

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CUSTO DA COBRANÇA DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DO
TOMATE DE MESA SOB IRRIGAÇÃO POR SULCOS.**

MURILO AVARY DE CAMPOS

CAMPINAS
DEZEMBRO DE 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CUSTO DA COBRANÇA DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DO
TOMATE DE MESA SOB IRRIGAÇÃO POR SULCOS.**

Dissertação apresentada à banca
examinadora para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Agrícola, na área
de concentração em Água e Solos.

MURILO AVARY DE CAMPOS

Orientador Prof. Dr. Roberto Testezlaf

CAMPINAS
DEZEMBRO DE 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

C157c Campos, Murilo Avary de
Custo da cobrança de água na produção do tomate de
mesa sob irrigação por sulcos / Murilo Avary de
Campos. --Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Roberto Testezlaf.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Água - custo. 2. Água - Consumo. 3. Água na
agricultura. 4. Irrigação por sulcos. 5. Tomate. I.
Testezlaf, Roberto. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.
Título.

Titulo em Inglês: Evaluation of irrigation water cost in the fresh market
tomate production

Palavras-chave em Inglês: Cost water, Water consumption, Water in a
agriculture, Furrow irrigation e Tomato

Área de concentração: Água e Solo

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: João Luiz Cardoso, Fernando Braz Tangerino Hernandez
e Edson Eiji Matsura

Data da defesa: 10/12/2004

OFEREÇO

À minha mãe Carmen Sylvia,
ao meu pai Avari (*in memoriam*)
e aos meus irmãos, Guilherme, Lúcia e Sílvia

DEDICO

À minha esposa Danielle,
e aos meus filhos Alice e Pedro.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da UNICAMP, pela oportunidade de aprendizado e pela estrutura oferecida ao desenvolvimento da pesquisa.

Ao meu orientador Professor Dr. Roberto Testezlaf, por toda compreensão e paciência, por tudo que me ensinou, pela confiança, apoio e amizade.

Aos professores da FEAGRI, Dr. Edson Eiji Matsura, Dr. Jansle Vieira Rocha, Dr. José Teixeira Filho, Dr. Jurandir Zullo Júnior, Dr. Luiz Lonardon Foloni, Dr. Mauro José Andrade Tereso, Dra. Raquel Gonçalves e Dr. Roberto Testezlaf, pelas disciplinas ministradas que fizeram parte da minha formação.

A pesquisadora do IAC, Dra. Regina Célia de Matos Pires e ao Professor Dr. João Luis Cardoso, pelas sugestões apresentadas no exame de qualificação.

Aos membros da banca Professor Dr. João Luis Cardoso e Professor Dr. Edson Eiji Matsura da FEAGRI e ao Professor Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez da UNESP de Ilha Solteira, pela valiosa colaboração.

Ao Engenheiro Agrônomo, pesquisador do Instituto de Economia Agrícola (IEA), Msc Hiroshige Okawa, pelas informações econômicas.

Aos funcionários da FEAGRI, Ana Paula Montgner, Marta Ap Rigonatto Santiciolli e Rosângela Gomes da Pós-Graduação; Gelson Epíndola da Silva e Túlio Assunção Pires Ribeiro do Laboratório de Hidráulica e Irrigação; Antônio Javarez Júnior e Célia Panzarin Gonçalves, do Laboratório de Solos.

Aos colegas de curso, em especial André Luís Paradela, Christiane Coletti, Délvio Sandri, Eder Pereira Gomes, Jane Maria de Carvalho Silveira, Jean Cláudio Chiozzini Espelho, Márcio William Roque, Marcos Roberto da Silva, Roberta Cristina Sartini Vieira, Sebastião

Rovilson Marques e Sérgio Oliveira Pinto de Queiroz, pela convivência, ajuda e amizade demonstrada em todos os momentos.

Ao Sr Roberto Diegues, Prefeito Municipal de Estiva Gerbi, pela amizade, apoio e confiança.

Ao Sr Rafael Liberato Del Giudice, Diretor do Departamento de Obras da Prefeitura Municipal de Estiva Gerbi, pela amizade, apoio e confiança.

Ao Médico Veterinário João Braido da Silva, companheiro da Casa da Agricultura, pela convivência de amizade e incentivo.

Ao Sr Luverci Vasconcelos, produtor rural do Município de Estiva Gerbi, pelo apoio e confiança.

Aos produtores rurais dos Municípios de Estiva Gerbi, Mogi Mirim e Mogi Guaçu, por tudo que me ensinaram sobre agropecuária.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	4
Objetivo Geral	4
Objetivos Específicos	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
A cultura do tomate	5
Generalidades	5
Custo de produção	6
Fisiologia da cultura, produção e o efeito da água.....	7
Irrigação por sulcos	9
Definição e Características	9
Eficiência.....	11
Caracterização do cultivo do tomate de mesa sob irrigação.....	13
Forma de cultivo.....	13
Manejo da irrigação.....	14
Sistemas de irrigação.....	18
A questão dos recursos hídricos.....	18
A cobrança pelo uso da água.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
Caracterização da Área.....	24
Caracterização das propriedades produtoras de tomate.....	24
Caracterização da propriedade.....	24
Caracterização do solo.....	25
Descrição do cultivo	27
Descrição da irrigação	27
Manejo da irrigação.....	28
Monitoramento da umidade no solo	29
Monitoramento climático	31

Evapotranspiração de referência (ET _o)	31
Evapotranspiração da cultura (ET _c)	34
Eficiência de uso da água (EUA)	34
Eficiência de aplicação da água de irrigação (EA).....	35
Custo de produção	35
Simulação	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
Caracterização das propriedades produtoras de tomate.....	38
Descrição dos solos	39
Caracterização da propriedade monitorada	40
Monitoramento da irrigação	44
Parâmetros climáticos.....	45
Evapotranspiração	49
Monitoramento da umidade do solo	51
Eficiência de uso de água (EUA)	52
Eficiência de aplicação da água de irrigação (EA).....	52
Custo de produção	54
Simulação	56
CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da área experimental.....	26
Figura 2: Preparo do solo	27
Figura 3: Irrigação de ajuste do sistema	28
Figura 4: Tensiômetros posicionados entre pés de tomate em três profundidades	29
Figura 5: Estação meteorológica automática.....	31
Figura 6: Carta pedológica semi-detalhada do Município de Estiva Gerbi (IAC, 1992).	39
Figura 7: Curva de retenção de água no solo para profundidade de 0-20 cm	43
Figura 8: Curva de retenção de água no solo para profundidade de 20-40 cm	43
Figura 9: Curva de retenção de água no solo para profundidade de 40-60 cm	43
Figura 10: Precipitação na área de produção de tomate	46
Figura 11: Médias das temperaturas de julho a novembro de 2003.	46
Figura 12: Umidade relativa do ar (%).....	47
Figura 13: Velocidade do vento (Km/dia).....	47
Figura 14: Ciclo da cultura do tomate de mesa para propriedade monitorada	48
Figura 15: Distribuição dos valores de Evapotranspiração de referência (ET _o) durante o ciclo do tomate de mesa	49
Figura 16: Distribuição dos valores da Evapotranspiração da cultura (ET _c) durante o ciclo do tomate	50
Figura 17: Leituras dos tensiômetros durante o ciclo da cultura do tomate de mesa para as três profundidades	51
Figura 18 : Detalhes fotográficos evidenciando as perdas de água.....	53
Figura 19: Custo operacional efetivo de produção do tomate de mesa, safra 2003	55
Figura 20: Comparação entre o volume de água utilizado na irrigação e o simulado através da reposição da ET _c	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de coeficiente de cultivo Kc para tomate de mesa.	34
Tabela 2: Produção de tomate de mesa em Estiva Gerbi no ano de 2003.....	38
Tabela 3: Análise granulométrica do solo da propriedade monitorada.....	40
Tabela 4: Classificação do solo com relação a textura.....	40
Tabela 5: Densidade do solo da propriedade monitorada.....	41
Tabela 6: Porosidade Total do solo da propriedade monitorada.....	41
Tabela 7: Macroporosidade do solo da propriedade monitorada.....	41
Tabela 8: Microporosidade do solo da propriedade monitorada.....	42
Tabela 9: Parâmetros de ajuste da curva de retenção de água no solo.....	42
Tabela 10: Valores de umidade do solo (θ), para diferentes potenciais matriciais (Ψ_m).....	44
Tabela 11: Duração de cada evento de irrigação.....	44
Tabela 12: Vazão da bomba.....	45
Tabela 13: Volume total de água bombeada em toda safra de tomate.....	45
Tabela 14: Fases fenológicas do tomateiro.....	49
Tabela 15: Evapotranspiração da cultura ETc.....	50
Tabela 16: Custo operacional efetivo de produção.....	54
Tabela 17: Custo operacional efetivo de produção com a cobrança da água.....	55
Tabela 18: Simulação entre diferentes valores de eficiência de aplicação de água EA.....	56
Tabela 19 – Dados meteorológicos coletados pela estação automática, durante o período de desenvolvimento da cultura do tomate de mesa.....	64
Tabela 20: Atividades desenvolvidas no ciclo do tomate de mesa.....	67
Tabela 21: Planilha de custo operacional de produção, parte A, operações.....	70
Tabela 22: Planilha de custo operacional de produção, parte B, materiais.....	71

RESUMO

A utilização do sistema de irrigação por sulcos por tomaticultores, vem determinando um consumo excessivo de água na exploração da cultura e tornando uma preocupação financeira para os produtores do tomate de mesa com a criação de uma legislação onde se prevê a cobrança pela captação e uso da água. O objetivo do presente trabalho foi proceder a avaliação da demanda de recursos hídricos na produção do tomate de mesa pelo sistema de irrigação por sulcos, simulando o impacto da cobrança de água no custo de produção do tomate de mesa. Os eventos de irrigação de uma propriedade produtora de tomate de mesa localizada no Município de Estiva Gerbi/SP, foram monitorados durante a safra de 2003. A lâmina de irrigação aplicada pelo produtor foi estimada a partir da vazão do sistema e do tempo de irrigação, sendo a umidade do solo monitorada através de três baterias de tensiômetros e os valores da evapotranspiração de referência, determinados pelos dados coletados em uma estação meteorológica automática instalada na propriedade. A determinação do custo de produção foi realizada utilizando-se o modelo proposto pelo Instituto de Economia Agrícola/SP, que permitiu, também, a simulação do custo para diferentes valores de eficiência de irrigação. A lâmina total de água aplicada pela irrigação foi de 1.326 mm, o que resultou em uma baixa eficiência de uso de água (*EUA*) de 4 Kg/m³ e uma eficiência de aplicação da água (*EA*) de 32%. O custo da cobrança da água representou 0,4% do custo de produção, considerado pouco significativo para o valor total de produção. Portanto, com os resultados obtidos, pode-se concluir que a política de cobrança pelo uso da água certamente não inibirá a continuidade do uso excessivo dos recursos hídricos dessa atividade agrícola. Entretanto, a demonstração ao produtor do custo associado ao bombeamento poderá contribuir para a sua conscientização e a recomendação do uso do tensiômetro como uma ferramenta prática e útil, auxiliaria a realização do manejo apropriado da irrigação por sulcos e obtenção da redução no seu custo de produção.

Palavras chave: custo de produção, cobrança de água, consumo de água, eficiência de aplicação.

ABSTRACT

The use of furrow irrigation system by tomato farmers determined an excessive water use in the crop production. As a result of a state legislation proposal to tax the water use the tomato growers being to have a new financial concern. The objective of the present work consisted to evaluate the water demand in the production of fresh market tomato irrigated by furrow system and to simulate the impact of the water taxation in its production. The irrigation events of a fresh market tomato farm located in the City of Estiva Gerbi, SP, were monitored during the 2003 harvest. The depth of irrigation applied by the farmer was estimated from the outflow of the pump system and the time of irrigation. The soil moisture were monitored through three batteries of tensiometer and the values of the reference evapotranspiration were determined using the data collected in an automatic meteorological station installed in the property. The determination of the production cost was made by using the model proposed for the Agribusiness Economic Institute/SP, which also allowed the simulation of the production cost for different values of irrigation efficiency. The total irrigation depth used in the production was 1,326 mm, which resulted in a low water use efficiency (WUE) of 4 Kg/m³ and water application efficiency (AE) of 32%. The water tax payment represented only 0.4% of the total production cost, considered not significant for the total value of production. Therefore, based in the results, it can be concluded that the taxation policy of the irrigation water usage certainly will not restrain the continuation of the excessive use of the water resources in this agricultural activity. However, the demonstration to the growers of the values associated to the pumped cost can contribute to the problem awareness and the recommendation of tensiometer use as practical and useful tool to the irrigation water management in furrow irrigation would help to obtain a reduction in production cost.

Key words: production cost, water taxation, water demand, application efficiency.

INTRODUÇÃO

O tomateiro é cultivado em praticamente todas as regiões brasileiras, correspondendo a uma área plantada anual de mais de 65 mil ha. A sua produção atinge mais de três milhões de toneladas, incluindo tomate para processamento industrial, que representa um terço desse total. Esse volume classifica o Brasil entre os dez maiores produtores mundiais (SANTINI, 2003). A cultura apresenta grande importância econômica, pelo seu alto valor comercial, e também social, já que a cadeia de negócios do tomate envolve um grande número de pessoas, contribuindo para a geração e manutenção do emprego. O Estado de São Paulo se encontra em posição de destaque dentro do quadro nacional e, segundo dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2004), para a safra 2003, a produção total foi de 467.435 toneladas de tomate para mesa, com uma área plantada de aproximadamente 7.811 ha, e de acordo com TSUNECHIRO et. al (2004), a produção de tomates atingiu no ano de 2003 um valor total de aproximadamente R\$ 341 milhões, com uma variação positiva de 4,8% em relação ao ano de 2002.

A Região de Mogi Guaçu é atualmente uma das maiores produtoras de tomate de mesa para o consumo “in natura” do Estado. De acordo com os dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2004), na safra 2003, somando-se os Municípios Estiva Gerbi, Mogi Guaçu e Mogi Mirim, explorou-se uma área anual de aproximadamente 885 ha. A tendência é que essa produção continue crescendo, já que várias ações técnicas e econômicas vêm sendo tomadas no sentido de incentivar a tomaticultura nessa região. Instalada em 2001, para atender a produção da região, encontra-se em funcionamento uma máquina selecionadora e classificadora de tomates de última geração que opera pelos padrões de cor, formato e tamanho do fruto. Essa iniciativa foi seguida por outros produtores, que inauguraram barracões de classificação para as safras 2001/2002. O uso dessas máquinas denota a preocupação dos produtores com o aspecto e a qualidade do produto e com a agregação de valor, para torná-lo mais atrativo ao mercado e conseguir uma maior rentabilidade.

O mercado de consumo de frutas “in natura” é bastante exigente em termos de qualidade e aparência do produto e a cultura do tomate é uma das mais difíceis de se conduzir em campo para se alcançar resultado econômico satisfatório. É uma cultura sensível a diversas doenças, a sua nutrição requer cuidado especial e os frutos são de alta perecibilidade. A cultura

possui elevado custo de produção devido à necessidade de altas dosagens de adubos, irrigações freqüentes, controle semanal das doenças e pragas, entre outras práticas agrícolas.

O tomateiro é uma planta de ciclo relativamente curto, que exige o uso de água durante todo o seu período de desenvolvimento, desde a formação da muda até a colheita. A tomaticultura na região inicia-se geralmente no mês de março e se estende até novembro, coincidindo parte da sua exploração com o período de baixa pluviosidade, o que possibilita um melhor controle fitossanitário da cultura. Dessa forma, a utilização da irrigação por parte dos tomaticultores passa a ser obrigatória para se atingir uma produção viável comercialmente. Entretanto, o uso da irrigação nos meses com menores índices pluviométricos agrava os problemas de disponibilidade hídrica nos corpos d'água nos córregos, rios e açudes. Esse problema foi vivenciado na região, em anos anteriores com baixos índices pluviométricos, quando açudes secaram e a cultura ficou extremamente comprometida, causando prejuízos aos produtores.

Na região, o sistema de irrigação adotado para a produção de tomate de mesa é o de sulcos de infiltração devido ao seu baixo custo de investimento, pela tradição adquirida pelos tomaticultores e a facilidade de adequação em áreas diferentes, uma vez que a cultura se caracteriza como itinerante. O uso desse sistema é conhecido pela sua baixa eficiência de aplicação, causado pelas perdas de água por percolação e pelo escoamento superficial, determinando consumos significativos de recursos hídricos e obrigando os produtores a procurarem opções tecnológicas que possam auxiliá-los a reduzir essas perdas. Dentro desse contexto, alguns irrigantes já estão utilizando um método que apresenta menores perdas de água por escoamento superficial, que consiste no uso de uma mangueira que conduz a água até o sulco, dispensando, desta forma, o uso de canais primários e secundários de solo nu, para a condução da água, onde ocorre parte dessas perdas.

Outro ponto preocupante do uso do sistema de irrigação por sulcos nessa região e para essa cultura é que o mesmo é utilizado em terrenos com declividades não recomendadas para esse tipo de irrigação, pelo potencial erosivo que o mesmo apresenta. É evidente nessas áreas a presença de sinais de processos erosivos causados pelo escoamento superficial e o carreamento de sedimentos para o leito dos córregos, provocando o assoreamento dos mesmos.

A forma como a irrigação é conduzida, na qual a vazão total bombeada é dividida pelos talhões plantados e depois aos sulcos, e a falta absoluta de controle dos turnos de irrigação caracterizam essa condição de uso excessivo de água. O tomaticultor não utiliza nenhum tipo de aparelho ou técnica para definir o momento ideal para realização da irrigação, valendo-se exclusivamente da experiência pessoal e desconhecendo praticamente o volume de água que é utilizado. A única informação que ele possui é o tempo de bombeamento e o custo em termos de energia que ele representa na produção final. Entretanto, a criação de uma legislação estadual de recursos hídricos, que obriga a cobrança e o controle do uso da água na irrigação, determinou preocupação econômica e ambiental aos produtores que necessitam utilizar e planejar racionalmente o uso da água.

Evidencia-se, portanto, a necessidade de se conhecer a demanda hídrica na produção do tomate de mesa, quantificando o volume de água total captado no manancial e utilizado efetivamente na irrigação da cultura. O entendimento dessa quantificação contribuirá para viabilizar alternativas e soluções no uso da irrigação; bem como permitirá uma análise do impacto econômico que a cobrança pelo uso da água deverá representar no custo total de produção do tomate de mesa.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Contribuir cientificamente para o entendimento da demanda hídrica sob irrigação por sulcos, na cultura do tomate de mesa, auxiliando o agricultor a otimizar o uso dos recursos naturais e econômicos nessa exploração agrícola.

Objetivos Específicos

- Caracterizar os produtores e propriedades agrícolas que exploram a cultura do tomate de mesa, no município de Estiva Gerbi, descrevendo o tipo de solo, topografia, área plantada, fontes de captação de água e sistema de irrigação;
- Caracterizar o manejo da irrigação por sulcos tradicionalmente utilizado pelos agricultores no município de Estiva Gerbi;
- Analisar o impacto econômico da cobrança pelo uso da água no custo total de produção do tomate de mesa;
- Simular o percentual de participação do custo da água no custo total da exploração do tomate de mesa para diferentes valores de eficiência de aplicação de água.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso eficiente da técnica de irrigação na agricultura é uma tarefa extremamente importante, pois fornece água para as plantas na medida correta e na hora certa, sendo uma prática indispensável para produção adequada do tomate de mesa. Por outro lado, o seu uso inadequado poderá acarretar sérios problemas à cultura e ao solo, como também comprometer os recursos hídricos.

A cultura do tomate

Generalidades

O tomateiro é uma dicotiledônea, ordem Tubiflorae, pertencente à família Solanaceae, gênero *Lycopersicon*. A família Solanaceae é composta por várias espécies alimentícias e também por plantas daninhas. Trata-se de uma das mais importantes famílias do reino vegetal. Compõe-se de cerca de 75 gêneros e mais de duas mil espécies. Destacam-se a batata, a berinjela, o pimentão, a pimenta, a maria-pretinha, além do tomate, dentre outras (MINAMI E HAAG, 1989).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1993), o tomateiro seria originário da América do Sul, das regiões andinas do Peru, Equador e Bolívia. O seu fruto era conhecido pelos indígenas mexicanos por “tomati” ou “jitomati”. Foi levado para a Europa e cultivado no século XVI e seu consumo difundiu-se e ampliou-se no século XIX.

Atualmente, a cultura está praticamente espalhada por todo o planeta, e é cultivado em quase todos os países, em maior ou menor escala. Mundialmente, GAYET et al. (1995) citam que dentre as hortaliças, o tomate registra o segundo maior volume de produção e consumo, sendo precedido somente pela batata e posiciona-se apenas um pouco à frente da alface, com volume duas vezes maior que o da cebola. No Brasil observa-se a mesma situação. SANTINI (2003) relata que a cultura do tomate é desenvolvida em todas as regiões do país e ocupa o segundo lugar entre as culturas olerícolas, sendo posterior apenas à batata, por ordem de importância econômica. Dessa forma, o produto possui obviamente grande importância econômica e social para o país, sendo que a cadeia de negócios do tomate é uma grande geradora de empregos.

O tomate pode ser cultivado de duas formas: estaqueado para o consumo “in natura” ou rasteiro, cuja produção é, em sua maioria, utilizada na indústria. Segundo CAMARGO (1992), no Estado de São Paulo há duas regiões onde predomina a produção de tomate estaqueado. A primeira compreende as seguintes cidades: Campinas, Indaiatuba, Elias Fausto, Monte Mor e Sumaré. A segunda abrange as cidades de Sorocaba, Guapiara e Apiaí. No entanto dados mais recentes do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2004), no ano de 2003, indicam que a região de Mogi Mirim, com uma área de 885 ha e uma produção de 63.875 toneladas, ficou em terceiro lugar, atrás da região de Itapeva (Guapiara e Apiaí), que ficou em primeiro e da região de Campinas em segundo.

O Brasil é um dos principais produtores de tomate do mundo. Em 2002, a produção mundial foi superior a 108 milhões de toneladas. No Brasil foram colhidas 3,5 milhões de toneladas, o que lhe garantiu a oitava posição no ranking mundial de produção de tomate, o que representa 3,2 % da produção global (AGRIANUAL, 2004). De acordo com SILVA et al. (2000), o Estado de São Paulo contribuiu com cerca de 40% dessa produção, abastecendo também outros estados, dentre eles, o Rio de Janeiro, bem como as regiões Norte e Nordeste do país.

Custo de produção

A partir do ano de 1976, o Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo passou a adotar uma metodologia diferenciada para realizar o cálculo do custo de produção das culturas agrícolas. Anteriormente este cálculo levava em consideração diversos fatores para os quais a determinação envolvia subjetividade. Tais como o valor da terra, capital e remuneração do empresário. A inflação elevada na época era um outro fator que interferia nos resultados. Como consequência, os custos apresentados eram frequentemente contestados por diversas instituições. A nova metodologia adotada, passou a ser chamada de Custo Operacional, que inclui apenas as despesas efetivamente desembolsadas pelo agricultor mais a depreciação e o custo estimado da mão-de-obra. Esta conceituação tinha, entre outros objetivos, o de facilitar a decisão do produtor de continuar ou não produzindo, no curto prazo, determinada cultura (MATSUNAGA et al., 1976).

Segundo OKAWA e UENO (1992), o custo operacional de produção de tomate de mesa estimado para região de Campinas em agosto de 1991, em propriedades que trabalhavam

com sistema de parceria agrícola com meieiros, ficou em torno de R\$ 13,09 por caixa de 22 Kg, considerado relativamente superior aos preços apresentados no período de 1987 a 1991.

SANTOS E NORONHA (1999), no município de Goianópolis (GO), elaboraram um questionário, onde foram registradas informações sobre o número de pés de tomate e variedades plantadas, preparo de solo, insumos, materiais consumidos, número de pulverizações realizadas, mão-de-obra utilizada, gastos com assistência técnica, investimentos (com construções de represas e cercas), produção e preços médios recebidos pelos produtores e canais de comercialização. O levantamento foi realizado com 22 produtores. A composição do custo variável na produção de tomate de mesa na safra janeiro a julho ficou dividida assim: mão de obra, 22%, insumos, 60,5%, operações, 2,5%, materiais, 8,5%, outros gastos, 6,5%.

De acordo com o AGRIANUAL (2004), o custo de produção para o tomate estaqueado, ciclo 2003, em uma área com uma produção de 2.500 caixas por ha, ficou em torno de R\$ 28.832,00, ou seja R\$ 11,53 por caixa de 22 Kg. O custo estava composto em, operações de máquinas com 5,69%, mão de obra com 22,08%, insumos com 64,79% e administração com 7,44%.

Fisiologia da cultura, produção e o efeito da água.

A água entre todas as substâncias absorvidas pelas plantas é naturalmente a mais importante. Algumas vezes chega a corresponder 95% do peso total da planta (SUTCLIFFE, 1980) e, segundo FILGUEIRA (1982), no caso do fruto do tomate, corresponde a 94%, sendo que a disponibilidade das irrigações influenciam na produtividade e na qualidade dos frutos produzidos.

O tomateiro é uma planta olerícola, de ciclo relativamente curto, exigente em água em todos os períodos de desenvolvimento, desde a germinação da semente até a colheita. A falta de água no solo ou sua baixa disponibilidade, mesmo por um período muito curto, lesa o crescimento da planta, diminuindo a produção (MINAMI E HAAG, 1989).

A água interfere diretamente na produtividade e na qualidade de frutos de tomate. Assim, o controle adequado da irrigação constitui fator preponderante para o êxito da cultura (MAROUELLI et al., 1991). Segundo DAKER (1976), uma brusca elevação do teor de umidade do solo durante o amadurecimento do tomate, aumenta consideravelmente a rachadura dos frutos e a ocorrência de grande variação de umidade no solo, por ocasião da floração, acentua a queda de flores e a tendência ao aparecimento de podridão apical.

FILGUEIRA (1982) observou que a redução no teor de água no solo pode elevar a concentração de sais mais solúveis que o cálcio, tais como o Mg, NH₄, Na e K, e as dificuldades impostas à absorção dos mesmos trazem conseqüências desastrosas, como podridão apical e redução da percentagem de pegamento de frutos.

MANZAN (1980) constatou em trabalho com a cultura do tomateiro alguns pontos que devem ser cuidadosamente observados pelo produtor. Durante a fase de frutificação, o solo deve ser mantido com alta quantidade de água disponível (80%), não podem ocorrer grandes oscilações desta, pois certamente causaria rachaduras de frutos, queda de flores e podridão apical. Segundo o autor, as irrigações com excesso de água, diminuem a produção e atrasam a maturação, além de reduzir os sólidos solúveis e aumentar o crescimento vegetativo.

Segundo GOTO e TIVELLI (1998), outra consequência do excesso de umidade no solo é o aumento da umidade relativa do ar, principalmente quando associado à existência de uma superfície de água, provocando o aparecimento de doenças e tornando o seu controle muito mais difícil.

Na Flórida, CLARK et al. (1991), constataram que no manejo de irrigação com alta umidade do solo, com tensões entre 5 a 10 kPa, resultou no aumento dos frutos quando comparado com um manejo realizado com tensões entre 10 a 15 kPa e, também um aumento na proporção de frutos melhores e maiores, que conseguem obter ganhos de preços no mercado.

Quanto à profundidade do sistema radicular da cultura do tomate, DOORENBOS e KASSAN (1979) observaram que mais de 80% da absorção de água pela planta ocorre entre 50 e 70 cm de profundidade. Entretanto, PIRES et al.(2001), consideram que a profundidade efetiva do sistema radicular esteja entre 100 e 120 cm aos 93 dias após o transplântio, dependendo de vários fatores relativos ao solo onde a cultura esteja instalada.

Em Kadawa, na Nigéria, onde o clima também é tropical, NWADUKWE et al. (1989), avaliaram três intervalos de frequência de irrigação (1 vez/semana, 15 em 15, 21 em 21 dias) e diferentes lâminas de irrigação e seus efeitos no crescimento do sistema radicular e na produção de tomate. Esses pesquisadores observaram que, em geral, nos locais onde foram utilizadas as lâminas superiores e com menor frequência de intervalos, ou seja, maior volume, houve maior desenvolvimento das raízes e aumento da produção.

Na ilha de Maui, no Hawaii, SAMMIS & WU (1986), realizaram um estudo que visou avaliar a produção de tomate de mesa em resposta a diferentes lâminas de irrigação e concluíram que a produção total de tomate aumentou de forma linear com o aumento da aplicação de água, chegando a uma lâmina máxima de 467 mm com uma produção de 97 t/ha.

Irrigação por sulcos

Definição e Características

BERNARDO (1995) define que a irrigação por sulcos “ consiste na condução da água em pequenos canais ou sulcos situados paralelos às fileiras das plantas, durante o tempo necessário para que a água, infiltrada ao longo do sulco, seja suficiente para umedecer o solo na zona radicular da cultura”.

Os sistemas de irrigação por gravidade ou superfície têm como característica principal, distribuir a água através do escoamento gravitacional na superfície do solo, devendo ser adequada de forma que não provoque erosão. Esta condição pode ser obtida através da sistematização ou uniformização do terreno. Esse tipo de irrigação consiste na inundação parcial e temporária, por condução de água na superfície do solo (FRIZZONE,1993).

BERNARDO (1995) esclareceu que esse método de irrigação é adequado para várias culturas, salientando que a sua utilização pode ser recomendada para aquelas cultivadas em fileiras, tais como, tomate, milho, feijão, algodão, batatinha, dentre outras. Ressalta ainda que a irrigação por superfície exige áreas uniformes, sem elevações, depressões e com declividade pouco acentuada (ideal = 0,1%), condicionando a sua utilização à sistematização do terreno e esclarece que quando esta não for possível, o uso de sulcos deverá ser feito em contorno. Os sulcos em contornos são assim chamados, por admitirem um alinhamento não retilíneo, sendo aplicados em terrenos com declividade acentuada ou superfícies desuniformes, devendo acompanhar as curvas de nível.

Segundo WALKER & SKOGERBOE (1987), a irrigação por superfície é a mais comum e mais antiga no mundo, praticada desde a Mesopotâmia há 6000 anos. Tradicionalmente é o método mais utilizado nas áreas planas. Nesse sentido, ao escolher o tipo de irrigação, baseado no gradiente de declividade do solo, os referidos autores recomendam que esse sistema deve limitar-se às declividades entre 2 e 6%. Consideram, também, que a água introduzida nos sulcos infiltra-se lateralmente através do perímetro molhado para repor a umidade do solo, podendo trazer alguns inconvenientes a serem considerados: potencial perigo

de salinização dos solos entre sulcos; probabilidade de perda de água por escoamento superficial no final dos sulcos; limitação ao movimento de máquina no campo no sentido transversal de plantio; gasto extra de mão de obra com a construção dos sulcos; potencial iminente de ocorrência de erosão no solo.

SCALOPPI (2003), por sua vez, compara o sistema de irrigação por sulcos, e relaciona algumas vantagens em relação aos demais processos de irrigação que merecem ser salientadas:

- Há pouca interferência para com os tratamentos fitossanitários desenvolvidos na parte aérea das plantas.
- No processo de aplicação da água não é necessária mão de obra especializada.
- Quando comparado aos principais sistemas pressurizados, revelam um baixo custo anual.
- Pode ser realizada sem bombeamento, possibilitando a utilização em regiões desprovidas de fornecimento de energia.
- Menor interferência da qualidade física e biológica da água, sendo uma característica interessante com relação as águas superficiais utilizadas na irrigação em nossas condições.
- Pode ser utilizado em todas as culturas.

Por outro lado, cita que o sistema também está sujeito a um grande número de limitações e faz-se necessário conhecê-las para buscar sua superação: Entre elas pode-se citar: Inadequado para a utilização desse sistema em solos excessivamente permeáveis, pouco profundos ou pedregosos; apresentam maior complexidade no dimensionamento, operação e manejo quando comparado com outros sistemas, levando a um desempenho insatisfatório; não há mobilidade no sistema, devendo ser utilizado na área que foi implantado; limitada divulgação entre indústrias e técnicos, devido ao baixo interesse comercial envolvido; elevada dependência das condições topográficas.

No Brasil, no ano agrícola de 2001, o total da área irrigada em todas as culturas, foi de 3.149.217 ha, sendo que, aproximadamente 52 % utilizaram irrigação por superfície, 40 % aspersão e 8 % localizada (CHRISTOFIDIS, 2002).

Eficiência

O termo eficiência, segundo FRIZZONE e DOURADO NETO (2003), é utilizado para identificar parâmetros que, através de uma razão entre quantidades de água envolvidas no processo de irrigação, expressam um balanço entre os seguintes volumes de água: a) captado na fonte de suprimento, b) destinado à parcela pelo sistema de irrigação, c) essencial à planta, d) disponibilizado no solo à profundidade efetiva do sistema radicular, e) perdido por evaporação e deriva pelo vento, percolação e escoamento superficial.

A análise do desempenho de um projeto de irrigação por superfície é realizada com balanço de volumes de água aplicada útil e perdida por percolação profunda e por escoamento superficial no final da área (ELLIOT et al., 1982). De acordo com recomendações feitas por SCALOPPI (1983), são necessários os seguintes parâmetros para a determinação do desempenho de projetos de irrigação:

a) eficiência de aplicação, que expressa a razão entre os volumes de água armazenados na zona radicular e o total aplicado no sistema;

b) perda por percolação, dada pela razão entre os volumes de água perdida por percolação e o total aplicado no sistema;

c) perda por escoamento que expressa a razão entre o volume perdido por escoamento no final da área e o total aplicado no sistema;

d) eficiência de armazenamento, definido como a razão entre o volume de água útil armazenado na zona radicular e o requerido pelo sistema.

De acordo com BERNARDO (1995), o excesso de irrigação resultará no seguinte:

a) perdas d'água por percolação e/ou por escoamento no final do sulco (“runoff”).

b) perdas de nutrientes por lixiviação para as camadas abaixo da zona radicular das culturas, bem como problemas de afloração de lençol freático nas áreas abaixo da que está sendo irrigada ou na própria área de irrigação, criando problemas potenciais de salinização e causando, com isso, baixo rendimento da cultura e baixa eficiência da irrigação.

Na irrigação por sulcos, algumas modificações possibilitam o aumento da eficiência de irrigação, tais como: variação da vazão utilizada, fazer irrigações com redução da vazão inicial, aumentar a lâmina real aplicada por irrigação, reutilizar a água escoada no final do sulco, melhorar a uniformização do terreno e semi-automatizar a irrigação. ELLIOT & WALKER (1982) determinaram que, embora os valores da eficiência de aplicação em

irrigação por superfície bem dimensionada ficam entre 50 a 70%, é possível alcançar valores de 85 a 90%, quando se adotam a automação e um cuidadoso monitoramento da umidade do solo.

Segundo TYAGI (1984), os métodos de irrigação por superfície, destacando-se os por sulcos, muito raramente alcançam uma eficiência de uso da água de irrigação ultrapassando a marca de 50%, dada a não uniformidade da aplicação da água e sua lixiviação. Para esses sistemas, a prática mais importante para melhorar a eficiência da irrigação e da fertilização é o nivelamento topográfico preciso, sendo necessário não o nivelamento do terreno e sim o nivelamento da superfície a um declive uniforme. A precisão do nivelamento beneficia a cultura ao permitir uma aplicação uniforme de menor lâmina de irrigação em intervalos mais frequentes.

TESTEZLAF et al. (1986) desenvolveram um sistema automático de irrigação por sulcos para canais abertos, viabilizando a utilização do fluxo intermitente. Nessa técnica a água é aplicada em pulsos periódicos, com a intenção de reduzir as perdas de água por percolação e escoamento superficial. O sistema desenvolvido permitiu uma automação total da irrigação, reduzindo a mão-de-obra e aumentando a eficiência de aplicação de água, além de controlar tanto o tempo como a quantidade de água aplicada nos sulcos.

SOARES (1987) mostrou as vantagens da utilização de um sistema de sulcos parcialmente fechados, o qual é caracterizado pela utilização de um vertedor triangular colocado no final dos sulcos de modo a formar uma lâmina de água com aproximadamente 8 cm de altura. As principais vantagens do sistema foram o aumento das eficiências de aplicação e distribuição de água, redução de perdas por escoamento superficial no final dos sulcos de até 70%, aumento do tempo de recessão no trecho final e/ou ao longo dos sulcos e a redução do volume de água bombeada por irrigação.

SOUZA e SCALLOPPI (1999) avaliaram a operação de um equipamento redutor de vazão utilizado na irrigação por sulcos e definiram possíveis critérios para o dimensionamento operacional nesse tipo de irrigação com vazão continuamente reduzida. Os tratamentos de escoamento testados no trabalho foram: contínuo intermitente e continuamente reduzido em duas e três fases durante o avanço. Os resultados mostraram que o regime de vazão continuamente reduzido proporcionou os melhores resultados com eficiência de aplicação de 81%, eficiência de armazenamento de 92%, perdas por percolação de 14% e por escoamento

no final dos sulcos de 5%, mostrando ser um sistema bastante vantajoso para aplicação de água aos sulcos em relação aos métodos tradicionais.

Caracterização do cultivo do tomate de mesa sob irrigação

Forma de cultivo

A tomaticultura desenvolvida na região de Mogi Guaçu e Estiva Gerbi visa a produção do tomate para mesa ou para o consumo “in natura”, sendo conduzida de forma estaqueada, diferentemente da produção do tomate industrial na qual a cultura é rasteira.

A produção das mudas de tomate é feita em estufas, por produtores especializados, ficando prontas entre 25 e 35 dias após a semeadura. Anteriormente ao transplante das mudas para o local definitivo, o solo é preparado com operações de aração, gradeação, nivelamento e sulcamento, além de incorporação de calcáreo e esterco.

O plantio deve ser feito em nível e o comprimento da rua depende da declividade do terreno. Como as mudas são posteriormente tutoradas e estas seguem o alinhamento de um fio de arame esticado, o nível deve sofrer uma retificação para se tornar uma reta. Dessa forma, quanto mais declivoso o terreno, mais curta é a linha. O espaçamento utilizado pelos agricultores varia de 0,90 a 1,20 m entre linhas, e de 0,50 a 0,80 m entre plantas, atingindo um total médio de 12.000 plantas por hectare.

Os produtores, na condução de suas lavouras, recebem o apoio técnico de revendas de insumos agrícolas. O agrônomo dessas revendas visita as propriedades e orienta quanto à necessidade de aplicação de defensivos. Geralmente, ocorre o chamado pacote fechado, ou seja, o produtor recebe a orientação técnica e, em contrapartida, compra os agroquímicos nessa revenda, não comprando produtos dos concorrentes. De certa forma, o produtor condiciona o sucesso de sua lavoura à linha de produtos recomendados pela revenda, pois, no caso de ocorrer algum problema, a mesma poderá ser responsabilizada. Essa assistência técnica limita-se basicamente à indicação do controle fitossanitário.

No tomate do tipo para mesa ou para consumo “in natura”, utilizam-se variedades diferentes das desenvolvidas para produção do tomate industrial. As variedades de tomate para mesa apresentam diferenças em suas características de tamanho, sabor, coloração, durabilidade pós-colheita, textura, entre outras. Os consumidores de produtos “in natura” preferem frutos com uma aparência mais atrativa e para se obter produtos com essa qualidade, o tipo de irrigação empregada é extremamente importante. A técnica de irrigação utilizada pelos

agricultores é por sulcos, onde a água necessária ao desenvolvimento da planta é aplicada diretamente na superfície do solo e assim disponibilizada para o sistema radicular da mesma, não entrando em contato com as folhas, ramos, flores e frutos, evitando-se a ocorrência de doenças e possibilitando a obtenção de um fruto de qualidade superior.

Um aspecto interessante na tomaticultura está no fato de a mesma apresentar uma característica nômade e, segundo CAMARGO (1992), os sucessivos plantios do tomateiro na mesma área são condenados porque as pragas e doenças podem permanecer no solo por longo tempo. Após o plantio de tomate numa área, é recomendada a rotação com vagem, pepino ou quiabo e pastagem por três anos para depois retornar ao tomate, e também recomenda-se o plantio em terras novas.

Manejo da irrigação

Os tomaticultores, em sua grande maioria, normalmente utilizam informações imprecisas de quando e quanto irrigar. Geralmente, não possuem nenhum tipo de aparelho ou equipamento que possam auxiliá-los nessa tomada de decisão, o que quase sempre acarreta em uso excessivo de água. Por consequência, uma série de impactos são causados ao meio ambiente, bem como trazem inúmeros prejuízos materiais e sociais. Em um estudo realizado na Flórida, SMAJSTRLA et al. (1989), ao analisarem os potenciais impactos dos sistemas de irrigação inapropriados, classificaram os grupos que são mais afetados com a ausência da tecnologia adequada de manejo, sendo eles: a) saúde pública, b) desperdício de recursos naturais, c) poluição das águas, d) segurança dos operadores e) fatores econômicos.

Segundo BERNARDO (1995), o manejo racional da irrigação consiste em obter a máxima eficiência no uso da água com uma redução de todos os custos, mantendo as condições ótimas de umidade do solo e de fitossanidade ao bom desenvolvimento da cultura irrigada. Fazendo um bom manejo, o produtor pode se beneficiar de várias maneiras, a saber, como aumentar a produtividade, aumentar a eficiência no uso de fertilizantes, obter duas ou mais colheitas por ano e trabalhar com culturas com custo de produção mais alto, reduzindo os riscos.

O manejo racional da irrigação objetiva minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência do uso da água e manter favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas. Pode basear-se em critérios relacionados à localização da água no solo e nas plantas, na taxa de evapotranspiração das culturas ou na combinação de dois ou

mais deles. A escolha do critério a ser seguido está relacionada com a disponibilidade de informações do sistema solo-água-planta-clima, de equipamentos para medições, e também do grau de conhecimento do irrigante (MAROUELLI et al., 1996).

Evapotranspiração é o termo que foi utilizado por Thornthwaite, no início da década de 40, para expressar o fenômeno de ocorrência simultânea de evaporação e da transpiração no crescimento e desenvolvimento das plantas (PEREIRA et al., 1997). De acordo com DOORENBOS & PRUITT (1977), evapotranspiração de referência (E_{To}), é aquela de uma extensa superfície de grama com altura de 0,08 a 0,15 m, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e sem deficiência de água. A evapotranspiração assim definida coincide com a evapotranspiração potencial, cujo conceito foi introduzido por Thornthwaite e aperfeiçoado posteriormente (PEREIRA et al., 1997). Segundo DOORENBOS & KASSAN (1979), a evapotranspiração da cultura ou demanda ideal (E_{Tc}), refere-se à perda d'água por uma cultura qualquer em condições de nenhuma restrição de água em qualquer estágio de desenvolvimento sob ótimas condições agronômicas e manejo de irrigação.

De acordo com PEREIRA et al. (1997), desde o plantio até a colheita, uma cultura vai progressivamente crescendo e ocupando a área disponível e nessas condições, ocorre a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}). O conhecimento da E_{Tc} é fundamental em projetos de irrigação, pois ela representa a quantidade de água que deve ser repostada ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais. No entanto, a determinação da E_{Tc} é difícil e sujeita a muitos erros, e para contornar essas dificuldades, utilizam-se estimativas da E_{To} , corrigidas por um coeficiente da cultura (K_c), que varia com a cultura e seu estágio de desenvolvimento.

De acordo com DOORENBOS & KASSAN (1979), o valor do coeficiente da cultura (K_c), varia com as fases de desenvolvimento da cultura. Os fatores que influenciam no coeficiente da cultura, K_c , são principalmente as características da cultura, datas de plantio ou semeadura, desenvolvimento da cultura, duração do período vegetativo, condições climáticas e, especialmente durante a primeira fase de crescimento, frequência das chuvas ou irrigações.

Para determinação da estimativa da evapotranspiração existem inúmeros métodos e, de acordo com os princípios envolvidos, os métodos podem ser agrupados em cinco categorias: empíricos, aerodinâmico, balanço de energia, combinados, correlação dos turbilhões. Os métodos combinados, são os que combinam os efeitos do balanço de energia

com aqueles do poder evaporante do ar. O método de Penman foi o primeiro dessa categoria sendo considerado por muitos como padrão, porém não incluía a função de resistência da superfície para a transferência de vapor d'água na sua equação original. Para aplicações práticas, ele propôs uma equação empírica para a função devida ao vento. A equação de Monteith foi desenvolvida, com base na equação de Penman, e incluía a resistência aerodinâmica e a resistência ao fluxo de vapor pela folha. A equação combinada com os termos de resistência aerodinâmica e da superfície da planta é chamada de equação de Penman-Monteith. Essa equação não somente concilia os aspectos aerodinâmico e termodinâmico, mas também inclui a resistência ao fluxo de calor sensível e vapor d'água no ar, e a resistência da superfície (planta) à transferência de vapor d'água (PEREIRA et al., 1997).

Uma outra maneira de se realizar o manejo da irrigação é utilizar os valores da umidade do solo para determinar o momento correto e a quantidade de água necessária na irrigação. Existem diversos métodos para se determinar a umidade do solo, podendo ser classificados em métodos diretos, quando permitem determinar diretamente a umidade do solo, e indiretos quando permitem estimar a umidade a partir de medições de resistência elétrica, de potencial da água no solo, dentre outros (MIRANDA et al., 2001). Para determinação direta da tensão com que a água está retida no solo e indireta para determinar a umidade do solo, BERNARDO (1995), recomenda o tensiômetro, aparelho constituído de uma cápsula de cerâmica, ligado por um tubo a um manômetro, em que a tensão é lida. O tensiômetro só tem capacidade para leituras até 70 kPa. Embora exista esse limite, que parece pouco, REICHARDT (1990) considera o tensiômetro um ótimo instrumento de campo para indicar quando irrigar, no que concordam MAROUELLI et al. (1996) visto que as tensões recomendadas como adequadas para a maioria das hortaliças são menores que esse valor.

Segundo MIRANDA et al. (2001), a utilização do tensiômetro deve ser acompanhada de uma curva característica ou curva de retenção, a qual relaciona valores de potencial matricial (Ψ_m) com o conteúdo de água no solo (θ). Para um solo homogêneo para cada valor de umidade corresponde um valor de potencial matricial. Desde que a geometria do sistema não varie muito com o tempo, a curva característica é única e não precisa ser determinada em cada experimento. Segundo MAROUELLI et al. (1996), entre os vários métodos existentes para determinação da curva, o extrator de pressão de Reichards tem sido considerado padrão e

utilizado como rotina nos laboratórios de física de solos, quer usando amostras com estruturas deformadas quer não-deformadas. Apesar de bem mais trabalhoso, o processo que utiliza amostras não-deformadas possibilita resultados mais precisos, principalmente na faixa de tensão até 100 kPa. De acordo com MIRANDA et al. (2001), existem vários modelos normalmente utilizados para se ajustar os dados de umidade volumétrica com potencial matricial, sendo que o modelo de VAN GENUTCHEN (1980) é um dos mais utilizados

Com relação às formas de controle do volume da irrigação, CHURATA-MASCA et al. (1999) observaram a comparação entre diferentes níveis de irrigação, com base no Tanque Classe A, valores de coeficiente da cultura (K_c), as características fenológicas, a produção de matéria seca, produtividade e ° Brix, para tomate industrial, e concluíram que a irrigação utilizando 80% da evapotranspiração potencial foi a que se mostrou mais promissora na cultura comercial, ou seja, K_c de 0,80 para todo ciclo da cultura.

Na relação água-planta, MAROUELLI et al. (1991), em um estudo realizado na região do cerrado em Brasília (DF), observaram que, na produção de tomate industrial, a produtividade de frutos comerciais não foi afetada por tensões de água no solo entre 30 e 460 kPa durante os estádios vegetativo e de maturação. Durante o estágio reprodutivo houve redução significativa da produtividade quando a tensão foi mantida a níveis acima de 100 kPa.

Em Fresno, na Califórnia, CALADO et al. (1990), realizaram o monitoramento e controle do déficit hídrico na cultura do tomate, através do uso de tensiômetros, sensores associados a programas de computador e leituras do tanque classe A, concluindo que a utilização desses equipamentos foi muito útil no controle da irrigação do tomateiro.

Em um estudo comparativo sobre manejo de irrigação por sulcos em tomate industrial, realizado na região do semi-árido em Petrolina (PE), CHOUDHURY et al. (1980), observaram que gerenciando a irrigação através de uma frequência de quatro dias, obtiveram uma curva semelhante à curva de produção relativa em função do potencial matricial de água no solo e também verificaram um aumento acima de 50% na produção, quando comparado com a média dos produtores da região.

Em Akola, na Índia, DALVI et al. (1999), avaliaram os níveis de irrigação em função da evapotranspiração de referência (ET_o), o uso de fertilizantes e a frequência da irrigação por gotejamento na produção de tomate. Esses autores conseguiram a máxima produção de tomate com uma frequência de irrigação em intervalos de um dia com um nível de 79% da ET_o e 96%

da fertirrigação recomendada. Além disso, a programação de irrigação em dias alternados associada ao uso de gotejadores móveis possibilitou a duplicação da área de produção.

Sistemas de irrigação

Em pesquisa realizada em Dire Dawa, na Etiópia, YOHANNES e TADESSE (1998) compararam o sistema de irrigação por sulcos com o sistema de gotejamento, utilizando diferentes espaçamentos entre as plantas (30, 60 e 75 cm) para o desenvolvimento da produção de tomate. Observaram assim que o sistema de gotejamento possibilitou uma maior produção e eficiência no uso e na aplicação da água, quando comparado com o sistema de irrigação por sulcos. Nessa mesma linha, em Brasília, CARRIJO et al. (1983) não observaram aumento na produção de tomates, todavia conseguiram uma economia no volume de água aplicada, duas vezes superior ao volume utilizado na irrigação por sulcos.

No oeste da Índia, SHRIVASTAVA et al. (1994), compararam dois sistemas de irrigação (gotejamento e sulcos), ausência ou utilização de cobertura "mulching" na produção de tomate. Foi observado que o uso de gotejamento sozinho ou em combinação com cobertura aumentou a produção e alcançou uma economia considerável de água (44%) em relação ao sistema de sulcos. Nesse estudo concluíram que somente com a utilização da cobertura (mulch) na irrigação por sulcos foi possível um aumento de 30% na produção. Concordam também com o uso de cobertura (mulching) na produção de tomates, RAMALAN e NWOKEOCHA (2000), que observaram em uma pesquisa desenvolvida em Samaru, na Nigéria, que essa prática possibilitou um efeito significativo na eficiência do uso da água.

A questão dos recursos hídricos.

Segundo a Agência Nacional de Águas, (ANA, 2004 a), 97,5% de toda água do planeta é salgada e apenas 2,5% é doce. Do total de água doce, 69% estão em geleiras e cobertura permanente de neve, 30% em águas subterrâneas, 0,9% outros (umidade do solo, placa de gelo flutuante, pântano, solo permanentemente congelado) e 0,3% em rios e lagos. Algumas regiões do mundo apresentam sérios problemas de disponibilidade hídrica, como o norte da África e o Oriente Médio.

A escassez de água é um dos maiores problemas do século. O volume de água mundial é constante e a população humana triplicou de 1900 até os dias atuais e graças aos avanços tecnológicos o consumo cresceu de seis a sete vezes nesse período. Atualmente, vários países já convivem com a falta de água que poderá atingir dois terços da população

mundial até 2025. Nesse cenário, o Brasil se encontra em situação privilegiada, já que dispõe de 13,7% da água doce superficial do mundo. Todavia, existe o problema da distribuição dessa água, com 68% concentrada na região norte, onde residem apenas 7% da população do país. Na região sudeste e nordeste, com 43% e 29% da população, a disponibilidade hídrica é de 7% e 3% respectivamente. Um exemplo, é a região da grande São Paulo que, com uma população de 18 milhões de habitantes, dispõe de 500 m³ de água/habitante/ano para abastecimento e, segundo a ONU, a quantidade mínima necessária é de 1,5 mil m³ de água/habitante/ano. Essa diferença é contornada com a captação de água na bacia do rio Piracicaba, gerando dessa forma a diminuição da disponibilidade hídrica no interior do Estado (KELMAN, 2004).

Em países do primeiro mundo como os Estados Unidos, também ocorreram problemas de escassez de água. Segundo EGAN (2001) a situação vivida em vários estados americanos é muito preocupante. Em Chicago, no ano de 2001, apesar da primavera chuvosa, a umidade do solo era baixa. O racionamento de água vem sendo sistematicamente utilizado em alguns estados e, mesmo quando se tem elevado volume de chuvas, essas não são suficientes para repor os aquíferos, responsáveis por 60% da água doce consumida no país. Por esse motivo os americanos criaram multas para punir os desperdícios daqueles que desrespeitavam as metas estipuladas para o consumo. Dentre os vários fatores apontados pelo autor para essa falta de água, cita a agricultura americana com o uso da irrigação como a principal consumidora. Acredita que, no futuro, a água nos Estados Unidos, deverá ser retirada justamente da agricultura para abastecer outros setores e justifica afirmando que a mesma quantidade de água para manter dez empregos na agricultura pode manter 100 mil empregos na área de alta tecnologia.

Essa grande preocupação com a irrigação pode ser muito bem compreendida, pois segundo POSTEL (2001), 40% de todo alimento mundial é produzido em solos irrigados, correspondendo a 18% de área plantada em todo planeta. Esse incremento da irrigação fez a produção mundial quase triplicar de 1950 até hoje. A irrigação consome 2/3 da água usada no mundo e nos países desenvolvidos esse consumo representa 50%. A autora faz projeções futuras preocupantes para o ano 2025; acredita que, quando a população mundial atingir o número de 8 bilhões, a falta de água ameaçará a produção de alimentos e o número de pessoas em países com problemas de escassez de água passará de 500 milhões para 3 bilhões. Por essa

razão ela propõe algumas soluções para o uso desta tecnologia de uma forma sustentável, quais sejam:

a) Permitir o acesso da tecnologia de irrigação mais eficiente aos agricultores com menos recursos, com intuito de reduzir a demanda hídrica.

b) Uso de informações meteorológicas associadas a programas de computadores para gerenciamento de irrigação.

c) Desenvolvimento de técnicas de reúso da água.

d) Mudança drástica na dieta alimentar dos países ocidentais com um menor consumo de carne e mais cereais, sem nenhuma perda nutricional, levando-se em consideração apenas o menor volume de água necessário na produção.

No Brasil, a crise energética ocorrida em 2001 evidenciou o problema da escassez de recursos hídricos. Várias restrições foram impostas. Alguns fatores foram apontados como responsáveis pelo problema tais como: o crescimento populacional explosivo nas cidades e a falta de infra-estrutura; o aumento da demanda por água; a poluição das águas com esgoto urbano, os resíduos da indústria e da agricultura, a substituição da vegetação e da fauna por concreto e asfalto que provoca a impermeabilização do solo e o rápido escoamento das águas das chuvas em direção aos rios, não havendo a infiltração e dessa forma diminuindo o abastecimento das águas nos lençóis freáticos e aquíferos (CAMPANILI, 2001).

Segundo o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH, 2004), o consumo de água no Estado de São Paulo em média é de 354 m³/s; desse total, a irrigação consome 55,68%, a indústria 21,60% e o consumo doméstico urbano 22,72%.

O “relatório zero” de diagnóstico da Bacia do Rio Mogi Guaçu, realizado em 2000 pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Mogi Guaçu e Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (CBH MOGI e CREUPI, 2004), divide o Rio em Sub-Bacias, sendo que Estiva Gerbi pertence à Sub-Bacia do Alto Mogi, apontando o Rio Oriçanga, que divide o Município de Estiva Gerbi, como um dos principais afluentes do Rio Mogi Guaçu. No levantamento de sistemas de irrigação, o Município de Estiva Gerbi contava com um sistema de pivô central, três sistemas de gotejamento, 11 sistemas de auto propelido e 35 sistemas de irrigação convencional. A disponibilidade hídrica no Alto Mogi foi definida como 23,0 m³/s, para a vazão mínima anual (Q 7, 10 - média de sete dias consecutivos e dez anos, de período de retorno), sendo que o risco de ocorrer um período de estiagem mais rigoroso que o

representado por essa vazão é de 10%. Esse relatório considera que o valor da vazão de referência (Q ref) é de 34,6 m³/s, representando o possível efeito de regularização das bacias acima da Q 7, 10 devido a existência e operação adequada de reservatórios. A captação de água no Alto Mogi representava 27.031 m³/h, divididos em: 36,17% para área urbana, 48,82% para indústria, 10,85% para irrigação e 4,16% para aquicultura.

A cobrança pelo uso da água.

A prioridade legal para o uso da água no Brasil é para o abastecimento público e a dessedentação de animais, entretanto os outros usos como geração de energia elétrica, irrigação, navegação, indústria e lazer, competem pelo uso da água. O Código Civil Brasileiro de 1916 estabeleceu que a utilização dos bens públicos de uso comum pode ser gratuita ou retribuída, conforme as leis da União, dos Estados e dos Municípios a cuja administração pertencerem. Na mesma linha, O Código das Águas, Decreto –Lei 24.643 de 10 de julho de 1934, estabeleceu que o uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído, de acordo com as leis e os regulamentos da circunscrição administrativa que pertencerem.

Posteriormente, a Lei 6938 de 31 de agosto de 1981, que trata da Política Nacional de Meio Ambiente, incluiu a possibilidade de imposição ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos .

Finalmente, a Lei 9433 de 08 de janeiro de 1997, definiu a cobrança como um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e a Lei 9984 de 17 de junho de 2000, que instituiu a Agência Nacional de Águas – ANA, atribuiu a esta Agência a competência para implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União.

Na esfera estadual, atualmente 24 Estados e o Distrito Federal já aprovaram suas Leis sobre Política e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Todas as leis já aprovadas incluíram a cobrança pelo uso dos recursos hídricos como instrumento de gestão.

O Governo do Estado de São Paulo, com a Lei n.º 7663 de 30 de dezembro de 1991, onde em seu artigo 3º, inciso III, dispõe expressamente sobre o " reconhecimento do recurso hídrico como um bem público de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada, observados os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades das bacias hidrográficas". Na seção III, Da cobrança do uso da água, em seu artigo 14º, dispõe

“ A utilização dos recursos hídricos será cobrada na forma estabelecida nesta lei e em seu regulamento, obedecidos os seguintes critérios: I- Cobrança pelo uso ou derivação, considerará a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo d'água onde se localiza o uso ou derivação, a disponibilidade hídrica local, o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas, a vazão captada em seu regime de variação, o consumo efetivo e a finalidade a que se destina.”

Para implementação da cobrança pelo uso da água, existe o Projeto de Lei N.º 676 de 11 de dezembro de 2000 que atualmente se encontra em tramitação de urgência, porém ainda não entrou na pauta de votação da Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo.

Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo (2004), a cobrança pela utilização dos recursos hídricos objetiva primordialmente que o usuário reconheça a água como um bem econômico e perceba o seu real valor. Pretende, assim, incentivar o uso racional e sustentável e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos estaduais de recursos hídricos e de saneamento básico.

A Confederação Nacional da Agricultura (2002), critica essa cobrança na agropecuária, pois acredita que existam diversas questões que deverão ser resolvidas antes de ser implementada essa cobrança, entre elas, a) melhor definição dos critérios metodológicos, para estabelecer um valor justo para cobrança do uso da água na agricultura. b) adotar um diferencial para a agropecuária, já que o valor deve ser consequência dos impactos que a cobrança poderá causar na produção. c) diagnosticar quais são os problemas de cada rio ou bacia e quem os causam. d) definir sistemas de monitoramento e de gerenciamento da qualidade dos mananciais. e) avaliar o custo destas operações, para depois estabelecer valores de cobrança. E, segundo a área técnica da Confederação Nacional da Agricultura (CNA), através de simulações de cobrança do uso da água, na tomaticultura representaria um aumento de 6% a 10% no custo total da cultura.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2004 b), o Conselho Nacional de Recursos Hídricos aprovou a cobrança pelo uso das águas da bacia do rio Paraíba do Sul, após Deliberação do Comitê para Integração da bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul, CEIVAP nº 08, de 06 de dezembro de 2001, nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, a partir de 2002. A taxa é de R\$ 0,008 por m³ de água retirada do rio e mais R\$ 0,02 para o

consumidor que despejar a água no rio sem tratamento. Neste projeto foi incluída uma moratória de cinco anos para o setor agropecuário.

Pode-se perceber o quanto a água é importante na produção da cultura do tomateiro, todavia o cenário futuro demonstra um panorama de falta de água. A cobrança da mesma, vem dessa forma tentar amenizar ou prorrogar esta escassez eminente. Conhecer o volume de água utilizado na produção do tomate de mesa, no sistema de irrigação por sulcos, quantificar esse valor em relação a taxa de cobrança, e em relação ao custo total de produção da cultura, são formas de contribuir para o entendimento e preservação dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área

O trabalho foi desenvolvido na área rural do Município de Estiva Gerbi, SP, localizado a 170 Km de São Paulo, a 70 Km de Campinas e a 7 Km de Mogi Guaçu. Sua altitude média é de 600 metros, sendo sua Latitude: 22° 16' 135'' Sul e Longitude: 46° 57' 61'' WGR. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Koppen, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso. A precipitação pluviométrica média de 10 anos foi de 1.262,6 mm/ano. Sua área total é de 7500 ha ou 75 km². Segundo o último censo demográfico, realizado no ano de 2000, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), a população total do município era de 8.856 habitantes, sendo 7.642 na zona urbana e 1.214 na zona rural.

Caracterização das propriedades produtoras de tomate

A partir do cadastro de propriedades agrícolas do Município de Estiva Gerbi, selecionou-se as produtoras de tomate de mesa. Foram realizadas visitas nas referidas propriedades e, através do preenchimento de uma planilha, anotou-se informações sobre: tipo de solo, área plantada, variedades utilizadas, sistemas de irrigação, fontes de captação de água, sistemas moto-bomba utilizados, produção, época de plantio, situação agrária e a relação de trabalho com a mão-de-obra utilizada. A coleta de dados foi efetuada junto aos produtores, meeiros e funcionários das referidas áreas.

Caracterização da propriedade

Foi escolhida para ser monitorada, uma propriedade rural dentro do Município, que explorava a cultura do tomate de mesa e utilizava o sistema de irrigação por sulcos.

Na propriedade monitorada, a maior parte da área era utilizada para o plantio de milho. A cultura do tomate é plantada em uma gleba da propriedade e após a colheita, nessa mesma área se faz o plantio de milho, como uma maneira de aproveitar o residual de adubo e também praticar a rotação de cultura. No ano seguinte, o produtor escolhe outra gleba dentro da propriedade para o plantio de tomate e estabelece um intervalo de quatro anos com plantios sucessivos de milho, para posteriormente retornar com a cultura de tomate nessa mesma gleba. Age dessa maneira de acordo com recomendações para se evitar a ocorrência de doenças.

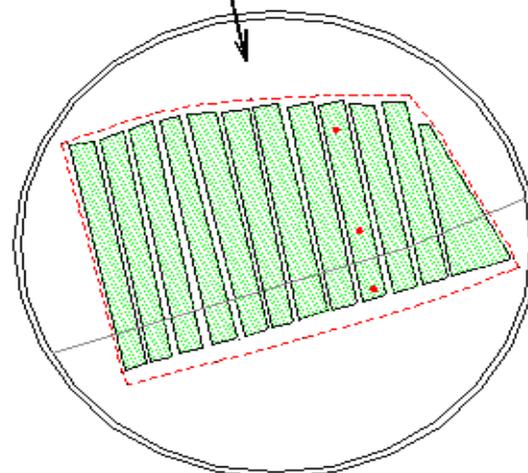
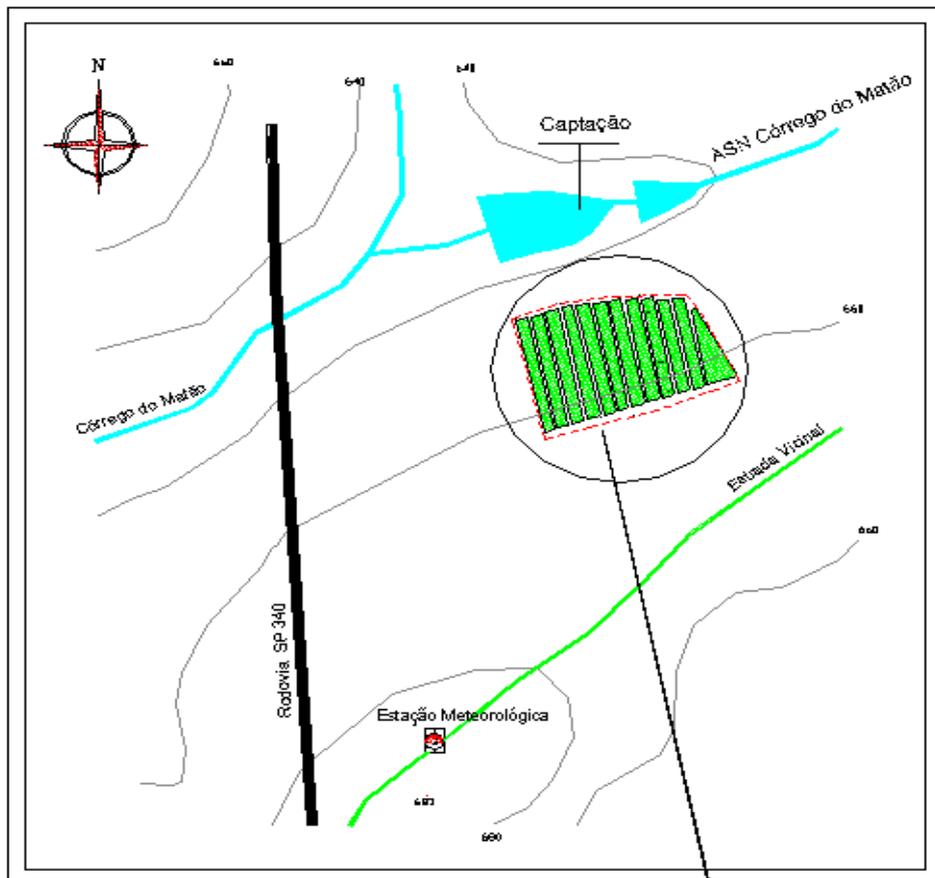
A gleba utilizada para exploração de tomate possuía uma área total de 4,1 ha, verificado através de levantamento executado com aparelho GPS marca Garmin, modelo E-trex summit. A área foi dividida em doze quadras, separadas por carregadores (Figura 1) .

Todo manejo da propriedade monitorada, desde o preparo de solo até a colheita de tomate, realizou-se de acordo com as orientações do proprietário.

Caracterização do solo

As amostras para análises granulométricas foram coletadas no dia 28 de junho de 2003, após as irrigações de ajuste do sistema. Foram retiradas amostras nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, na gleba monitorada, em frações no início, meio e final da área. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para análise no Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, onde foi realizada a análise granulométrica pelo método da pipeta, segundo CAMARGO et al. (1986).

Para determinações da densidade e porosidade do solo, as amostras foram coletadas no mesmo dia da amostragem para análise granulométrica. Foram coletadas em três diferentes camadas (0-20, 20-40 e 40-60 cm). Foi utilizado enxadão para cavar e com o auxílio do amostrador de Uhland usando anéis de inox de 50 mm de diâmetro, foram realizadas três amostragens, no início, no meio e no final da quadra monitorada. As amostras foram retiradas dentro do sulco de irrigação. Os anéis com as amostras indeformadas foram revestidos com papel alumínio e encaminhados para o Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, onde foram colocadas em estufa a 105 °C até peso constante, depois de seco e retirado o solo do interior do anel obteve-se seu volume. Através da relação entre a massa de uma amostra de solo, sem água (seca em estufa a 105°C) e o volume que ela ocupa na condição natural, ou seja, sem destruir a sua estrutura, obtem-se a densidade do solo (REICHARDT, 1990).



DETALHE DAS QUADRAS DE TOMATE
ÁREA TOTAL - 4,1 ha

Figura 1: Esquema da área experimental

Descrição do cultivo

O preparo da área para plantio de tomates iniciou-se no dia 15 de maio com o uso de grade aradora de 16 discos e trator de 290 cv, totalizando 12 horas/máquina de serviços. Posteriormente, no dia 23 de maio, foram esparramadas 18 toneladas de calcáreo dolomítico. Em seguida foram feitas a subsolagem com uso de um subsolador de 5 hastes, 2 arações com arado de 3 bacias, riscação ou sulcamento e plaina para fazer os carregadores, num total de 55 horas/máquina. No dia 30 de maio foram esparramadas 15 toneladas de esterco de galinha com palha de café, sendo que a aplicação de calcáreo e esparramação de esterco foram realizadas com trator de 65 cv e totalizaram 25 horas/máquina. No início do mês de junho, o solo estava preparado (Figura 2).



Figura 2: Preparo do solo

As mudas para o plantio de tomates foram preparadas em bandejas de isopor em estufa, por um produtor de mudas especializado. A sementeira foi realizada no dia 24 de maio e a variedade escolhida foi “Débora Plus”. Entre os dias 1 e 4 de julho, foram transplantados na área 45.000 pés. O espaçamento utilizado era de 0,8 m entre plantas e 1,10 m entre linhas.

Descrição da irrigação

O sistema de irrigação utilizado na propriedade era o de irrigação por sulcos. O sistema era constituído de um conjunto moto-bomba, com motor elétrico trifásico Weg, modelo 2255MO786 com potência de 75 cv e 1775 rpm e bomba Mark Peerless, modelo HE4-4A com de 1750 rpm. A captação da água era feita em um açude na propriedade que se localizava a 330 metros de distância do canal primário de irrigação. A água chegava até o

canal através do bombeamento em canos de alumínio de 6 m de comprimento e 127 mm de diâmetro.

O canal primário era de solo nu, feito com arado de 3 bacias e possuía dimensões médias em torno de 300 m de comprimento, 1 m de largura e 40 cm de profundidade, localizava-se em posição longitudinal aos sulcos de irrigação e transversal ao canal secundário, o qual apresentava em média 175 m de comprimento, 70 cm de largura e declividade média de 4 %. Os sulcos de irrigação apresentavam em média 20 m de comprimento, foram construídos com sulcadores tratorizados com espaçamento de 1,1 metros e com declividade quase zero, sendo que na primeira irrigação de ajuste do sistema, os sulcos eram ajustados para ficarem em nível (Figura 3).



Figura 3: Irrigação de ajuste do sistema

Manejo da irrigação

O manejo da irrigação adotado na propriedade consistia em realizá-la em intervalos não maiores do que sete dias, tendo esta informação como referência para executá-la.

A primeira componente monitorada foi a vazão de entrada, que foi medida na linha de recalque do sistema moto-bomba, utilizando-se um medidor de vazão que utiliza o princípio de ultra-som da marca Dynamic Fluid Systems, modelo HFM. O medidor foi acoplado com graxa branca no cano de irrigação .

Este procedimento foi realizado após o sistema estar em funcionamento por pelo menos dez minutos, depois de garantir que a tubulação estivesse completamente cheia. Foram realizadas sete repetições durante os eventos de irrigação e obteve-se valores de velocidade da água em metros por segundo.

No cálculo da vazão utilizou-se equação fornecida pelo fabricante:

$$Q_E = (0,08)(V)(ID)^2 \dots\dots\dots(\text{Equação 1})$$

em que:

Q_E = Vazão em litros por segundo.

V = Velocidade da água em m/s

ID = Diâmetro interno da tubulação em centímetros.

Após a calibração do equipamento no Laboratório de Hidráulica e Irrigação (FEAGRI), foi feita uma correção para cálculo da vazão (Q_R).

$$Q_R = (1,0883 \cdot Q_E) - 0,2945 \dots\dots\dots(\text{Equação 2})$$

Para determinar o tempo de funcionamento do sistema moto-bomba, instalou-se no equipamento, um contador de horas, marca Coel, modelo DH. Como resultado da somatória de todos os eventos de irrigação, obteve-se o tempo total de funcionamento do sistema moto-bomba.

Através da multiplicação do total de horas do funcionamento do sistema moto-bomba pela vazão média obtida, obteve-se o volume total de água captado no manancial em toda safra de tomate.

Monitoramento da umidade no solo

Para o monitoramento da umidade no solo, foram instaladas na área, no dia 06 de julho, três baterias com três tensiômetros em cada uma, do tipo tensímetro digital de punção, nas profundidades de 20, 40 e 60 cm. Definiu-se a quadra número quatro para ser monitorada e as baterias foram divididas em início, meio e final da quadra e colocadas no meio da rua entre os pés de tomate (Figura 4:).



Figura 4: Tensiômetros posicionados entre pés de tomate em três profundidades

No dia 11 de julho, foram realizadas as primeiras leituras, dos tensiômetros, utilizando-se um tensímetro digital de punção, sendo realizadas leituras semanalmente, durante toda safra do tomate, num total de vinte e cinco leituras. Com as leituras dos três conjuntos de tensiômetros obteve-se a média do potencial matricial para cada camada de solo.

Para determinação da umidade do solo em função do potencial matricial, foi construída a curva de retenção de água do solo. As amostras de solo foram coletadas em três diferentes camadas (0-20, 20-40 e 40-60 cm). Foi utilizado enxadão para cavar e com o auxílio do amostrador de Uhland usando anéis de inox de 50 mm de diâmetro, foram realizadas três amostragens, no início, no meio e no final da quadra monitorada. As amostras foram retiradas dentro do sulco de irrigação. Os anéis com as amostras indeformadas foram revestidos com papel alumínio. Essas amostras foram colocadas na câmara Richards para obtenção da quantidade de água retida no solo nas seguintes pressões: saturado, 2, 6, 10, 20, 33, 50, 70, 150 e 300 kPa, realizado no Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.

Utilizou-se o modelo de VAN GENUCHTEN (1980) para a representação matemática da curva do potencial matricial da água no solo, em função da umidade do solo (θ , cm^3/cm^3):

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + |\alpha \Psi_m|^n\right]^m} \dots \dots \dots \text{(Equação 3)}$$

onde:

- θ_r - umidade residual, cm^3/cm^3 ;
- θ_s - umidade de saturação, cm^3/cm^3 ;
- Ψ_m - potencial matricial, cmca;
- α - parâmetro dependente do solo, $1/\text{cm}$;
- n, m - parâmetros dependentes do solo, adm.

Os parâmetros empíricos da equação de van Genuchten foram estimados através do uso do software Soil Water Retention Curve (SWRC version 3.00 beta), DOURADO NETO et al. (2001).

Monitoramento climático

Foi instalada na propriedade a uma distância de 520 m da área de produção de tomates, uma estação meteorológica portátil da marca Campbell, com módulo de memória CR10 – X, que possui um sistema de aquisição de dados automático (Figura 5).



Figura 5: Estação meteorológica automática

Os dados da estação eram registrados a cada 10 segundos e automaticamente eram transformados em médias e totais, horários e diários. Sendo os seguintes dados registrados: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (UR%), velocidade do vento (m/s), direção do vento (graus em relação ao norte verdadeiro), radiação solar (KW/m²), precipitação em (mm/h) ou (mm/dia), evapotranspiração de referência (mm/h) ou (mm/dia).

Evapotranspiração de referência (ET₀)

Para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET₀), foi utilizado o método proposto por Penman-Monteith. Os dados de evapotranspiração foram recalculados utilizando-se o coeficiente de reflexão de cobertura para solo nu (0,05), ao invés do padrão de (0,23) utilizado para superfícies gramadas.

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \dots\dots\dots(\text{Equação 4})$$

em que:

- ET₀- evapotranspiração da cultura de referência (mm.dia⁻¹);
- R_n - radiação líquida recebida pela superfície (MJ.m⁻²/dia);
- G - densidade do fluxo de calor do solo (MJ.m⁻²/dia);

T - temperatura média do ar a 2 metros do solo (°C);

u_2 - velocidade do vento (m /s);

e_s - pressão de saturação de vapor (kPa);

e_a - pressão de vapor atual (kPa);

$(e_s - e_a)$ – déficit de pressão de vapor (kPa);

Δ - declive da curva de pressão de vapor (kPa/°C);

γ - constante psicrométrica (kPa/°C).

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \dots\dots\dots(\text{Equação 5})$$

em que:

R_n - Radiação líquida (MJ.m⁻²/dia);

R_{ns} - Radiação de onda curta (MJ.m⁻²/dia);

R_{nl} - Radiação de onda longa (MJ.m⁻²/dia).

$$R_{ns} = (1 - \alpha)R_s \dots\dots\dots(\text{Equação 6})$$

onde:

R_{ns} - Radiação líquida de onda curta (MJ.m⁻²/dia);

α - Albedo ou coeficiente de reflexão de cobertura (cobertura de referência - grama = 0,23 e para solo nu = 0,05);

R_s - Radiação solar (MJ.m⁻²/dia).

$$R_s = \left(a_s + b_s \frac{n}{N} \right) R_a \quad (\text{Equação 7})$$

em que:

R_s - Radiação solar (MJ.m⁻²/dia);

n - número atual de horas de sol (horas);

N - duração máxima de horas de sol durante o dia (horas) (função da latitude e do dia do ano - tabelado);

R_a - radiação extraterrestre (MJ.m⁻²/dia) – (tabelado).

$a_s + b_s$ - fração da radiação extraterrestre que chega a terra em dias limpos (tabelado).

$$R_{nl} = \sigma \left[\frac{(T_{\max,K})^4 + (T_{\min,K})^4}{2} \right] \left(0,34 - 0,14 \sqrt{e_a} \right) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right) \quad \text{(Equação 8)}$$

em que:

R_{nl} - Radiação líquida de onda longa (MJ.m⁻²/dia);

σ - Constante de Stefan-Boltzmann (4,903.10⁻⁹ MJ.K⁻⁴.m⁻²/dia);

$T_{\max,K}$ - Temperatura máxima absoluta no período de 24 horas (K = °C + 273,16);

$T_{\min,K}$ - Temperatura mínima absoluta no período de 24 horas (K = °C + 273,16);

e_a - Pressão de saturação de vapor atual (kPa);

R_s - Radiação solar (MJ.m⁻²/dia);

R_{so} - Radiação solar em céu limpo (MJ.m⁻²/dia).

A.) Ao nível do mar ou quando os valores para a_s e b_s estão disponíveis:

$$R_{so} = (a_s + b_s)R_a \quad \text{(Equação 9)}$$

em que:

R_{so} - Radiação Solar em Dia Limpo (MJ.m⁻²/dia);

$a_s + b_s$ - fração da radiação extraterrestre que chega a terra em dias limpos (n = N)

(tabelado).

B.) Quando os valores de a_s e b_s não estão disponíveis:

$$R_{so} = (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} Z)R_a \quad \text{(Equação 10)}$$

em que:

R_{so} - Radiação Solar em Dia Limpo (MJ.m⁻²/dia);

Z – altitude da estação em relação ao nível do mar (m).

$$G = 0,38(T_i - T_{i-1}) \quad \text{(Equação 11)}$$

onde:

G - fluxo de calor do solo (MJ.m⁻²/dia);

T_i - temperatura do ar no tempo i (°C);

T_{i-1} - temperatura do ar no tempo i-1 (°C);

Evapotranspiração da cultura (ETc)

Para determinação da ETc, o consumo de água dos tomateiros foi estimado entre os dias 01/07/2003 (plantio das mudas) até o dia 14/11/2003 (final da colheita), correspondendo a um total de 137 dias. Este período de produção foi dividido em cinco estádios da cultura, assim denominados: Inicial (E1), desenvolvimento (E2), intermediário (E3), final (E4) e colheita (E5). Utilizou-se a seguinte equação de DOORENBOS & KASSAM (1979), descrita abaixo, que relaciona a evapotranspiração de referência (ETo), com o coeficiente da cultura (Kc).

$$ETc = ETo \cdot Kc \dots\dots\dots(\text{Equação 12})$$

em que,

ETc: evapotranspiração da cultura (mm/dia);

ETo: evapotranspiração de referência (mm/dia);

Kc: coeficiente da cultura.

Para determinação do coeficiente da cultura Kc, utilizou-se o modelo proposto por DOORENBOS & KASSAM (1979), em que para cada estágio da cultura corresponde um valor de Kc diferente, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de coeficiente de cultivo Kc para tomate de mesa.

Estádio	Valores de Kc	Período (dias)
E1	0,5	15
E2	0,8	23
E3	1,2	37
E4	0,9	40
E5	0,6	22

Eficiência de uso da água (EUA)

A eficiência de uso da água (EUA) foi determinada pela relação entre a produtividade total dos frutos e a quantidade de água aplicada através da irrigação, conforme o modelo proposto por DOORENBOS & KASSAM (1979) :

$$EUA = \frac{Pt}{W} \dots\dots\dots(\text{Equação 13})$$

onde:

EUA: Eficiência de uso da água, Kg/m³ ;

Pt: Produtividade total, Kg/ha⁻¹;

W: volume de água aplicado, m³/ha⁻¹.

Eficiência de aplicação da água de irrigação (EA)

A eficiência de aplicação da água de irrigação (EA) foi determinada pela relação entre o volume necessário para suprir o déficit hídrico na camada de solo que contém o sistema radicular, calculado pela evapotranspiração da cultura e a lâmina média aplicada, calculada através do volume total captado no manancial e bombeado até a área a ser irrigada, conforme o modelo proposto por FRIZZONE e DOURADO NETO (2003).

$$EA = \frac{Y_s}{Y_a} \cdot 100 \dots\dots\dots(\text{Equação 14})$$

onde:

EA : eficiência de aplicação da água de irrigação (%);

Y_s: Lâmina de irrigação necessária para suprir o déficit hídrico na camada de solo que contém o sistema radicular (mm);

Y_a: Lâmina média de água aplicada (mm).

Custo de produção

Para estimativa do custo de produção da cultura do tomate de mesa, adotou-se a metodologia utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola para determinação do Custo Operacional de Produção (MATSUNAGA et al., 1976).

Para realizar os cálculos, desenvolveu-se uma planilha eletrônica a partir do programa Microsoft Excel, onde procurou-se lançar os dados essenciais utilizados no desenvolvimento da cultura, de forma que permitisse ao produtor ter conhecimento do impacto econômico da cobrança pelo uso da água no custo de produção do tomate de mesa. O primeiro item da planilha era mão-de-obra. Para calcular o valor gasto com a mão-de-obra, foram somados os valores pagos durante todo período de contrato, nas atividades de transplântio, adubações,

pulverizações, desbrota, amarrão, capinas, irrigações e colheita. Foram despendidos 6,5 meses de salários, verbas indenizatórias e mais um prêmio para os empregados de R\$ 1,00 por caixa de tomate classificada, embalada e carregada no caminhão, ou seja, pronta para a comercialização. Na planilha, lançou-se separadamente um tópico intitulado “formação de mudas”. Tal procedimento se justifica por que a produção das mudas foi terceirizada, não havendo assim gasto direto com a mão-de-obra para produção. Essa terceirização na produção de mudas vem sendo adotada pelos tomatocultores da região, visando a redução de custos e garantindo a qualidade das mudas.

Para o cálculo da mecanização, utilizou-se, como instrumental auxiliar, valores de uma planilha do Instituto de Economia Agrícola (2003) de estimativa de custo de operação de máquinas e implementos agrícolas no Estado de São Paulo para o mês de março de 2003. Com essa planilha, obteve-se valores de custos e depreciações horárias para os tratores e implementos utilizados durante a safra de tomate. A quantidade de horas dos tratores era anotada pelo tratorista. Com a quantidade de horas e os valores de hora máquina, montou-se os resultados e concluiu-se a primeira parte da planilha.

A segunda parte da planilha era composta dos custos de materiais. Para o preenchimento da mesma, utilizou-se os valores de compra dos produtos (sementes, adubos e corretivos, defensivos e outros materiais), fornecido pelo produtor através das notas fiscais. Entretanto, como alguns materiais não foram adquiridos na safra avaliada, pois o produtor utilizou os remanescentes de lavouras anteriores, foi necessário pesquisar alguns preços em fornecedores de insumos para concluir a planilha. Nessa parte também inseriu-se o custo da energia elétrica, através dos valores da conta, que pode ser precisamente auferido devido ao fato de haver na propriedade um transformador exclusivo para o conjunto de irrigação.

O valor do custo operacional efetivo de produção foi determinado através da somatória da primeira parte (A), ou seja de operação com a segunda parte de material consumido (B).

A determinação do custo de água na produção de tomates, foi realizada utilizando-se o valor total de volume de bombeamento, desde as irrigações de ajuste do sistema até a última irrigação da safra, já descritos em manejo de irrigação, multiplicado pelo valor de R\$ 0,01 por m³ de água, valor este, utilizado na cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Dessa forma, como resultado, obteve-se duas planilhas diferentes, a primeira com os valores obtidos na propriedade selecionada sem a cobrança da água e a segunda com a inclusão do valor do custo da cobrança da água.

Simulação

Para realizar essa etapa do projeto, comparou-se o volume total de água gasto pelo produtor em toda área, com um volume estimado através de uma simulação. O volume simulado baseou-se na reposição integral da ETc, em cada período, nos eventos de irrigação. Repetiu-se as mesmas datas utilizadas pelo produtor para irrigar. Não foram consideradas as duas primeiras irrigações de ajuste do sistema, apenas as realizadas após o transplante das mudas de tomate. Partiu-se de uma condição inicial de solo na capacidade de campo. Dessa forma, simulou-se uma irrigação com 100% de eficiência de aplicação. Com este resultado, calculou-se a diferença do volume de água utilizado pelo produtor na irrigação do tomate e o simulado e os reflexos dessa economia na conta de energia elétrica, na cobrança da água e no custo da mão de obra utilizada na irrigação. Seguiu-se a mesma linha e realizou-se mais duas simulações, com 80 e 60% de eficiência e todos os reflexos econômicos adjuntos utilizados nessa simulação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização das propriedades produtoras de tomate

A tomaticultura no Município Estiva Gerbi, no ano de 2003 foi desenvolvida por seis produtores em uma área total de 18,3 ha (Tabela 2). Comparando-se a situação atual com os dados do Levantamento das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA, 1995/96), do Estado de São Paulo, houve um decréscimo de 25% no número de produtores e de 76 % da área de plantio. Segundo esses dados, existem no Município, 123 unidades de produção agropecuária, dessa forma; os tomaticultores representariam atualmente 5% dessas unidades produtivas. Com relação à mão-de-obra utilizada na produção de tomates, quatro produtores trabalharam no sistema de parceria agrícola, com meeiros, um produtor com mão de obra familiar e outro com empregados assalariados.

O sistema de irrigação utilizado nas propriedades era o de irrigação por sulcos. O manejo de irrigação empregado era semelhante em todas as propriedades, não utilizando nenhum tipo de aparelho ou técnica para realização das mesmas. A captação de água para irrigação em cinco propriedades era realizada em açudes e em uma, diretamente no Rio Oriçanga. Metade dos produtores (três) utilizavam motores elétricos no sistema moto-bomba e a outra metade motores à óleo diesel.

Tabela 2: Produção de tomate de mesa em Estiva Gerbi no ano de 2003

Unidades	Área	Pés	ha	Plantio ⁴	Variedade	Caixas	Produção	Média	Cx/1000 ²
A	Arrendada	60.000	5,5	02/abril	Carmen	23.000	50,6 t	92 t/ha	383
B	Própria	8.000	0,7	20/maio	Débora	2.400	52,8 t	75 t/ha	300
C	Própria	30.000	2,5	31/março	Débora	9.000	198 t	79 t/ha	300
D	Própria	17.000	1,2	15/abril	Débora	3.800	83,6 t	70 t/ha	223
E	Própria	50.000	4,3	15/fev	Carmen	15.800	347,6 t	81 t/ha	316
F	Própria	45.000	4,1	01/julho	Débora	9.732	214,1 t	52 t/ha	216
TotaL	6	210.000	18,3			63.732	1.402,10	75 t/ha ¹	290 ³

Dados da Tabela 2

1. Produção média de 75 toneladas por ha.
2. Produção de caixas por mil pés de tomate, (mensuração utilizada pelos produtores).
3. Produção média de 290 caixas (22 Kg) por mil pés de tomate.
4. Data do plantio das mudas de tomate no campo.

Descrição dos solos

De acordo com a carta pedológica de solos do Estado de São Paulo (IAC, 1992), as áreas de produção de tomate localizaram-se em duas classes de solos diferentes (Figura 6).

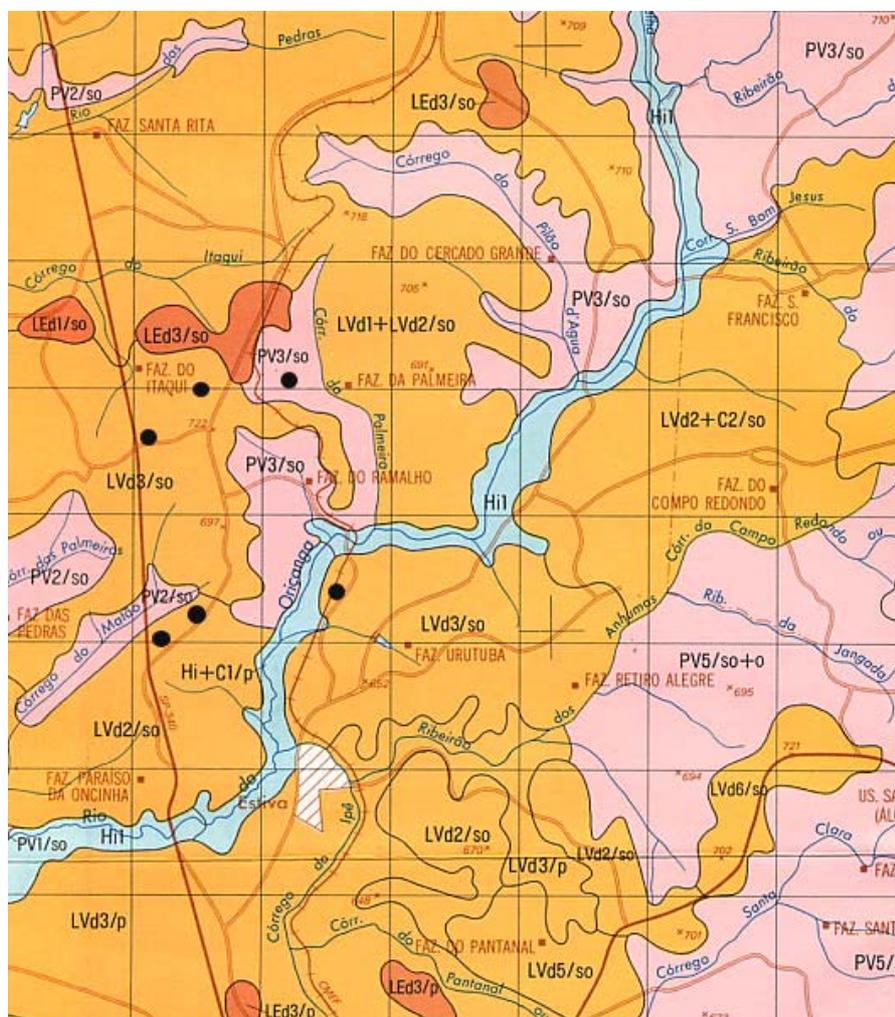


Figura 6: Carta pedológica semi-detalhada do Município de Estiva Gerbi (IAC, 1992).

Legenda	
Áreas com tomaticultura em 2003	●
Solo – Lvd	Latossolos Vermelhos- Amarelos
Solo - PV3	Argissolos Vermelhos- Amarelos
Relevo - so	Suave ondulado entre (3 e 8%)
Relevo - p	Plano < 3%

Das propriedades produtoras de tomate, cinco estão localizadas em áreas de Latossolos Vermelho-Amarelo e uma em Argissolo Vermelho-Amarelo. Segundo a EMBRAPA (2002), os Latossolos com 38,7%, são os solos com a maior área no Brasil e os Argissolos

vêm em segundo, com 20%. Com relação à topografia, as propriedades localizam-se em relevo suave ondulado com declividade predominante entre 3 e 8%.

Do ponto de vista agrícola, segundo OLIVEIRA et al. (1992), os Latossolos Vermelhos Amarelos sendo de textura média, como foram amostrados na região, com alta porcentagem de areia, são muito suscetíveis à erosão, além de apresentarem elevada taxa de infiltração, requerendo, portanto, tratos conservacionistas e manejo de irrigação adequados. Já os Argissolos, sendo distróficos, naturalmente apresentam restrições quanto à fertilidade e, em terrenos com maior declividade, apresentam sérias limitações devidas à maior suscetibilidade à erosão, sendo recomendado o uso para reflorestamento, pastagens ou culturas permanentes.

Caracterização da propriedade monitorada

Selecionou-se uma propriedade dentro do Município de Estiva Gerbi, com base nas instruções descritas na metodologia, onde monitorou-se as atividades relacionadas à exploração da cultura do tomate de mesa. A partir de amostras de solo, obteve-se os resultados da análise granulométrica apresentados na Tabela 3, que demonstraram os diferentes teores de areia, argila e silte em três profundidades de solo.

Tabela 3: Análise granulométrica do solo da propriedade monitorada

Amostra Profundidade	Areia		Argila	Silte Por. dif.
	Areia Grossa	Areia Fina		
				g/Kg
0-20 cm	176	365	541	346
20-40 cm	168	355	523	371
40-60 cm	148	345	493	380

Com os resultados da análise granulométrica para as camadas de solo avaliadas, classificou-se as classes texturais do solo, conforme a Tabela 4 .

Tabela 4: Classificação do solo com relação a textura

Amostra	Classes texturais	Textura
0-20 cm	Franco Argilo Arenoso	Média
20-40 cm	Franco Argilo Arenoso	Média
40-60 cm	Argila Arenosa	Argilosa

Os resultados da densidade do solo para os pontos amostrados, em três profundidades, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Densidade do solo da propriedade monitorada

Profundidade	Amostras			Densidade do solo (Kg/m ³)		
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Média	Desv. Pad.	Coef. V.(%)
0-20 cm	1.434	1.450	1.484	1.456	25,53	1,75
20-40 cm	1.453	1.491	1.359	1.434	67,95	4,73
40-60 cm	1.266	1.369	1.296	1.310	52,97	4,04

A densidade média dos solos nas três camadas amostradas foi considerada alta, pois segundo KIEHL (1979), para os solos de textura média, os valores aceitáveis deveriam estar entre 1.150 Kg/m³ e 1.350 Kg/m³ e para textura argilosa entre 1.000 e 1250 Kg/m³. Ainda segundo o autor, o aumento da densidade significa uma maior compactação do solo, diminuindo sua estruturação, sua porosidade e provocando maiores restrições para o desenvolvimento do sistema radicular e o crescimento das plantas.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados da porosidade total do solo para os pontos amostrados em três profundidades:

Tabela 6: Porosidade Total do solo da propriedade monitorada

Amostra	Porosidade (m ³ /m ³)					
	Total	Total	Total	Média	Desv. Pad.	Coef. V. (%)
Profundidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3			
0-20 cm	0,434	0,395	0,412	0,412	0,020	4,75
20-40 cm	0,405	0,391	0,423	0,423	0,016	3,79
40-60 cm	0,421	0,425	0,454	0,450	0,018	3,97

A porosidade total dos solos nas três camadas amostradas em termos percentuais, ficou dentro da média, pois segundo KIEHL (1979), para solos de textura média, a porosidade deve variar entre 40 e 50% e textura argilosa entre 40 e 60%.

Os resultados da macroporosidade do solo para os pontos amostrados em três profundidades, estão apresentados na Tabela 7:

Tabela 7: Macroporosidade do solo da propriedade monitorada

Amostra	Porosidade (m ³ /m ³)					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Média	Desv. Pad.	Coef. V. (%)
0-20 cm	0,118	0,088	0,089	0,098	0,017	17,33
20-40 cm	0,111	0,071	0,147	0,110	0,038	34,67
40-60 cm	0,165	0,117	0,145	0,142	0,024	16,94

Os resultados da microporosidade do solo para os pontos amostrados em três profundidades, estão apresentados na Tabela 8:

Tabela 8: Microporosidade do solo da propriedade monitorada

Amostra	Porosidade (m ³ /m ³)					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Média	Desv. Pad.	Coef. V. (%)
Profundidade 0-20 cm	0,316	0,307	0,322	0,315	0,008	2,40
20-40 cm	0,294	0,319	0,276	0,296	0,022	7,29
40-60 cm	0,256	0,307	0,309	0,291	0,030	10,33

Analisando-se os resultados, podemos observar que na camada de solo até 20 cm, a proporção média de macroporos foi de 23,7% e a de microporos foi de 76,3%. Na camada de 20 a 40 cm, a proporção média de macroporos foi de 27,1% e a de microporos foi de 72,9%. De acordo com KIEHL (1979), o solo ideal deveria ter uma proporção de um terço de macroporos, (33,3%) para dois terços de microporos (66,6%). Nesse caso, a maior quantidade de microporos, responsáveis pelo armazenamento de água no solo, caracterizam uma drenagem e aeração inferior na camada superficial do solo. Os macroporos são responsáveis pela drenagem e aeração do solo e, segundo Flocker (citado por KIEHL, 1979), em um trabalho sobre crescimento e produção do tomateiro na Flórida, verificou-se que maiores produções foram obtidas quando a aeração ficou entre 25 e 30%, sendo que aerações maiores foram prejudiciais.

Os parâmetros de ajuste da equação de van Genuchten, obtidos através do uso do software Soil Water Retention Curve (SWRC version 3.00 beta), DOURADO NETO et al. (2001), encontram-se na Tabela 9. As curvas de retenção com o melhor ajuste para cada profundidade de solo, constituem as Figura 7, Figura 8, Figura 9, que correspondem as profundidades de 20, 40 e 60 cm, respectivamente.

Tabela 9: Parâmetros de ajuste da curva de retenção de água no solo

Profund.(cm)	α	m	n	θ_r (cm ₃ /cm ₃)	θ_s (cm ₃ /cm ₃)
0-20	4,1278	0,0191	4,7903	0,000	0,434
20-40	5,4570	0,0185	4,3389	0,000	0,405
40-60	2,3420	0,0285	5,5814	0,073	0,421

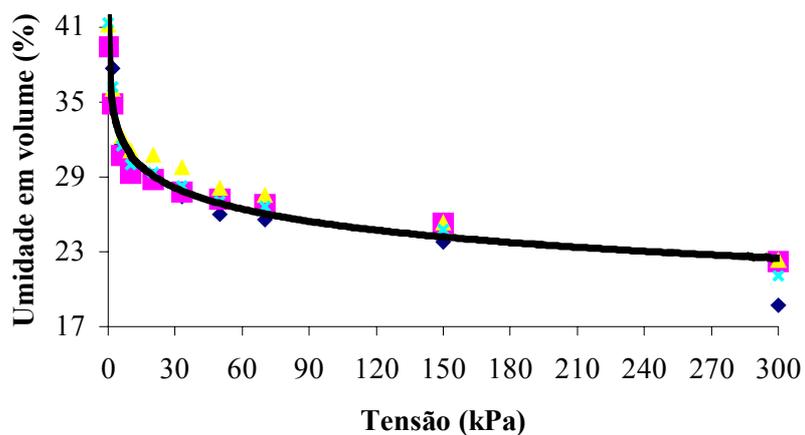


Figura 7: Curva de retenção de água no solo para profundidade de 0-20 cm

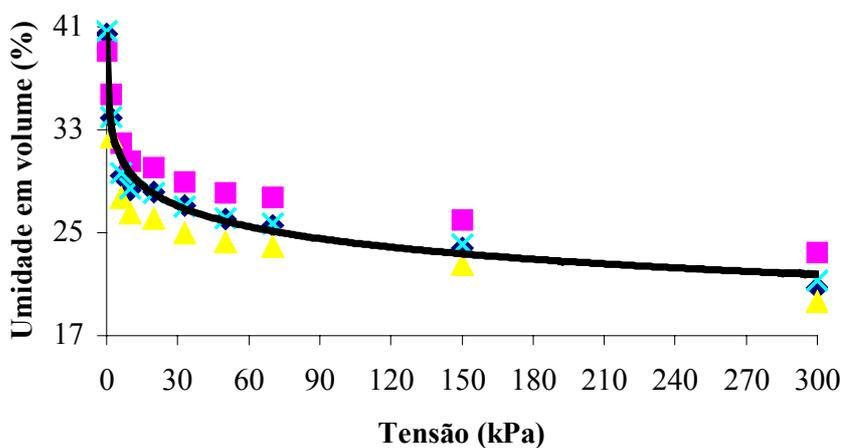


Figura 8: Curva de retenção de água no solo para profundidade de 20-40 cm

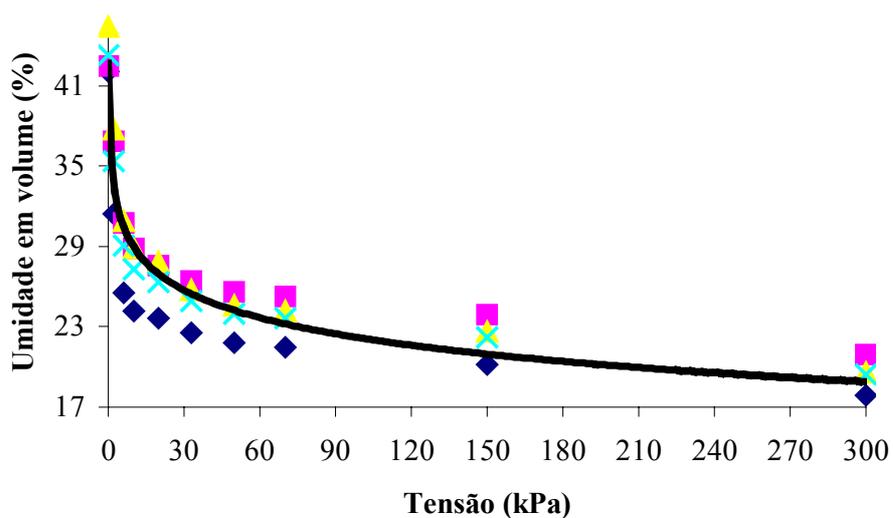


Figura 9: Curva de retenção de água no solo para profundidade de 40-60 cm

Utilizando as equações ajustadas de Van Genuchten, calculou-se as umidades do solo na capacidade de campo, no ponto crítico e no ponto de murcha permanente, conforme Tabela 10.

Tabela 10: Valores de umidade do solo (θ), para diferentes potenciais matriciais (Ψ_m)

	$\Psi_m = 8 \text{ kPa}$ (CC)	$\Psi_m = 30 \text{ kPa}$ (PC)	$\Psi_m = 1.500 \text{ kPa}$ (PMP)
θ (0-20 cm)	31,52%	27,93%	19,52%
θ (20-40 cm)	29,91%	26,90%	19,65%
θ (40-60 cm)	29,13%	24,99%	16,80%

Monitoramento da irrigação

Os dias e as durações de cada evento de irrigação realizado durante a safra de tomate, encontram-se na Tabela 11. Foram realizadas 20 irrigações no decorrer da safra e o tempo total de horas que o sistema moto-bomba esteve em funcionamento foi de 318,02 horas.

Tabela 11: Duração de cada evento de irrigação

Número de irrigações	Início	Final	Total de horas (t)
1	23/jun	27/jun	27,56
2	27/jun	01/jul	22,22
3	04/jul	06/jul	13,16
4	10/jul	18/jul	20,26
5	25/jul	29/jul	16,99
6	04/ago	05/ago	15,87
7	14/ago	16/ago	13,40
8	19/ago	21/ago	13,59
9	28/ago	30/ago	15,07
10	01/set	02/set	14,82
11	05/set	07/set	12,92
*12	10/set	15/set	12,92
13	19/set	22/set	15,29
14	23/set	24/set	13,39
15	26/set	29/set	13,94
16	01/out	03/out	11,82
*17	03/out	07/out	14,13
18	16/out	17/out	20,00
19	24/out	25/out	21,94
20	03/nov	04/nov	8,73
		Total de horas (t)	318,02

* Irrigação por aspersão

O produtor realizou duas irrigações por aspersão seguindo uma recomendação técnica para melhorar a umidade na área total, em virtude do clima que se apresentava muito seco naquele período

São apresentadas na Tabela 12, os resultados da velocidade da água e da vazão do sistema moto-bomba utilizado na propriedade. A vazão foi calculada em cada leitura e posteriormente foi corrigida em função da calibração do aparelho. A vazão média corrigida foi de 156,4 m³/h.

Tabela 12: Vazão da bomba

Dia de leitura	Velocidade (m/s)	Vazão Q (l/s)	Vazão Q (m ³ /h)	Q calc (m ³ /h)
06/ 07	3,2	39,6	142,6	154,9
18/ 07	3,1	38,4	138,2	150,2
04/ 08	3,3	40,9	147,2	159,9
14/ 08	3,2	39,6	142,6	154,9
19/ 09	3,3	40,9	147,2	159,9
26/09	3,3	40,9	147,2	159,9
16/ 10	3,2	39,6	142,6	154,9
Média =				156,4

Pode-se verificar na Tabela 13, o volume total de água utilizado na exploração da cultura do tomate de mesa, na área total cultivada de 45.000 pés de tomate e na área padrão de um hectare com 12.000 pés de tomate .

Tabela 13: Volume total de água bombeada em toda safra de tomate

Volume total (m ³) 45.000 pés	Volume (m ³) p/ ha 12.000 pés	Volume consumido em litros por pé (L)	Lâmina bombeada (mm)
49.738,33	13.263,55	1.105	1.326,35

Parâmetros climáticos

Observa-se na Figura 10, os valores de precipitação coletados pela estação meteorológica automática, durante os meses de julho a novembro, que corresponderam ao período de produção de tomates na propriedade monitorada.

No mês de novembro a precipitação total foi de 118,7 mm, porém a colheita de tomates encerrou-se no dia 14 de novembro e até aquela data a precipitação era de 52 mm.

Dessa forma a precipitação total para o período de produção de tomates na propriedade monitorada ficou em 162,5 mm.

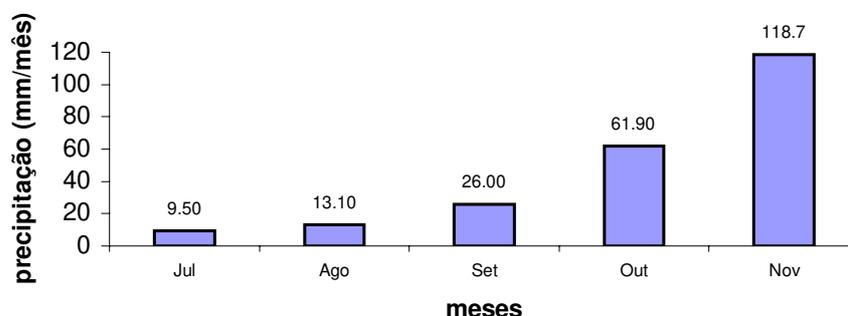


Figura 10: Precipitação na área de produção de tomate

As médias das temperaturas máxima, média e mínima, coletadas na estação meteorológica automática, são apresentadas na Figura 11. Sendo a menor temperatura média diária de 5,8 °C no dia 18 de agosto e a maior de 36,9 °C no dia 25 de setembro. Segundo a EMBRAPA (1993), a faixa entre 18 a 25°C seria a ideal para o desenvolvimento do tomateiro, sendo que temperaturas noturnas altas, também contribuem para o crescimento da planta. Contudo, temperaturas acima de 32°C, provocam queda das flores e o desenvolvimento dos frutos fica inibido.

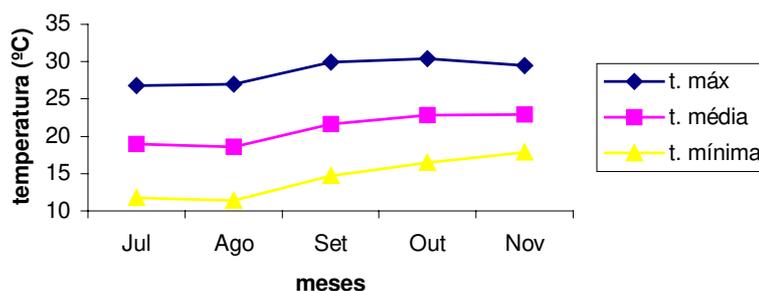


Figura 11: Médias das temperaturas de julho a novembro de 2003.

Os dados de umidade relativa do ar podem ser observados na Figura 12, onde o maior valor, mais úmido, ocorreu no mês de novembro, correspondendo a 77,1% e o menor, mais seco, no mês de julho, correspondendo a 64,1%. Segundo a EMBRAPA (1993), alta umidade

relativa do ar e chuvas, associadas às variações de temperatura, favorecem a incidência de doenças e pragas.

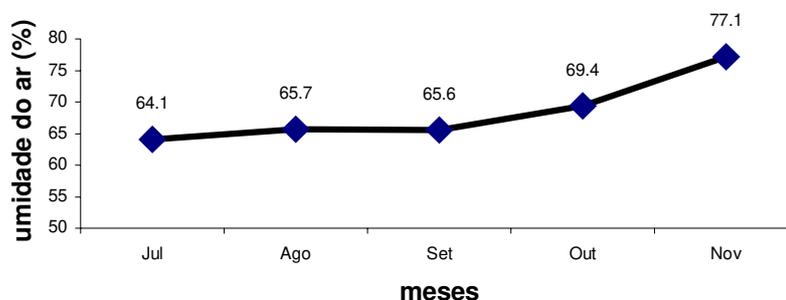


Figura 12: Umidade relativa do ar (%)

Na Figura 13 observa-se os valores de velocidade do vento, sendo que o menor valor ocorreu no mês de julho e sua maior média se deu, no mês de novembro, atingindo 170 Km/dia.

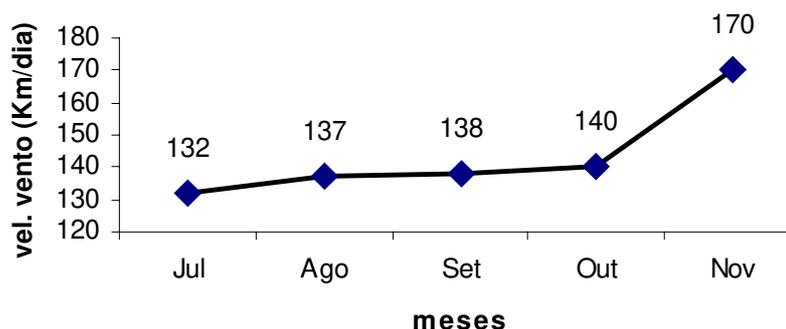


Figura 13: Velocidade do vento (Km/dia)

Com base nas referências climáticas, a EMBRAPA (1993), recomenda as seguintes condições para o ciclo da cultura: temperaturas médias variando de 18 a 25°C, baixa umidade relativa do ar e baixo índice de chuvas por um período de cinco a seis meses consecutivos.

As diferentes fases de desenvolvimento da cultura do tomate de mesa estão dispostas na (Figura 14).



13 DAT (Inicial)



23 DAT (Desenvolvimento)



33 DAT (Desenvolvimento)



44 DAT (Intermediário)



61 DAT (Intermediário)



71 DAT (Intermediário)



93 DAT (Início da maturação)



97 DAT (Início da colheita)

Figura 14: Ciclo da cultura do tomate de mesa para propriedade monitorada

As fases fenológicas da cultura do tomate de mesa estão dispostas na Tabela 14 e foram baseadas nas observações realizadas no campo e nos valores determinados por DOORENBOS & KASSAM (1979).

Tabela 14: Fases fenológicas do tomateiro

Fase	Estágio	Período	Número de dias Parcial	Acumulado
E 1	Inicial	01/07 a 15/07	15	15
E 2	Desenvolvimento	16/07 a 07/08	23	38
E 3	Intermediário	08/08 a 13/09	37	75
E 4	Final	14/09 a 23/10	40	115
E 5	Colheita	24/10 a 14/11	22	137

Evapotranspiração

Durante o ciclo da cultura, foram estimados os valores de evapotranspiração de referência (ET_o), utilizando-se a equação de Penman Monteith, com os dados obtidos pela estação meteorológica automática. Os valores diários estimados foram para o período de 1 de julho a 14 de novembro (137 dias) e chegou-se a um total de 495,15 mm. Esses valores podem ser observados na Figura 15.

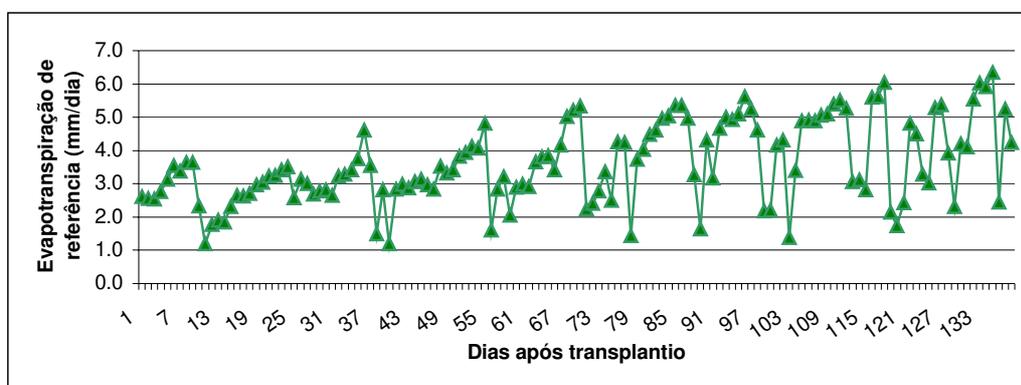


Figura 15: Distribuição dos valores de Evapotranspiração de referência (ET_o) durante o ciclo do tomate de mesa

Para o cálculo diário da necessidade hídrica da cultura, determinou-se a evapotranspiração da cultura (ETc), multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ETo) medida pela estação meteorológica automática, pelo coeficiente de cultura (Kc) do tomate, recomendado por DOORENBOS & KASSAM (1979), conforme pode-se observar na Tabela 15.

Tabela 15: Evapotranspiração da cultura ETc

Período	Dias	Estádio	Kc	ETo (mm)	ETc (mm)
01/07 a 15/07	15	E 1	0,5	39,17	19,58
16/07 a 07/08	23	E 2	0,8	70,38	56,31
08/08 a 13/09	36	E 3	1,2	122,01	146,42
14/09 a 23/10	40	E 4	0,9	167,69	150,92
24/10 a 14/11	23	E 5	0,6	95,90	57,54
Total=				495,15	430,76

A Figura 16 mostra os valores de evapotranspiração da cultura (ETc) durante o período de produção, desde o transplante até a colheita (137 dias de ciclo), valores semelhantes aos apresentados por DOORENBOS & PRUITT (1977), entre 300 e 600 mm.

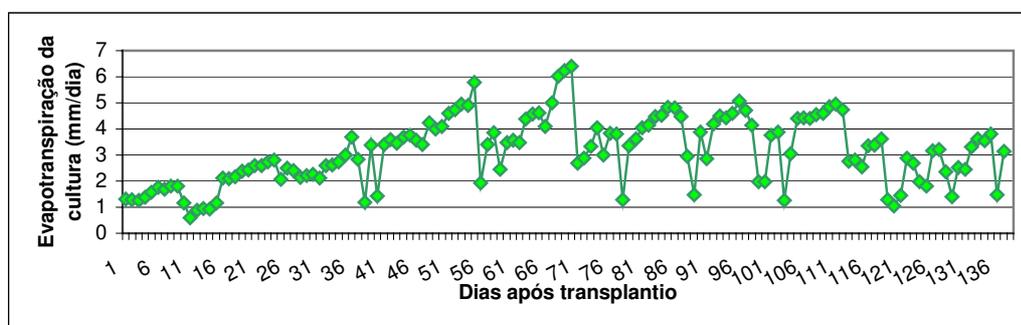


Figura 16: Distribuição dos valores da Evapotranspiração da cultura (ETc) durante o ciclo do tomate

Na comparação entre os dados da ETo e ETc, verificou-se que no estágio intermediário (E3) da cultura, a necessidade hídrica foi superior a Evapotranspiração de referência. Dessa forma, caracteriza essa fase como a mais crítica em termos de déficit hídrico, conforme cita MAROUELLI et al. (1996), seria o período de formação e desenvolvimento dos frutos do tomateiro.

Monitoramento da umidade do solo

Na Figura 17, pode-se observar as leituras dos tensiômetros nas três profundidades (20, 40 e 60cm).

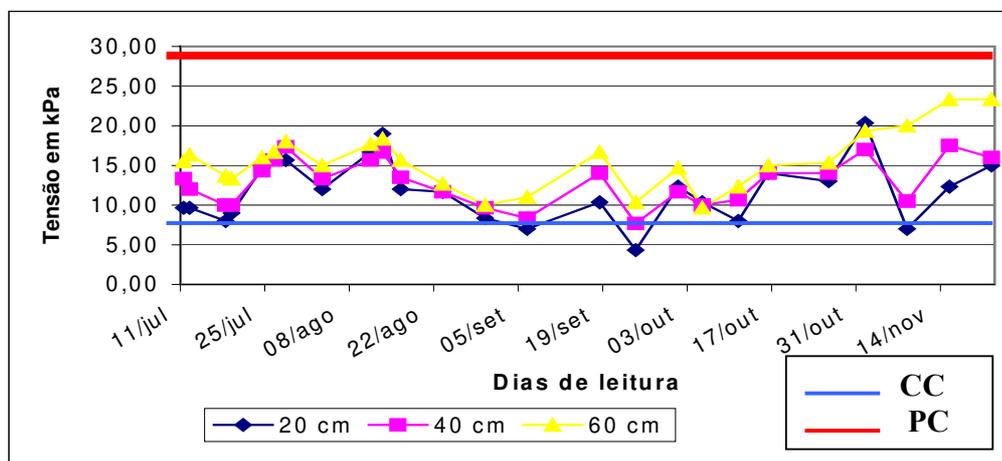


Figura 17: Leituras dos tensiômetros durante o ciclo da cultura do tomate de mesa para as três profundidades

Analisando-se esta figura, pode-se verificar que as leituras dos tensiômetros nas três profundidades estiveram durante todo ciclo de produção aproximadamente entre 5 e 20 kPa. Em média durante todo ciclo, a leitura até 20 cm esteve em 12 kPa, até 40 cm em 13 kPa e até 60 cm em 15,5 kPa. Esses valores demonstram que o solo esteve, durante todo ciclo de produção, com alta umidade. Na última quinzena de setembro, houve uma redução na tensão devido à precipitação que ocorreu no dia 16 de setembro, de 9,2 mm. Entre os dias sete e nove de outubro ocorreram precipitações que chegaram a 50 mm e provocaram redução da tensão. A última irrigação foi realizada no dia quatro de novembro e no dia 13 houve uma precipitação de 21,1 mm que manteve o solo com alta umidade até a última leitura dos tensiômetros realizada em 22 de novembro. Observa-se também que as leituras em nenhum momento atingiram o ponto crítico de 30 kPa definido por MAROUELLI (1996), permanecendo no máximo em 20 kPa até quase o final da safra. Se o intervalo entre as irrigações fosse ampliado através da orientação das leituras dos tensiômetros, no final da safra haveria uma redução no número total de eventos de irrigação, o que geraria uma economia de custos e como consequência um aumento na margem de lucro.

Eficiência de uso de água (EUA)

A colheita de tomates iniciou-se no dia 10 de outubro e se estendeu até 15 de novembro. A produção total foi de 9.732 caixas de 22 Kg, tendo uma produtividade de 52 toneladas por ha, ou na maneira utilizada pelos agricultores, de 216 caixas por mil pés de tomate. Devido também a um problema de virose causado pelo geminivirus, a produtividade ficou abaixo da média na região que foi de 75 t/ha. A partir dos dados de produtividade e de lâmina total aplicada (mm), determinou-se a eficiência de uso de água (*EUA*), que foi de 4 Kg/m³. DOORENBOS & KASSAM (1979), determinaram a *EUA* para tomateiros entre 10 e 12 Kg/m³. Comparando-se esse resultado com os valores determinados na área monitorada observou-se que a produtividade foi de 2,5 a 3 vezes menor, correspondendo a uma baixa *EUA*.

Eficiência de aplicação da água de irrigação (EA)

O valor calculado da *ETc* foi de 430,76 mm e o volume total captado no manancial foi de 1.326 mm, a relação entre os dois fornece em valores percentuais uma *EA* de 32%. Trata-se de uma *EA* muito baixa, pois segundo DOORENBOS & PRUITT (1977) um valor razoável deveria ser superior a 60 %. Segundo os autores, existem alguns fatores que podem explicar a baixa eficiência de aplicação de irrigação. O primeiro fator estaria relacionado ao excesso de água, que não sendo armazenado, perde-se por percolação profunda. Conforme pode-se visualizar na Figura 17, o potencial matricial na faixa de 60 cm durante o ciclo da cultura, esteve na média em 15,5 kPa, o que denota alta umidade. Ocorre que na fase inicial da cultura, a planta ainda não havia desenvolvido seu sistema radicular, e as leituras já indicavam excesso de umidade nessa profundidade, caracterizando percolação profunda. Durante as irrigações, o canal primário, com aproximadamente 300 m de comprimento e um metro de largura, permanecia saturado durante todo tempo de irrigação, caracterizando perda por percolação profunda. Notou-se também que devido a erosão formada no canal secundário resultante do fluxo de água, parte do volume de irrigação, não era derivada para o sulco e ocorria o escoamento superficial nesse canal. Eram visíveis, também, perdas devido aos vazamentos nos engates da tubulação, além das perdas por evaporação no canal primário, no canal secundário e no sulco. A somatória de todas essas perdas resultou em uma baixa eficiência na aplicação da água de irrigação. Na Figura 18, estão dispostos alguns aspectos que caracterizam a baixa eficiência de aplicação da água na irrigação por sulcos.



Água do canal primário



Canal secundário



Canal primário vazio



Água passando sob a bandeira



Água do canal primário p/ secundário



Canal primário cheio de água



Perdas por escoamento superficial



Água sendo desviada para o sulco

Figura 18 : Detalhes fotográficos evidenciando as perdas de água

Custo de produção

Para quantificar o custo de produção do tomate de mesa na propriedade selecionada utilizou-se como medida padrão uma área de um hectare com 12.000 pés. Os itens da Tabela 16 foram classificados em: Mão de obra (Comum e tratorista), Formação de mudas (Terceirizado), Mecanização Agrícola (Preparo do solo, aplicação e incorporação de corretivos, sulcamento, pulverizações e transporte interno de materiais e da produção), Sementes, Adubos e corretivos (adubo químico, orgânico, foliar, calcáreo), Defensivos (acarecida/inseticida, inseticida, fungicida/bactericida, fungicida, surfactante) e Outros Materiais (arame, caixa K, cesta p/ colheita, cruzeta de bambu, estaca de bambu, fita plástica, EPI, mourões, pregos). Encontram-se em anexo, os coeficientes técnicos.

Tabela 16: Custo operacional efetivo de produção

Item	R\$/ha/12.000 pés	%
A- Operação		
Mão de obra	10.144,87	30,46
Formação de mudas	225,60	0,68
Mecanização Agrícola	3.539,19	10,63
B- Materiais		
Sementes	1.222,00	3,67
Adubos e corretivos	3.990,07	11,98
Defensivos	4.059,40	12,19
Outros materiais	9.264,06	27,82
Energia elétrica	860,52	2,58
Custo de produção (R\$/ha)	33.305,71	100

Por outro lado, na Tabela 17 observa-se o custo de produção com a inclusão do valor da cobrança da água. As duas tabelas apresentam os custos de produção e as percentagens que cada um dos custos representam no custo total. Dividindo-se o custo total pela quantidade de caixas colhidas, chegou-se a um valor de R\$ 14,09 por caixa.

Nota-se que a inclusão da cobrança da água como mais um insumo no custo de produção, representou um valor percentual considerado baixo dentro do custo operacional de

produção, diferentemente do que foi apresentado pela Confederação Nacional da Agricultura (2002), que relata um aumento no custo de produção do tomate de mesa na ordem de 6 a 10%.

Tabela 17: Custo operacional efetivo de produção com a cobrança da água

Item	R\$/ha/12.000 pés	%
A- Operação		
Mão de obra	10.144,87	30,34
Formação de mudas	225,60	0,67
Mecanização Agrícola	3.539,19	10,58
B- Materiais		
Sementes	1.222,00	3,65
Adubos e corretivos	3.990,07	11,93
Defensivos	4.059,40	12,14
Outros materiais	9.264,06	27,70
Energia elétrica	860,52	2,57
Cobrança de água	132,63	0,40
Custo de produção (R\$/ha)	33.438,34	100

Através do gráfico da Figura 19, visualiza-se a distribuição dos custos da produção do tomate de mesa e suas respectivas fatias de valores percentuais. Observa-se que os custos com mão de obra e outros materiais, são os mais significativos, chegando a quase 60%. Dentro dos custos de outros materiais, encontra-se a caixa de embalagem de madeira, conhecida como caixa K. Apenas ela, representa 65% do total desse custo.

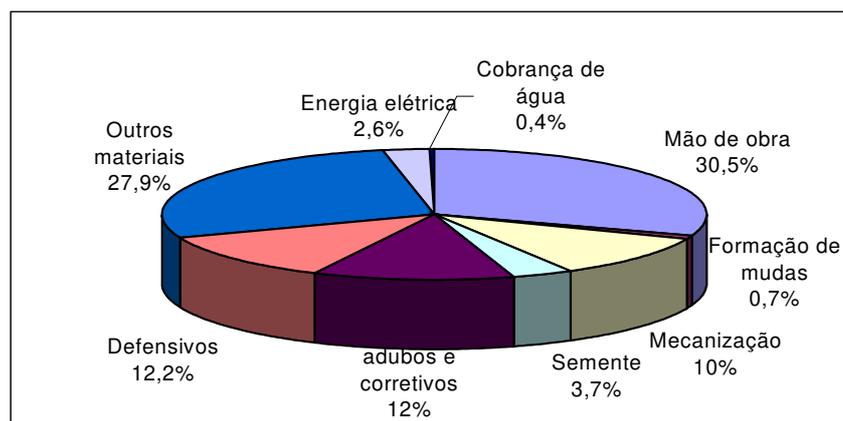


Figura 19: Custo operacional efetivo de produção do tomate de mesa, safra 2003

Simulação

Com o objetivo de avaliar diferentes valores de eficiência de aplicação de água, comparou-se a variação do volume de água utilizado pelo produtor na irrigação da cultura do tomate durante toda safra e uma simulação através da reposição de 100% da ETc, conforme expresso na Figura 20.

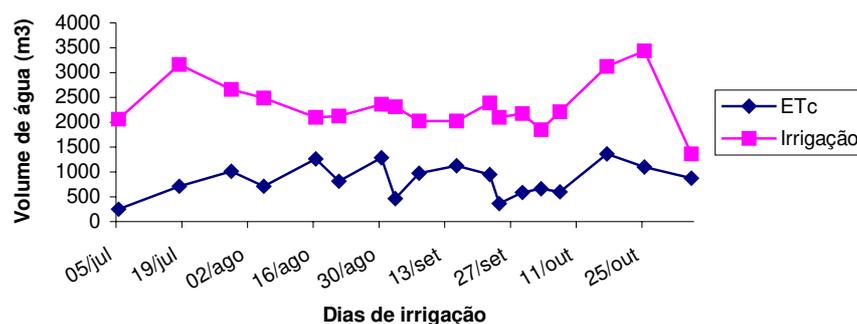


Figura 20: Comparação entre o volume de água utilizado na irrigação e o simulado através da reposição da ETc.

Observa-se nessa figura, que o volume total de água utilizado na simulação com a reposição integral da ETc, para 45.000 pés de tomate, foi de 15.117,32 m³, ou seja um valor 64% menor do que o realizado na irrigação pelo produtor.

Analisando-se a Tabela 18, pode-se verificar os resultados da simulação para diferentes valores de eficiência de aplicação de água (EA), eficiência de uso de água (EUA) e as alterações no custo de produção.

Tabela 18: Simulação entre diferentes valores de eficiência de aplicação de água EA

EA	EUA	Mão de obra	Cobrança da água	Energia Elétrica	Gasto	Economia
Real	4,6	R\$ 1.351,93	R\$ 419,53	R\$ 2.721,83	R\$ 4.493,29	zero
100%	12,9	R\$ 487,16	R\$ 151,17	R\$ 980,79	R\$ 1.619,12	R\$ 2.874,17
80%	10,7	R\$ 584,59	R\$ 181,41	R\$ 1.176,95	R\$ 1.942,95	R\$ 2.550,34
60%	7,7	R\$ 818,42	R\$ 253,97	R\$ 1.647,73	R\$ 2.720,12	R\$ 1.773,17

A diferença entre a irrigação realizada pelo produtor e a simulação com a reposição de 100% da ETc, significou uma economia de R\$ 1.741,04 na conta de energia elétrica, de R\$ 268,36 na cobrança de água e de R\$ 864,77 na economia da mão de obra no trabalho de irrigação, representando uma economia total de R\$ 2.874,17. Nota-se que se o produtor trabalhasse com uma eficiência de aplicação de água (EA) de 60%, ainda assim obteria no

final da safra, na área de 45.000 pés de tomate, uma economia de aproximadamente R\$ 1.800,00.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no estudo da cultura do tomate de mesa, irrigada por sulcos, no Município de Estiva Gerbi-SP permitiram as seguintes conclusões:

- O sistema de irrigação por sulcos dentro do manejo utilizado pelos produtores na região, consumiu um volume excessivo de água quando comparado com a necessidade da cultura, determinando uma *EA* de 32%.
- Os produtores na região não utilizam nenhuma técnica ou aparelho para realizar o controle da irrigação, ou seja, mesmo após uma chuva, realizam a irrigação.
- As camadas de solo nas profundidades entre 40 e 60 cm, apresentaram excesso de umidade durante todo ciclo da cultura do tomate de mesa.
- Através de uma simulação com uma *EA* de 60% obteve-se uma economia de aproximadamente R\$ 1.800,00 na produção de 45.000 pés de tomate
- A cobrança de água apresentou um valor de 0,4% dentro do custo operacional efetivo de produção, considerado pouco significativo.

Portanto, a política de cobrança pelo uso da água certamente não inibirá a continuidade do uso excessivo dos recursos hídricos dessa atividade agrícola. Entretanto, a demonstração ao produtor do custo associado ao bombeamento poderá contribuir para a sua conscientização e a recomendação do uso do tensiômetro como uma ferramenta prática e útil, auxiliaria a realização do manejo apropriado da irrigação por sulcos e obtenção da redução no seu custo de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA a A Água no Brasil e no Mundo. < <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/docs/AguaNoBrasilenoMundo.html>. > 10/05/2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA b Cobrança do uso de água. < <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/Cobranca/default2.asp>. > 11/05/2004.

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP – Consultoria & Agroinformativos, 2004. p. 470-478.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. Viçosa: UFV, 1995. 657p.

CALADO, A. M., MONZON, CLARK, D. A., PHENE, C. Monitoring and control of plant water stress in processing tomatoes. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 277, p.129-137, Aug,1990.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252p.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; V., J. M.. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas.89 p. **Boletim Técnico n. 106**. IAC - Campinas, 1986.

CAMPANILI, M. **Política ambiental é a melhor defesa dos mananciais, dizem técnicos**. < <http://www.estado.com.br/notic/ciën/meioambie/html> >, 07/06/2001.

CARRIJO, O. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; OLITTA, F. L. FONTES, R. R.; REIS N. B. B.; VECCHIA, P. T. D. Comparação entre os sistemas de irrigação por gotejamento e sulcos de infiltração e fertilização com N e K no tomateiro (*Lycopersicon esculentum* MILL.) **Horticultura Brasileira**, Brasília v.1, n. 1, p.41-44, maio ,1983.

CBH MOGI e CREUPI, Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Mogi Guaçu e Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal < http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_home_colegiado.exe?TEMA=RELATORIO&COLEGIADO=CRH/CBH-MOGI > pdf. 26/05/2004.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação a fronteira hídrica na produção de alimentos **ITEM Irrigação e tecnologia moderna**. Brasília DF, n. 54, p.46-55. 2002.

CHOUDHURY, E. N.; MILLAR, A. A.; SILVA, M. A. Comparação de três sistemas de manejo da irrigação de tomate industrial em escala semi comercial. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 5, 1980, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABID, v.3, p.231-49, 1980.

CHURATA-MASCA, M. G. C.; ANDRÉ, R. G. B.; UEHARA, F. A. Consumo de água em tomate industrial, utilizando-se diferentes níveis de irrigação. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11, 1999, Florianópolis. **Anais...**Campinas: SBA, p.2354-60, 1999.

CLARK, G. A.; STANLEY, C. D. ; MAYNARD, D. N.; HOCHMUTH, G.J.; HANLON, E. A.; HAMAN, D. Z. Water and fertilizer management of microirrigated fresh market tomatoes. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 34(2), p. 429 435, march/april. 1991.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL CNA crítica cobrança pelo uso da água na agropecuária. <
<http://www.cna.org.br/AgropecuáriaAgora/Agora02/ag253/htm>>, 11/12/2002.

DAKER, A. **A Água na agricultura; irrigação e drenagem**. 5 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976. 453p.

DALVI, V. B.; TIWARI, K. N.; PAWADE, M. N.; PHIRKE, P. S. Response surface analysis of tomato production under microirrigation. **Agricultural Water Management**, Nethrelands, v. 41, p. 11-19, jun. 1999.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**, FAO 1979; irrigação e drenagem 33, 1994. 306p. Tradução: GHEYI, H. R.; SOUSA, A. A.; DAMASCENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**, FAO 1977; irrigação e drenagem 24, 1997. 306p. Tradução: GHEYI, H. R.; METRI, J. E. C.; DAMASCENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba.

DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. **Soil Water Retention Curve (version 3.0)**. Piracicaba: ESALQ, 2001.

EGAN, T. Água a mercadoria mais preciosa do século 21. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 27 ago. 2001. Ambiente, Caderno A, p.8 .

ELLIOT, R. L. & WALKER, W. R. Field evaluation of furrow infiltration and advance functions. **Transaction of the ASAE**, v.25, p.396 – 400. 1982.

ELLIOT, R. L; WALKER, W. R.; SKOGERBOE, G. V. Zero-inertia modeling of furrow irrigation advance. **J. Irrig. Drain. Div**, 108 (3), p.179 – 192. 1982.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) **A cultura do tomateiro (para mesa)**. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1993. 92p. (Coleção Plantar; 5).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Embrapa solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA - SPI, 2002. 174p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**. 2 ed. São Paulo. 1982. 358p.

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por superfície**. ESALQ/USP, 1993.183 p.

FRIZZONE, J. A.; DOURADO NETO, D. Avaliação de sistemas de irrigação. **Irrigação Volume II**, / editado por Jarbas Honório de Miranda e Regina Célia de Matos Pires. Piracaba: FUNEP, 2003, p 573-652.

GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDIT O, E. F. G.; BORDIN, M. R. **Tomate para exportação : procedimentos de colheita e pós colheita**-Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. 319 p.

IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO **Carta pedológica semi-detalhada do Estado de São Paulo**. Quadrícula Moji Mirim, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Censo 2000** < <http://www.ibge.gov.br/>>, 15/08/2004.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Série Informações estatísticas da agricultura**. São Paulo: Anuário 2003, v.15, n.1, p.1-320, 2004.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Preços Agrícolas, custo de máquinas, Estado de São Paulo, março 2003**. < <http://www.iea.sp.gov.br/out/icus-maq.htm> >, 05/04/2003

JENSEN, M. E.; BURMAN, R. D.; ALLEN, R. G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. ASCE – Manuals and reports on engineering practice n. 70. New York, 1990. 332p.

KELMAN, J. Escassez de água é um dos maiores problemas do século, **Jornal Valor Econômico**, 2004 < http://www.ana.gov.br/Destaque/docs/Materia_ANA.pdf>, 03/05/2004.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

LEVANTAMENTO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO **LUPA 1995/96**. < <http://www.cati.sp.gov.br/serviços/lupa.htm>> 13/03/2000.

MANZAN, R. J. Irrigação do tomateiro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.66, n.6, p.20 – 21, 1980.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; OLIVEIRA, C. A. S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9,p.1531-537,1991.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed., rev. ampl. Brasília: Embrapa-SPI, 1996.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A.. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA, **Agricultura em São Paulo**, São Paulo-SP, ano XXIII, Tomo I, 1976, p 123-139.

MINAMI, K.; HAAG, P. H. **O tomateiro**, 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 397p.

MIRANDA, J. H. ; GONÇALVES, A. C. A.; CARVALHO, D. F. Água e solo. **Irrigação Volume I**, / editado por Jarbas Honório de Miranda e Regina Célia de Matos Pires. Piracaba: FUNEP, p 1-62, 2001.

NWADUKWE, P. O.; ABDULMUMIN,S.; ARORA, Y.; IKE,I.F. Effects of irrigation frequency and water table depths on root growth and yield of tomato in a tropical soil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 16, p. 241-249. 1989.

OKAWA, H.; UENO, L. H. Custo de produção e preços no mercado de tomate de mesa, 1986-91, **Agricultura em São Paulo**, São Paulo-SP, n 39, p 179-193. 1992.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos do Brasil**. Guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: Funep, 1992. 201p.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PIRES, R. C. M.; QUAGLIA, L.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; CALHEIROS, R. O.; IAFFE, A. Distribuição e profundidade do sistema radicular do tomateiro irrigado por gotejamento. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (XXX) **Anais...** Foz do Iguaçu/PR, 2001.

POSTEL, S. Growing more food with less water. **Scientific American**, New York, v 284, n 2, p. 46-51, feb. 2001.

RAMALAN, A. A e NWOKEOCHA, C. U.. Effects of furrow irrigation methods, mulching and soil water suction on the growth, yield and water use efficiency of tomato in the Nigerian Savanna. **Agricultural Water management**, v.45, n 3, p. 317-330, aug. 2000.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. 1ed. São Paulo: Manoele, 1990. 188 p.

SAMMIS, T. W.& WU, I. P.; Fresh market tomato yields as affected by deficit irrigation using a micro-irrigation system. **Agricultural Water Management**, Nethrelands, v. 12 (1), p. 117-126, dez. 1986.

SANTINI, A. Batata e Tomate-Manejo de doenças. **Correio Agrícola**, São Paulo, p.12-15, janeiro/junho. 2003.

SANTOS, M. M.; NORONHA, J. F. Quanto pesa o controle fitossanitário na produção de tomate de mesa?. In: Congresso Brasileiro de Administração Rural & Agronegócios no 3º Milênio, 3, 2000, Belo Horizonte. **Anais...**Lavras: UFLA, p 348-355, 1999.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS, **Cobrança pelo uso da água**. < <http://www.recursohidricos.sp.gov.br/cobran.htm>.> 10/08/2004.

SIGRH, Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo, 2004 < http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_index.exe > 15/05/2004.

SCALOPPI, E. J. **Modelos matemáticos para simulação da irrigação superficial**. Botucatu, 1983. 155p. Tese (Livre Docência), Faculdade de Ciências Agronômicas-UNESP.

SCALOPPI, E. J. Irrigação por superfície. **Irrigação Volume II**, / editado por Jarbas Honório de Miranda e Regina Célia de Matos Pires. Piracaba: FUNEP, 2003, p 311-470.

SHRIVASTAVA, P. K.; PARIKH, M. M.; SAWANI, N. G.; RAMAN, S. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 25, n 2, p. 179-184 apr. 1994.

SILVA, M. C. P.; GROppo, G. A.; TESSARIOLI NETO, J. **Tecnologias Agrícolas – Tomate**. < <http://www.cati.sp.gov.br/tecnologias/culturas/tomate.htm>. > 13/03/2000.

SMAJSTRLA, A. G.; ZAZUETA, F. S.; HAMAN, D. Z. **Potential impacts of improper irrigation system design**. Florida: University of Florida, 1989. 3p. (AE,73).

SOARES, J. M. Sistema de irrigação por sulcos parcialmente fechados. **ITEM-Irrigação e tecnologia moderna**. Brasília-DF, n. 30, p.26. 1987.

SOUZA, C. F. & SCALLOPPI, E. J. Avaliação do regime de vazão continuamente reduzido em irrigação por sulcos. **Engenharia Agrícola, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**. Jaboticabal – SP. V. 18, n.4,1999, p.71-77.

SUTCLIFFE, J. F. **As planta e a água**. São Paulo: E.P.U., 1980. 126p. Tradução: MACIEL, H. E. T.

TESTEZLAF, R.; GARTON, J. E.; CUDRAK, A. J. e ELLIOTT, R. L. An open-ditch surge flow furrow irrigation system. **Applied Engineering in Agriculture**. ASAE. v. 2, n.2, p.133 – 136. 1986.

TSUNECHIRO, A.; COELHO, P. J.; CASER, D. V. AMARAL, A. M. P.; MARTINS, V. A.; BUENO, C. R. F.. Valor da produção agropecuária do Estado de São Paulo em 2003, **Informações Econômicas**, SP, v. 34, n. 3, março 2004.

TYAGI, N. K. Effect of land surface uniformity on some economic parameters of irrigation in sodic soil under reclamation. **Irrigation Science**. v.5, n.3, p.151 – 160. 1984.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.44, n.1, p.898-982, 1980.

WALKER, W. R.; SKOGERBOE, G. V. **Surface irrigation: theory and practice**. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall. 1987. 386p.

YOHANNES, F. e TADESSE, T. Effect of drip and furrow irrigation and plant spacing on yield of tomato at Dire Dawa, Ethiopia. **Agricultural Water Management**, v. 35, n 3, p.201-207, jan. 1998.

ANEXOS

Tabela 19 – Dados meteorológicos coletados pela estação automática, durante o período de desenvolvimento da cultura do tomate de mesa

Estádio	Dia	Temp Ar	UR	Rad.Glo	V.v	Precip	ETo	T máx	T mín	ETc
		°C	%	KW.m ⁻²	m.s ⁻¹	mm	mm	°C	°C	mm
1 DAT	01/jul	17.0	65	0.15	0.79	0	2.61	25.07	9.88	1.31
2 DAT	02/jul	16.9	65	0.15	0.82	0	2.56	25.62	8.13	1.28
3 DAT	03/jul	16.0	68	0.15	0.84	0	2.53	25.59	8.47	1.27
4 DAT	04/jul	17.6	61	0.15	1.41	0	2.77	26.32	8.69	1.39
5 DAT	05/jul	18.7	55	0.15	1.70	0	3.14	27.35	9.98	1.57
6 DAT	06/jul	19.7	50	0.14	2.12	0	3.54	27.99	11.69	1.77
7 DAT	07/jul	20.7	51	0.14	1.77	0	3.38	28.65	13.70	1.69
8 DAT	08/jul	20.6	57	0.15	2.17	0	3.63	29.30	11.62	1.82
9 DAT	09/jul	21.0	54	0.15	1.99	0	3.63	29.05	11.41	1.82
10 DAT	10/jul	17.8	76	0.10	1.19	7.9	2.34	25.02	12.19	1.17
11 DAT	11/jul	15.7	97	0.05	1.04	1.6	1.20	19.60	12.04	0.60
12 DAT	12/jul	14.2	87	0.10	1.18	0	1.78	19.26	10.05	0.89
13 DAT	13/jul	16.3	84	0.12	0.97	0	1.90	23.80	10.31	0.95
14 DAT	14/jul	17.4	80	0.10	0.99	0	1.85	23.42	12.05	0.93
15 DAT	15/jul	18.3	72	0.13	0.93	0	2.31	24.94	11.73	1.16
16 DAT	16/jul	18.7	71	0.15	0.81	0	2.65	26.44	12.02	2.12
17 DAT	17/jul	18.1	75	0.15	0.87	0	2.63	26.38	10.83	2.10
18 DAT	18/jul	19.2	65	0.15	0.94	0	2.70	27.18	12.85	2.16
19 DAT	19/jul	19.1	64	0.16	1.10	0	2.97	27.41	11.60	2.38
20 DAT	20/jul	19.6	59	0.17	1.03	0	3.04	28.43	11.92	2.43
21 DAT	21/jul	20.6	55	0.16	1.26	0	3.23	29.92	11.62	2.59
22 DAT	22/jul	20.6	52	0.16	1.11	0	3.25	30.16	12.26	2.60
23 DAT	23/jul	20.6	52	0.16	1.30	0	3.42	28.81	12.92	2.74
24 DAT	24/jul	20.2	58	0.16	1.68	0	3.51	27.29	12.07	2.81
25 DAT	25/jul	20.5	62	0.13	0.79	0	2.58	29.42	12.97	2.07
26 DAT	26/jul	21.8	53	0.14	1.37	0	3.13	28.90	16.33	2.50
27 DAT	27/jul	19.9	64	0.14	1.14	0	3.00	27.89	14.26	2.40
28 DAT	28/jul	18.9	68	0.14	0.88	0	2.68	27.16	12.21	2.14
29 DAT	29/jul	19.6	61	0.15	0.93	0	2.78	27.57	11.83	2.22
30 DAT	30/jul	21.0	53	0.15	0.84	0	2.82	28.19	14.08	2.26
31 DAT	31/jul	20.2	57	0.12	0.77	0	2.66	28.09	12.72	2.13
32 DAT	01/ago	19.9	64	0.15	1.05	0	3.23	28.76	11.71	2.58
33 DAT	02/ago	20.7	63	0.17	0.87	0	3.28	30.09	12.95	2.62
34 DAT	03/ago	20.4	59	0.17	0.84	0	3.43	29.61	10.97	2.74
35 DAT	04/ago	19.8	56	0.17	1.37	0	3.75	27.96	12.18	3.00
36 DAT	05/ago	21.8	47	0.17	2.53	0	4.60	29.49	14.55	3.68
37 DAT	06/ago	21.7	58	0.14	1.65	0	3.54	28.56	15.31	2.83
38 DAT	07/ago	18.0	89	0.04	1.31	0.6	1.50	20.71	15.69	1.20
39 DAT	08/ago	20.6	74	0.15	0.91	0.1	2.82	29.40	12.20	3.38
40 DAT	09/ago	18.8	95	0.04	1.04	2.4	1.19	20.93	16.94	1.43
41 DAT	10/ago	14.8	85	0.16	1.50	0.1	2.84	21.23	9.17	3.40
42 DAT	11/ago	14.0	73	0.18	1.04	0	2.99	24.21	7.29	3.58

Estádio	Dia	Temp Ar	UR	Rad.Glo	V.v	Precip	ETo	T máx	T mín	ETc
		°C	%	KW.m ²	m.s ⁻¹	mm	mm	°C	°C	mm
43 DAT	12/ago	16.4	71	0.18	0.89	0	2.87	27.05	7.53	3.45
44 DAT	13/ago	18.4	73	0.18	1.12	0	3.07	28.82	9.07	3.68
45 DAT	14/ago	19.2	73	0.17	1.33	0	3.13	29.74	10.75	3.76
46 DAT	15/ago	18.4	65	0.13	1.34	0.3	2.97	26.65	11.68	3.57
47 DAT	16/ago	18.2	70	0.13	1.73	0	2.84	24.22	13.26	3.41
48 DAT	17/ago	14.4	61	0.20	0.96	0	3.53	22.00	7.78	4.23
49 DAT	18/ago	15.8	51	0.20	0.97	0	3.33	27.60	5.83	3.99
50 DAT	19/ago	19.6	44	0.20	0.90	0	3.42	30.31	9.53	4.11
51 DAT	20/ago	20.9	41	0.20	0.91	0	3.83	31.27	11.35	4.60
52 DAT	21/ago	21.1	41	0.20	0.85	0	3.94	31.23	10.31	4.73
53 DAT	22/ago	21.6	40	0.20	1.05	0	4.13	31.62	11.50	4.96
54 DAT	23/ago	22.6	37	0.20	0.97	0	4.08	33.06	13.32	4.89
55 DAT	24/ago	23.4	42	0.19	1.89	0	4.81	32.01	14.44	5.78
56 DAT	25/ago	17.3	85	0.02	1.17	8.2	1.60	22.03	13.69	1.92
57 DAT	26/ago	16.1	84	0.16	1.06	0.1	2.84	23.47	11.60	3.41
58 DAT	27/ago	16.0	77	0.20	1.17	0	3.21	25.73	8.10	3.86
59 DAT	28/ago	16.3	84	0.11	1.26	1	2.05	23.16	11.90	2.46
60 DAT	29/ago	16.0	81	0.17	1.28	0.3	2.89	23.71	10.77	3.47
61 DAT	30/ago	17.2	75	0.17	1.68	0	2.98	25.89	10.55	3.58
62 DAT	31/ago	18.0	79	0.16	1.31	0	2.90	26.91	11.58	3.48
63 DAT	01/set	19.3	70	0.19	1.39	0	3.66	28.72	10.84	4.39
64 DAT	02/set	19.2	69	0.19	1.37	0	3.81	29.25	11.84	4.58
65 DAT	03/set	19.6	67	0.20	0.92	0	3.84	31.28	9.88	4.61
66 DAT	04/set	20.8	67	0.17	0.82	0	3.41	28.78	13.72	4.09
67 DAT	05/set	22.1	52	0.21	0.70	0	4.16	31.85	14.29	4.99
68 DAT	06/set	22.5	49	0.21	1.71	0	5.02	30.95	14.62	6.03
69 DAT	07/set	23.1	47	0.21	1.83	0	5.20	31.41	15.17	6.24
70 DAT	08/set	24.0	45	0.19	2.20	0	5.34	31.66	16.94	6.41
71 DAT	09/set	21.8	66	0.06	0.77	0	2.24	24.96	19.24	2.68
72 DAT	10/set	20.5	80	0.09	1.41	11	2.41	27.01	16.34	2.89
73 DAT	11/set	16.2	88	0.13	1.57	1.2	2.77	21.83	11.08	3.33
74 DAT	12/set	19.3	77	0.19	1.04	0	3.37	28.28	9.67	4.04
75 DAT	13/set	20.1	77	0.10	1.80	0	2.50	26.07	15.62	3.00
76 DAT	14/set	19.5	70	0.22	1.33	0	4.25	29.16	13.68	3.83
77 DAT	15/set	21.7	64	0.21	1.19	0	4.23	31.26	12.83	3.81
78 DAT	16/set	17.5	94	0.04	0.90	9.2	1.44	20.64	15.97	1.29
79 DAT	17/set	19.4	79	0.21	1.03	0	3.74	26.53	14.82	3.37
80 DAT	18/set	20.1	72	0.21	0.99	0	4.03	29.94	12.18	3.63
81 DAT	19/set	22.6	64	0.22	1.66	0	4.49	31.59	13.54	4.04
82 DAT	20/set	25.3	49	0.22	0.89	0	4.61	35.12	16.26	4.15
83 DAT	21/set	24.7	52	0.22	0.95	0	4.96	34.84	15.67	4.47
84 DAT	22/set	24.9	52	0.22	1.16	0	5.04	34.46	15.51	4.53
85 DAT	23/set	25.4	42	0.22	1.43	0	5.36	34.48	17.03	4.83
86 DAT	24/set	26.9	38	0.20	1.48	0	5.35	35.89	16.93	4.82
87 DAT	25/set	25.0	60	0.20	1.42	0	4.96	36.87	17.11	4.46
88 DAT	26/set	22.4	74	0.12	1.54	0	3.27	30.19	16.91	2.95
89 DAT	27/set	19.5	94	0.05	0.99	2.6	1.64	22.20	17.31	1.48
90 DAT	28/set	23.2	65	0.23	0.95	0.1	4.31	32.60	14.93	3.88
91 DAT	29/set	21.4	78	0.13	1.72	1.9	3.17	29.43	17.19	2.86

Estádio	Dia	Temp Ar	UR	Rad.Glo	V.v	Precip	ETo	T máx	T mín	ETc
		°C	%	KW.m ²	m.s ⁻¹	mm	mm	°C	°C	mm
92 DAT	30/set	22.0	68	0.24	1.09	0	4.66	31.82	14.58	4.19
93 DAT	01/out	22.3	64	0.23	1.10	0	5.00	32.40	14.13	4.50
94 DAT	02/out	24.0	65	0.23	1.10	0	4.92	33.39	15.27	4.43
95 DAT	03/out	25.9	55	0.22	0.99	0	5.10	35.11	16.77	4.59
96 DAT	04/out	26.5	52	0.23	1.14	0	5.63	36.19	17.62	5.06
97 DAT	05/out	26.5	52	0.20	1.31	0	5.24	35.58	17.85	4.71
98 DAT	06/out	24.6	64	0.17	1.64	3	4.61	31.73	20.76	4.15
99 DAT	07/out	21.3	88	0.07	1.16	20.7	2.18	29.42	17.32	1.97
100 DAT	08/out	19.6	95	0.10	1.51	5.5	2.20	24.50	17.19	1.98
101 DAT	09/out	22.7	80	0.21	2.69	24.2	4.17	31.24	16.69	3.75
102 DAT	10/out	21.8	82	0.20	1.06	0	4.32	28.50	17.07	3.89
103 DAT	11/out	17.3	99	0.03	1.04	3.9	1.39	19.00	14.04	1.25
104 DAT	12/out	19.1	80	0.18	1.15	0	3.39	26.82	12.96	3.06
105 DAT	13/out	20.5	71	0.25	1.25	0	4.89	29.42	14.18	4.40
106 DAT	14/out	19.8	72	0.25	1.26	0	4.91	28.08	14.07	4.42
107 DAT	15/out	19.6	66	0.25	1.12	0	4.89	28.21	12.88	4.41
108 DAT	16/out	19.7	62	0.26	0.98	0	5.06	28.74	11.43	4.55
109 DAT	17/out	21.1	58	0.26	0.89	0	5.10	32.47	11.47	4.59
110 DAT	18/out	24.4	43	0.24	1.13	0	5.40	33.18	14.12	4.86
111 DAT	19/out	26.8	37	0.23	1.09	0	5.50	34.88	18.24	4.95
112 DAT	20/out	24.8	57	0.20	1.43	0	5.26	33.50	18.67	4.73
113 DAT	21/out	23.8	73	0.10	1.42	0.8	3.06	30.92	18.27	2.75
114 DAT	22/out	23.1	80	0.12	1.72	0.8	3.13	28.42	18.98	2.81
115 DAT	23/out	22.1	85	0.12	0.91	1	2.82	28.19	18.22	2.54
116 DAT	24/out	24.1	65	0.26	1.33	0	5.60	33.52	16.09	3.36
117 DAT	25/out	25.5	57	0.24	1.38	0	5.62	33.27	17.75	3.37
118 DAT	26/out	27.3	47	0.20	2.24	0	6.04	34.04	18.68	3.63
119 DAT	27/out	22.4	85	0.05	1.11	0	2.14	26.42	20.60	1.28
120 DAT	28/out	21.5	90	0.06	0.80	0.4	1.74	24.88	18.56	1.05
121 DAT	29/out	21.0	89	0.10	0.86	1.4	2.43	27.18	17.90	1.46
122 DAT	30/out	23.3	72	0.24	0.95	0.2	4.81	30.89	16.24	2.89
123 DAT	31/out	24.1	67	0.20	1.04	0	4.50	32.32	17.08	2.70
124 DAT	01/nov	23.3	76	0.12	1.62	4.6	3.28	27.32	19.55	1.97
125 DAT	02/nov	19.9	84	0.12	1.79	0.1	3.02	23.23	16.25	1.81
126 DAT	03/nov	19.2	69	0.27	1.55	0	5.28	27.53	13.16	3.17
127 DAT	04/nov	19.7	61	0.27	1.13	0	5.37	28.53	11.86	3.22
128 DAT	05/nov	20.2	74	0.19	1.07	6.1	3.92	29.85	12.52	2.35
129 DAT	06/nov	19.2	92	0.10	1.08	20	2.32	26.43	16.29	1.39
130 DAT	07/nov	20.4	82	0.22	1.56	0	4.20	27.79	15.41	2.52
131 DAT	08/nov	22.1	71	0.19	0.98	0	4.11	29.81	14.62	2.46
132 DAT	09/nov	24.6	60	0.26	0.86	0	5.54	32.89	16.09	3.32
133 DAT	10/nov	26.5	49	0.27	0.84	0	6.03	35.08	17.96	3.62
134 DAT	11/nov	27.2	52	0.24	1.31	0	5.93	35.91	18.91	3.56
135 DAT	12/nov	28.2	54	0.21	2.75	0	6.34	35.79	21.71	3.80
136 DAT	13/nov	21.5	91	0.07	2.26	21.1	2.45	24.86	19.54	1.47
137 DAT	14/nov	23.0	80	0.26	1.03	0.1	5.24	28.97	18.71	3.14

Tabela 20: Atividades desenvolvidas no ciclo do tomate de mesa

Descrição	Época
Início do preparo do solo-Gradão 16 discos, trator 290 MF	15/05
Calagem – 15 toneladas, calcário dolomítico, trator 265 MF	23/05
Subsolador 5 hastes, 2 arações, 1 riscação e plaina, trator 290 MF	23/05 à 11/06
Semeadura em bandejas na estufa	24/05
Esparramou 15 ton de esterco de galinha c/ palha de café	30/05
Início dos empregados braçais	02/06
Colocação de mourões	09 à 13/06
Adubação manual c/ esterco de galinha no risco (14,8 ton)	16 à 17/06
Adubação manual c/ adubo mineral no risco de plantio	18 à 20/06
Montagem da tubulação de recalque	21/06
Início da irrigação de ajuste do sistema (1)	23 à 27/06
Irrigação de ajuste do sistema (2)	27 à 01/07
Coleta de amostras de solo p/ análises	28/06
Plantio das mudas de tomate	01 à 07/07
(1) Pulverização esguicho no pé de tomate (Deroval, Previcur e Trebon)	05/07
Irrigação (3)	04 à 06/07
Leitura do medidor de vazão	06/07
Preparo dos tensiômetros no laboratório	04/07
Instalação das baterias de tensiômetros	06/07
Início da colocação de bambu	07/07
(2) Pulverização costal (Captan, Cetanol e Cipermetrina)	08/07
Irrigação (4)	10 à 18/07
Leitura dos tensiômetros	11/07
(3) Pulverização costal (Previcur, Derosal e Danimen)	12/07
Leitura dos tensiômetros	12/07
(4) Pulverização costal (Derosal, Danimen e Cefanol)	15/07
Leitura dos tensiômetros	18/07
Leitura do medidor de vazão	18/07
Leitura dos tensiômetros	19/07
(5) Pulverização costal (Ofunack, Trebon e Captan)	19/07
Leitura dos tensiômetros	24/07
Adubação e chegamento de terra nos tomateiros (puxar leira)	21 à 26/07
Irrigação (5)	25 à 29/07
Leitura dos tensiômetros	26/07
(6) Pulverização costal (Furadan, Cefanol e Captan)	26/07
Leitura dos tensiômetros	28/07
2ª Adubação e chegamento de terra nos tomateiros (puxar leira)	28 à 02/08
(7) Pulverização tratorizada (Silwet, Abamectin, Furadan e Antracol)	01/08
Leitura dos tensiômetros	03/08
Leitura do medidor de vazão	04/08
Irrigação (6)	04 à 05/08
Início da desbrota e 1º amarração dos tomateiros	07/08
(8) Pulverização tratorizada (Hostation, Saurus, Silwet e Nutrixofre)	08 e 09/08
Leitura dos tensiômetros	11/08

Descrição	Época
Leitura dos tensiômetros	13/08
Leitura do medidor de vazão	14/08
Irrigação (7)	14 à 16/08
(9) Pulverização tratorizada (GZ foliar, Saurus, Plantin e Deltaphos)	15 e 16/08
Final da desbrota e da 1º amarração dos tomateiros	15/08
Leitura dos tensiômetros	16/08
Irrigação (8)	19 à 21/08
Adubação de cobertura	19/08
(10) Pulverização tratorizada (Polytrin, Actara e Reduph)	19 e 20/08
Início da 2º amarração dos tomateiros	20/08
(11) Pulverização tratorizada (Karatê, Agritoato, N-cálcio, Molibdato de sódio e Magflo)	22 e 23/08
Leitura dos tensiômetros	23/08
Irrigação (9)	28 à 30/08
Leitura dos tensiômetros	30/08
(12) Pulverização tratorizada (Karatê, Fosfato Mono amônio Magflo)	30/08
Irrigação (10)	01 à 02/09
(13) Pulverização tratoriz. (Meothrin, Fosfato Mono amônio Molibdato)	03/09
Irrigação (11)	05 à 07/09
Leitura dos tensiômetros	06/09
(14) Pulverização tratorizada (Thiobel, Kasumin, Sabre e Reduph)	06/09
Irrigação por aspersão (12)	10 à 15/09
Final da 3º amarração dos tomateiros	13/09
(15) Pulverização tratorizada (Karatê, Orthene e Óleo vegetal)	11/09
Capina manual dos tomateiros	13/09
(16) Pulverização tratorizada (Vertimec, Cercobim e Óleo vegetal)	17 e 18/09
Leitura dos tensiômetros	18/09
Irrigação (13)	19 à 22/09
Leitura do medidor de vazão	19/09
Adubação de cobertura	19/09
(17) Pulverização tratorizada (Karatê, Molibdato Magflo e Aminosan)	19 e 20/09
Irrigação (14)	23 à 24/09
(18) Pulverização tratorizada (Thiobel, Actara, Orthocide e Reduph)	23 e 24/09
Leitura dos tensiômetros	24/09
(19) Pulverização tratorizada (Fastac, Aminosan, Calcinit e Map)	26 e 27/09
Irrigação (15)	26 `a 29/09
Leitura do medidor de vazão	26/09
(20) Pulverização tratorizada (Tracer, Karatê, Recop e Dithane)	30 à 01/10
Leitura dos tensiômetros	01/10
Irrigação (16)	01 à 03/10
(21) Pulverização tratorizada (Fastac, Calcinit e Map-purificado)	03 e04/10
Início da colheita	01/10
Irrigação por aspersão à noite (17)	03 à 07/10
Leitura dos tensiômetros	05/10
(22) Pulverização noturna c/turbo (Actara, Vertimec, e Óleo vegetal)	06/10

Descrição	Época
(23) Pulverização noturna c/turbo (Polytrin), bordadura e carreadores	10/10
(24) Pulverização tratorizada (Pirate, Captam e Óleo vegetal)	10 e 11/10
Leitura dos tensiômetros	11/10
(25) Pulverização tratorizada (Polytrin, Captam e Match)	15 e 16/10
Leitura do medidor de vazão	16/10
Irrigação (18)	16 e 17/10
Leitura do medidor de vazão	16/10
Leitura dos tensiômetros	16/10
(26) Pulverização tratorizada (Tracer, Orthene)	19 e 20/10
(27) Pulverização noturna c/turbo (Nanlate e Mach) bordadura e carreadores	25/10
Irrigação (19)	24 e 25/10
Leitura dos tensiômetros	26/10
(28) Pulverização tratorizada (Karatê, Vertimec, e Óleo vegetal)	27/10
Leitura dos tensiômetros	01/11
Irrigação (20)	03 e 04/11
(29) Pulverização noturna c/turbo (Karatê) bordadura e carreadores	04/11
Leitura dos tensiômetros	08/11
(30) Pulverização diurna c/turbo (Lannate) bordadura e carreadores	14/11
Final da colheita	14/11
Leitura dos tensiômetros	15/11
Leitura dos tensiômetros	22/11

Tabela 21: Planilha de custo operacional de produção, parte A, operações

Item	Mão de obra		Trator	Trator	Gradão	Distrib	Arado	Subso.	Conj.	Carret	Pulve
	Comum	Tratori.	90 cv	65 cv	16 d	Calcário	3 d	5 astes	Irrig.	3 t	2000 L
A- operação											
Grade aradora		12	12		12						
Aração (2X)		23	23				23				
Subsolador 5 hastes		20	20					20			
Calagem		13		13		13					
Sulcamento		15	15								
Coveamento											
Adução Química											
Adução Orgânica		12		12		12					
Transplante											
Aterramento											
Amontoa											
Estaqueamento											
Primeira amarração											
Outras amarrações											
Desbrota											
Carpa Manual											
Adução em cobertura											
Pulverização 25x				231							231
Irrigação									318,02		
Transp. Interno materiais		63,6		63,6						63,6	
Colheita manual											
Transp. Interno produção		59,85		59,85						59,85	
Classificação e embalagem											
Encargos Trabalhistas											
Comissão 1% colheita											
Indenização trabalhista											
Total de horas		218,45	70	379,45	12	25	23	20	318,02	123,45	231
Custo horário		2,6	32,79	22,23	7,54	7,38	1,41	2,49	10.147	0,71	5,46
Despesas com operações	37.475,28	567,97	2.295,30	8.435,17	90,48	184,50	32,43	49,80	3.226,95	87,65	1.261,26

Total = 53.706,79

Área com 45.000 pés de tomate

Tabela 22: Planilha de custo operacional de produção, parte B, materiais

B- Material consumido	Quantidade	unid	Preço unitário	Valor total
Semente Tomate Hib. Débora Max	47,000	unid	0,0975	4.582,50
Produção de muda (terceirizado)	47,000	unid	0,018	846,00
Calcário dolomítico	18	ton	33,96	611,28
Adubo Formulado 02-16-06 + micro	20	ton	457,5	9.150,00
Adubo Formulado 12-00-27	1	ton	420,00	420,00
Adubo Formulado 20-00-20 granulado	1	ton	856,00	856,00
Adubo Hydro 12-00-45 (sc 25 Kg)	25	Kg	2,27	56,75
Esterco de galinha c/ palha de café	29,9	ton	60,00	1.794,00
Foliar				2.074,74
Acarecida/Inseticida				4.474,79
Inseticida				7.678,12
Fungicida				2.039,67
Fungicida/Bactericida				700,75
Surfactante				329,40
Arame 16	135	Kg	4,00	540,00
Arame 20	60	Kg	4,50	270,00
Estacas de bambu	3,750	duz	0,90	3.375,00
Mourões	267	duz	25,00	6.675,00
Cruzeta de bambu	750	duz	1,80	1.350,00
Caixa de madeira nova	9,800	PC	2,20	21.560,00
Cesta de bambu pequena	12	PC	10,80	129,60
Fita Plástica p/ amarração	50	KG	8,10	405,00
EPI p/ aplicação de agrotóxico	4	PC	52,50	210,00
Máscara descartável	19	PC	6,88	130,64
Pregos	25	Kg	3,80	95,00
Total				70.354,24