medidas primárias de matéria seca e dimensões de área foliar, realizadas em intervalos de tempo sobre plantas ou estande de plantas (HUNT 1978). E também é útil para avaliar adaptações fisiológicas de diferentes espécies e de genótipos da mesma espécie, quanto à partição de carboidratos para folhas e outros órgãos, como raiz, folhas, ramos ou grãos (PEREIRA, 2002). Essa partição é tão importante quanto à atividade fotossintética por unidade de área foliar, determinando a produtividade de diferentes estandes de plantas. Isso porque o crescimento pode ser definido, de forma bem precisa, como as mudanças irreversíveis de biomassa e área ocorridas ao longo do tempo, as quais ocorrem principalmente no tamanho, freqüentemente na forma e ocasionalmente no número (HUNT, 1990).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento da cultura do tomateiro em relação à capacidade de produção de fitomassa em diferentes formas de aplicação de água através da irrigação avaliados por meio da análise de crescimento. Buscando maior eficiência no uso da de água de irrigação na produção de frutos de tomate, com produção de tomate de qualidade viável economicamente para o produtor e sustentável para o meio ambiente.

2 CAPÍTULO I

ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DA PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO TOMATEIRO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NO INVERNO.

2.1 RESUMO

MONTE, José Antônio. **Análise do crescimento e da produtividade na cultura do tomateiro sob diferentes lâminas de irrigação no inverno: Seropédica, RJ.** 2011. 88p Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

A influência da lâmina de irrigação no crescimento e na produção de frutos do tomateiro, híbrido, Débora Plus tipo longa vida para mesa (*Solanum lycopersicon*), foi avaliada em experimento de campo no setor de Horticultura, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ, utilizando delineamento em faixas, com cinco tratamentos (lâminas de irrigação de: 40, 60, 80, 100 e 120% da evapotranspiração da cultura, ETc) e quatro repetições. Durante o experimento, foram realizadas dez coletas, para determinação da fitomassa e da área foliar, visando realizar uma análise do crescimento das plantas. Com base nos resultados obtidos, foi possível constatar que o máximo de acúmulo de fitomassa ocorreu entre 70 e 80 dias após o transplante, em todos os tratamentos. O aumento na quantidade de água aplicada acima de 80 % da ETc resultou em maior crescimento vegetativo do tomateiro e causou incremento na produção total de frutos, porém, com a mesma produção comercial de frutos das lâminas menores. Isso evidenciou que o aumento na quantidade de água aplicada nas irrigações, acima de 80% da ETc, aumenta a produção de frutos defeituosos de tomate, tornando a cultura mais onerosa, com maior gasto de energia e água, sem aumentar a produção comercial de frutos do tomateiro. Nas condições estudadas, a irrigação com 80% da ETc é recomendada para otimizar a produtividade comercial do tomateiro para mesa.

Palavras chave: *Solanum lycopersicon*, taxa de crescimento, irrigação localizada.

2.2 ABSTRACT

MONTE, José Antônio. **Growth analysis and yield of tomato cultivated under different applied irrigation water in winter: Seropédica, RJ.** 2011. 88p. TESE (Doctor Science in Crop Science) Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The influence of the irrigation was evaluated for the tomato culture, Debora hybrid for salad, in a field experiment, using a split plot design with five treatments (irrigation with 40%, 60%, 80%, 100% and 120% of the crop water requirement, ETc) and four replications. During the essay, ten plant samplings were collected for determination of plant weight and leaf area, in view of a growth analysis of plants. The data obtained indicated a maximal growth between 70 and 80 days after transplanting, in all treatments. Another observation is that the higher applied irrigation water in the treatments resulted in improved vegetative growth, seen by the higher crop growth rate (TCC) and foliar area index (IAF), with a high production of tomatoes fruits. It was shown that increasing the quantity of applied water in irrigation, above 80% of ETc, led to a higher production of defective fruits, with a high cost for energy and applied water, without an increase in commercial yield. In the conditions of the study, irrigation with 80% of ETc is recommended for optimization of commercial yield of salad tomato.

Key Words: *Solanum lycopersicon*, growth analysis, drip irrigation.

2.3 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicon*) é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, sendo sua produção superada apenas pela batata (FILGUEIRA, 2008). Em 2003, a produção mundial de tomate alcançou cerca de 100 milhões de toneladas, estando o Brasil na oitava posição no ranking mundial, com aproximadamente 3% da produção (CANSADO JUNIOR et al., 2003). Em 2006 a produção brasileira de tomate estaqueado foi de 929962 toneladas, ao quais 96% desta produção foram provenientes de tomateiro irrigado (IBGE 2009).

A produção de tomate é considerada uma atividade de alto risco devido à sua sensibilidade aos estresses climáticos, na variedade de ambientes e sistemas nos quais ele é cultivado, alta suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças, e a exigência em insumos e serviços, que acaba acarretando elevado investimento de recursos financeiros por unidade de área (FILGUEIRA, 2008). Além disso, MAROUELLI et al. (1991) e LOPES et al. (2005) comentam que para se obter boa produtividade, uma disponibilidade hídrica adequada para a cultura deve ser mantida durante todo o ciclo, uma vez que o tomateiro é classificado como planta muito sensível ao estresse por falta de água.

Em 2006, o Estado do Rio de Janeiro produziu 114175 toneladas de tomate tutorado, o que correspondeu a 12% da produção brasileira (IBGE 2009). No Rio de Janeiro, o cultivo do tomateiro é praticado com maior intensidade no inverno, por causa das temperaturas mais amenas (FILGUEIRA, 2008). No entanto, por se caracterizar como uma estação com baixo índice pluviométrico, o cultivo no inverno se torna ainda mais dependente da irrigação, e a sua falta pode afetar a quantidade e a qualidade da produção de tomate (COELHO et al., 1994; PIRES et al., 2009).

Uma vez que a irrigação é uma técnica fundamental na produção de tomate, estudos que venham a contribuir para a melhor aplicação dos recursos naturais e financeiros no cultivo de tomate são de suma importância para garantir a sustentabilidade da produção.

Dentre os diferentes sistemas de irrigação utilizados, o gotejamento vem se tornando uma opção viável para o tomateiro no Brasil e no mundo (MAROUELLI & SILVA, 2002), em função de suas inúmeras vantagens, como a possibilidade de se trabalhar em locais com pouca disponibilidade hídrica, em virtude de sua maior eficiência no uso de água (BERNARDO et al., 2008), e menor incidência de doenças da parte aérea, comparado à aspersão, proporcionando maior produtividade e melhor qualidade de fruto. Comparativamente à aspersão, o gotejamento possibilita ganhos de até 30% de rendimento, aumentando a economia de água e reduzindo pela metade o uso de fungicidas (MAROUELLI et al., 2003).

Além disso, o gotejamento requer menor gasto de energia com o bombeamento, com potencial para minimizar os impactos negativos da irrigação sobre o solo e facilitar o uso da fertirrigação (MAROUELLI & SILVA, 2005; NASCIMENTO et al., 2009). Mas apresenta desvantagens como alto custo inicial, elevado potencial para entupimento dos emissores, necessidade de sistema de filtragem, inviável em água com altos níveis de ferro e carbonato e necessita de manutenção com maior frequência (MANTOVANE et al., 2007). Porém, um estudo dos princípios básicos para a realização de um bom manejo de água e fertilizantes, no local, é imprescindível para que a agricultura irrigada possa ser sustentada pelo meio ambiente (BERNARDO et al., 2008), bem como a quantidade de água que ofereça a melhor eficiência (HARMANTO et al., 2005).

Pois quando a água constitui fator limitante à produção agrícola, a utilização de irrigação com déficit controlado pode permitir maior retorno econômico do que a irrigação total ou completa (ZEGBE-DOMÍNGUES et al., 2003). O manejo da irrigação sob déficit controlado torna-se possível quando se conhece a função de produção da cultura em relação à lâmina de água aplicada, e constitui uma técnica que, se bem empregada, apresenta grande potencial

para aumento da eficiência no uso da água (KIRDA et al., 2004), e principalmente em locais com baixa disponibilidade hídrica (LORITE et al., 2007) e para uma agricultura sustentável (PIMENTEL, 2006).

Dessa forma, a quantidade de água aplicada a uma cultura, assim como os demais fatores de produção, causa alterações no seu crescimento e produtividade (PIMENTEL, 1998). Essas alterações podem ser avaliadas por uma análise quantitativa do crescimento, que se baseia na coleta de dados sequenciais, a fim de descrever mudanças na produção de matéria seca em função do tempo (BEADLE, 1995). Este tipo de análise possibilita identificar as diferentes características morfológicas das plantas devidas às condições ambientais locais, bem como seus potenciais de produção, sob condições ótimas ou não de crescimento (PEREIRA, 2002). De acordo com HUNT (1978), o emprego desta técnica proporciona resultado expressivo associados ao crescimento das plantas, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados PEREIRA & MACHADO (1987).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da lâmina de irrigação no crescimento do tomateiro híbrido Débora plus tipo longa vida avaliado através da análise de crescimento, e a influência da lâmina de irrigação na produção de frutos comerciais deste mesmo híbrido de tomate na região de Seropédica-RJ, com irrigação sob déficit controlado.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) no dia 30 de junho de 2006, em um solo reclassificado como Planossolo, da série “aprendizado”, com as seguintes características físicas: 86,6% de areia, 10,5% de silte e 2,9% de argila nos primeiros 20 cm de profundidade; conforme descrito por RAMOS et al. (1973) e o clima da região segundo a classificação de Koppen é Aw (tropical). A análise química do solo apresentou as características: 202 mg.L⁻¹ de P; 0,17 cmol_c.dm⁻³ de K; 2,2 cmol_c.dm⁻³ de Ca; 1 cmol_c.dm⁻³ de Mg; 0,1 cmol_c.dm⁻³ de Al; pH (em água) 7, e 58% de saturação por base. O preparo do solo consistiu de aração e gradagem, quando foram aplicados 800 kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico. A adubação mineral consistiu na aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de N, 20 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, a lançar em superfície conforme recomendado por DE-POLI et al. (1988).

O transplante das mudas de tomateiro foi realizado quando elas estavam com idade de 35 dias após a semeadura (DAS), nesta época, as mudas estavam com três folhas. O experimento foi conduzido até o dia 03 de novembro de 2006. O espaçamento foi de 1,2 m entre linhas e de 0,5 m entre plantas, com parcela de 2,4 m de largura e 9 m de comprimento, contendo duas linhas de plantio com 18 plantas em cada linha. A cultura foi conduzida com uma haste por planta, sendo realizada a capação do ponteiro após a 6^a penca, com tutoramento vertical realizado por meio de fitilhos de plástico (WAMSER et al., 2007). O genótipo do tomateiro utilizado foi o híbrido Débora Plus (*Solanum lycopersicon*) para salada, tipo longa vida, e o controle das plantas invasoras foi realizado por meio de capina manual.

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica automática localizada na “fazendinha agroecológica” pertencente ao SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) da Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro.

O manejo da irrigação foi baseado na evaporação do Tanque Classe A, semelhante a SANTOS et al. (2001), conforme as equações 1 e 2, pelo tempo determinado na equação 3, sendo a evapotranspiração da cultura do tomateiro ET_c obtida diariamente por meio do coeficiente do tanque (STONE & SILVA 2004) e pelos valores do coeficiente de cultivos (kc) citados por DOOREMBOS & KASSAN (1994). A irrigação foi realizada a cada três dias (MONTE et al., 2009), utilizando tubogotejador de polietileno, com espaçamento entre emissores de 0,3 m e vazão correspondente a 1,14 L.h⁻¹.

$$ET_o = E_v \times k_t \quad (1)$$

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (2)$$

Em que:

ET_o: evapotranspiração de referência em mm.dia⁻¹;

E_v: evaporação do Tanque Classe A em mm.dia⁻¹;

K_t: coeficiente do tanque;

ET_c: evapotranspiração da cultura do tomateiro em mm.dia⁻¹;

K_c: coeficiente de cultivo da cultura do tomateiro;

1. K_c do estágio inicial: 10 a 15 dias (0,4–0,5);

2. K_c do estágio de desenvolvimento: 20 a 30 dias (0,7–0,8);

3. K_c do estágio intermediário: 30 a 40 dias (1,05–1,25); e

4. K_c do estágio final: 30 a 40 dias (0,8–0,9);

O cálculo do tempo de irrigação (T_i) foi realizado conforme a equação 3:

$$T_i = (ET_o \times kc \times 0,09 \times 60) \div 1,14 \quad (3)$$

Em que:

Ti é o tempo de irrigação em minutos;
0,09 refere-se à área equivalente a um emissor;
60 se refere a conversão de hora para minutos; e
1,14 é a vazão de cada emissor em L.h⁻¹.

O balanço hídrico para a cultura do tomateiro foi calculado utilizando-se a evapotranspiração de referência (ET_o), estimada pelo Tanque Classe A e pelos valores do coeficiente de cultivo (kc), propostos por DOORENBOS & KASSAN (1994).

O ensaio foi montado no delineamento em faixas, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam às lâminas de irrigação em que: Tratamento 1 (reposição de 40% da ET_c); Tratamento 2 (reposição de 60% da ET_c); Tratamento 3 (reposição de 80% da ET_c); Tratamento 4 (reposição de 100% da ET_c) e Tratamento 5 (reposição de 120% da ET_c); e o turno de rega adotado foi de 2 dias.

A fim de se estudar o crescimento do tomateiro em função das diferentes lâminas de irrigação aplicada, foram realizadas dez coletas de plantas durante o experimento (aos 0, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112 e 126 dias após o transplante), onde foi retirada uma planta por parcela, em cada avaliação. As plantas utilizadas para a determinação da taxa de crescimento da cultura foram determinadas previamente e aleatoriamente, por coleta dentro de cada parcela, visto que o dossel sofre variação ao longo do tempo. Em cada avaliação, as plantas coletadas foram levadas ao laboratório, onde se realizou a separação em caules, folhas, e frutos. Cada parte foi empacotada e levada à estufa de ventilação forçada, à temperatura de 80 °C, até atingir a massa seca constante conforme (ROBERTS et al., 1995). Os frutos foram fatiados e, em seguida, sofreram uma pré-secagem ao sol, a fim de reduzir o conteúdo de água do fruto antes de serem levados à estufa. A área foliar foi estimada por meio de amostragem de 20 discos com área de 1,5393 cm² de folha por planta, que foram secados e pesados separadamente, fazendo-se uma relação entre a massa seca do disco e sua área, para ser aplicada à massa seca total das folhas e obter a área foliar total em cm².

Foram utilizadas as equações matemáticas para ajuste dos dados de crescimento, ao longo do tempo, do tipo exponencial polinomial. Em seguida foi realizado o ajuste do modelo matemático e calculado os dados ajustados, sendo que o coeficiente de determinação (r²) foi o parâmetro utilizado como critério de seleção da função polinomial e escolhido a equação polinomial do segundo grau conforme o modelo abaixo (Equação 4).

$$Y = e^{(a+bx+cx^2)} \quad (4)$$

em que:

Y = valor da variável em estudo: Massa Seca Total (MST) e Área foliar (AF);

x = dias após transplante (DAT); e

a, b e c = constantes de ajuste da regressão para a equação polinomial do 2º grau.

A partir dessas equações foram derivadas as Taxas de Crescimento Relativo (TCR), Taxas de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa de Assimilação Líquida (TAL) e a Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), assumindo implicitamente que o crescimento da cultura é uma função do tempo, conforme descrito por PEREIRA & MACHADO (1987).

A TCR foi calculada derivando a equação ajustada do logaritmo de MST em função do tempo, conforme Equação 5.

$$TCR = \frac{d[\ln(MST)]}{dt} \text{ em: g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1} \quad (5)$$

A TCA foi obtida através da multiplicação da TCR pela exponencial do logaritmo da MST, conforme a equação 6.

$$TCA = \frac{\left(\frac{d(\ln MST)}{dt} \right)}{Exp(\ln MST)} \text{ em: g.planta.dia}^{-1} \quad (6)$$

A TAL, em gramas de fitomassa por m² de folha por dia, que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração (PEREIRA & MACHADO, 1987), foi obtida utilizando os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca total, divididos pela área foliar (AF), segundo a equação 7.

$$TAL = \left[\frac{d[\ln(MST)]}{dt} \right] / Exp(\ln AF) \text{ ou:} \quad (7)$$

$$TAL = \frac{\{[b + 2cx] / [e^{(a+bx+cx^2)}]\}}{[e^{(a'+b'x+c'x^2)}]} \text{ em: g.m}^2_{\text{folha}}.\text{dia}^{-1} \quad (7)$$

em que:

a b e c = constantes de ajustes da regressão para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da MST;

a' b' e c' = constantes de ajustes da regressão para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da AF; e

x = dias após o transplante (DAT).

O Índice de Área Foliar (IAF) foi obtido pela divisão da área foliar média de uma planta (AF), pela área de solo ocupada por uma planta (AS), conforme a equação 8. Segundo PIMENTEL (1998), o IAF é uma expressão da densidade populacional por área cultivada, dado pela relação entre a área foliar desenvolvida pela planta e a área de solo disponível para essa planta (espaçamento).

$$IAF = \frac{AF}{AS} \text{ em: m}^2_{\text{folha}}.\text{m}^{-2}_{\text{solo}}.\text{dia}^{-1} \quad (8)$$

A TCC, expressa em gramas por m² de solo por dia, é uma variável fisiológica que indica a quantidade de fitomassa acumulada por unidade de área de solo explorada, durante um período de tempo. Ela foi obtida através da derivada da equação ajustada da curva de acúmulo de matéria seca por unidade de área de solo, em relação ao tempo, onde se determinou os valores instantâneos, conforme a equação 9.

$$TCC = TAL \times IAF \text{ em: g.m}^2_{\text{solo}}.\text{dia}^{-1} \quad (9)$$

A quantificação da produção foi efetuada a partir de valores obtidos da produção média de dez plantas e as classes de frutos foram estabelecidas conforme LUEGO et al. (1999), com as seguintes classes: PC (produção comercial composto dos frutos grandes, médios e pequenos), PG (produção de frutos grandes com diâmetros ≥ 60 mm), PM (produção de frutos médios com diâmetros entre 50 a 60 mm), PP (produção de frutos pequenos com diâmetro entre 40 e 50 mm), PA (produção de frutos com podridão apical), PMo (produção de frutos com podridão mole), PR (produção de frutos com rachadura), PB (produção de frutos brocados) e PDf (produção de frutos deformados).

Após a obtenção das curvas, foi realizada uma análise de regressão e feito a análise de variância e aplicado o teste Scott-Knott, a 5% de significância, para comparação da produção dos frutos do tomateiro dentro dos tratamentos. Os dados foram analisados através do programa de análise estatística SISVAR 5,0.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura máxima, média e mínima registradas durante o período experimental se encontram na Figura 1, sendo que o valor mais elevado de temperatura registrado durante o período experimental foi de 39°C, e a média das temperaturas máximas foi de 29°C. O menor valor de temperatura mínima registrado foi de 9°C, e a média das temperaturas mínimas foi de 17°C, enquanto os valores de temperatura média variaram de 14 a 30°C, com média de 22°C. Segundo FILGUEIRA (2008) as temperaturas ótimas para o tomateiro são de 21-28°C, de dia, e 15-20°C, de noite, variando da idade da planta e da cultivar e, portanto, as temperaturas máximas observadas atingiram valores elevados para o tomateiro, o que pode reduzir a produtividade (PIMENTEL, 1998).

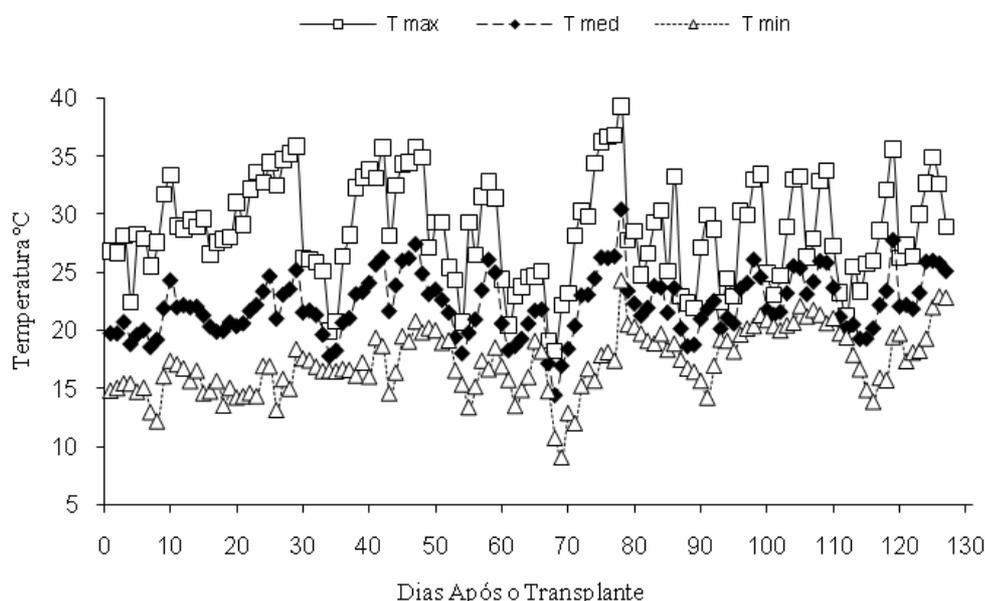


Figura 1: Valores de temperatura máxima mínima e média registrados durante o período experimental, equivalentes aos 126 dias após o transplante, que foi de 30 de junho até 03 de novembro de 2006, em Seropédica-RJ.

Os valores de precipitações registrados durante o período experimental se encontram na figura 2, como os dados dos meses de junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro registrando valores de 0 mm, 21,8 mm, 47,4 mm, 65,3 mm, 141 mm e 3,6 mm respectivamente.

Os valores diários da evapotranspiração da cultura do tomateiro foram obtidos pelo produto da evapotranspiração de referência (ET_o) obtida a partir do Tanque Classe A e dos valores do coeficiente de cultivo (kc) citados por DOORENBOS & KASSAN (1994), (Figura 2).

O balanço hídrico (BH) quinquidial (5 dias) calculado foi obtido subtraindo-se a evapotranspiração da cultura do tomateiro (ET_c) das precipitações diárias (PPt), durante o período experimental, enquanto a PPt total foi de 279,1 mm e a ET_c total foi de 403 e, por isso, o BH total gerou um déficit hídrico de 124 mm, durante o período experimental.

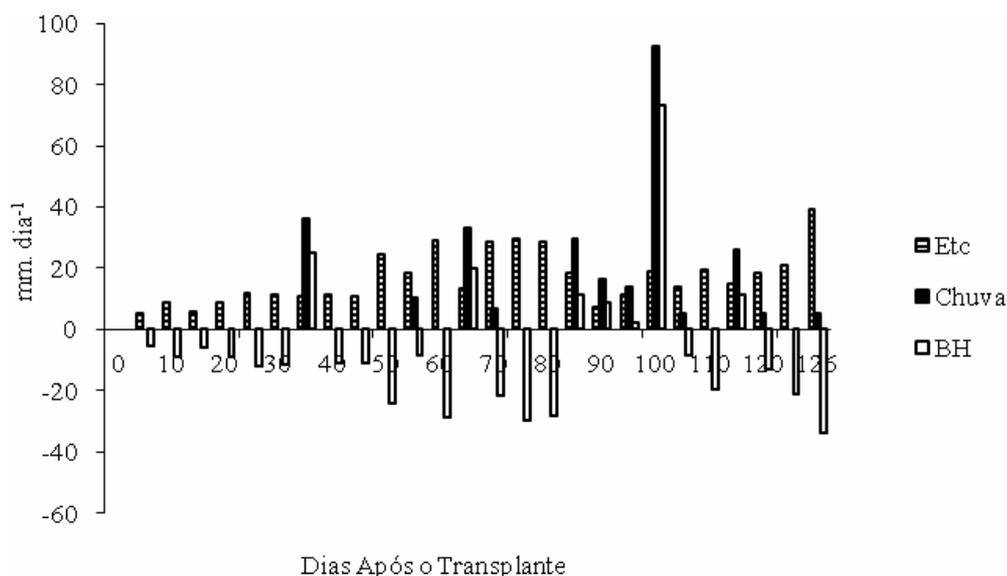


FIGURA 2: Evapotranspiração da cultura do tomateiro (ETc), Precipitação (PPt) e o Balanço hídrico (BH= PPt-ETc) em mm.dia⁻¹, quinquidial (5 dias), durante o período experimental, equivalentes aos 126 dias após o transplante, que foi de 30 de junho de 2006 até 03 de novembro de 2006.

Como a avaliação da variação da massa seca total em relação ao tempo é usada na análise de crescimento, foi realizada uma comparação entre as médias destas variáveis, nos respectivos tratamentos, em cada coleta (Tabela 1).

Pelo teste de média se observa que não houve diferença significativa entre os valores de massa seca total dos diferentes tratamentos aplicados.

Tabela 1: Médias dos valores brutos de massa seca total do tomateiro, em gramas, por planta dos cinco tratamentos nas diferentes coletas ao longo do tempo, após o transplante.

Massa Seca Total						
DAT	40%ETc	60%ETc	80%ETc	100%ETc	120%ETc	CV
0	0,3a	0,3a	0,3a	0,3a	0,3a	4,77
14	1,0a	1,0a	1,2a	0,7a	0,7a	3,34
28	8,2a	7,0a	13,5a	11,5a	13,7a	38,50
42	25,2a	32,7a	23,2a	39,2a	43,2a	39,64
56	65,2a	60,2a	70,7a	79,5a	91,5a	35,96
70	95,5b	141,2ab	116,2b	143,5ab	184,2a	17,54
84	135,5a	142,7a	126,0a	180,7a	175,7a	18,76
98	195,5a	184,0a	162,2a	220,2a	227,5a	21,41
112	383,0a	181,2a	180,2a	215,5a	209,7a	34,77
126	192,0b	210,2b	232,7ab	290,2ab	312,5a	18,12

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Como a avaliação da variação da área foliar em relação ao tempo é usada na análise de crescimento, foi realizada uma comparação entre as médias destas variáveis, nos respectivos tratamentos, em cada coleta (Tabela 2).

Pelo teste de média se observa que a partir da terceira coleta não houve diferença significativa entre os valores da área foliar dos diferentes tratamentos aplicados.

Tabela 2: Médias dos valores brutos de área foliar do tomateiro, em cm² por planta dos cinco tratamentos nas diferentes coletas ao logo do tempo, após o transplante.

Área Foliar						
DAT	40%ETc	60%ETc	80%ETc	100%ETc	120%ETc	CV
0	21,2a	21,5a	19,0b	17,7b	18,5b	4,39
14	89,2c	103,5b	136,2a	78,0e	82,0d	3,29
28	690,7a	696,7a	1089,2a	1042,2a	1177,5a	35,10
42	1077,0a	1262,7a	861,5a	1522,5a	1641,5a	41,34
56	1766,7a	1794,5a	2037,2a	2050,2a	2257,2a	33,12
70	3857,0a	7004,0a	3993,2a	5958,5a	6799,0a	31,16
84	3060,5a	2981,0a	2619,0a	3635,5a	3183,2a	22,48
98	3591,5a	2907,0a	2177,7a	3731,2a	3852,0a	26,64
112	2352,0a	2630,7a	2318,0a	3396,2a	3578,2a	25,05
126	7473,2a	9224,7a	8056,2a	11702,00a	11873,2a	25,68

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já Taxa de Crescimento Relativo TCR, que representa o incremento de peso de matéria seca por peso de matéria seca já existente, em dado intervalo de tempo ($g\ g^{-1}\ tempo^{-1}$), ou seja, ela represente a fitomassa acumulada por fitomassa pré-existente por unidade de tempo (PAIVA & OLIVEIRA, 2006), está apresentada na figura 3.

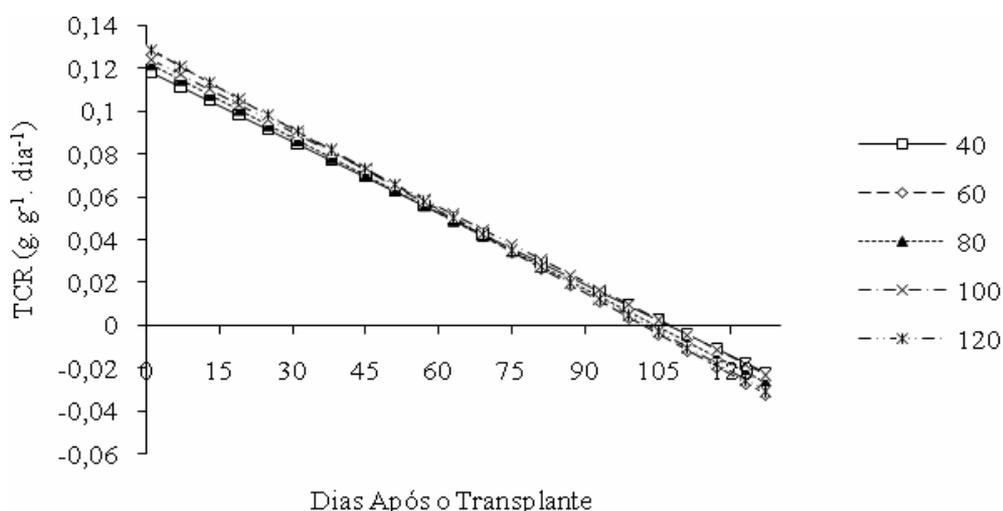


Figura 3: Valores ajustados da Taxa de Crescimento Relativo (TCR) do tomateiro referente aos cinco tratamentos aplicados.

A TCR dos diferentes tratamentos teve o mesmo padrão de redução. No início quando a planta ainda é pequena a fitomassa acumulada é de grande magnitude em comparação com a fitomassa pré-existente da planta. Porém, à medida que ela cresce a fitomassa acumulada

diariamente perde em magnitude em relação àquela já produzida pela planta, e a TCR tende a decrescer. Os valores da TCR obtido dos distintos tratamentos foram bastante parecidos, evidenciando que não houve influência das lâminas de irrigação nos valores da TCR.

Além da TCR, calculou-se a Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), que representa a quantidade de fitomassa acumulada por dia em função dos dias após o transplante, isto é a capacidade de produção de fitomassa da cultura (PEREIRA & MACHADO, 1987), e está apresentada na figura 4.

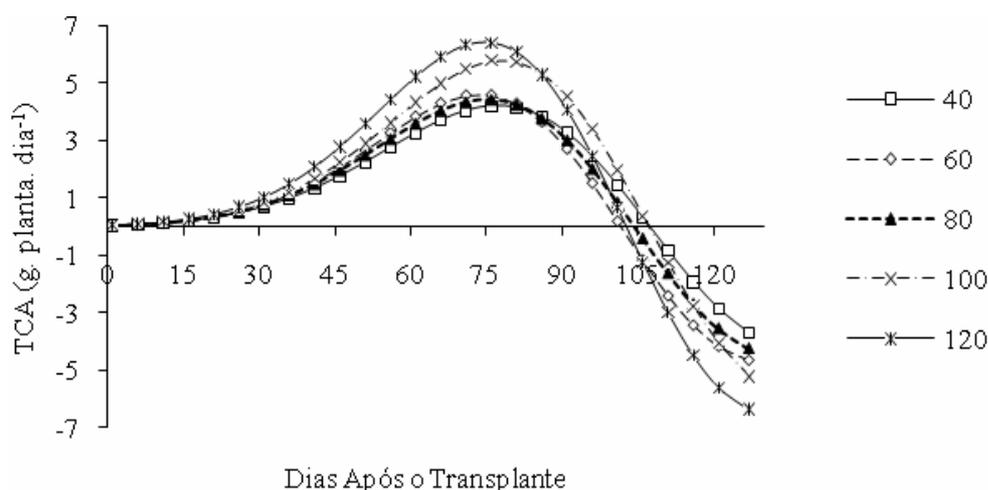


Figura 4: Valores ajustados da Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) do tomateiro referente aos cinco tratamentos aplicados.

Observa-se que todos os tratamentos tiveram o mesmo padrão de variação da TCA. Contudo, aqueles tratamentos que receberam mais água alcançaram valores mais elevados no pico máximo de crescimento aos 75 DAT e a partir desse ponto tiveram o decréscimo no valor da TCA mais acentuado.

Outra variável importante calculada é a TAL, que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração (PEREIRA & MACHADO, 1987), ou seja, é a variação do material orgânico formado num dado momento, permitindo, portanto, estimar a fotossíntese líquida e indicando a eficiência do mecanismo fotossintético. A Figura 5 apresenta os valores da TAL para a cultura do tomateiro sendo que, do 1º ao 60º DAT, foi observado um padrão distinto nos diferentes tratamentos, e um padrão semelhante na metade final do ciclo. Esses valores da TAL, alcançando mais de 10 g.m⁻².dia⁻¹, nos tratamentos com 40 e 120% da ETc, e após os 55 DAT, os valores foram superiores aos encontrados por MONTE et al. (2009), com o mesmo híbrido de tomateiro, mas no plantio de verão, quando as temperaturas médias variaram de 20 a 37 °C. Durante o experimento de inverno, os valores médios de temperatura máxima, mínima e média foram de 29, 17 e 22 °C, respectivamente. Segundo FILGUEIRA (2008), as temperaturas ótimas para o tomateiro são de 21 a 28 °C, durante o período diurno, e de 15 a 20 °C, durante a noite, variando em função da idade da planta e da cultivar. O tomateiro, portanto, é sensível aos efeitos de altas temperaturas, tais como as normalmente observadas nesta região durante o verão. Temperaturas acima da faixa ótima para a cultura reduzem a fotossíntese e aumentam a respiração mitocondrial, diminuindo o balanço de carbono e o acúmulo de fitomassa (PIMENTEL, 1998).

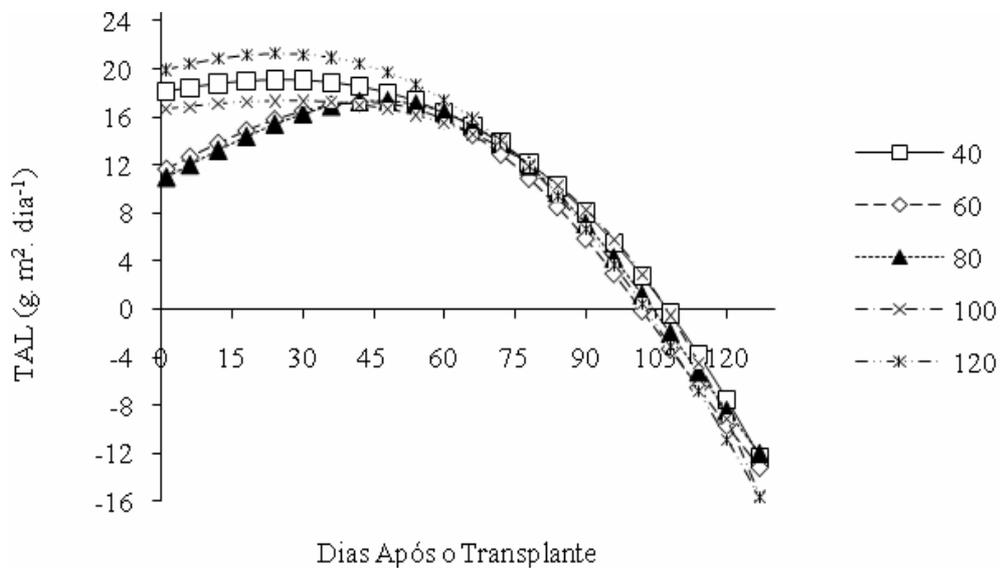


Figura 5: Valores ajustados da Taxa de Assimilação Líquida (TAL), valores instantâneos calculados dos cinco tratamentos.

Na Figura 6 são apresentados os valores calculados de IAF ao longo do experimento. É possível observar, em todos os tratamentos, um aumento inicial do IAF, até atingir valores máximos em torno dos 90 DAT, e decrescendo a partir daí. No pico máximo de IAF, foram observados valores inferiores àqueles obtidos por FAYAD et al. (2001) com a variedade Santa Clara. Porém, para os tratamentos que receberam maiores lâminas de água, os valores máximos do IAF foram superiores aos obtidos por MONTE et al. (2009), em um plantio de verão utilizando o mesmo genótipo, no mesmo tempo após o transplante. Os valores de IAF máximos encontrados neste estudo foram semelhantes aos obtidos por REIS et al. (2009), cultivando tomate caqui em ambiente protegido.

Da mesma forma, como verificado para a TAL (Figura 1), os valores de IAF encontrados (Figura 2), quando comparados aos valores obtidos no plantio de verão (MONTE et al., 2009), confirmam a maior produtividade de fitomassa do tomateiro irrigado no plantio de inverno, como encontrado por FILGUEIRA (2008). Portanto, os tratamentos que receberam maiores lâminas de irrigação atingiram valores de IAF acima de 1,0. Além disso, foi verificado neste trabalho que as temperaturas médias mais adequadas para o tomateiro, comparado com o plantio de verão (MONTE et al., 2009), permitiu maior eficiência fotossintética e conseqüente a produção de uma maior área foliar e IAF, já que o espaçamento foi o mesmo.

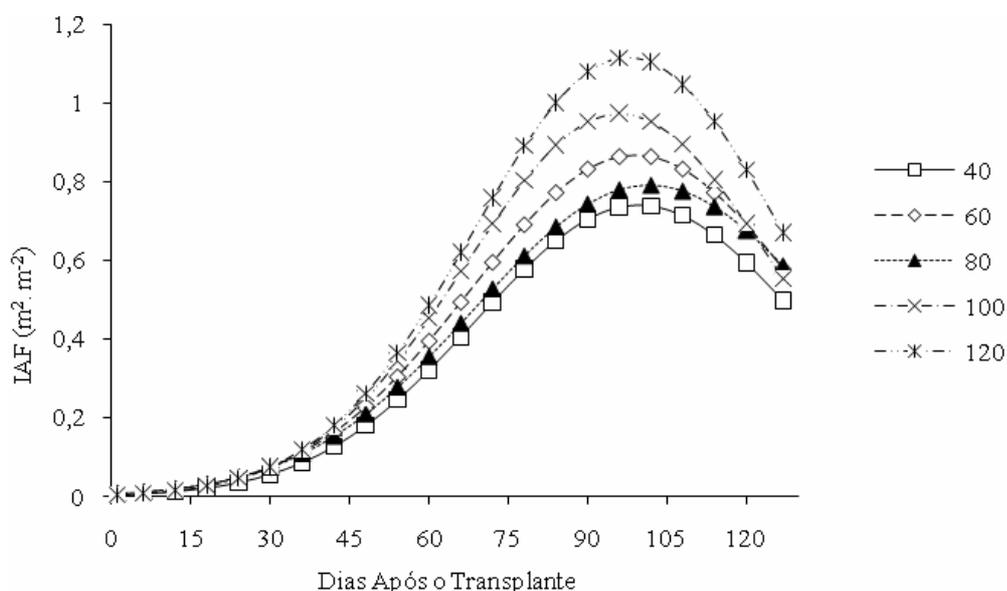


Figura 6: Índice de Área Foliar (IAF), valores instantâneos calculados dos cinco tratamentos.

Em relação ao acúmulo de fitomassa por unidade de área de solo, a Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), observa-se, na Figura 7, que os tratamentos que receberam maior quantidade de água nas irrigações, com maiores valores de IAF (Figura 2), alcançaram também valores mais elevados de TCC.

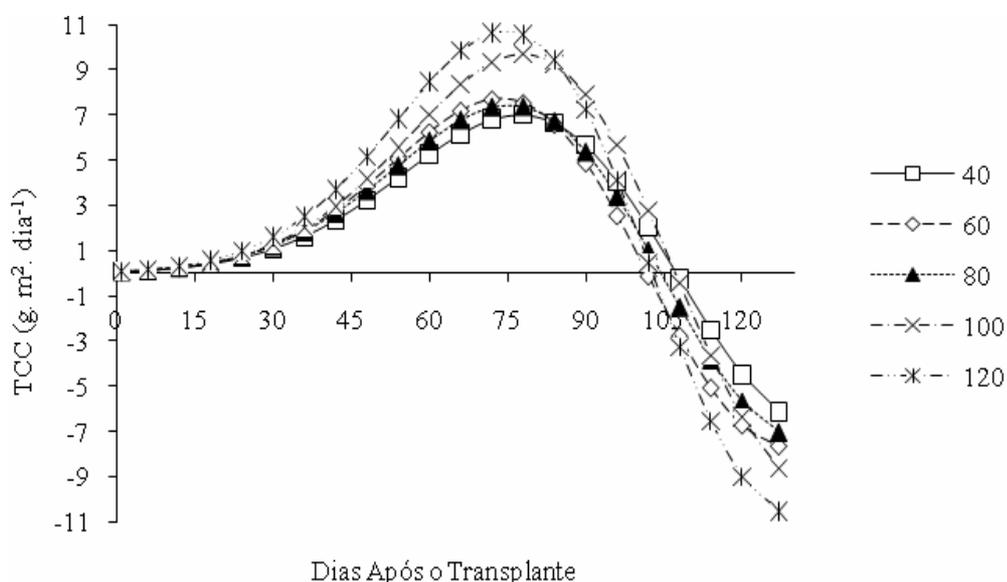


Figura 7: Taxa de Crescimento da Cultura, valores instantâneos calculados dos cinco tratamentos.

Em todos os tratamentos, foi observado o mesmo padrão da TCC do tomateiro, no início com um crescimento lento, acelerando-se e atingindo o valor máximo por volta dos 75 DAT e reduzindo-se a partir desse ponto até o final do ciclo. Esse padrão de crescimento foi semelhante ao obtido por MONTE et al. (2009), porém com valores de TCC inferiores no

plântio de verão. À medida que a planta cresce, e aumenta a sua fitomassa e área foliar, aumenta a capacidade fotossintética que permite alto acúmulo de massa por área de solo, a TCC. Como o genótipo de tomateiro em estudo apresenta crescimento indeterminado, ele tende a continuar crescendo vegetativamente, o que poderia competir com o crescimento reprodutivo dos frutos. Pois o crescimento final em altura é determinado pelo manejo e objetivo da cultura. Dessa forma, se elimina a gema apical, pois a partir de uma determinada altura não é mais conveniente manter este crescimento em altura da planta, em virtude da competição entre órgãos vegetativos e reprodutivos, além das dificuldades para a colheita (FILGUEIRA, 2008).

Assim sendo, os tratamentos irrigados com lâmina correspondente a 100 e 120% da ETc tiveram maior produção de fitomassa em torno dos 75 DAT (Figura 3), ocasionando maior IAF em torno dos 90 DAT (Figura 6). A partir dos 75 DAT, houve decréscimo da produção de fitomassa em todos os tratamentos, sendo este menor nos tratamentos correspondentes a 40, 60 e 80% da ETc, e maior nos tratamentos irrigados com 100 e 120% da ETc. Nesses tratamentos, em virtude do maior IAF, o início da fase de senescência e conseqüente redução da fotossíntese, proporcionou maior consumo de carboidratos na respiração de manutenção, que é elevada no final do ciclo (Pimentel, 1998).

Os tratamentos que receberam maiores lâminas de irrigação apresentaram valores mais elevados de IAF e TCC a partir dos 60 DAT (Figuras 6 e 7), mostrando que as plantas de tomateiro respondem às lâminas de água aplicadas, que proporcionam maior crescimento vegetativo. Contudo, a partir de 100 DAT até o final do ciclo, o acúmulo de fitomassa é negativo, devido à senescência de órgãos vegetativos mais velhos (PEREIRA & MACHADO, 1987), conforme se observa pelos valores negativos de TAL (Figura 3). Esse acúmulo de fitomassa no final do ciclo foi menos negativo nos tratamentos que produziram menos fitomassa anteriormente, isto é, nos tratamentos com 40, 60 e 80% da ETc (Figura 7).

A Tabela 3 apresenta a produção de frutos comerciais por tamanho, em função das diferentes lâminas de água aplicadas. De um modo geral, houve maior produção de frutos de tamanho médios, seguidos da produção de frutos de tamanho grande e de tamanho pequeno. A produção comercial foi idêntica nos distintos tratamentos, porém, a produção total foi maior nos tratamentos que receberam irrigações correspondentes às lâminas de 100 120% da ETc (Tabela 4).

Tabela 3: Avaliação da produção de frutos comerciais do híbrido Débora plus em toneladas por hectares em que: PG (produção de frutos grandes com diâmetro \geq a 60 mm), PM (produção de frutos médios com diâmetros entre 50 a 60 mm), PP (produção de frutos pequenos com diâmetros entre 40 a 50 mm), PC (produção de frutos comerciais[PG+PM+PP]), e PT (produção total), em Seropédica-RJ, UFRRJ, 2006.

TRAT	PG	PM	PP	PC	PT
40%ETc	07,36 a	20,03 a	1,53 a	28,93 a	37,50 b
60%ETc	06,10 a	20,30 a	1,86 a	28,26 a	37,50 b
80%ETc	07,73 a	23,43 a	1,97 a	33,15 a	42,25 b
100%ETc	11,73 a	23,51 a	1,29 b	36,53 a	50,00 a
120%ETc	11,10 a	21,91 a	0,99 b	33,99 a	48,00 a
CV	35,18	11,72	27,16	13,33	11,47

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos frutos defeituosos (Tabela 4), foi observada maior produção de frutos brocados, seguidos de fruto com podridão apical, com podridão mole, frutos deformados, com rachaduras, e frutos com outros defeitos. Os tratamentos que receberam lâminas de irrigações

de 100 e 120% da ETc obtiveram maior produção de frutos brocados e de frutos com rachaduras, contribuindo para a maior produção total de frutos com defeitos, reduzindo a produção de frutos comerciais.

Tabela 4: Avaliação da produção de frutos com defeitos do híbrido Débora plus em toneladas por hectares em que: PA (produção de frutos com podridão apical), PMo (produção de frutos com podridão mole), RA (produção de frutos com rachaduras), BR (produção de frutos brocados), PDf (produção de frutos deformados), OD (produção de frutos com outros defeitos), e PD (produção total de frutos com defeitos), em Seropédica-RJ, UFRRJ, 2006.

TRAT	PA	PMo	RA	BR	DF	OD	PD
40%ETc	2,92 a	0,33 a	0,34 b	3,84 b	0,90 a	0,16 a	08,50 b
60%ETc	3,45 a	1,07 a	0,23 b	3,51 b	0,97 a	0,01 a	09,50 b
80%ETc	2,44 a	1,02 a	0,37 b	4,23 b	0,92 a	0,05 a	09,00 b
100%ETc	3,76 a	1,43 a	0,96 a	6,24 a	1,11 a	0,11 a	13,75 a
120%ETc	4,50 a	0,73 a	1,55 a	6,17 a	1,24 a	0,02 a	14,00 a
CV	39,23	56,66	57,94	33,25	38,69	184,37	26,07

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observando a Tabela 5, com a maior produção de frutos brocados e de frutos com rachadura nos tratamentos que receberam 100 e 120% da ETc, comparados com os tratamentos irrigados com lâminas inferiores a 80% da ETc, pode-se notar que o aumento na quantidade de água aplicada, durante as irrigações, pode aumentar a incidência destes defeitos. Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados por MAROUELLI & SILVA (2006) com tomateiro rasteiro, ao afirmarem que com o maior crescimento da parte aérea, favoreceu aos ferimentos causados por insetos.

De um modo geral, estes resultados estão de acordo com os encontrados por SÁ et al. (2005), que demonstraram que tensões de água no solo variáveis, muito baixas e muito altas, aumentam a incidência de frutos com defeitos. Neste estudo, a produção comercial do tomateiro não foi influenciada pelas lâminas de água aplicadas, discordando dos valores obtidos por MACÊDO & ALVARENGA (2005), onde o número de frutos comerciais do tomateiro aumentou com a lâmina de água aplicada à cultura.

A Figura 8 mostra os tratamentos que receberam irrigações com 100 e 120% da ETc apresentaram maior produção total de frutos, mas com maior produção de frutos com defeitos, que os tratamentos com menos de 80% da ETc.

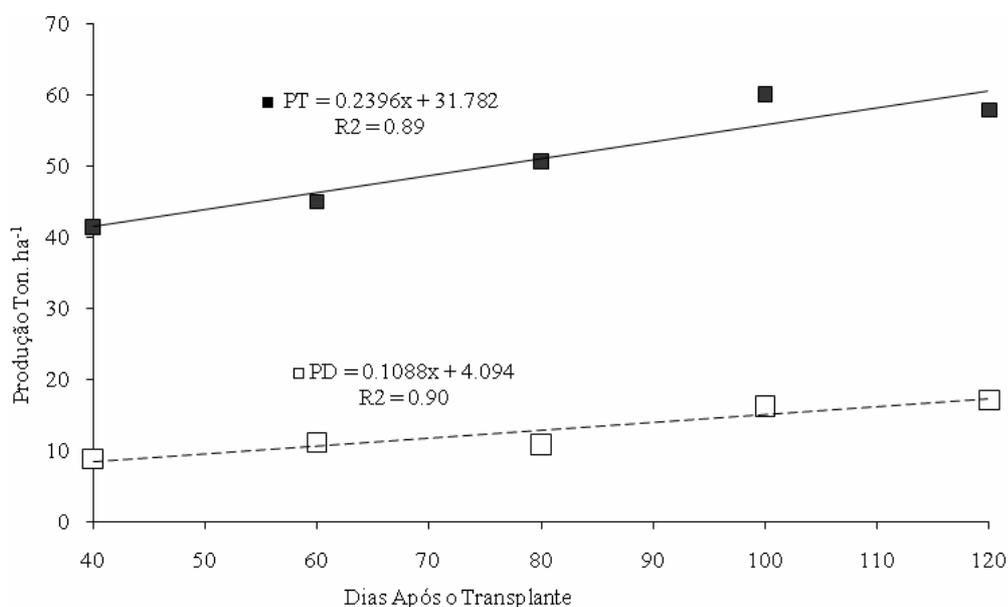


Figura 8: Valores das médias observadas e as curvas ajustadas para as variáveis de produção total de frutos (PT) e produção total de frutos com defeitos (PD).

Com isso, os presentes resultados demonstram que o aumento da produção total de frutos do tomateiro, nos tratamentos de lâmina de irrigação com reposição de 100% e 120% da ETc foram decorrentes da produção de frutos com defeitos. Porém, aumento de produção com frutos defeituosos não é vantajoso economicamente, e neste caso, a lâmina máxima de irrigação recomendada para o tomateiro nesta região e nesta época, é de 80% da ETc, ou seja, não é conveniente irrigar o tomateiro híbrido Débora plus para mesa, com lâminas de irrigação superior a 80% da ETc, no inverno, em Seropédica-RJ.

ZEGBE-DOMÍNGUES et al. (2003), estudando irrigação sob déficit hídrico controlado, verificaram que os tratamentos com déficit de 50% da ETc apresentaram menor quantidade de massa fresca de frutos de tomate para processamento industrial. Porém, a massa seca de frutos foi idêntica e com maior teor de sólidos solúveis totais, em comparação com o tratamento controle, que era irrigado com 100% da ETc. Nesse caso, o tratamento que recebeu a metade da lâmina apresentou menor conteúdo de água no fruto, apresentando melhor classificação comercial visando o processamento industrial, uma vez que menos energia será gasta para evaporar água de frutos.

Segundo KIRDA et al. (2004), a irrigação sob déficit controlado de 30 e 50 %, não apresentou redução expressiva da produção quando comparado com o tratamento controle, que recebeu 100% da água necessária. Já HARMANTO et al. (2005) obtiveram maior produtividade de tomate quando 75% da ETc foi reposta por meio da irrigação. Isso mostra que a irrigação sob déficit hídrico controlado tem-se mostrado uma prática viável, que pode ser muito bem empregada em locais com baixa disponibilidade hídrica.

Como não houve diferença significativa na produção comercial do tomateiro entre os diferentes tratamentos (Tabela 3), as menores lâminas de água aplicadas permitem uma produção comercial mais econômica. Estes resultados estão de acordo com SA et al. (2005), que mostraram que a eficiência no uso da água teve resposta linear crescente com o aumento da tensão de água no solo, e também com os obtidos por KIRDA et al. (2004), nos quais a irrigação com déficit de 30 e 50 % apresentou maior eficiência no uso da água.

Assim, observando os resultados deste trabalho nota-se que o aumento na quantidade de água aplicada durante as irrigações, resulta em maior crescimento vegetativo das plantas de

tomateiro, o que pode ser constatado pela TCC e pelo IAF, onde os tratamentos que receberam 100% e 120% da ETc atingiram os maiores valores. E o aumento na quantidade de água aplicada resulta em incremento na produção de frutos de tomateiro (Figura 8). Porém, em olericultura o importante é a produção comercial, e esta foi idêntica entre os distintos tratamentos, evidenciando que o aumento na quantidade de água aplicada na irrigação, acima de 80% da ETc, aumenta a produção de frutos defeituosos de tomate, e que o aumento na quantidade de água aplicada acima deste valor em busca de aumento na produção de frutos de tomate se torna oneroso e desnecessário. Assim, recomenda-se para o tomateiro no inverno, na região de Seropédica-RJ, a lâmina de irrigação de 80% da ETc.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEADLE, C. L. Growth analysis. In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 3, p.36-46.
- BERNARDO, Salassier; SOARES, Antonio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2008. 625p.
- CANSADO JUNIOR, F. L.; CAMARGO FILHO, W. P.; ESTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. Informes Agropecuário, n.24, p.7-18, 2003.
- COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de; CONCEIÇÃO, M. A. F.; DUARTE, J. do O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.12, p.1959-1968, 1994.
- DE-POLI, Helvécio; ALMEIDA, Dejair; SANTOS, Gabriel de Araújo; CUNHA, Lúcia Helena; Freire, Luiz Rodrigues; AMARAL SOBRINHO, Nelson, Moura Brasil do; PEREIRA, Newton Novo Costa; EIRA, Paulo Augusto da; BLOISE, Raphael Minotti; SALEK, Ronaldo Correa. Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí RJ: Edur, 1988. 179p.
- DOORENBOS, L.; KASSAN, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas; tradução de H.R.Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F. de Medeiros. Campinas Grande, UFPR, 1994; xxiv, 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGE, F. L.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. Horticultura brasileira, v.19, n.3, p.232-237, 2001.
- FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV 2008. 421p.
- HARMANTO, V. M., SALOKHE, BABEL, M. S., TANTAU, H. J. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agricultural Water Management. v. 71 n.226, p.225-242, 2005.
- HUNT, Roderick. Plant growth analysis. London: Ed. Edward Arnold, 1978. 67p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.br/home/> acesso em março de 2011.
- KIRDA, C; CETIN, M; DASGAN, Y; TOPCU, S; KAMAN, H; EKICI, B; DERICI, M.R; OZGUVEN, A.I. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agricultural Water Management 69: 191–201, 2004.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; REIS, A.; INOUEENAGATA, A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; HENZ, G. P.; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. 2005. Doenças do Tomateiro. Brasília, 2. ed: Embrapa Hortaliças. 2005. 151p.

LORITE, I. J.; MATEOS, L.; ORGAZ, F ; FERERES, E. Assessing deficit irrigation strategies at the level of an irrigation district. *Agricultural Water Management*, v.91, p.51-60, 2007.

LUEGO, Rita de Fátima Alves; CALBO, Adonai Gimenez; LANA, Milza Moreira; MORETTI, Celso Luiz; HENZ, Gilmar Paulo. Classificação de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1999. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/public/classificacao.doc>. Acesso em março de 2011.

MACÊDO, Ladilson de Souza & ALVARENGA, Marco Antônio Rezende. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento e qualidade do tomateiro em ambiente protegido. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.2, p. 296-304, 2005.

MANTOVANI, Everardo Chartuni; BERNARDO, Salassier; PALARETTI, Luiz Fabiano. Irrigação princípios e métodos. 2.ed.Viçosa-MG: Ed. UFV, 2007. 358p.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; OLIVEIRA, C. A. da S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.260, n.9, p.1531-1537, 1991.

MAROUELLI, W. A. & SILVA, W. L. C. Tomateiro para processamento industrial: irrigação e fertirrigação por gotejamento. Circular técnica 30, Brasília-DF, 2002.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensão de água no solo, sob irrigação por gotejamento. *Engenharia agrícola, Jaboticabal*, v.23, n.1, p1-8, 2003.

MAROUELLI, W. A. & SILVA, W. L. de C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.7, p.661-666, 2005.

MAROUELLI, W. A. & SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. *Horticultura brasileira*, v.24, n.3, p.342-346, 2006.

MONTE, José A; PACHECO, Adilson de S.; CARVALHO, Daniel F de.; PIMENTEL, Carlos. (2009). Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n.2, 222-227.

NASCIMENTO, J. M. S. do; LIMA, L. A.; CARARO, D. C.; CASTRO, E. M.; SILVA, M. V. G. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em um sistema de gotejamento para pequenas propriedades. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.33, Edição Especial, p.1728-1733, 2009.

PAIVA, Renato; OLIVEIRA, Lenaldo Munis de. Fisiologia e produção vegetal. Lavras-MG: Ed. UFLA, 2006. 104p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento vegetal. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, (Boletim Técnico, n.114). 1987. 33p.

PEREIRA, Carlos Rodrigues. Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura da soja sob diferentes condições ambientais. Viçosa: UFV 2002. 282p. : il. Tese de doutorado.

PIMENTEL, C. Metabolismo do carbono na agricultura tropical. Seropédica: Edur, 1998. 150p.

PIMENTEL, C. Efficiency of nutrient use by crops for low input agro-environments.. In: Rana P. Singh; Niharika Shankar; Pawan K. Jaiwal. (Org.). Focus on plant agriculture: 1 Nitrogen nutrition in plant productivity. Houston: Studium Press, LLC, p.277- 328, 2006.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A da; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. Horticultura Brasileira, v.27, n.2, p228-234, 2009.

RAMOS, Doracy Pessoa.; CASTRO, Abeilardo Fernando de.; CAMARGO, Marcelo Nunes. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.8: p.1-27, 1973.

REIS, L. S.; SOUSA, J. L. de; AZEVEDO, C. A.V. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegida. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.3, p.289-296, 2009.

ROBERTS, M. J; LONG, S. P; TIESZEN, L. L; BEADLE, C. L. Measurement of plant biomass and net primary production of herbaceous vegetation. In: In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; and LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 1, p.1-21.

SANTOS, Francisco José de Seixas.; LIMA, Raimundo Nonato de.; CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo.; SOUZA, Francisco de. Irrigação do Melão: Manejo através do Tanque Classe A. Circular técnica 11, Fortaleza-CE, 2001.

SÁ, Nelson S. A. de.; PEREIRA, Geraldo M.; ALVARENGA, Marco A. R.; MATTIOLI, Wesley; CARVALHO, Jacinto de A.. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, Campina Grande, v.9, n.3, p.341-347, 2005.

STONE, Luís Fernando & SILVA, Silvando Carlos da. Uso do Tanque Classe A no Controle da Irrigação do Arroz de Terras Altas Cultivado sob Plantio Direto. Circular técnica 63, Goiânia-GO EMBRAPA-CNPAF, 2004.

WAMSER, A. F.; MUELLER, S.; BECKER, W. F.; SANTOS, J. P. dos. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. Horticultura Brasileira, v. 25, n.2, 238-243, 2007.

ZEGBE-DOMÍNGUEZ, J. A.; BEHBOUDIAN, M. H.; LANG, A.; CLOTHIER, B. E. Déficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in “Petoprite” processing tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.). *Scientia Horticulturae*, 505-510, 2003.

3 CAPÍTULO II

ANÁLISE DO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TOMATEIRO, SOB DIFERENTES TURNOS DE REGA, NA REGIÃO DE SEROPÉDICA-RJ.

3.1 RESUMO

MONTE, José Antônio. **Análise do crescimento e da produtividade na cultura do tomateiro sob diferentes turnos de rega, na região de Seropédica-RJ: seropédica, RJ.** 2011. 88p Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do turno de rega na produção e qualidade de frutos, na acumulação de fitomassa e na obtenção dos índices fisiológicos de crescimento da cultura de tomateiro em campo, com a cultivar Débora, para mesa e tipo longa vida. Para tanto, foi realizado um experimento, com delineamento em faixas, na área experimental de Horticultura, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada no Município de Seropédica-RJ, no período de 10/06/2007 à 06/10/2007. O experimento foi realizado com quatro tratamentos, em quatro repetições, consistindo de diferentes freqüências de irrigação, através de um sistema de irrigação localizada sendo TR1 (turno de rega diário); TR2 (turno de rega de dois dias); TR3 (turno de rega de três dias) e TR4 (turno de rega de quatro dias), com emissores espaçados de 0,3 m e de vazão correspondente a $1,14 \text{ L.h}^{-1}$, com o manejo da irrigação utilizando o método do Tanque Classe A. Durante o experimento, foram realizadas sete coletas de plantas para avaliar o desenvolvimento vegetal, por meio da análise do crescimento, em sete épocas diferentes após o transplante. Analisando os resultados da produção de frutos, observou-se que não houve diferença entre os tratamentos. Porém, o tratamento com o turno de rega mais longo, de quatro dias, por ter a mesma qualidade de produção de frutos de tomate que os tratamentos com turnos de regas menores, leva a uma maior economia no gasto de mão-de-obra e energia. Além disso, esse turno de rega mais longo, de quatro dias, permite ao agricultor a programação de outras tarefas na propriedade, e também apresenta maior conservação dos equipamentos associados à irrigação, e é o mais recomendado em termos econômicos para o agricultor na região.

Palavras chaves: *Solanum lycopersicon*, análise de crescimento, turno de rega, gotejamento.

3.2 ABSTRACT

MONTE, José Antônio. **Growth analysis and yield of tomato cultivated under different irrigation schedule, in Seropédica-RJ: Seropédica, RJ.** 2011. 88p Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

This study objective was to evaluate the influence of the irrigation schedule on the production and fruit quality, biomass accumulation and its calculated growth analysis physiological parameters, for tomato culture, with the long life Débora plus cultivar for *in natura* use. For this purpose, an experiment in the field of the Horticultural area of the Crop Science department of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, located at Seropédica-RJ, from 10/06/2007 to 06/10/2007. The essay was conducted with four treatments of different irrigation's schedule, with four repetitions, using a drip irrigation system, with the drippers located at 0,3m each, with a flow of 1,14 L.h⁻¹, based on data of the Class A tank. During the essay, plants were collected for a crop development evaluation based on growth analysis, in seven different dates after transplanting. The analysis of results for fruit production showed that a longer irrigation schedule of three days has the same production of shorter schedules, but with a higher economy of water and energy. In addition, this longer irrigation schedule of three days led to a better organization of the works on the property and irrigation equipments conservation, for the farmer, and therefore, it is recommended in view of higher economy for the region's farmer.

Key Words: *Solanum lycopersicon*, growth analysis, irrigation schedule, drip irrigation.

3.3 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicon*) é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo (FILGUEIRA, 2008), e a produção mundial alcançou cerca de 100 milhões de toneladas em 2003, sendo que o Brasil ocupa a oitava posição no ranking mundial, com aproximadamente 3% dessa produção (CANÇADO JUNIOR et al., 2003). E em 2006 a produção brasileira de tomate estaqueado foi de 929962 toneladas, ao quais 96% desta produção foram provenientes de tomateiro irrigado (IBGE 2009). E o elevado consumo se deve, principalmente, às suas qualidades sensoriais e a sua versatilidade culinária.

A produção de tomate é considerada atividade de alto risco devido à alta suscetibilidade aos estresses bióticos e abióticos, na grande variedade de ambientes e sistemas nos quais ele é cultivado, e a exigência em insumos e serviços, que acabam acarretando elevado investimento de recursos financeiros por unidade de área (FILGUEIRA, 2008). Além disso, MAROUELLI et al. (1991) e LOPES et al. (2005) comentam que para se obter boa produtividade, uma disponibilidade hídrica adequada para a cultura deve se mantida durante todo o ciclo, uma vez que o tomateiro é classificado como planta muito sensível ao estresse por falta de água.

No Estado do Rio de Janeiro, o cultivo do tomateiro é praticado com maior intensidade no inverno, por apresentar temperaturas mais amenas (MONTE, 2007), que são mais adequadas para o tomateiro (FILGUEIRA, 2008). No entanto, por se caracterizar como uma estação de baixo índice pluviométrico, o cultivo de inverno se torna ainda mais dependente da irrigação, podendo a falta de água afetar a quantidade e a qualidade da produção (COELHO et al., 1994; PIRES et al., 2009).

O valor comercial do tomate de mesa é definido pelas características de qualidade presentes no fruto (FERREIRA et al., 2004), que são influenciadas pela disponibilidade de água e, por isso, o tomateiro requer adequadas lâminas de água, durante todo o seu ciclo. De acordo com FILGUEIRA (2008), as condições de umidade no solo influenciam o rendimento da cultura, em função de seu efeito no número de flores por planta, na porcentagem de pegamento dos frutos e no tamanho dos frutos. LOPES et al. (2005) comentam que as variações de umidade do solo podem acarretar em queda de flores e desbalanceamento de cálcio, causando a podridão apical. Ainda segundo esses autores, na maturação do fruto, as variações de umidade do solo podem causar rachaduras nos frutos, reduzindo a produção comercial, sendo que no início da frutificação e do desenvolvimento dos frutos há uma maior sensibilidade da cultura à deficiência de água no solo.

Para se estudar o desenvolvimento vegetal sob diferentes condições ambientais, com equipamentos de baixo custo (PEREIRA & MACHADO, 1987), a análise de crescimento tem grande utilização prática nos campos da agronomia e ecologia, pois é aplicada nos estudos de adaptabilidade ecológica de diferentes plantas (BEADLE, 1995). Por exemplo, a análise de crescimento é utilizada em diferentes situações, tais como: na adequação de uma determinada cultura a um determinado local (REBOUÇAS et al., 1989), na avaliação de práticas agrônômicas como manejo e tratos culturais (ANDRADE et al., 2005) e na seleção de genótipos por meio da capacidade produtiva naquele local de estudo (GUIMARÃES et al., 2008). Além disso, o efeito da deficiência hídrica na taxa de acúmulo de matéria seca e de expansão foliar pode ser estudado, utilizando-se a análise de crescimento (GOMES et al., 2000). De posse desses dados, torna-se mais efetiva a indicação de cultivares para condições climáticas e de manejo específicos.

Dentre os diferentes sistemas de irrigação, utilizados no cultivo do tomateiro, o gotejamento vem se tornando uma opção viável (MAROUELLI & SILVA 2002), em função de suas inúmeras vantagens. Vantagens essas como a possibilidade de se trabalhar em locais com pouca disponibilidade hídrica, em virtude de maiores níveis de eficiência do uso da água

pela cultura (BERNARDO et al., 2008), e menor incidência de doenças da parte aérea, pois não há molhamento da copa, proporcionando maior produtividade e melhor qualidade de fruto. Comparativamente à aspersão, o gotejamento possibilita ganhos de até 30% de rendimento, aumentando a economia no uso de água e reduzindo pela metade o uso de fungicidas (MAROUELLI et al., 2003). Além disso, requer menor gasto de energia, associado ao bombeamento, e apresenta potencial para minimizar os impactos negativos da irrigação sobre o solo e facilitar o uso da fertirrigação (MAROUELLI & SILVA 2005; NASCIMENTO et al., 2009). Mas apresenta desvantagens como alto custo inicial, elevado potencial para entupimento dos emissores, necessidade de sistema de filtragem, inviável em água com altos níveis de ferro e carbonato e necessita de manutenção com maior frequência (MANTOVANE et al., 2007).

Porém, um estudo dos princípios básicos, a serem adotados para a realização de um bom manejo de água e fertilizantes, é imprescindível para que a agricultura irrigada possa ser sustentável sem danos ao meio ambiente (BERNARDO et al., 2008), bem como o uso de água, que ofereça a melhor eficiência em produção agrícola (HARMANTO et al., 2005).

Além do sistema de irrigação, a adoção de turno de rega variável para fins de manejo de água, pode envolver maiores custos com a aquisição de sensores de umidade e uso de mão-de-obra para a leitura dos mesmos. Segundo PRIETO et al. (1999), tais características desagradam à maioria dos agricultores, que preferem adotar turnos de rega fixos, permitindo melhor planejamento das práticas culturais e de outras atividades na propriedade. No entanto, as recomendações para o manejo de água, com base em turno de rega, devem ser determinadas para condições específicas de cada região produtora, pois essas condições de clima e solo são muito variáveis (FILGUEIRA, 2008).

Assim sendo, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a influência do turno de rega na acumulação de massa seca, ao longo do ciclo do tomateiro avaliado através da análise de crescimento, e avaliar a influência do turno de rega na produção comercial dos frutos do tomateiro híbrido Débora plus tipo longa vida para mesa, em Seropédica-RJ.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no campo experimental de Horticultura do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em um solo reclassificado como Planossolo, série “aprendizado”, com as seguintes características físicas: 86,6% de areia, 10,5% de silte e 2,9% de argila nos primeiros 20 cm de profundidade conforme descrito por RAMOS et al. (1973) e o clima da região segundo a classificação de Koppen é Aw (tropical). A análise química do solo apresentou as características: 202 mg.L⁻¹ de P; 0,17 cmol_c.dm⁻³ de K; 2,2 cmol_c.dm⁻³ de Ca; 1 cmol_c.dm⁻³ de Mg; 0,1 cmol_c.dm⁻³ de Al; pH (em água) 7, e 58% de saturação por base. O preparo do solo consistiu de aração e gradagem, quando foram aplicados 800 kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico. A adubação mineral consistiu na aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de N, 20 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, a lançar em superfície conforme recomendado por DE-POLI et al. (1988).

O transplante das mudas de tomateiro foi realizado manualmente em 10 de junho de 2007, quando as mudas de tomateiro estavam com idade de 35 dias após a semeadura (DAS), e o experimento foi conduzido até 06 de outubro de 2007. O espaçamento utilizado foi de 1,2 m entre linhas e de 0,5 m entre plantas, com parcela de 2,4 m de largura e 9 m de comprimento, contendo duas linhas de plantio com 18 plantas em cada linha. A cultura foi conduzida com uma haste por planta, com tutoramento vertical realizado por meio de fitilhos de plástico (WAMSER et al., 2007), sendo realizada a capação do ponteiro após a 6^o penca. O genótipo do tomateiro utilizado foi o híbrido Débora plus (*Solanum lycopersicon*), para mesa do tipo longa vida, e o controle das plantas invasoras foram realizados por meio de capina manual.

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica automática localizada na “fazendinha agroecológica” pertencente ao SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) da Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro.

O manejo da irrigação foi baseado na evaporação do Tanque Classe A, semelhante a SANTOS et al. (2001), conforme as equações 1 e 2, pelo tempo determinado na equação 3, sendo a evapotranspiração da cultura do tomateiro ET_c obtida diariamente por meio do coeficiente do tanque (STONE & SILVA 2004) e pelos valores do coeficiente de cultivos (kc) citados por DOOREMBOS & KASSAN (1994).

A irrigação foi realizada utilizando tubogotejador de polietileno, com espaçamento entre emissores de 0,3 m e vazão correspondente a 1,14 L.h⁻¹, e uma linha de gotejadores por linha de plantio.

$$ET_o = E_v \times kt \quad (1)$$

$$ET_c = ET_o \times Kc \quad (2)$$

Em que:

ET_o: evapotranspiração de referência em mm.dia⁻¹;

E_v: evaporação do Tanque Classe A em mm.dia⁻¹;

K_t: coeficiente do tanque;

ET_c: evapotranspiração da cultura do tomateiro em mm.dia⁻¹;

K_c: coeficiente de cultivo da cultura do tomateiro;

1. K_c do estágio inicial: 10 a 15 dias (0,4–0,5);

2. K_c do estágio de desenvolvimento: 20 a 30 dias (0,7–0,8);

3. K_c do estágio intermediário: 30 a 40 dias (1,05–1,25); e

4. K_c do estágio final: 30 a 40 dias (0,8–0,9);

Para todos os tratamentos foi repostado 100% da evapotranspiração da cultura (ET_c) e o cálculo do tempo de irrigação (T_i) foi realizado pela equação 3.

$$T_i = (E_{To} \times kc \times 0,09 \times 60) \div 1,14 \quad (3)$$

Em que:

T_i é o tempo de irrigação em minutos;
 0,09 refere-se à área equivalente a um emissor;
 60 se refere a conversão de hora para minutos; e
 1,14 é a vazão de cada emissor em L.h⁻¹.

O balanço hídrico para a cultura do tomateiro foi calculado utilizando-se a evapotranspiração de referência (E_{To}), estimada pelo Tanque Classe A e pelos valores do coeficiente de cultivo (kc), propostos por DOORENBOS & KASSAN (1994).

O ensaio foi montado no delineamento em faixas, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos corresponderam as seguintes frequências de irrigação: tratamento com reposição de água diária (TR1); tratamento com turno de rega de dois dias (TR2); tratamento com turno de rega de três dias (TR3); e tratamento com turno de rega de quatro dias (TR4).

A fim de se estudar o crescimento do tomateiro em função dos diferentes turnos de regas adotados, foram realizadas sete coletas durante o experimento (0; 25; 46; 67; 87; 108; 119 dias após o transplante), sendo retirada uma planta por parcela em cada avaliação. As plantas úteis utilizadas para a determinação da taxa de crescimento da cultura (TCC), segundo PEREIRA & MACHADO (1987), foram determinadas previamente e aleatoriamente por coleta dentro de cada parcela, visto que o dossel sofre variação ao longo do tempo. Em cada avaliação, as plantas coletadas foram levadas ao laboratório, onde se realizou a separação em caules, folhas, e frutos. Cada parte foi empacotada e levada à estufa de ventilação forçada, à temperatura de 80 °C, até atingir a massa seca constante (ROBERTS et al., 1995). Os frutos foram fatiados e, em seguida, sofreram uma pré-secagem ao sol, a fim de reduzir o conteúdo de água do fruto antes de serem levados à estufa. A área foliar foi estimada por meio de amostragem de 20 discos com área de 1,5393 cm² de folha por planta, que foram secados e pesados separadamente, fazendo-se uma relação entre a massa seca do disco e sua área para ser aplicada à massa seca total das folhas e obter a área foliar total em cm² e após transformada para m².

Foram utilizadas as equações matemáticas para ajuste dos dados de crescimento, ao longo do tempo, do tipo exponencial polinomial. Em seguida foi realizado o ajuste do modelo matemático e calculado os dados ajustados, sendo que o coeficiente de determinação (r²) foi o parâmetro utilizado como critério de seleção da função polinomial e escolhido a equação polinomial do segundo grau conforme o modelo abaixo (Equação 4).

$$Y = e^{(a+bx+cx^2)} \quad (4)$$

em que:

Y = valor da variável em estudo: Massa Seca Total (MST) e Área foliar (AF);
 x = dias após transplante (DAT); e
 a, b e c = constantes de ajuste da regressão para a equação polinomial do 2º grau.

A partir dessas equações foram derivadas as Taxas de Crescimento Relativo (TCR), Taxas de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa de Assimilação Líquida (TAL) e a Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), assumindo implicitamente que o crescimento da cultura é uma função do tempo, conforme proposto por PEREIRA & MACHADO (1987).

A TCR foi calculada derivando a equação ajustada do logaritmo de MST em função do tempo, conforme equação 5.

$$TCR = \frac{d[\ln(MST)]}{dt} \text{ em: g.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (5)$$

A TCA foi obtida através da multiplicação da TCR pela exponencial do logaritmo da MST, conforme a equação 6.

$$TCA = \frac{\left(\frac{d(\ln MST)}{dt} \right)}{\text{Exp}(\ln MST)} \text{ em: g}_{\text{planta}} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (6)$$

A TAL, em gramas de fitomassa por m² de folha por dia, que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração (PEREIRA & MACHADO, 1987), foi obtida utilizando os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca total, divididos pela área foliar (AF), segundo a equação 7.

$$TAL = \left[\frac{d[\ln(MST)]}{dt} \right] / \text{Exp}(\ln AF) \text{ ou:} \quad (7)$$

$$TAL = \frac{\{[b + 2cx] / [e^{(a+bx+cx^2)}]\}}{[e^{(a'+b'x+c'x^2)}]} \text{ em: g.m}^2_{\text{folha}} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (7)$$

em que:

a b e c = constantes de ajustes da regressão para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da MST;

a' b' e c' = constantes de ajustes da regressão para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da AF; e

x = dias após o transplante (DAT).

O Índice de Área Foliar (IAF) foi obtido pela divisão da área foliar média de uma planta (AF), pela área de solo ocupada por uma planta (AS), conforme a equação 8. Segundo PIMENTEL (1998), o IAF é uma expressão da densidade populacional por área cultivada, dado pela relação entre a área foliar desenvolvida pela planta e a área de solo disponível para essa planta (espaçamento).

$$IAF = \frac{AF}{AS} \text{ em: m}^2_{\text{folha}} \cdot \text{m}^{-2}_{\text{solo}} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (8)$$

A TCC, que é expressa em gramas por m² de solo por dia, é uma variável fisiológica que indica a quantidade de fitomassa acumulada por unidade de área de solo explorada durante um período de tempo. Ela foi obtida através da derivada da equação ajustada da curva de acúmulo de matéria seca por unidade de área de solo em relação ao tempo onde se determinou os valores instantâneos, conforme a equação 9.

$$TCC = TAL \times IAF \text{ em: } g \cdot m^2_{\text{solo}} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (9)$$

A quantificação da produção foi efetuada a partir de valores obtidos da produção média de dez plantas e as classes de frutos foram estabelecidas conforme LUEGO et al. (1999), com as seguintes classes: PC (produção comercial composto dos frutos grandes, médios e pequenos), PG (produção de frutos grandes com diâmetros ≥ 60 mm), PM (produção de frutos médios com diâmetros entre 50 a 60 mm), PP (produção de frutos pequenos com diâmetro entre 40 e 50 mm), PA (produção de frutos com podridão apical), PMo (produção de frutos com podridão mole), RA (produção de frutos com rachadura), BR (produção de frutos brocados) e DF (produção de frutos deformados). E aplicado o teste Tukey, a 5% de significância, que foi usado para comparação da produção dos frutos do tomateiro dentro dos tratamentos. Todos os dados foram analisados através do programa de análise estatística SISVAR 5,0.

3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura máxima, média e mínima registradas durante o período experimental se encontram na Figura 1, e o valor mais elevado de temperatura registrado durante o período experimental foi de 38°C, e a média das temperaturas máximas foi de 28°C. O menor valor de temperatura mínima registrado foi de 10°C, e a média das temperaturas mínimas foi de 17°C, enquanto os valores de temperatura média variaram de 15,12 a 26,87°C, com média de 22°C. Segundo FILGUEIRA (2008) as temperaturas ótimas para o tomateiro são de 21-28°C, de dia, e 15-20°C, de noite, variando da idade da planta e com a cultivar, pois segundo SOBRAL 1987 em temperaturas acima de 30 °C pode ocorrer diminuição da fecundação das flores e quedas de flores e frutos e, portanto, as temperaturas máximas observadas atingiram valores acima deste limite, o que pode reduzir a produtividade (PIMENTEL, 1998).

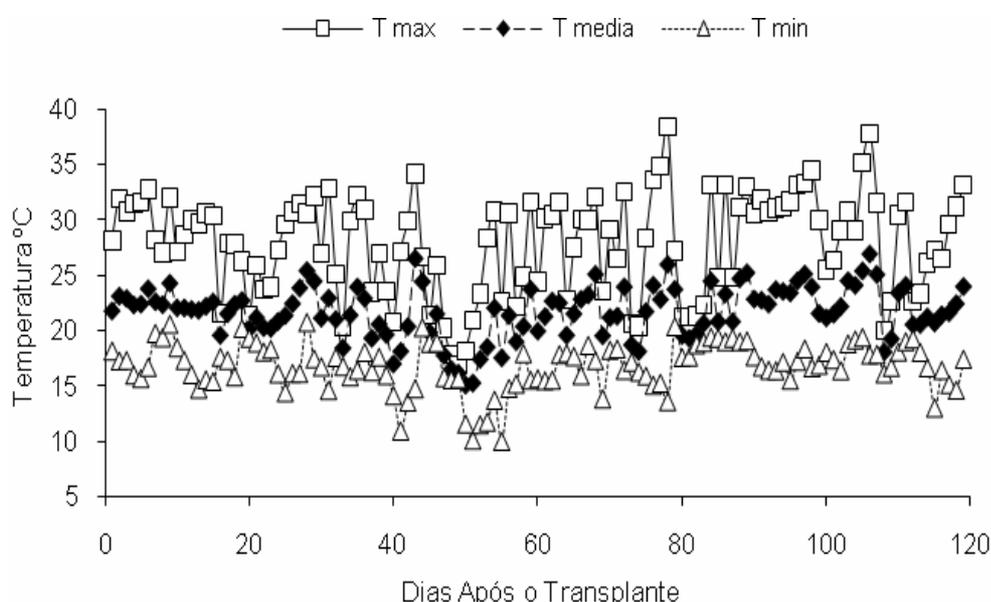


Figura 1: Valores de temperatura máxima média e mínima registrados durante o período experimental, equivalente aos 119 dias após o transplante, que foi de 10 de junho de 2007 até 06 de outubro de 2007, em Seropédica-RJ.

Os valores de precipitações registrados durante o período experimental se encontram na figura 2, com totais para os meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro com um valor de 20,4 mm, 45,2 mm, 6,6 mm, 20,5 mm, e 0 mm respectivamente.

Os valores diários da evapotranspiração da cultura do tomateiro foram calculadas através da evapotranspiração de referência (E_{To}) gerada a partir do Tanque Classe A e pelos valores do coeficiente de cultivo (k_c) citados por DOORENBOS & KASSAN (1994), Figura 2.

O balanço hídrico (BH) quinquidial (5 dias) calculado foi obtido subtraindo-se a evapotranspiração da cultura do tomateiro (E_{Tc}) das precipitações diárias (PPT), durante o período experimental, enquanto a PPT total foi de 93 mm e a E_{Tc} total foi de 340 e, por isso, o balanço hídrico total gerou um déficit hídrico de 247 mm, durante o período experimental.

Segundo DOORENBOS & KASSAN (1994), as necessidades hídricas totais (E_{Tc}), após o transplantio, para a cultura do tomateiro produzida no campo com 90 a 120 dias são de 400 a 600 mm, e conforme o resultado do balanço hídrico da figura 2 demonstra que as necessidades hídricas do tomateiro não foram supridas pela precipitação total, e que a

irrigação foi um recurso necessário para repor a necessidade hídrica da cultura do tomateiro durante o período experimental.

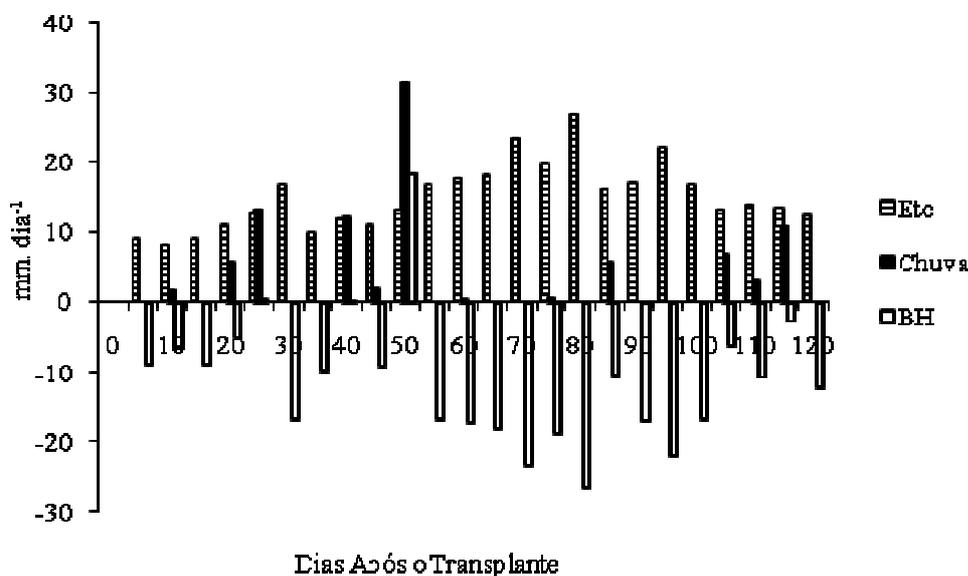


FIGURA 2: Evapotranspiração da cultura do tomateiro (ETc) em mm, Precipitação (Ppt) em mm e Balanço hídrico (BH= Ppt-ETc) quinidial (5 dias), durante o período experimental, equivalentes aos 119 dias após o transplante, que foi de 10 de junho de 2007 até 06 de outubro de 2007.

Como a variação da massa seca total (MST) e da área foliar (AF) em relação ao tempo foi avaliada ao longo do desenvolvimento da cultura na análise de crescimento (PEREIRA & MACHADO, 1987), foi realizada uma comparação entre as médias destas variáveis dos respectivos tratamentos em cada coleta, e os resultados da MST se encontram na Tabela 1, e os resultados da AF na tabela 2.

Tabela 1: Massa seca total (MST) em gramas dos quatros tratamentos, onde TR1 = turno de rega diário; TR2 = turno de rega de dois dias; TR3 = turno de rega de três dias, e TR4 = turno de rega de quatro dias, em função das sete coletas nos respectivos dias após o transplante (DAT).

TRAT	0 DAT	25 DAT	46 DAT	67 DAT	87 DAT	108 DAT	129 DAT
TR1	1,11 a	5,91 b	49,69 a	155,44 a	213,41 a	233,84 a	225,92 a
TR2	1,13 a	6,03 a	45,64 a	137,66 a	207,90 a	274,59 a	216,19 a
TR3	1,12 a	4,99 d	45,38 a	108,57 a	180,93 a	238,82 a	216,24 a
TR4	1,12 a	5,67 c	52,09 a	121,58 a	190,13 a	257,01 a	237,35 a
CV	0,29	0,34	29,21	23,99	18,87	31,93	13,56

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

Observando a variação da MST (Tabela 2) e da AF (Tabela 3), em relação ao tempo, nos quatros tratamentos, foi constatado que houve pouca variação pelo teste de média, e por isso, qualquer turno de rega pode ser aplicado sem alterar essas variáveis.

Tabela 2: Área foliar (AF) em m² dos quatro tratamentos, onde TR1 = Turno de Rega diário; TR2 = Turno de Rega de dois dias; TR3 = Turno de Rega de três dias, e TR4 = Turno de Rega de quatro dias, em função das sete coletas nos respectivos dias após o transplante (DAT).

TRAT	0 DAT	25 DAT	46 DAT	67 DAT	87 DAT	108 DAT	129 DAT
TR1	0,03 a	0,46 a	0,99 a	1,29 a	0,92 a	1,43 a	1,65 a
TR2	0,03 a	0,50 a	0,62 a	1,48 a	1,07 a	1,75 a	1,15 ab
TR3	0,04 a	0,52 a	0,51 a	1,13 a	1,01 a	0,82 a	0,78 b
TR4	0,02 a	0,39 a	0,58 a	1,06 a	0,91 a	1,09 a	1,15 ab
CV	36,54	36,03	43,56	50,01	17,75	39,96	27,95

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

A Taxa de Crescimento Relativo (TCR), que representa o incremento de massa seca por massa seca já existente, num dado intervalo de tempo, ou seja, ela represente a fitomassa acumulada pela fitomassa pré-existente por unidade de tempo (PAIVA & OLIVEIRA, 2006), (Figura 3).

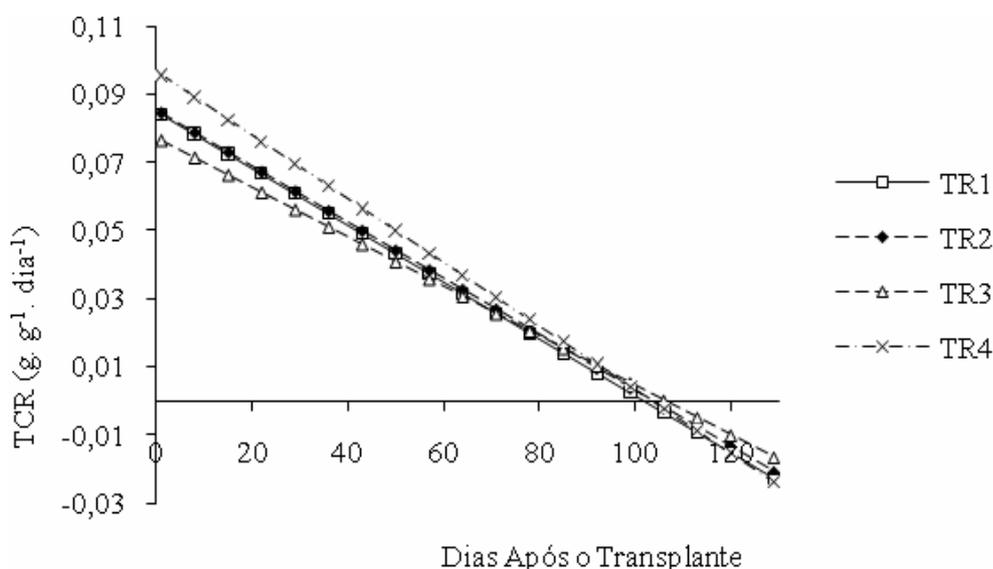


Figura 3: Taxa de Crescimento Relativo (TCR), valores instantâneos calculados dos quatro tratamentos, onde TR1 = Turno de Rega diário; TR2 = Turno de Rega de dois dias; TR3 = Turno de Rega de três dias, e TR4 = Turno de Rega de quatro dias, em função dos dias após o transplante (DAT).

A TCR dos diferentes tratamentos teve o mesmo padrão de redução. No início, quando a planta ainda é pequena, a fitomassa acumulada é de grande magnitude em comparação com a fitomassa pré-existente da planta. Pois à medida que a planta cresce, aquela fitomassa acumulada diariamente perde em magnitude em relação àquela já produzida pela fotossíntese líquida (fotossíntese bruta menos a respiração mitocondrial) da planta, e a TCR tende a decrescer. Os valores iniciais da TCR deste experimento (Figura 3) foram superiores aos obtidos por MONTE (2007) com o mesmo genótipo de tomateiro, com os mesmos tratamentos em um plantio de verão, cujo valor máximo foi em torno de 0,055 g g⁻¹ dia⁻¹.

A Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) representa a quantidade de fitomassa acumulada por dia em função dos dias após o transplante (Figura 4), representa a capacidade de produção de fitomassa da cultura (PEREIRA & MACHADO, 1987).

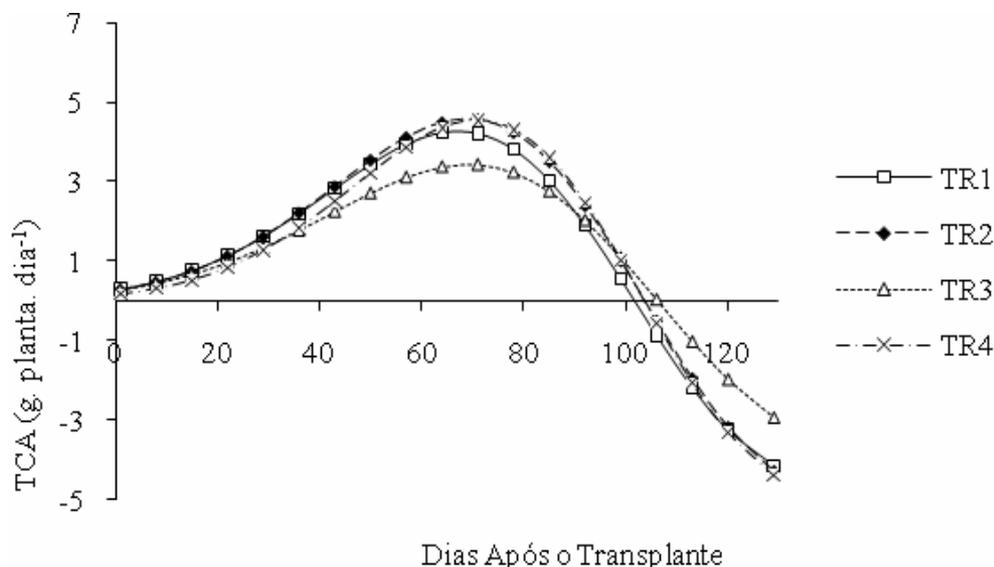


Figura 4: Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), valores instantâneos calculados dos quatro tratamentos, onde TR1 = Turno de Rega diário; TR2 = Turno de Rega de dois dias; TR3 = Turno de Rega de três dias, e TR4 = Turno de Rega de quatro dias, em função dos dias após o transplante (DAT).

Observa-se que todos os tratamentos tiveram o mesmo padrão de crescimento, analisado pela TCA. No início do ciclo com o crescimento lento, acelerando até atingir o crescimento máximo por volta dos 70 DAT e decrescendo a partir deste ponto. Os valores da TCA no pico máximo de 4,53 g.m².dia⁻¹, do atual experimento, foram mais elevados do que os obtidos por MONTE (2007) com o mesmo genótipo de tomateiro, com os mesmos tratamentos em um plantio de verão, cujo valor máximo foi em torno de 2,5 g.m².dia⁻¹.

A Taxa de Assimilação Líquida (TAL) representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração mitocondrial (PEREIRA & MACHADO, 1987), ou seja, é a variação do material orgânico formado num dado momento, permitindo, portanto, estimar a fotossíntese líquida ao longo do tempo, e indicando a eficiência do mecanismo fotossintético. Na Figura 5 são apresentados os valores de TAL ocorridos ao longo do experimento, havendo um padrão semelhante de redução da TAL nos respectivos dias após o transplante.

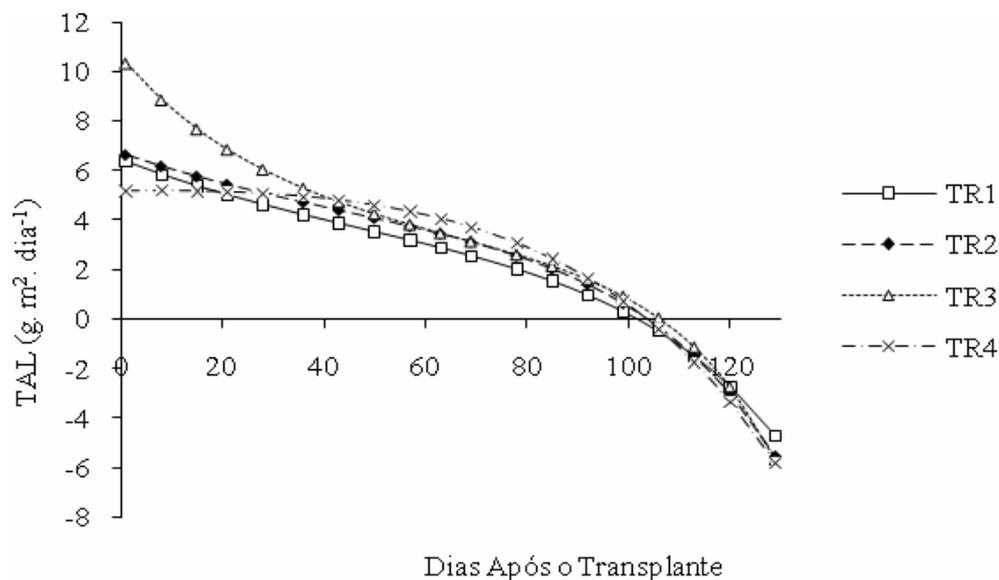


Figura 5: Taxa de Assimilação Líquida (TAL), valores instantâneos calculados dos quatro tratamentos, onde TR1 = Turno de Rega diário; TR2 = Turno de Rega de dois dias; TR3 = Turno de Rega de três dias, e TR4 = Turno de Rega de quatro dias, em função dos dias após o transplante (DAT).

Quanto ao índice de área foliar (IAF), é possível observar, em todos os tratamentos, um aumento inicial do IAF (Figura 6), até atingir valores máximos em torno dos 90 DAT, e a partir daí decrescendo. No pico máximo de IAF, foram observados valores inferiores àqueles obtidos por FAYAD et al. (2001), com a cultivar Santa Clara, em ambiente protegido. Porém, em todos os tratamentos, os valores máximos do IAF obtidos neste experimento foram superiores aos obtidos por MONTE et al. (2009), em um plantio de verão utilizando a mesma cultivar, após o mesmo tempo depois do transplante, e também superiores aos valores de IAF encontrados por REIS et al. (2009), cultivando tomate caqui, em ambiente protegido.

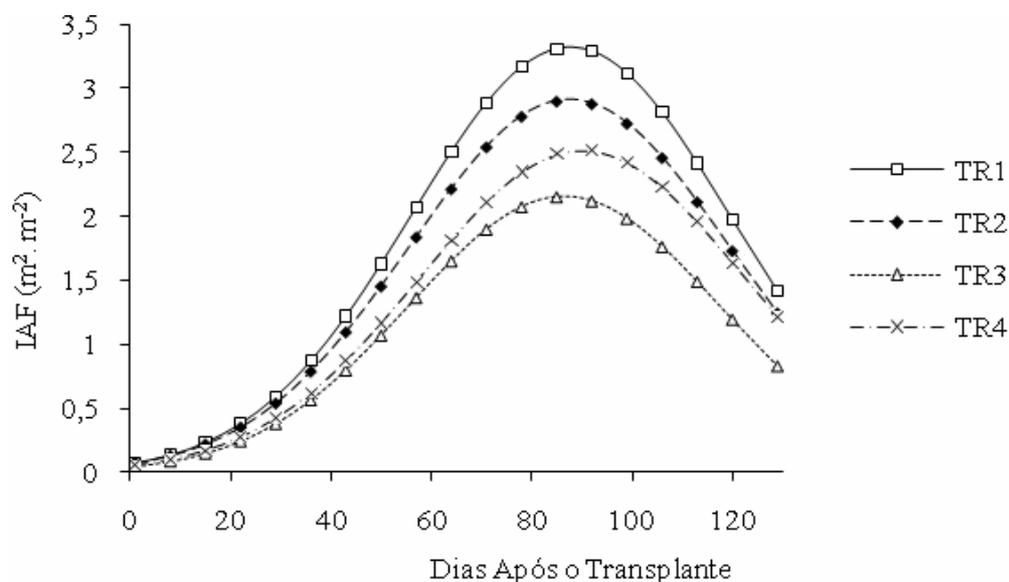


Figura 6: Índice de Área Foliar (IAF), valores instantâneos calculados dos quatro tratamentos, onde TR1 = Turno de Rega diário; TR2 = Turno de Rega de dois dias; TR3 = Turno de Rega de três dias, e TR4 = Turno de Rega de quatro dias, em função dos dias após o transplante (DAT).

A produção vegetal ou produtividade primária é definida como o acúmulo de produto fotossintético, por unidade de área de terreno e por unidade de tempo, e esse índice para uma cultura, segundo PEREIRA & MACHADO (1987) denomina-se taxa de crescimento da cultura (Figura 7). À medida que a planta cresce, aumenta a sua fitomassa e área foliar, aumentando a sua capacidade fotossintética. Nesta figura, nota-se que em todos os tratamentos, foi observado o mesmo padrão de crescimento do tomateiro, no início com um crescimento lento, acelerando-se e atingindo o valor máximo por volta dos 75 DAT e reduzindo-se a partir desse ponto até o final do ciclo. Esse padrão de crescimento foi semelhante ao obtido por MONTE et al. (2009) e, porém com valores de TCC inferiores no plantio de verão. Como a cultivar de tomateiro em estudo apresenta crescimento indeterminado, ele tende a continuar crescendo vegetativamente, o que poderia competir com o crescimento reprodutivo dos frutos. Por isso, o crescimento final em altura é determinado pelo manejo da cultura, quando se elimina a gema apical, pois a partir de uma determinada altura não é mais conveniente manter este crescimento em virtude da competição entre órgãos vegetativos e reprodutivos, além das dificuldades para a colheita (FILGUEIRA, 2008).

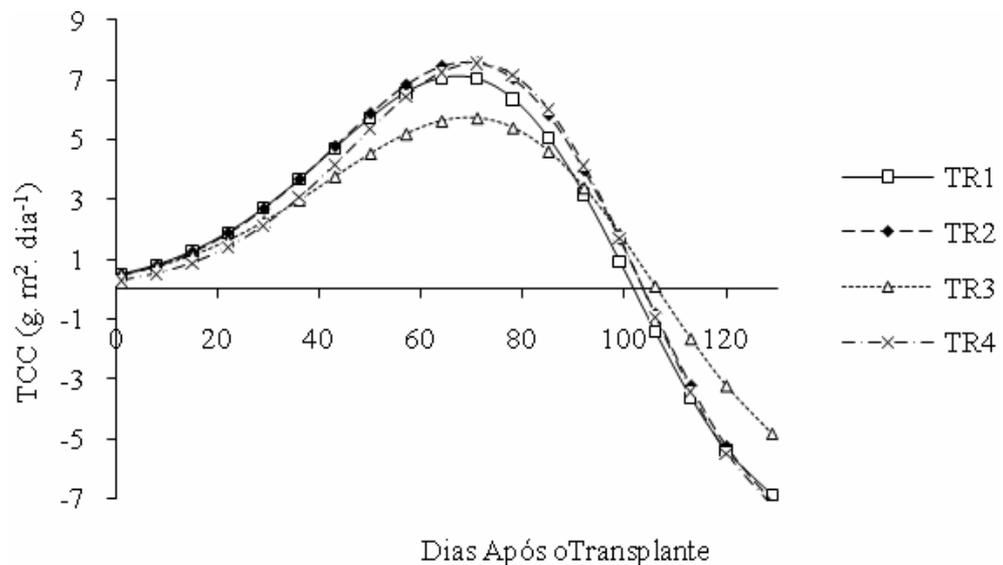


Figura 7: Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), valores instantâneos calculados dos quatros tratamentos, onde TR1 = Turno de Rega diário; TR2 = Turno de Rega de dois dias; TR3 = Turno de Rega de três dias, e TR4 = Turno de Rega de quatro dias, em função dos dias após o transplante (DAT).

Observando os resultados de IAF e de TCC, ao se analisar os valores de IAF (Figura 6), nota-se que os tratamentos com turnos de rega menores tiveram valores mais elevados em todo o experimento. Porém, analisando a TCC (Figura 7), se nota um padrão diferente, ou seja, nos tratamentos com menores turnos de rega não se registrou valores de TCC maiores, mostrando que as plantas nos turnos de rega menores investiram mais em crescimento vegetativo, provocando maior auto-sombreamento das folhas, o que provocaria essa redução no acúmulo de fitomassa. Isso está de acordo com ROSSIELO (1987) quando afirma que com aumentos do IAF, promovidos por auto-sombreamento das folhas, decrescem a produção de matéria seca, e com LUCCHESI (1984) ao afirmar que o IAF aumenta durante o ciclo da cultura, atingindo um valor ótimo quando a TCC é máxima.

Já no tratamento com turno de rega mais longo, atingiu-se valores maiores de TCC em seu pico máximo. Isso provavelmente ocorreu devido ao maior IAF dos tratamentos com turnos de rega menores, pois no início da fase de senescência, e conseqüente redução da fotossíntese, há um maior consumo de carboidratos na respiração de manutenção, que é elevada no final do ciclo (PIMENTEL, 1998).

Em relação ao crescimento vegetativo do tomateiro, no experimento de inverno, quando as temperaturas foram mais amenas, foi observado, em todos os tratamentos, que os valores no pico máximo da TCR, da TCA, do IAF e da TCC foram mais elevados em comparação aos resultados obtidos por MONTE (2007) com a mesma cultivar e com os mesmos tratamentos aplicados em um plantio de verão. Isso mostra que no inverno o tomateiro tem o crescimento vegetativo mais acentuado devido às condições climáticas mais favoráveis (FILGUEIRA, 2008).

A Tabela 3 apresenta a produção de frutos comerciais por tamanho, em função dos diferentes turnos de regas aplicados.

Tabela 3: Produtividade dos frutos, com padrão comercial, dos quatro tratamentos, em toneladas por hectares, onde as variáveis analisadas foram: (PG) produção de frutos grande; (PM) produção de frutos médios; (PP) produção de frutos pequenos, e (PC) produção de frutos comerciais [PG+PM+PP], onde TR1 = turno de rega diário; TR2 = turno de rega de dois dias; TR3 = turno de rega de três dias, e TR4 = turno de rega de quatro dias.

TRAT	PG	PM	PP	PC
TR1	11,95 a	14,03 a	5,01 a	30,98 a
TR2	13,17 a	17,17 a	4,04 a	34,38 a
TR3	13,94 a	11,86 a	2,87 a	28,67 a
TR4	12,78 a	14,39 a	2,88 a	30,05 a
CV	26,96	21,28	28,62	14,70

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

Observando a produção dos frutos bons, de um modo geral houve maior produção de frutos de tamanho grandes e médios, seguidos da produção de frutos de tamanho pequeno, e a produção comercial foi idêntica nos distintos tratamentos mostrando que os diferentes turnos de regas não tiveram influência na produção dos frutos do tomateiro, e dessa forma, qualquer turno de rega poderá ser recomendado para a produção de tomate.

A Tabela 4 apresenta a produção de frutos com defeitos, em função dos diferentes turnos de regas aplicados.

Tabela 4: Produção de frutos com defeitos em toneladas por hectares onde as variáveis analisadas foram; (PA) frutos com podridão apical; (BR) frutos brocados; (RA) frutos rachados; (DF) frutos deformados; (OD) frutos com outros defeitos; (PD) produção total de frutos com defeitos [PA+BR+RA+DF+OD] e (PT) produção total de frutos [PC+PD], onde TR1 = turno de rega diário; TR2 = turno de rega de dois dias; TR3 = turno de rega de três dias, e TR4 = turno de rega de quatro dias.

TRAT	PA	BR	RA	DF	OD	PD	PT
TR1	5,56 a	2,98 b	0,44 a	1,51 a	0,69 a	11,18 a	42,17 ab
TR2	9,03 a	5,19 a	0,28 a	1,57 a	2,36 a	18,44 a	52,82 a
TR3	6,85 a	2,79 b	0,49 a	0,65 a	0,89 a	11,67 a	40,34 b
TR4	9,63 a	3,71 b	0,25 a	0,82 a	4,81 a	19,22 a	49,27 ab
CV	37,74	14,38	63,89	72,31	182,96	25,24	11,03

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

Em relação aos frutos defeituosos foi observado que em todos os tratamentos houve maior produção de frutos com podridão apical, seguidos da produção de frutos brocados e deformados. De um modo geral, os diferentes turnos de rega aplicados não tiveram grande influência no aparecimento de defeitos, com exceção dos frutos brocados que foi maior no tratamento com turno de rega de dois dias.

Porém, em relação ao manejo de irrigação, o turno de rega mais longo permite ao agricultor maior economia de água e de energia no bombeamento, tendo mais tempo para a realização de outras tarefas na propriedade, além da maior conservação dos equipamentos associados à irrigação. Dessa forma, o turno de rega de três dias fica sendo o mais recomendado em termos econômicos, discordando dos resultados obtidos por MONTE et al., (2009) em um plantio de verão, onde o turno de rega recomendado foi de dois dias.

Para o cultivo do tomateiro para salada, no inverno na região de Seropédica-RJ, o turno de rega de quatro dias não reduziu nem o crescimento nem a produção comercial de frutos de

tomate, economizando mais energia, aumentando a eficiência no uso de água e reduzindo o custo de produção.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Alex Carvalho; FONSECA, Dilermando Miranda da; LOPES, Rogério dos Santos; NASCIMENTO JÚNIOR, Domício do; CECOM, Paulo Roberto; QUEIROZ, Domingos Sávio; PEREIRA, Dalton Henrique; REIS, Sidnei Tavares. Análise de crescimento do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 2, p.415-423, 2005.

BEADLE, C. L. Growth analysis. In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; LONG, S. P. *Photosynthesis and production in a changing environment*. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 3, p.36-46.

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antonio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. *Manual de irrigação*. 8.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2008. 625p.

CANSADO JUNIOR, F. L.; CAMARGO FILHO, W. P.; ESTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. *Informes Agropecuário*, n.24, p.7-18, 2003.

COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de; CONCEIÇÃO, M. A. F.; DUARTE, J. do O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.12, p.1959-1968, 1994.

DE-POLI, Helvécio; ALMEIDA, Dejair; SANTOS, Gabriel de Araújo; CUNHA, Lúcia Helena; Freire, Luiz Rodrigues; AMARAL SOBRINHO, Nelson, Moura Brasil do; PEREIRA, Newton Novo Costa; EIRA, Paulo Augusto da; BLOISE, Raphael Minotti; SALEK, Ronaldo Correa. *Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí RJ: Edur, 1988. 179p.

DOORENBOS, L.; KASSAN, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas; tradução de H.R.Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F. de Medeiros. Campinas Grande, UFPR, 1994; xxiv, 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGE, F. L.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura brasileira*, v.19, n.3, p.232-237, 2001.

FERREIRA, Sila Mary Rodrigues, FREITAS, Renato João Sossela de and LAZZARI, Elisa Noemberg. Identity and quality standards of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) for fresh consumption. *Ciencia. Rural*, vol.34, no.1, p.329-335, 2004.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV 2008. 421p.

GOMES, Arão Araújo.; ARAÚJO, Adelson Paulo.; ROSSIELO, Roberto Oscar Pereyra.; PIMENTEL, Carlos. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.10, p.1922-1937, 2000.

GUIMARÃES CM; STONE LF; NEVES PCF. Eficiência produtiva de cultivares de arroz com divergência fenotípica. *Revista Brasileira de Engenharia Ambiental* 12: 465–470, 2008.

HARMANTO, V. M., SALOKHE, BABEL, M. S., TANTAU, H. J. (2005). Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. *Agricultural Water Management*. vol. 71 n.226, p.225-242.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.br/home/> acesso em março de 2011.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; REIS, A.; INOUE-NAGATA, A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; HENZ, G. P.; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. 2005. *Doenças do Tomateiro*. Brasília, 2^o ed: Embrapa Hortaliças. 2005. 151p.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática da análise de crescimento. *Anais da Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba*. V.41, p.181-202, 1984.

LUEGO, Rita de Fátima Alves; CALBO, Adonai Gimenez; LANA, Milza Moreira; MORETTI, Celso Luiz; HENZ, Gilmar Paulo. *Classificação de hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1999. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/public/classificacao.doc>. Acesso em março de 2011.

MANTOVANI, Everardo Chartuni; BERNARDO, Salassier; PALARETTI, Luiz Fabiano. *Irrigação princípios e métodos*. 2.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2007. 358p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; OLIVEIRA, C. A. da S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.260, n.9, p.1531-1537, 1991.

MARQUELLI, W. A. & SILVA, W. L. C. Tomateiro para processamento industrial: irrigação e fertirrigação por gotejamento. *Circular técnica 30*, Brasília-DF, 2002.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensão de água no solo, sob irrigação por gotejamento. *Engenharia agrícola*, Jaboticabal, v.23, n.1, p1-8, 2003.

MARQUELLI, W. A. & SILVA, W. L. de C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.7, p.661-666, 2005.

MONTE, José A; PACHECO, Adilson de S.; CARVALHO, Daniel F de.; PIMENTEL, Carlos. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n.2, 222-227, 2009.

MONTE, José Antônio. Manejo de irrigação na cultura do tomateiro, em campo, na região de seropédica-RJ. Seropédica: UFRRJ 2007. 43.: II. Dissertação de mestrado.

NASCIMENTO, J. M. S. do; LIMA, L. A.; CARARO, D. C.; CASTRO, E. M.; SILVA, M. V. G. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em um sistema de gotejamento para

pequenas propriedades. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.33, Edição Especial, p.1728-1733, 2009.

PAIVA, Renato; OLIVEIRA, Lenaldo Munis de. Fisiologia e produção vegetal. Lavras-MG: Editora UFLA, 2006. 104p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento vegetal. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, (Boletim Técnico, n.114). 1987. 33p.

PIMENTEL, C. Metabolismo do carbono na agricultura tropical. Seropédica: Edur, 1998. 150p.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A da; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. Horticultura Brasileira, v.27, n.2, p228-234, 2009.

PRIETO, M.H.; LÓPEZ, J.; BALLESTEROS, R. Influence of irrigation system and strategy of the agronomic and quality parameters of the processing tomatoes in Extremadura. Acta Horticulturae, v.487, p.575-579, 1999.

RAMOS, Doracy Pessoa.; CASTRO, Abeilardo Fernando de.; CAMARGO, Marcelo Nunes. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.8: p.1-27, 1973.

REBOUÇAS, M. A. A.; FAÇANHA, J. G. V.; PEREIRA, L. G. R.; PRISCO, J. T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. Londrina, v.1, p.79-85, 1989.

REIS, L. S.; SOUSA, J. L. de; AZEVEDO, C. A.V. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegida. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.3, p.289-296, 2009.

ROBERTS, M. J; LONG, S. P; TIESZEN, L. L; BEADLE, C. L. Measurement of plant biomass and net primary production of herbaceous vegetation. In: In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; and LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 1, p.1-21.

ROSSIELO, R.O.P. Bases Fisiológicas da Acumulação de Nitrogênio e Potássio em cana-de-Açúcar (*Saccharum* ssp., cv. NA 56-79) em Resposta à Adubação Nitrogenada em Cambissolo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1987. 172p. Tese de Doutorado.

SANTOS, Francisco José de Seixas.; LIMA, Raimundo Nonato de.; CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo.; SOUZA, Francisco de. Irrigação do Melão: Manejo através do Tanque Classe A. Circular técnica 11, Fortaleza-CE, 2001.

SOBRAL, Vitor de Sá. Cultura do Tomate. Ed: Tecnoprint S.A. 1987. 123p.

STONE, Luís Fernando & SILVA, Silvando Carlos da. Uso do Tanque Classe A no Controle da Irrigação do Arroz de Terras Altas Cultivado sob Plantio Direto. Circular técnica 63, Goiânia-GO EMBRAPA-CNPAF, 2004.

WAMSER, A. F.; MUELLER, S.; BECKER, W. F.; SANTOS, J. P. dos. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. Horticultura Brasileira, v. 25, n.2, 238-243, 2007.

4 CAPÍTULO III

ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE TRÊS CULTIVARES DE TOMATEIRO PARA MESA.

4.1 RESUMO

MONTE, José Antônio. **Análise do crescimento e produtividade de três cultivares de tomateiro para mesa: seropédica, RJ.** 2011. 88p Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Com o objetivo de avaliar a produção de frutos da cultura do tomateiro (*Solanum lycopersicon*) para mesa sob o mesmo regime de irrigação, conduziu-se um experimento com três tratamentos e quatro repetições no delineamento em blocos casualizados na área experimental pertencente ao setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada no Município de Seropédica-RJ no período de 10 de junho de 2008 à 13 de setembro de 2008. Os tratamentos foram três cultivar de tomateiro: o híbrido Débora, o híbrido Carmem e a variedade Santa Clara, irrigados com reposição de água de 80% da ETc calculada por meio do método do Tanque Classe A. O turno de rega adotado foi de dois dias e a irrigação foi realizada com tubogotejadores de polietileno com emissores de vazão $3,75 \text{ L.h}^{-1}$, contendo um tubo para cada linha de cultivo e um emissor por planta, o espaçamento entre linhas foi de 1,2 m, e entre plantas de 0,5 m com duas linhas por parcela com 18 plantas em cada linha. Com relação à produção, a variedade Santa Clara apresentou maior produção de frutos grandes, o híbrido Débora apresentou maior produção de frutos médios e frutos com podridão apical, e o híbrido Carmem apresentou maior produção de frutos pequenos e frutos com rachadura. Assim a maior incidência de rachaduras nos frutos do híbrido Carmem foi ocasionada pela absorção excessiva de água pelos frutos, o que acabou por excluir os frutos maiores, que apresentaram rachaduras, do padrão comercial. Mostrando que o regime de irrigação não foi ideal para este híbrido, e que as exigências, tanto hídricas quanto nutricionais, dos diferentes genótipos de tomateiros existem grandes diferenças, e o manejo onde se busca a otimização dos recursos aplicados deverá atender cada uma dessas exigências com sua particularidade em cada genótipo. Dessa forma, a quantidade de água exigida pelo híbrido Carmem é inferior a quantidade de água exigida pelo híbrido Débora. Indicando a necessidade de estudos mais detalhados com estratégias de irrigação nos diferentes genótipos de tomateiro.

Palavras chaves: *Solanum lycopersicon*, produção comercial, gotejamento, déficit hídrico controlado.

4.2 ABSTRACT

MONTE, José Antônio. **Growth analysis and yield of three genotypes of tomato for *in natura* use, under controlled deficit irrigation: seropédica, RJ.** 2011. 88p. TESE (Doctor Science in Crop Science) Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica , RJ, 2011.

The evaluation of fruit production of three tomato genotypes for *in natura* use under the same irrigation regime was the objective of an experiment with three treatments and four replications in a randomized block statistical design. The assay was conducted at the experimental area of Horticulture of the Crop Science Department of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, located at Seropédica-RJ, from June, 2008 to October, 2008. The treatments were the three tomato genotypes: the hybrids Débora and Carmem and the variety Santa Clara, irrigated with 80% of the Etc calculated by the Class A tank method. The irrigation schedule was of two days using drip irrigation with a flow of 3,75 L.h⁻¹, with one tube for each plants row and one micro-sprinkler for plant, with 1,2 m between rows and 0,5 m between plants, and two rows with and 18 plants for each one were used as a plot. The variety santa clara had the higher number of big fruits production, the débora hybrid the higher number of medium fruits but also of fruits with apical rottenness , and the hybrid carmem had the higher number of small fruits but also of cracked fruits. Probably the higher incidence of cracked fruits on the carmem hybrid was due to excess of water absorption by its fruits, which led to elimination of its bigger fruits due to the crack, showing that this irrigation regime was not the ideal for this hybrid. The results showed that the water and nutrient necessity are different for each genotype, and the handling of irrigation and fertilization for an optimization of cost need to be applied to each cultivated genotype with differences for each one. Therefore, the water requirement for carmem hybrid is lower that for the débora hybrid, and more detailed studies are needed to be conducted for evaluation of strategies of irrigation for the different tomato genotypes.

Key Words: *Solanum lycopersicon*, growth analysis, commercial production, drip irrigation.

4.3 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicon*) é um produto de grande importância econômica, pois em 2003, a produção mundial de tomate alcançou cerca de 100 milhões de toneladas, estando o Brasil na oitava posição no ranking mundial, com aproximadamente 3% da produção (CANSADO JUNIOR et al., 2003), é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, sendo sua produção superada apenas pela batata (FILGUEIRA, 2008), o elevado consumo se deve, principalmente, devido à suas qualidades sensoriais e sua versatilidade culinária. Em 2006 a produção brasileira de tomate estaqueado foi de 929962 toneladas, ao quais 96% desta produção foram provenientes de tomateiro irrigado, e o Estado do Rio de Janeiro produziu 114175 toneladas de tomate tutorado, o que correspondeu a 12% da produção brasileira (IBGE 2009).

A produção de tomate é considerada atividade de alto risco devido à grande variedade de ambientes e sistemas nos quais ele é cultivado, alta suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças, e a exigência em insumos e serviços acaba acarretando elevado investimento de recursos financeiros por unidade de área. Além disso, MAROUELLI et al. (1991) e LOPES et al. (2005) comentam que para se obter boa produtividade, uma disponibilidade hídrica adequada para a cultura deve se mantida durante todo o ciclo, uma vez que o tomateiro é classificado como planta muito sensível ao estresse hídrico.

No Estado do Rio de Janeiro o cultivo do tomateiro é praticado com maior intensidade no inverno, por apresentar temperaturas mais amenas (FILGUEIRA, 2008). No entanto, ao se caracterizar por uma estação com baixo índice pluviométrico, o cultivo se torna ainda mais dependente da irrigação, podendo a falta de água afetar a quantidade e a qualidade da produção (COELHO et al., 1994; PIRES et al., 2009).

O valor comercial do tomate de mesa é definido pelas características e qualidade presente no fruto (FERREIRA et al., 2004), sendo que o tomateiro requer adequadas lâminas de água em todo o seu ciclo. De acordo com FILGUEIRA (2008), as condições de umidade no solo, geralmente influenciam o rendimento da cultura, em função de seu efeito no número de flores por planta, na porcentagem de pegamento dos frutos e no tamanho dos frutos, pois o tomateiro é classificado como planta muito sensível ao estresse hídrico. LOPES et al. (2005) afirma que as variações de umidade do solo podem acarretar em queda de flores e desbalanceamento de cálcio, causando a podridão apical. Na maturação, as variações de umidade do solo podem causar rachaduras nos frutos, reduzindo a produção comercial. Entre os estádios fenológicos da cultura, o início da frutificação e o início do desenvolvimento dos frutos apresentam maior sensibilidade à deficiência de água no solo.

Dentre os diferentes sistemas de irrigação utilizados no cultivo do tomateiro, o gotejamento vem se tornando uma opção viável (MAROUELLI & SILVA 2002), em função de suas inúmeras vantagens, como a possibilidade de se trabalhar em locais com pouca disponibilidade hídrica, em virtude de maiores níveis de eficiência (BERNARDO et al., 2008), e menor incidência de doenças da parte aérea, proporcionando maior produtividade e melhor qualidade de fruto. Comparativamente à aspersão, o gotejamento possibilita ganhos de até 30% de rendimento, aumenta a economia no uso de água e reduz pela metade o uso de fungicidas (MAROUELLI et al., 2003). Além disso, requer menor custo de energia associado ao bombeamento, apresenta potencial para minimizar os impactos negativos da irrigação sobre o solo e facilitar o uso da fertirrigação (MAROUELLI & SILVA 2005; NASCIMENTO et al., 2009). Porém, um estudo dos princípios básicos para a realização de um bom manejo de água e fertilizantes é imprescindível para que a agricultura irrigada possa ser sustentada pelo meio ambiente (BERNARDO et al., 2008), bem como a quantidade de água que ofereça a melhor eficiência (HARMANTO et al., 2005).

A análise de crescimento tem utilização prática nos campos da agronomia e ecologia (BEADLE, 1995), pois é aplicada nos estudos de adaptabilidade ecológica das plantas HUNT (1978) como, por exemplo, a adequação de uma determinada cultura a um determinado local (REBOUÇAS et al., 1989); a avaliação de práticas agronômicas como manejo e tratos culturais (ROSSIELO, 1987;), e a seleção de genótipos por meio da capacidade produtiva (WALLACE e MUNGER, 1966). Também o efeito da deficiência hídrica na taxa de acúmulo de matéria seca e de expansão foliar pode ser estudado utilizando-se a análise de crescimento (GOMES et al., 2000). E de posse desses dados, torna-se mais efetivo o melhoramento de cultivares, selecionando-as para condições climáticas e de manejo apropriadas. No entanto, PEREIRA & MACHADO (1987) consideram que a análise de crescimento é tida como método-padrão para se medir a produtividade biológica de uma cultura. E isso permite estudar diferentes cultivares de uma determinada cultura em seu ambiente de produção.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e acúmulo de fitomassa de três cultivares de tomateiro avaliados através da análise de crescimento, e avaliar a produção de frutos destas mesmas três cultivar sob o mesmo regime de irrigação com déficit hídrico controlado de 80% da evapotranspiração da cultura.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) no dia 10 de junho de 2008, em um solo reclassificado como Planossolo, da série “aprendizado”, com as seguintes características físicas: 86,6% de areia, 10,5% de silte e 2,9% de argila nos primeiros 20 cm de profundidade; conforme descrito por RAMOS et al. (1973) e o clima da região segundo a classificação de Koppen é Aw (tropical). A análise química do solo apresentou as características: 202 mg.L⁻¹ de P; 0,17 cmol_c.dm⁻³ de K; 2,2 cmol_c.dm⁻³ de Ca; 1 cmol_c.dm⁻³ de Mg; 0,1 cmol_c.dm⁻³ de Al; pH (em água) 7, e 58% de saturação por base. O preparo do solo consistiu de aração e gradagem, quando foram aplicados 800 kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico. A adubação mineral consistiu na aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de N, 20 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, a lançar em superfície conforme recomendado por DE-POLI et al. (1988).

O transplante das mudas de tomateiro foi realizado quando elas estavam com idade de 30 dias após a semeadura (DAS), nesta época, as mudas estavam com três folhas. O experimento foi conduzido até o dia 13 de setembro de 2008. O espaçamento foi de 1,2 m entre linhas e de 0,5 m entre plantas com parcela de 2,4 m de largura e 9 m de comprimento contendo duas linhas de plantio com 18 plantas em cada linha. A cultura foi conduzida com uma haste por planta, sendo realizada a capação do ponteiro após a 6ª penca, com tutoramento vertical realizado por meio de fitilhos de plástico (WAMSER et al., 2007) e o controle das plantas invasoras foram realizados por meio de capina manual.

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir de uma estação meteorológica automática localizada na “fazendinha agroecológica” pertencente ao SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) da Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro.

O manejo da irrigação foi baseado na evaporação do Tanque Classe A, semelhante a SANTOS et al. (2001), conforme as equações 1 e 2, pelo tempo determinado na equação 3, sendo a evapotranspiração da cultura do tomateiro ET_c obtida diariamente por meio do coeficiente do tanque (STONE & SILVA 2004) e pelos valores do coeficiente de cultivos (kc) citados por DOOREMBOS & KASSAN (1994). A irrigação foi realizada a cada três dias (MONTE et al., 2009), utilizando tubogotejador de polietileno, com espaçamento entre emissores de 0,5 m e vazão correspondente a 3,75 L.h⁻¹, com uma lâmina de 80% da ET_c.

$$ET_o = E_v \times kt \quad (1)$$

$$ET_c = ET_o \times Kc \quad (2)$$

Em que:

ET_o: evapotranspiração de referência em mm.dia⁻¹;

E_v: evaporação do Tanque Classe A em mm.dia⁻¹;

K_t: coeficiente do tanque;

ET_c: evapotranspiração da cultura do tomateiro em mm.dia⁻¹;

K_c: coeficiente de cultivo da cultura do tomateiro;

1. K_c do estágio inicial: 10 a 15 dias (0,4–0,5);

2. K_c do estágio de desenvolvimento: 20 a 30 dias (0,7–0,8);

3. K_c do estágio intermediário: 30 a 40 dias (1,05–1,25); e

4. K_c do estágio final: 30 a 40 dias (0,8–0,9);

O cálculo do tempo de irrigação (T_i) foi realizado conforme a equação 3:

$$T_i = (ET_o \times kc \times 0,25 \times 60) \div 3,75 \quad (3)$$

Em que:

T_i é o tempo de irrigação em minutos;

0,25 refere-se à área equivalente a um emissor;
 60 se refere a conversão de hora para minutos; e
 3,75 é a vazão de cada emissor em L.h⁻¹.

O balanço hídrico para a cultura do tomateiro foi calculado utilizando-se a evapotranspiração de referência (ET_o), estimada pelo Tanque Classe A e pelos valores do coeficiente de cultivo (kc), propostos por DOORENBOS & KASSAN (1994).

O ensaio foi montado no delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram três cultivar de tomateiros: o híbrido Carmem, o híbrido Débora plus e a variedade Santa Clara, que foram comparados entre si pela análise de crescimento e pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A fim de se estudar o crescimento dos diferentes genótipos de tomateiro, foi realizado sete coletas durante o experimento (0, 23, 36, 45, 64, 81, 95 dias após o transplante) onde foi retirada uma planta por parcela em cada avaliação. As plantas úteis utilizadas para a determinação da taxa de crescimento da cultura foram obtidas previamente e aleatoriamente por coleta dentro de cada parcela, visto que o dossel sofre variação ao longo do tempo. Em cada avaliação, as plantas coletadas foram levadas ao laboratório, onde se realizou a separação em caules, folhas, e frutos. Cada parte foi empacotada e levada à estufa de ventilação forçada, à temperatura de 80 °C, até atingir a massa seca constante (ROBERTS et al., 1995). Os frutos foram fatiados e, em seguida, sofreram uma pré-secagem ao sol, a fim de reduzir o conteúdo de água do fruto antes de ser levado à estufa. A área foliar foi estimada por meio de amostragem de 20 discos com área de 1,5393 cm² de folha por planta, que foram secados e pesados separadamente, fazendo-se uma relação entre a massa seca do disco e sua área para ser aplicada à massa seca total das folhas e obter a área foliar total em cm².

Foram utilizadas as equações matemáticas para ajuste dos dados de crescimento, ao longo do tempo, do tipo exponencial polinomial. Em seguida foi realizado o ajuste do modelo matemático e calculado os dados ajustados, sendo que o coeficiente de determinação (r²) foi o parâmetro utilizado como critério de seleção da função polinomial e escolhido a equação polinomial do segundo grau conforme o modelo abaixo (Equação 4).

$$Y = e^{(a+bx+cx^2)} \quad (4)$$

em que:

Y = valor da variável em estudo: Massa Seca Total (MST) e Área foliar (AF);

x = dias após transplante (DAT); e

a, b e c = constantes de ajuste da regressão para a equação polinomial do 2º grau.

A partir dessas equações foram derivadas as Taxas de Crescimento Relativo (TCR), Taxas de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa de Assimilação Líquida (TAL) e a Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), assumindo implicitamente que o crescimento da cultura é uma função do tempo, conforme descrito por PEREIRA & MACHADO (1987).

A TCR foi calculada derivando a equação ajustada do logaritmo de MST em função do tempo, conforme Equação 5.

$$TCR = \frac{d[\ln(MST)]}{dt} \text{ em: } g \cdot g^{-1} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (5)$$

A TCA foi obtida através da multiplicação da TCR pela exponencial do logaritmo da MST, conforme a equação 6.

$$TCA = \frac{\left(\frac{d(\ln MST)}{dt} \right)}{\text{Exp}(\ln MST)} \text{ em: } g \cdot \text{planta} \cdot \text{dia}^{-1} \quad (6)$$

A TAL, em gramas de fitomassa por m² de folha por dia, que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração (PEREIRA & MACHADO, 1987), foi obtida utilizando os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca total, divididos pela área foliar (AF), segundo a equação 7.

$$TAL = \left[\frac{d[\ln(MST)]}{Exp(\ln MST)} \right] / Exp(\ln AF) \text{ ou:} \quad (7)$$

$$TAL = \frac{\{[b + 2cx]/[e^{(a+bx+cx^2)}]\}}{[e^{(a'+b'x+c'x^2)}]} \text{ em: g.m}^2_{\text{folha}}.\text{dia}^{-1} \quad (7)$$

em que:

a b e c = constantes de ajustes da regressão para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da MST;

a' b' e c' = constantes de ajustes da regressão para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da AF; e

x = dias após o transplante (DAT).

O Índice de Área Foliar (IAF) foi obtido pela divisão da área foliar média de uma planta (AF), pela área de solo ocupada por uma planta (AS), conforme a equação 8. Segundo PIMENTEL (1998), o IAF é uma expressão da densidade populacional por área cultivada, dado pela relação entre a área foliar desenvolvida pela planta e a área de solo disponível para essa planta (espaçamento).

$$IAF = \frac{AF}{AS} \text{ em: m}^2_{\text{folha}}.\text{m}^{-2}_{\text{solo}}.\text{dia}^{-1} \quad (8)$$

A TCC, expressa em gramas por m² de solo por dia, é uma variável fisiológica que indica a quantidade de fitomassa acumulada por unidade de área de solo explorada, durante um período de tempo. Ela foi obtida através da derivada da equação ajustada da curva de acúmulo de matéria seca por unidade de área de solo, em relação ao tempo, onde se determinou os valores instantâneos, conforme a equação 9.

$$TCC = TAL \times IAF \text{ em: g.m}^2_{\text{solo}}.\text{dia}^{-1} \quad (9)$$

Devido a incidência de requeima foram colhidos apenas os dois primeiros cachos de frutos, e a quantificação da produção foi efetuada a partir de valores obtidos da produção média de dez plantas e as classes de frutos foram estabelecidas conforme LUEGO et al. (1999), e aplicado o teste Tukey, a 5% de significância, que foi usado para comparação da produção dos frutos do tomateiro dentro dos tratamentos. Todos os dados foram analisados através do programa de análise estatística SISVAR 5,0.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura máxima, média e mínima registradas durante o período experimental se encontram na Figura 1, sendo que o valor mais elevado de temperatura registrado durante o período experimental foi de 33°C, e a média das temperaturas máximas foi de 27°C. O menor valor de temperatura mínimo registrado foi de 11°C, e a média das temperaturas mínimas foi de 16°C, enquanto os valores de temperatura média variaram de 17 a 26°C, com média de 21°C. Segundo FILGUEIRA (2008) as temperaturas ótimas para o tomateiro são de 21-28°C, de dia, e 15-20°C, de noite, variando da idade da planta e da cultivar e, portanto, as temperaturas máximas foram elevadas para o tomateiro, o que pode reduzir a produtividade (PIMENTEL, 1998).

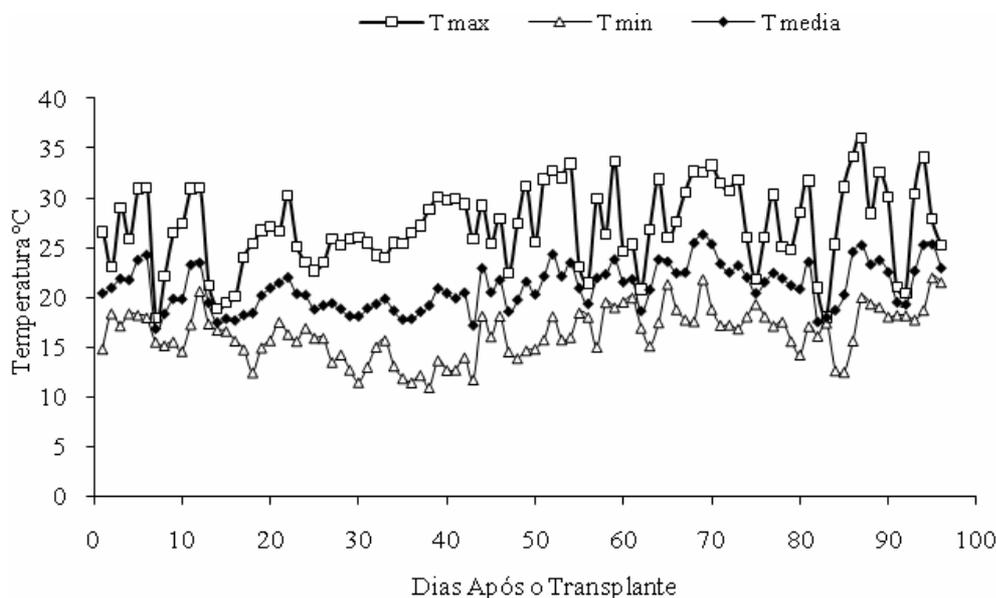


Figura 1: Valores de temperatura máxima mínima e média registrados durante o período experimental, equivalentes aos 95 dias após o transplante, que foi de 10 de junho de 2008 até 13 de setembro de 2008, em Seropédica-RJ.

Os valores de precipitações registrados durante o período experimental se encontram na figura 2, com totais para os meses de junho, julho, agosto e setembro de 22 mm, 16 mm, 112 mm e 8 mm respectivamente.

Os valores diários da evapotranspiração da cultura do tomateiro (Figura 2) foram calculadas através da evapotranspiração de referência (ET_o) gerada a partir do Tanque Classe A e dos valores do coeficiente de cultivo (k_c) citados por DOORENBOS & KASSAN (1994).

O balanço hídrico (BH) quinquidial (5 dias) calculado (Figura 2), que foi obtido subtraindo-se a evapotranspiração da cultura do tomateiro (ET_c) das precipitações diárias (P_{Pt}), durante o período experimental, enquanto a P_{Pt} total foi de 157 mm e a ET_c total foi de 238 mm e, com isso, o BH total gerou um déficit hídrico de 81 mm, durante o período experimental.

Segundo DOORENBOS & KASSAN (1994), as necessidades hídricas totais (ET_c), após o transplante, para a cultura do tomateiro produzida no campo com 90 a 120 dias são de 400 a 600 mm. Nas condições do experimento, embora o somatório da ET_c tenha sido em grande parte suprido pelo somatório da precipitação, ocorreu déficit hídrico significativo ao longo do

ciclo da cultura em razão da desuniformidade em que as precipitações ocorreram (Figura 2), onde se fez necessário o uso da irrigação.

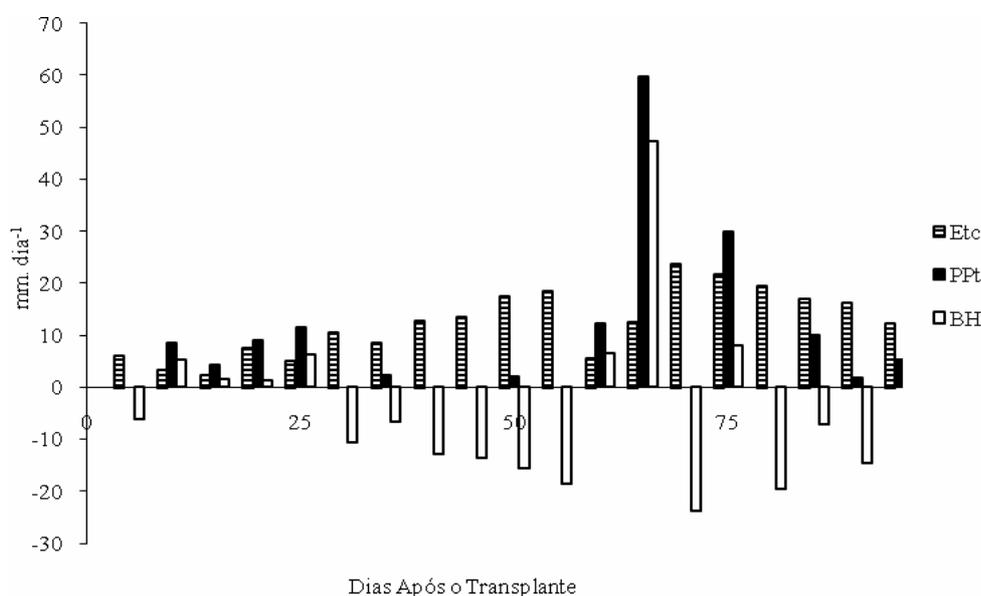


FIGURA 2: Evapotranspiração da cultura do tomateiro (ETc) em mm, Precipitação (Ppt) em mm e Balanço hídrico (BH= Ppt-ETc) quinquidial (5 dias), durante o período experimental, equivalentes aos 95 dias após o transplante, que foi de 10 de junho de 2008 até 13 de setembro de 2008.

Como a variação da área foliar (Tabela 1) em relação ao tempo é utilizada ao longo da análise de crescimento, para o cálculo das outras variáveis de crescimento (PEREIRA & MACHADO, 1987), foi realizada uma comparação entre as médias dos diferentes cultivar, em cada coleta, correspondendo aos dias após o transplante (DAT) em que as plantas foram avaliadas.

Tabela 1: Área Foliar em m² dos três cultivar de tomateiro obtido nas diferentes coletas nos respectivos Dias Após o Transplante (DAT).

TRAT	0 DAT	23 DAT	36 DAT	45 DAT	64 DAT	81 DAT	94 DAT
Carmen	0,01 b	0,01 b	0,11 a	0,19 a	0,42 a	0,47 a	0,43 a
Santa Clara	0,01 b	0,02 ab	0,14 a	0,18 a	0,49 a	0,50 a	0,54 a
Débora	0,02 a	0,03 a	0,12 a	0,22 a	0,49 a	0,66 a	0,71 a
CV	19,87	33,40	39,75	27,77	43,83	31,55	27,86

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

Observando os valores da área foliar dos quatro tratamentos, em relação ao tempo, se observa muito pouca variação entre os cultivar de tomateiro e o híbrido Débora plus apresentou valores absolutos mais elevados, na maioria das coletas em que as plantas foram avaliadas.

A mesma análise comentada para a AF se aplica à variação da massa seca total (MST), (TABELA2), em relação ao tempo, que é a outra variável medida e utilizada ao longo da análise de crescimento, para o cálculo das outras variáveis de crescimento (PEREIRA & MACHADO, 1987). Por isso, também foi realizada uma comparação entre as médias dos

valores de MST para os diferentes cultivar, em cada coleta, correspondendo aos dias após o transplante (DAT) em que as plantas foram avaliadas.

Tabela 2: Massa seca total em gramas por planta dos três cultivar de tomateiro obtido nas diferentes coletas nos respectivos Dias Após o Transplante (DAT).

TRAT	0 DAT	23 DAT	36 DAT	45 DAT	64 DAT	81 DAT	95 DAT
Carmen	0,52 b	1,03 b	9,79 a	30,20 a	83,29 a	130,56 a	132,91 a
Santa Clara	0,81 b	1,67 ab	11,16 a	34,06 a	80,26 a	118,69 a	148,46 a
Débora	1,13 a	2,34 a	10,75 a	40,69 a	89,02 a	159,82 a	175,02 a
CV	17,57	21,03	38,01	25,75	38,45	27,45	18,49

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

Observando a variação da massa seca total dos três cultivar em relação ao tempo foi constatado que na primeira avaliação o híbrido Débora plus apresentou maior massa seca total. Na segunda avaliação esse mesmo híbrido, teve maior MST que o outro híbrido, Carmen, mas se igualou à variedade Santa Clara. Já nas demais avaliações não houve variação da fitomassa acumulada pelos diferentes cultivares.

A Taxa de Crescimento Relativo TCR (Figura 3) representa o incremento de peso de matéria seca por peso de matéria seca já existente na planta, num dado intervalo de tempo, ou seja, ela represente a relação entre a fitomassa acumulada pela fitomassa pré-existente por unidade de tempo (PAIVA & OLIVEIRA, 2006). A Figura 3 apresenta a TCR em gramas de massa seca acumulada por gramas de massa seca total da planta por dia.

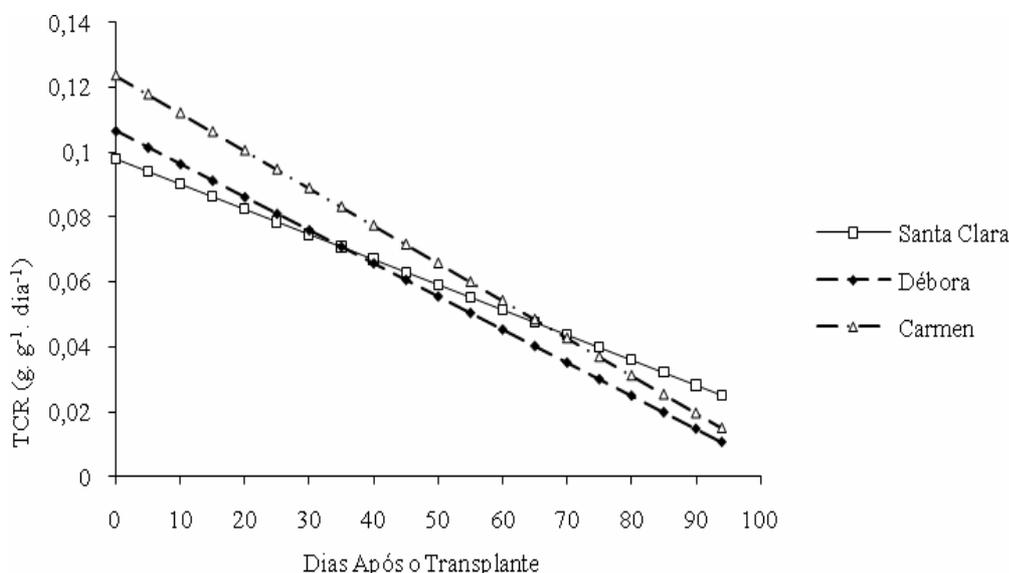


Figura 3: Taxa de Crescimento Relativo (TCR) dos três cultivar de tomateiro nos respectivos dias após o transplante.

Os valores da TCR dos diferentes cultivar de tomateiros tiveram o mesmo padrão de redução. No início quando a planta ainda é pequena a fitomassa acumulada é de grande magnitude em comparação com a fitomassa pré-existente da planta. Pois à medida que ela cresce, aquela fitomassa acumulada diariamente perde em magnitude em relação àquela já fixada pela planta, e a TCR tende a decrescer.

No entanto, a inclinação da reta dá uma idéia da velocidade do crescimento, ou seja, quanto mais íngreme for à reta maior a velocidade de crescimento. Dessa forma, observando a Figura 3, se nota que a cultivar Santa Clara apresenta inclinação da reta menos acentuada, levando a concluir que seu crescimento é mais lento quando comparado com os híbridos Carmem e Débora plus.

A Taxa de Crescimento Absoluto TCA representa a quantidade de fitomassa acumulada por dia em função dos dias após o transplante, e a capacidade de produção de fitomassa da cultura (PEREIRA & MACHADO, 1987). A Figura 4 apresenta os valores da TCA em gramas de fitomassa acumulada por metro quadrado de folha por dia.

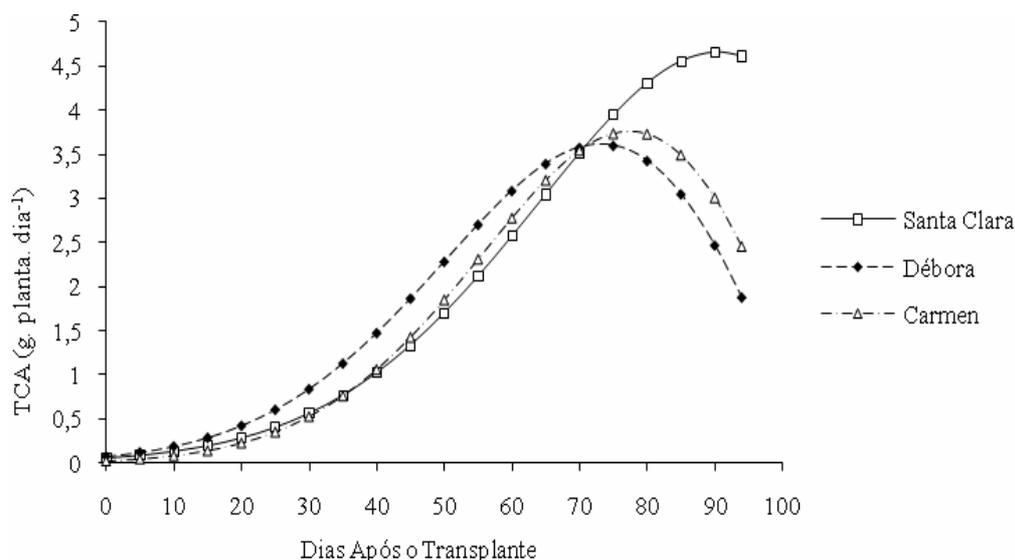


Figura 4: Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) dos três cultivar de tomateiro nos respectivos dias após o transplante.

Observando os valores da TCA, note-se que o pico máximo de acumulação de fitomassa do híbrido Débora plus ocorreu aos 75 DAT, do híbrido Carmem ocorreu aos 80 DAT, e da cultivar Santa Clara ocorreu aos 90 DAT. Isso mostra que há uma diferença cronológica de crescimento dos híbridos em relação à variedade Santa Clara de modo que a variedade apresenta um crescimento mais lento, mas maior no seu ápice, pois seu pico máximo de acúmulo de fitomassa foi atingido mais tarde (Figura 4), mantendo valores de TCR maiores (Figura 3) no final do ciclo, mostrando que a cultivar Santa Clara apresentou crescimento mais lento em relação aos híbridos.

A Taxa de Assimilação líquida (TAL), que representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido por meio da respiração (PEREIRA & MACHADO, 1987), ou seja, é a variação do material orgânico formado num dado momento, permitindo, portanto, estimar a fotossíntese líquida e indicando a eficiência do mecanismo fotossintético (Figura 5).

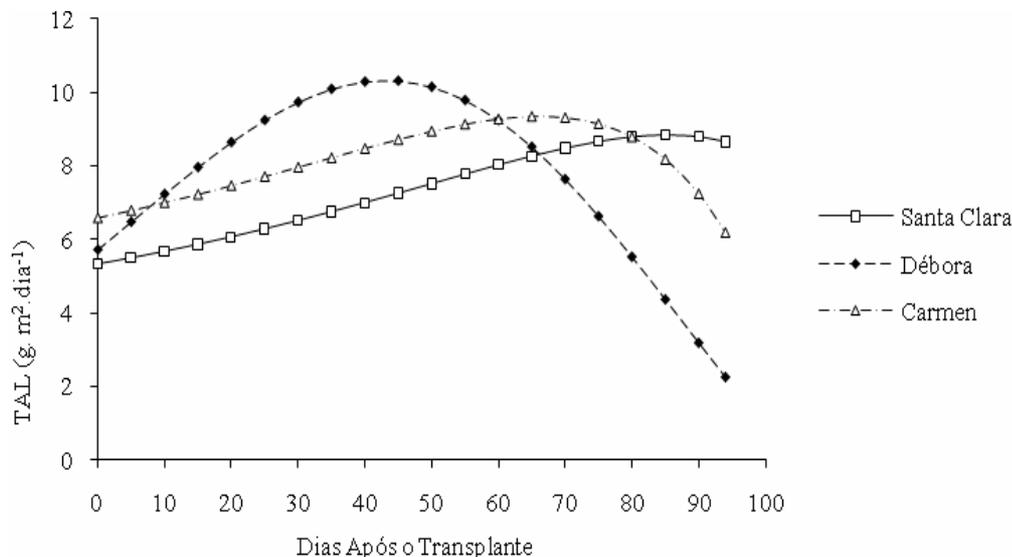


Figura 5: Taxa de Assimilação Líquida (TAL) dos três cultivar de tomateiro nos respectivos dias após o transplante.

Em relação a TAL, se observa que os diferentes cultivar tiveram comportamento diferente. O híbrido Carmen e a cultivar Santa Clara apresentaram, no início, um crescimento mais lento que o híbrido Débora plus, atingindo o pico máximo mais tardiamente, e decrescendo no final do ciclo, porém, com valores e tempos diferentes. Já o híbrido Débora plus teve maior aumento inicial da TAL e atingiu o pico máximo da TAL aos 45 DAT, enquanto que o híbrido Carmen atingiu o pico máximo da TAL aos 70 DAT, e a Cultivar Santa Clara atingiu o pico máximo da TAL aos 85 DAT.

Os valores da TAL da cultivar Santa Clara foram menores do que os valores do híbrido Débora plus até aos 65 DAT, e menores do que os valores do híbridos Carmen até aos 80 DAT, e a partir desta data, os valores da TAL da cultivar Santa Clara foram superiores. Isso mostra que o híbrido Débora plus apresentou crescimento mais rápido no início e entrou em senescência mais cedo, apresentando assim um ciclo menor. Como a cultivar Santa Clara apresentou valores de TAL mais elevado após os 80 DAT, isso mostra que essa cultivar apresenta o ciclo mais longo, pois atingiu o pico máximo da TAL posteriormente aos híbridos.

Segundo PIMENTEL (1998), o índice de área foliar (IAF) é uma expressão da densidade populacional, dado pela relação entre a área foliar desenvolvida pela planta e a área de solo disponível para essa planta (espaçamento). A Figura 6 apresenta os valores do IAF ocorrido ao longo do experimento.

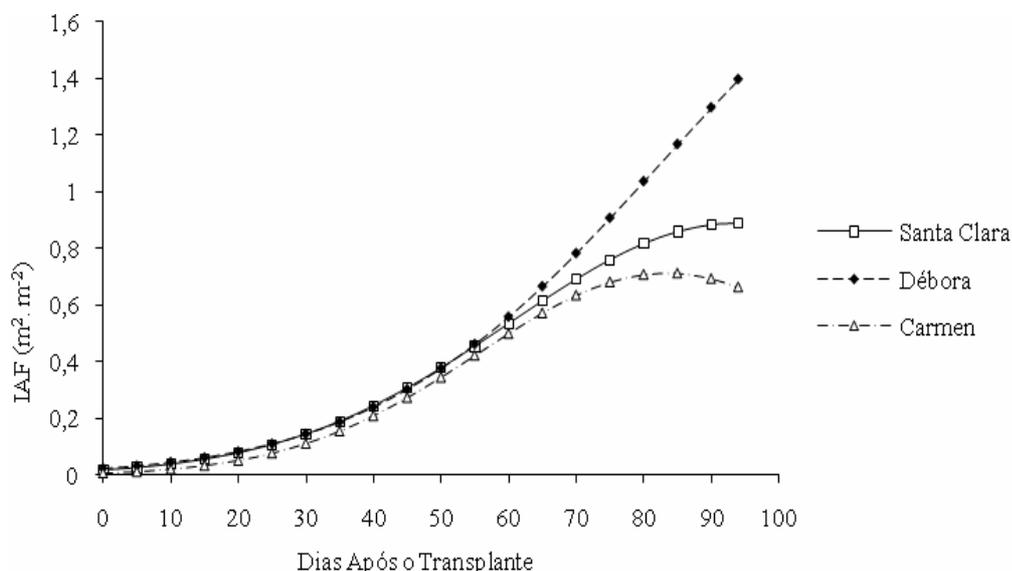


Figura 6: Índice de Área Foliar (IAF) dos três cultivar de tomateiro nos respectivos dias após o transplante.

Observando o IAF nota-se que os três cultivar teve valores parecidos desde o início até aos 60 DAT, a partir deste ponto o híbrido Débora apresentou valores mais elevados até o final do período em que as plantas foram avaliadas, a cultivar Santa Clara ficou com valores intermediários, e o híbrido Carmem com os menores valores de IAF.

A taxa de Crescimento da Cultura (TCC), (Figura 7), representa o acúmulo de produto fotossintético por unidade de área de solo por tempo (PEREIRA & MACHADO, 1987).

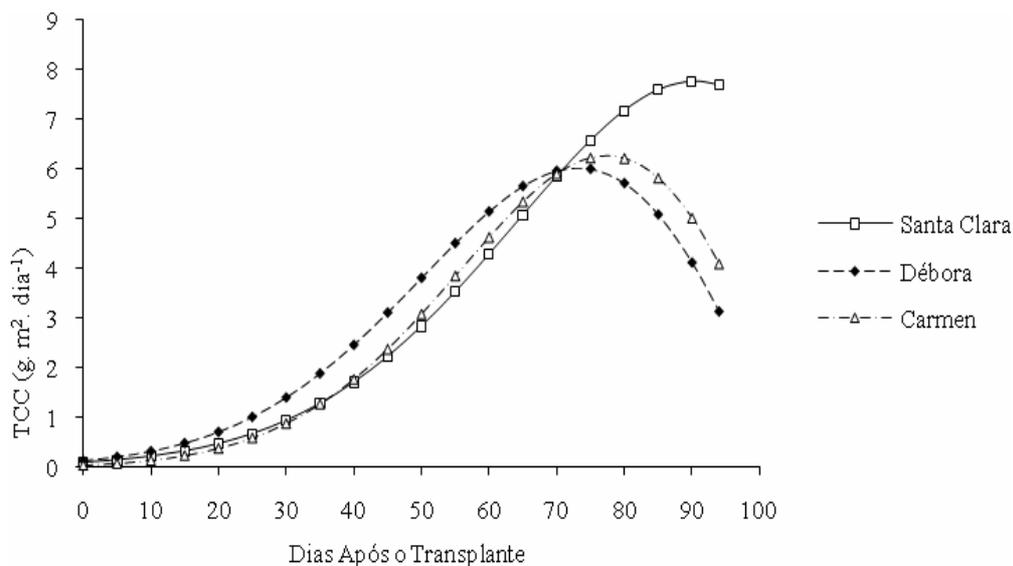


Figura 7: Taxa de Crescimento da Cultura (TCC) dos três cultivar de tomateiro nos respectivos dias após o transplante.

Observando a TCC nota-se que os diferentes cultivar tiveram o mesmo comportamento da TCA (Figura 4), no início com um crescimento lento até atingir o pico máximo, mais cedo para os híbridos, e decrescendo a partir deste ponto. Já a cultivar Santa Clara apresentou aumento contínuo da TCC até o final do ciclo, com apenas um ligeiro decréscimo na última coleta. Os híbridos tiveram a TCC muito parecidas, enquanto que a cultivar Santa Clara teve valores inferiores até aos 70 DAT, mas a partir do qual seus valores de TCC se tornaram superiores, até o final do período avaliado. Como a cultivar Santa Clara apresenta maiores valores de TCC a partir dos 70 DAT, mostra que o seu ciclo em comparação com os híbridos apresenta maior duração.

Observando os valores do IAF (Figura 6) do híbrido Débora plus nota-se que a partir dos 60 DAT eles foram mais elevados em todo o experimento. Porém, olhando a TCC (Figura 7), desse mesmo híbrido a partir dos 70 DAT, se nota que ele não alcançou os maiores valores. Isso mostra que o híbrido Débora plus teve um crescimento vegetativo inicial maior, provocando maior auto-sombreamento das folhas, o que provocaria essa redução no acúmulo de fitomassa e TCC (Figura 7) no final do ciclo. Isso está de acordo com ROSSIELO (1987) quando afirma que aumento do IAF, promovido por auto-sombreamento das folhas, causam decréscimo na produção de matéria seca. Os resultados aqui encontrados estão conforme aos estudos feitos por LUCCHESI (1984), afirmando que o IAF aumenta durante o ciclo da cultura, atingindo um valor ótimo quando a TCC é máxima. Isso foi observado neste experimento, pois a cultivar Santa Clara, que com valores inferior de IAF ao híbrido Débora plus, teve valores mais elevados de TCC a partir dos 70 DAT.

Pelo resultado obtido por meio da análise de crescimento desse experimento, se pode observar que a cultivar Santa Clara apresenta o ciclo mais longo em comparação com os híbridos Carmen e Débora plus, com maior TCC no final do ciclo, e que um elevado IAF nem sempre representa elevado acúmulo de fitomassa, como visto com os valores de IAF e de TCC obtido para o híbrido Débora plus.

Em relação aos frutos com defeitos (Tabela 3) foi observado que houve maior incidência de frutos com rachaduras no híbrido Carmen e maior incidência de podridão apical no híbrido Débora, e maior incidência de podridão mole na cultivar Santa Clara.

Tabela 3. Massa de frutos com defeitos em toneladas por hectares obtido pela produção médias de 10 plantas e comparadas pelo teste de tukey, em Seropédica-RJ, UFRRJ, 2008. Onde: BR (produção de frutos brocados), PQ (produção de frutos com queimadura de sol), RA (produção de frutos com rachadura), PA (produção de frutos com podridão apical), PMo (produção de frutos com podridão mole) e DF (produção de frutos deformados).

Trat	BR	PQ	RA	PA	PMo	DF
Carmen	0,83 a	0,22 a	8,43 a	0,00 b	0,12 b	0,55 a
Sta.Clara	1,04 a	0,87 a	0,71 b	0,97 b	0,44 a	0,48 a
Débora plus	0,85 a	0,31 a	0,00 b	2,42 a	0,00 b	0,47 a
CV	10,51	15,82	33,63	23,59	24,45	27,32

Tratamentos irrigados com 80% da ETc obtida a partir do Tanque Classe A, sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 4 apresenta a produção de frutos comerciais por tamanho dos três genótipos de tomateiros avaliados.

Tabela 4. Massa de frutos comerciais em toneladas por hectares obtido pela produção média de 10 plantas e comparadas pelo teste de tukey, em Seropédica-RJ, UFRRJ, 2008. Onde: PG (produção de frutos grandes), PM (produção de frutos médios), PP (produção de frutos pequenos), PD (produção de frutos com defeitos), e PT (produção de frutos total).

Trat	PG	PM	PP	PD	PT
Carmen	2,53 b	7,30 b	10,23 a	10,15 a	30,21 a
Sta. Clara	6,44 a	9,09 b	2,07 b	4,51 b	22,11 a
Débora plus	2,50 b	14,82a	4,78 b	4,04 b	26,14 a
CV	11,88	14,30	17,72	10,32	11,52

Tratamentos irrigados com 80% da ETc obtida a partir do Tanque Classe A, sendo que médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observando os resultados da produção comercial (Tabela 4), nota-se que a variedade Santa clara teve maior produção de frutos grandes, o híbrido Débora plus teve maior produção de frutos médios e o híbrido Carmen teve maior produção de frutos pequenos e de frutos com defeitos. E os resultados apresentados na Tabela 3 verifica-se que a maior incidência de rachadura nos frutos (RA) do híbrido Carmen, provavelmente foi ocasionada pela absorção excessiva de água pelo fruto, o em consequência da pressão de turgor, o que acabou por excluir os frutos de maior diâmetro, com rachaduras, do padrão comercial e aumentou a produção de frutos com defeitos (LOPES et al., 2005).

O híbrido Debora plus é do tipo longa vida estrutural, onde o melhoramento genético buscou aumentar a frequência dos alelos favoráveis para maior firmeza do pericarpo, e praticamente todas as cultivares do tipo longa vida estrutural descendeu direta e indiretamente de cultivar de tomateiro desenvolvido para o processamento industrial (VECCHIA & KOCH, 2000).

Já o híbrido Carmen, que também é um tomate longa vida, foi obtido por meio de melhoramento genético pela utilização de mutantes de amadurecimento. Em frutos destes mutantes, durante o processo de amadurecimento, ocorre redução drástica na degradação das paredes celulares das células do pericarpo, na síntese do etileno e de carotenóides e na respiração do fruto, o que lhes proporciona uma vida pós-colheita mais prolongada (VECCHIA & KOCH, 2000).

Assim, devido a maneira como os tomates longa vida foram desenvolvidos e sua constituição genética, pode explicar a redução de rachaduras no híbrido Débora plus que possui maior resistência do pericarpo, e a maior ocorrência de rachadura nos frutos do híbrido Carmen por possuir menor resistência do pericarpo.

Isso mostra que o regime de irrigação não foi ideal para o híbrido Carmen. Pois, a quantidade de água aplicada foi em excesso. Mais estudos necessitam ser realizado com essas cultivar, mas o híbrido Carmen pode ser cultivado com menos de 80% da ETc, o que pode ser uma vantagem para o agricultor, gastando menos água e energia.

Já para o híbrido Débora plus com a mesma quantidade de água aplicada não promoveu rachaduras nos frutos, sendo, portanto, mais adequado, como híbrido, para esse regime de irrigação, uma vez que não houve rachadura nos frutos. Porém, houve maior incidência de podridão apical, que é um distúrbio causado por deficiência de cálcio, mas o manejo da água também pode interferir (LOPES et al., 2005).

Os resultados desse estudo mostram que as exigências hídricas dos diferentes genótipos de tomateiro são diferentes, e que o manejo visando à otimizar a aplicação de recursos deverá atender a cada uma dessas exigências com sua particularidade em cada genótipo. Assim a quantidade de água exigida pelo híbrido “Carmen” é inferior a quantidade de água exigida pelo híbrido “Débora plus”. Indicando a necessidade de estudos com estratégias de irrigação nos diferentes genótipos de tomateiros.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEADLE, C. L. Growth analysis. In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 3, p.36-46.
- BERNARDO, Salassier; SOARES, Antonio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2008. 625p.
- CANSADO JUNIOR, F. L.; CAMARGO FILHO, W. P.; ESTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. Informes Agropecuário, n.24, p.7-18, 2003.
- COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de; CONCEIÇÃO, M. A. F.; DUARTE, J. do O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.12, p.1959-1968, 1994.
- DE-POLI, Helvécio; ALMEIDA, Dejair; SANTOS, Gabriel de Araújo; CUNHA, Lúcia Helena; Freire, Luiz Rodrigues; AMARAL SOBRINHO, Nelson, Moura Brasil do; PEREIRA, Newton Novo Costa; EIRA, Paulo Augusto da; BLOISE, Raphael Minotti; SALEK, Ronaldo Correa. Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí RJ: Edur, 1988. 179p.
- DOORENBOS, L.; KASSAN, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas; tradução de H.R.Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F. de Medeiros. Campinas Grande, UFPR, 1994; xxiv, 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- FERREIRA, Sila Mary Rodrigues, FREITAS, Renato João Sossela de and LAZZARI, Elisa Noemberg. Identity and quality standards of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) for fresh consumption. Ciencia. Rural, vol.34, no.1, p.329-335. 2004.
- FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV 2008. 421p.
- GOMES, Arão Araújo.; ARAÚJO, Adelson Paulo.; ROSSIELO, Roberto Oscar Pereyra.; PIMENTEL, Carlos. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.35, n.10, p.1922-1937, 2000.
- HARMANTO, V. M., SALOKHE, BABEL, M. S.,TANTAU, H. J. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agricultural Water Managemen. vol. 71 n.226, p.225-242, 2005.
- HUNT, Roderick. Plant growth analysis. London: Edward Arnold, 1978. 67p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.br/home/> acesso em março de 2011.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; REIS, A.; INOUEENAGATA, A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; HENZ, G. P.; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. 2005. Doenças do Tomateiro. Brasília, 2º ed: Embrapa Hortaliças. 2005. 151p.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática da análise de crescimento. Anais da Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. V.41, p.181-202, 1984.

LUEGO, Rita de Fátima Alves; CALBO, Adonai Gimenez; LANA, Milza Moreira; MORETTI, Celso Luiz; HENZ, Gilmar Paulo. Classificação de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1999. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/public/classificacao.doc>. Acesso em março de 2011.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; OLIVEIRA, C. A. da S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.260, n.9, p.1531-1537, 1991.

MAROUELLI, W. A. & SILVA, W. L. C. Tomateiro para processamento industrial: irrigação e fertirrigação por gotejamento. Circular técnica 30, Brasília-DF, 2002.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensão de água no solo, sob irrigação por gotejamento. Engenharia agrícola, Jaboticabal, v.23, n.1, p1-8, 2003.

MAROUELLI, W. A. & SILVA, W. L. de C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40, n.7, p.661-666, 2005.

MONTE, José A; PACHECO, Adilson de S.; CARVALHO, Daniel F de.; PIMENTEL, Carlos. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. Horticultura Brasileira, v. 27, n.2, 222-227, 2009.

NASCIMENTO, J. M. S. do; LIMA, L. A.; CARARO, D. C.; CASTRO, E. M.; SILVA, M. V. G. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em um sistema de gotejamento para pequenas propriedades. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.33, Edição Especial, p.1728-1733, 2009.

PAIVA, Renato; OLIVEIRA, Lenaldo Munis de. Fisiologia e produção vegetal. Lavras-MG: Editora UFLA, 2006. 104p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento vegetal. Campinas-SP: Instituto Agrônomo de campinas, Boletim Técnico, n.114, 1987. 33p.

PIMENTEL, C. Metabolismo do carbono na agricultura tropical. Seropédica: Edur, 1998. 150p.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A da; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. Horticultura Brasileira, v.27, n.2, p228-234, 2009

RAMOS, Doracy Pessoa.; CASTRO, Abeilardo Fernando de.; CAMARGO, Marcelo Nunes. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.8: p.1-27, 1973.

REBOUÇAS, M. A. A.; FAÇANHA, J. G. V.; PEREIRA, L. G. R.; PRISCO, J. T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v.1, p.79-85, 1989.

ROBERTS, M. J; LONG, S. P; TIESZEN, L. L; BEADLE, C. L. Measurement of plant biomass and net primary production of herbaceous vegetation. In: In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; and LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 1, p.1-21.

ROSSIELO, R.O.P. Bases Fisiológicas da Acumulação de Nitrogênio e Potássio em cana-de-Açúcar (*Saccharum* ssp., cv. NA 56-79) em Resposta à Adubação Nitrogenada em Cambissolo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1987. 172p. Tese de Doutorado.

SANTOS, Francisco José de Seixas.; LIMA, Raimundo Nonato de.; CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo.; SOUZA, Francisco de. Irrigação do Melão: Manejo através do Tanque Classe A. Circular técnica 11, Fortaleza-CE, 2001.

STONE, Luís Fernando & SILVA, Silvando Carlos da. Uso do Tanque Classe A no Controle da Irrigação do Arroz de Terras Altas Cultivado sob Plantio Direto. Circular técnica 63, Goiânia-GO EMBRAPA-CNPAP, 2004.

VECCHIA, Paulo Tarcísio Della & KOCH, Paulo Sérgio. Tomate longa vida: o que são, como foram desenvolvidos? Horticultura Brasileira. v.18, n.1, 2000.

WALLACE, D.H.; MUNGER, H.M. Studies of the physiological basis for yield differences. II. Variations in dry bean varieties. Crop. Sci., Madison. V.6, p.503-507, 1966.

WAMSER, A. F.; MUELLER, S.; BECKER, W. F.; SANTOS, J. P. dos. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. Horticultura Brasileira, v. 25, n.2, 238-243, 2007.

5 CONCLUSÕES GERAIS

1. A reposição de água correspondente a 100 e 120% da ETc durante o ciclo do tomateiro nas condições edafoclimáticas de Seropédica-RJ resultou em maior crescimento vegetativo, proporcionando maior produção total de frutos do tomateiro, com aumento na produção de frutos defeituosos.

2. A lâmina máxima de irrigação recomendada para o cultivo de inverno do tomateiro na região de Seropédica-RJ deve corresponder a 80% da ETc por apresentar produção comercial semelhante ao tratamentos irrigados com lâminas superiores e menor produção de frutos defeituosos.

3. O turno de rega de três dias foi o mais recomendado, em termos econômicos, para o tomateiro no inverno em Seropédica-RJ.

4. Os valores das taxas de crescimento do tomateiro no cultivo de inverno foram mais elevadas do que os valores das taxas de crescimento do cultivo de tomateiro do verão em Seropédica-RJ.

5. A variedade Santa Clara apresenta o ciclo mais longo, em comparação com os híbridos Carmen e Débora.

6. Alto valor de índice de área foliar nem sempre representa elevado acúmulo de fitomassa se houver auto-sombreamento das folhas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ALMEIDA, Frederico T. de; BERNARDO, Salassier; SOUSA, Elias F. de; MARIN, Sérgio L. D; GRIPPA, Sidney. Análise econômica baseada em funções de resposta da produtividade versus lâminas de água para o mamoeiro no norte fluminense. Engenharia Agrícola. Jaboticabal-SP, v.24, n.3, p.675-683, 2004.

ANDRADE, Alex Carvalho; FONSECA, Dilermando Miranda da; LOPES, Rogério dos Santos; NASCIMENTO JÚNIOR, Domício do; CECON, Paulo Roberto; QUEIROZ, Domingos Sávio; PEREIRA, Dalton Henrique; REIS, Sidnei Tavares. Análise de crescimento do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 2, p.415-423, 2005.

BEADLE, C. L. Growth analysis. In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 3, p.36-46.

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antonio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2008. 625p.

CANSADO JUNIOR, F. L.; CAMARGO FILHO, W. P.; ESTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. Informes Agropecuário, n.24, p.7-18, 2003.

COELHO, Eugenio Ferreira; OR, Dani. Modelo de distribuição de água e de potencial matricial no solo sob gotejamento com extração de água por raízes. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília, v.34, n.2, p.225-234, fev. 1999.

COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de; CONCEIÇÃO, M. A. F.; DUARTE, J. do O. Comportamento da cultura do tomateiro sob quatro regimes de irrigação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.12, p.1959-1968, 1994.

DE-POLI, Helvécio; ALMEIDA, Dejair; SANTOS, Gabriel de Araújo; CUNHA, Lúcia Helena; Freire, Luiz Rodrigues; AMARAL SOBRINHO, Nelson, Moura Brasil do; PEREIRA, Newton Novo Costa; EIRA, Paulo Augusto da; BLOISE, Raphael Minotti; SALEK, Ronaldo Correa. Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí RJ: Edur, 1988. 179p.

DOORENBOS, L.; KASSAN, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas; tradução de H.R.Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F. de Medeiros. Campinas Grande, UFPR, 1994; xxiv, 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGE, F. L.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. Horticultura brasileira, v.19, n.3, p.232-237, 2001.

FERREIRA, Sila Mary Rodrigues, FREITAS, Renato João Sossela de and LAZZARI, Elisa Noemberg. Identity and quality standards of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) for fresh consumption. Ciencia. Rural, v.34, no.1, p.329-335, 2004.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. – 3.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV 2008. 421p.

GOMES, Arão Araújo.; ARAÚJO, Adelson Paulo.; ROSSIELO, Roberto Oscar Pereyra.; PIMENTEL, Carlos. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.35, n.10, p.1922-1937, 2000.

GOMES, Eder P.; MARQUES, Sebastião R.; CAMPOS Murilo A.; BERTOLUCI, Antônio Carlos F.; MATSURA, Edson E. Avaliação da uniformidade de irrigação por gotejamento na cultura de tomate de mesa. Workshop tomate na unicamp: perspectivas e pesquisas. Campinas, 2003.

GUIMARÃES CM; STONE LF; NEVES PCF. Eficiência produtiva de cultivares de arroz com divergência fenotípica. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental 12: 465–470, 2008.

HARMANTO, V. M., SALOKHE, BABEL, M. S., TANTAU, H. J. Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agricultural Water Management. vol. 71 n.226, p.225-242, 2005.

HUNT, Roderick. Plant growth analysis. London: Edward Arnold, 1978. 67p.

HUNT, Roderick. Basic growth analysis. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.ibge.br/home/> acesso em março de 2011.

KIRDA, C; CETIN, M; DASGAN, Y; TOPCU, S; KAMAN, H; EKICI, B; DERICI, M.R; OZGUVEN, A.I. (2004). Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. Agricultural Water Management 69: 191–201.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; REIS, A.; INOUE-NAGATA, A.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; HENZ, G. P.; CHARCHAR, J. M.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. 2005. Doenças do Tomateiro. Brasília, 2º ed: Embrapa Hortaliças. 2005. 151p.

LORITE, I. J.; MATEOS, L.; ORGAZ, F ; FERERES, E. Assessing deficit irrigation strategies at the level of an irrigation district. Agricultural Water Management, v.91, p.51-60, 2007.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática da análise de crescimento. Anais da Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. V.41, p.181-202, 1984.

LUEGO, Rita de Fátima Alves; CALBO, Adonai Gimenez; LANA, Milza Moreira; MORETTI, Celso Luiz; HENZ, Gilmar Paulo. Classificação de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1999. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/public/classificacao.doc>. Acesso em março de 2011.

MACÊDO, Ladilson de Souza & ALVARENGA, Marco Antônio Rezende. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento e qualidade do tomateiro em ambiente protegido. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 2, p. 296-304, 2005.

MANTOVANI, Everardo Chartuni; BERNARDO, Salassier; PALARETTI, Luiz Fabiano. Irrigação princípios e métodos. 2.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2007. 358p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; OLIVEIRA, C. A. da S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.260, n.9, p.1531-1537, 1991.

MARQUELLI, W. A. & SILVA, W. L. C. Tomateiro para processamento industrial: irrigação e fertirrigação por gotejamento. Circular técnica 30, Brasília-DF, 2002.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensão de água no solo, sob irrigação por gotejamento. Engenharia agrícola, Jaboticabal, v.23, n.1, p1-8, 2003.

MARQUELLI, W. A. & SILVA, W. L. de C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40, n.7, p.661-666, 2005.

MARQUELLI, W. A. & SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. Horticultura brasileira, v.24, n.3, p.342-346, 2006.

MONTE, José Antônio. Manejo de irrigação na cultura do tomateiro, em campo, na região de Seropédica-RJ. Seropédica: UFRRJ 2007. 43.: il. Dissertação de mestrado.

MONTE, José A; PACHECO, Adilson de S.; CARVALHO, Daniel F de.; PIMENTEL, Carlos. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. Horticultura Brasileira, v. 27, n.2, 222-227, 2009.

MURAYAMA, Shizuto. Horticultura. 2 ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1983. 329p.

NASCIMENTO, J. M. S. do; LIMA, L. A.; CARARO, D. C.; CASTRO, E. M.; SILVA, M. V. G. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em um sistema de gotejamento para pequenas propriedades. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.33, Edição Especial, p.1728-1733, 2009.

PAIVA, Renato; OLIVEIRA, Lenaldo Munis de. Fisiologia e produção vegetal. Lavras-MG: Ed. UFLA, 2006. 104p.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento vegetal. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, (Boletim Técnico, n.114), 1987. 33p.

PEREIRA, Carlos Rodrigues. Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura da soja sob diferentes condições ambientais. Viçosa: UFV 2002. 282p. : il. Tese de doutorado.

PIMENTEL, A. A. M. P. Olericultura no trópico úmido: Hortaliças na Amazônia, Editora Ceres LTDA, São Paulo, 1985.

PIMENTEL, C. Metabolismo do carbono na agricultura tropical. Seropédica-RJ: Edur, 1998. 150p.

PIMENTEL, C. Efficiency of nutrient use by crops for low input agro-environments.. In: Rana P. Singh; Niharika Shankar; Pawan K. Jaiwal. (Org.). Focus on plant agriculture: 1 Nitrogen nutrition in plant productivity. Houston: Studium Press, LLC, 2006, p.277- 328.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A da; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. Horticultura Brasileira, v.27, n.2, p228-234, 2009

PRIETO, M.H.; LÓPEZ, J.; BALLESTEROS, R. Influence of irrigation system and strategy of the agronomic and quality parameters of the processing tomatoes in Extremadura. Acta Horticulturae, v.487, p.575-579, 1999.

RAMOS, Doracy Pessoa.; CASTRO, Abeilardo Fernando de.; CAMARGO, Marcelo Nunes. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.8: p.1-27, 1973.

REBOUÇAS, M. A. A.; FAÇANHA, J. G. V.; PEREIRA, L. G. R.; PRISCO, J. T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. *Ver. Bras. Fisiol. Veg.*, Londrina, v.1, p.79-85, 1989.

REIS, L. S.; SOUSA, J. L. de; AZEVEDO, C. A.V. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegida. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.3, p.289-296, 2009.

ROBERTS, M. J; LONG, S. P; TIESZEN, L. L; BEADLE, C. L. Measurement of plant biomass and net primary production of herbaceous vegetation. In: In: HALL, D. O; SCURLOCK, J. M. O; BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R; LEEGOOG, R. C; and LONG, S. P. Photosynthesis and production in a changing environment. London: Chapman & Hall, 1995, capítulo 1, p.1-21.

ROSSIELO, R.O.P. Bases Fisiológicas da Acumulação de Nitrogênio e Potássio em cana-de-Açúcar (*Saccharum* ssp., cv. NA 56-79) em Resposta à Adubação Nitrogenada em Cambissolo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1987. 172p. Tese de Doutorado.

SAMPAIO, Regynaldo Arruda; FONTES, Paulo Cezar Rezende; SEDIYAMA, Carlos Siguelyuke. Resposta do tomateiro à fertirrigação potássica e cobertura plástica do solo. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.34, n.1, p.21-30, jan. 1999.

SANTOS, Francisco José de Seixas.; LIMA, Raimundo Nonato de.; CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo.; SOUZA, Francisco de. Irrigação do Melão: Manejo através do Tanque Classe A. Circular técnica 11, Fortaleza-CE. Dezembro, 2001.

SÁ, Nelson S. A. de.; PEREIRA, Geraldo M.; ALVARENGA, Marco A. R.; MATTIOLI, Wesley; CARVALHO, Jacinto de A.. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes

tensões de água no solo em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, Campina Grande, v.9, n.3, p.341-347, 2005.

SOBRAL, Vitor de Sá. Cultura do Tomate. Ed: Tecnoprint S.A. 1987. 123p.

SOUSA, Valdemício Ferreira de; COELHO, Eugênio Ferreira; SOUZA, Valdomiro Aurélio Barbosa de. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília, v.34, n.4, p.659-664, 1999.

STONE, Luís Fernando & SILVA, Silvando Carlos da. Uso do Tanque Classe A no Controle da Irrigação do Arroz de Terras Altas Cultivado sob Plantio Direto. Circular técnica 63, Goiânia-GO EMBRAPA-CNPAP, 2004.

VECCHIA, Paulo Tarcísio Della & KOCH, Paulo Sérgio. Tomate longa vida: o que são, como foram desenvolvidos? Horticultura Brasileira. v.18, n.1, 2000.

WALLACE, D.H.; MUNGER, H.M. Studies of the physiological basis for yield differences. II. Variations in dry bean varieties. Crop. Sci., Madison. V.6, p.503-507, 1966.

WAMSER, A. F.; MUELLER, S.; BECKER, W. F.; SANTOS, J. P. dos. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. Horticultura Brasileira, v. 25, n.2, 238-243, 2007.

ZEGBE-DOMÍNGUEZ, J. A.; BEHBOUDIAN, M. H.; LANG, A.; CLOTHIER, B. E.. Deficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in "Petoprite" processing tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.). Scientia Horticulturae, 505-510, 2003.

7 ANEXOS

Resultados dos testes de regressão da massa seca total (MST) do experimento com lâminas de irrigação no inverno em serpédica-RJ 2006 (Tabela 1).

Tabela 1: valores dos coeficientes de ajuste da regressão da massa seca total dos cinco tratamentos para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da MST.

TRAT	a	b	c	r ²
40% ETc	-1,065909	0,119359	-0,000556	98,37
60% ETc	-1,240909	0,129816	-0,000638	98,50
80% ETc	-1,054545	0,122971	-0,000589	97,58
100% ETc	-1,184091	0,125392	-0,000585	97,30
120% ETc	-0,984091	0,130073	-0,000633	95,75

Resultados dos testes de regressão da Área Foliar (AF) do experimento com lâminas de irrigação no inverno em serpédica-RJ 2006 (Tabela 2).

Tabela 2: valores dos coeficientes de ajuste da regressão da área foliar dos cinco tratamentos para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da AF.

TRAT	a	b	c	r ²
40% ETc	3,127273	0,105817	-0,000531	93,43
60% ETc	3,488636	0,102637	-0,000517	91,33
80% ETc	3,677273	0,094264	-0,000464	89,12
100% ETc	3,240909	0,113122	-0,000589	88,59
120% ETc	3,200000	0,114962	-0,000589	88,59

Resultados dos testes de regressão da Massa Seca Total (MST) do experimento com frequência de irrigação no inverno em serpédica-RJ 2007 (Tabela 3).

Tabela 3: valores dos coeficientes de ajuste da regressão da massa seca total dos quatro tratamentos para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da MST.

TRAT	a	b	c	r ²
TR1	8,077381	0,085034	-0,000418	96,62
TR2	8,047619	0,085459	-0,000412	96,31
TR3	8,142857	0,077381	-0,000364	97,82
TR4	7,410714	0,096514	-0,000466	96,08

Resultados dos testes de regressão da Área Foliar (AF) do experimento com frequência de irrigação no inverno em serpédica-RJ 2007 (Tabela 4).

Tabela 4: valores dos coeficientes de ajuste da regressão da área foliar dos quatro tratamentos para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da AF.

TRAT	a	b	c	r ²
TR1	-3,154762	0,087585	-0,000499	87,42
TR2	-3,220238	0,08631	-0,000493	88,98
TR3	-3,678571	0,090986	-0,000526	87,99
TR4	-3,476190	0,086310	-0,000479	90,63

Resultados dos testes de regressão da Massa Seca Total (MST) do experimento com três genótipos de tomateiro no inverno em serpédica-RJ 2008 (Tabela 5).

Tabela 5: valores dos coeficientes de ajuste da regressão da massa seca total dos três genótipos de tomateiro para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da MST.

TRAT	a	b	c	r ²
Carmen	-0,964169	0,10724	-0,000447	94,30
Débora plus	-0,334259	0,106529	-0,000510	96,32
Santa Clara	-0,549339	0,096987	-0,000391	90,44

Resultados dos testes de regressão da Área Foliar (AF) do experimento com três genótipos de tomateiro no inverno em serpédica-RJ 2008 (Tabela 6).

Tabela 6: valores dos coeficientes de ajuste da regressão da massa seca total dos três genótipos de tomateiro para a equação polinomial do 2º grau do logaritmo neperiano da AF.

TRAT	a	b	c	r ²
Carmen	3,594702	0,113808	-0,000674	92,73
Débora plus	4,640785	0,08598	-0,000453	93,56
Santa Clara	4,393122	0,094855	-0,000563	91,45

A Figura 1 mostram o tomateiro tutorado por meio dos fitilhos de plásticos sustentado por arames e por mourões.



Figura 1: A técnica do tutoramento vertical feito com fitilhos de plástico sustentado por arames e mourões.

A Figura 2 mostra o tomateiro irrigado com uma linha de irrigação para cada linha de plantio.



Figura 2: tomateiro irrigado com uma linha de irrigação para cada linha de plantio.

A Figura 3 mostra a separação dos órgãos da planta do tomateiro em raiz, caule, folha e frutos feitos no laboratório, antes de ser empacotada e levada para a estufa de ventilação forçada a 80°C para se proceder a secagem. As raízes foram descartadas da análise de crescimento pelo fato de ser difícil de coletas 100% das raízes no campo.



Figura 3: Separação dos órgãos da planta do tomateiro em raiz, caule, folha e frutos.

A Figura 4 mostra como os frutos de tomate fatiados para ser feito uma pré-secagem ao sol antes de serem levados à estufa de ventilação forçada a 80°C.



Figura 4: Frutos de tomate fatiados para se fazer uma pré-secagem ao sol.

A Figura 5 mostra o sistema de irrigação montado com o mecanismo para controlar o tempo de irrigação de duas linhas de plantio, ou seja, para cada tratamento aplicado.



Figura 5: Sistema de irrigação montado com o mecanismo para controlar o tempo de irrigação para cada duas linhas de plantio.