

**FERNANDA REIKO PASSEROTTI**

**IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA NO DESENVOLVIMENTO DA  
CULTURA DO MORANGUEIRO.**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS.**

**Faculdade de Engenharia Agrícola.**

**Departamento de Água e Solo.**

**Campinas, Fevereiro de 2000.**

|            |           |
|------------|-----------|
| UNIDADE    | 82        |
| Nº CHAMADA |           |
| TI UNICAMP |           |
|            | 82678     |
| V          |           |
|            | 48387     |
|            | 16.837/02 |
|            | 18/11/00  |
| DATA       | 18/04/02  |
| CPD        |           |

51810 238367

CM00165613-7

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA NO DESENVOLVIMENTO DA  
CULTURA DO MORANGUEIRO.**

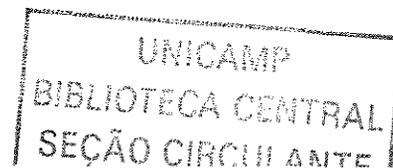
Fernanda Reiko Passerotti  
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Edson Eiji Matsura

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola,  
Universidade de Campinas, para obtenção do título de Mestre  
em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Água e Solo.

CAMPINAS / SP

Fevereiro – 2000



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

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P267i | <p>Passerotti, Fernanda Reiko<br/>Irrigação subterrânea no desenvolvimento da cultura do morangueiro / Fernanda Reiko Passerotti. --Campinas, SP: [s.n.], 2000.</p> <p>Orientador: Edson Eiji Matsura.<br/>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.</p> <p>1. Morango. 2. Irrigação. 3. Água na agricultura. I. Matsura, Edson Eiji. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.</p> |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

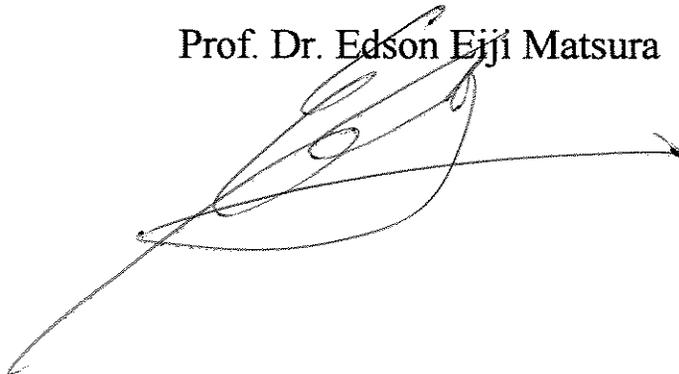
## PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação de mestrado defendida por **Fernanda Reiko Passerotti** e aprovada pela Comissão Julgadora em **28 de fevereiro de 2000**.

Campinas, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Presidente da Banca

Prof. Dr. Edson Eiji Matsura

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Edson Eiji Matsura', written over the printed name. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke extending to the right.

20216733

Dedico este trabalho

à Luiza e José Carlos, meus pais,

à Carla, minha irmã,

ao Mauricio.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Edson Eiji Matsura pela orientação e apoio.

Ao Prof. Dr. Roberto Testezlaf pelas sugestões.

A Pesquisadora Regina Célia de Matos Pires pelo apoio, incentivo e orientação.

Ao Pesquisador Francisco Antonio Passos pela colaboração.

Aos colegas do Departamento de Água e Solo Mauricio, Christiane, Ana Carolina, Délvio, Sebastião, Claudinei, Helbert, Sergio, Laércio, Mauricio Comar, Marcelus, Jane, Tânia, Gerson, José Ricardo e Célia pela colaboração, amizade, companheirismo e cumplicidade.

Aos funcionários do Campo Experimental da FEAGRI e aos técnicos Túlio Assunção Pires Ribeiro, Gelson Espíndola da Silva e Antônio Javarez Júnior pela colaboração na condução do experimento de campo.

Ao Sr. Guilherme Lacerda da GLEP Empreendimentos pelo apoio, financiamento de grande parte do projeto e fornecimento do tubo PORITEX®.

Ao aluno de Graduação Luiz Yassuhiro Takenami Kanzaki pela colaboração na instalação, condução e na coleta de resultados do experimento de campo.

Ao colega João Carlos dos Santos pela orientação nas análises estatísticas.

À CAPES e ao CNPQ pela concessão de bolsas de mestrado.

Aos funcionários e pesquisadores da Seção de Irrigação e Drenagem do IAC pela colaboração, fornecimento de equipamentos e pelas sugestões.

À memória do Prof. Dr. Otávio Tisseli Filho, que me ajudou a plantar a semente, mas que não pode me ver colher os frutos.

A meus pais e minha irmã que sempre acreditaram e me incentivaram em qualquer caminho que eu escolhesse percorrer.

Ao Mauricio que em todos os momentos se fez presente e imprescindível.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram com o desenvolvimento de minha dissertação e em mais esta etapa de minha formação.

# ÍNDICE

|                                                            | Página     |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                              | <b>IX</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS .....</b>                              | <b>X</b>   |
| <b>RESUMO.....</b>                                         | <b>XII</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                       | <b>XIV</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                  | <b>1</b>   |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                      | <b>3</b>   |
| 2.1- A cultura do morango. ....                            | 3          |
| 2.2 - A irrigação da cultura do morango.....               | 8          |
| 2.2.1- A planta e o sistema radicular do morangueiro. .... | 8          |
| 2.2.2- Irrigação na cultura do morango. ....               | 9          |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                         | <b>17</b>  |
| 3.1- Local, solo, clima e período de experimentação. ....  | 17         |
| 3.2- Condução da cultura. ....                             | 19         |
| 3.3- Delineamento Experimental.....                        | 22         |
| 3.4- Irrigação.....                                        | 24         |
| 3.5- Avaliação de umidade do solo. ....                    | 26         |
| 3.6- Avaliação do desenvolvimento vegetativo. ....         | 27         |
| 3.7- Avaliação de sanidade das plantas.....                | 28         |
| 3.8- Avaliação de peso seco de sistema radicular. ....     | 28         |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                     | <b>30</b>  |
| 4.1- Umidade do solo. ....                                 | 30         |

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2 – Desenvolvimento vegetativo e sanidade das plantas. ....           | 32        |
| 4.3 - Sistema Radicular. ....                                           | 34        |
| <b>5. CONCLUSÃO .....</b>                                               | <b>38</b> |
| <b>6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>                                  | <b>39</b> |
| <b>7. ANEXOS .....</b>                                                  | <b>48</b> |
| 7.1 – Avaliação de pressão ideal em laboratório.....                    | 48        |
| 7.2 – Avaliação de vazão em campo- canteiros. ....                      | 50        |
| 7.3 – Avaliação de umidade do solo por método indireto ( T.D.R. )...... | 51        |
| 7.4 - Fotos.....                                                        | 53        |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                          | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 1- Curva de retenção de água no solo do canteiro.....                                                                                                                                                                                             | 19     |
| Figura 2- Esquema dos tratamentos de irrigação e detalhes do circuito hidráulico, sendo os tratamentos L1P1 (1.1, 2.2, 3.1, 7.1), tratamento L1P2 (1.2, 5.2, 6.1, 8.1), tratamento L2P1 (3.2, 4.1, 5.1, 7.2) e tratamento L2P2 (2.1, 4.2, 6.2, 8.2)..... | 23     |
| Figura 3- Esquema dos tratamentos utilizados com a irrigação, onde P1 e P2 referem-se à profundidade de instalação dos tubos no canteiro de 10 e 20 cm respectivamente e L1 e L2 o nº de tubulação por canteiro. ....                                    | 24     |

## LISTA DE TABELAS

Página

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1- Análise química do Latossolo Vermelho Eutroférico realizada antes do plantio.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 18 |
| Tabela 2- Características físicas do Latossolo Vermelho Eutroférico dos canteiros.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 18 |
| Tabela 3- Valores de umidade do solo em porcentagem de volume, obtido a 20 cm de profundidade no dia 24 de agosto de 1999, nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), em diferentes pontos no canteiro a partir da tomada de água, em Latossolo Vermelho Eutroférico no Campo Experimental da FEAGRI..... | 30 |
| Tabela 4- Valores de umidade do solo em porcentagem de volume, obtido a 20 cm de profundidade no dia 27 de agosto de 1999, nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), em diferentes pontos no canteiro a partir da tomada de água, em Latossolo Vermelho Eutroférico no Campo Experimental da FEAGRI..... | 31 |
| Tabela 5- Matéria seca de plantas sadias e doentes (em gramas), observados nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), com material coletado em setembro de 1999 no Campo Experimental da FEAGRI.....                                                                                                      | 33 |
| Tabela 6- Desenvolvimento vegetativo em plantas sadias, observados nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), com material coletado em setembro de 1999 no Campo Experimental da FEAGRI.....                                                                                                              | 33 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 7- Desenvolvimento vegetativo em plantas doentes, observados nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), com material coletado em setembro de 1999 no Campo Experimental da FEAGRI..... | 33 |
| Tabela 8- Peso seco em gramas e porcentagem de raízes, coletados de plantas sadias nos diferentes tratamentos, em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI. ....                                                                                                                                                                                                                    | 35 |
| Tabela 9- Peso seco em gramas e porcentagem de raízes, coletados de plantas doentes nos diferentes tratamentos, em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI. ....                                                                                                                                                                                                                   | 35 |
| Tabela 10- Matéria seca de raízes nos diferentes tratamentos, coletadas em plantas sadias e doentes de 0 a 10 cm de profundidade (peso em gramas), em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI. ....                                                                                                                                                                                | 36 |
| Tabela 11- Matéria seca de raízes nos diferentes tratamentos, coletadas em plantas sadias de 50 a 60 cm (peso em gramas), em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI. ....                                                                                                                                                                                                         | 36 |

# IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MORANGUEIRO.

Autora: Fernanda Reiko Passerotti  
Orientador: Prof. Dr. Edson Eiji Matsura

## RESUMO

Estudos anteriores comprovaram que a aplicação da água pelo sistema de irrigação subterrânea é vantajosa para o desenvolvimento das culturas, pois reduz a perda de água por evaporação, melhorando a eficiência de irrigação e diminuindo o aparecimento de doenças, além de economizar água. Em princípio, o sistema deve produzir uma faixa larga e contínua de umidade, oferecendo uniformidade de aplicação em todo o seu comprimento.

Preocupou-se o uso da irrigação subterrânea em condições de campo, controlando a quantidade de água a ser aplicada, avaliando a uniformidade de aplicação na linha de irrigação em função da textura do solo, a probabilidade de entupimento do equipamento e a comprovação da eficiência do equipamento no fornecimento de água. O tubo de irrigação foi testado a duas profundidades e com aplicação em duas e em três linhas de irrigação por canteiro.

Procurou-se avaliar qual o tratamento que oferece melhores resultados para parâmetros de sanidade da planta e de desenvolvimento vegetativo e de sistema radicular.

Nas medidas de umidade os tratamentos enterrados a 10 cm tiveram resultados mais homogêneos, do que os tratamentos de tubos enterrados a 20 cm de profundidade, e a uniformidade da umidade dos canteiros com 3 linhas foi melhor que nos canteiros com 2 linhas de irrigação.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados para matéria seca da parte aérea (MSPA), índice de área foliar (IAF), máxima dimensão horizontal da planta (DHP) e altura da planta (AP), tanto em plantas sadias como em plantas doentes.

Na avaliação do sistema radicular, apenas alguns tratamentos apresentaram diferença significativa: os tratamentos de raízes sadias e doentes de 0 a 10 cm e de raízes sadias de 50 a 60 cm.

Na profundidade de 0 a 10 cm, em plantas sadias, no tratamento com 3 linhas a 20 cm, foram observadas medidas menores que os outros três tratamentos. Já as raízes das plantas doentes, de 0 a 10 cm de profundidade, mostraram valores de peso seco de raiz maiores nos tratamentos de 3 linhas do que nos tratamentos de 2 linhas de irrigação. De 50 a 60 cm, as raízes sadias, tiveram resultados maiores nos tratamentos de 2 linhas do que nos tratamentos de 3 linhas.

**Palavras chaves:** Morango; Irrigação; Água na agricultura.

# SUBSURFACE IRRIGATION FOR DEVELOPING STRAWBERRY CULTURE.

Author: Fernanda Reiko Passerotti

Adviser: Prof. Edson Eiji Matsura, Ph.D.

## **ABSTRACT**

Previous papers have confirmed that applying water through the subsurface irrigation system is advantageous for the development of cultures, as it reduces the water loss for evaporation, improving irrigation efficacy and diminishing the emergence of diseases. It also promotes water savings. At first, the system should produce a large and continuous humidity string, providing application uniformity in its whole length.

We are concerned about the use of subsurface irrigation in field conditions, as for controlling the quantity of water to be applied, assessing the application uniformity on the irrigation string in function of the soil texture, the probability of the equipment clogging, and the confirmation of the equipment efficiency on water supplying. The irrigation pipe was tested at two depths and with application in two and in three irrigation strings per seedbed. The aim was assessing which treatment offers better results for sanitation parameters of the plant, the vegetative development and the radicular system.

As for the humidity measures, the treatments buried at 10 cm (3,9 inches) have presented more homogeneous results than the treatments of pipes buried at 20 cm (7,8 inches) of depth, and the humidity uniformity on seedbed with 3 strings was better than on the ones with 2 irrigation strings.

It were not observed significant differences among the studied treatments for dry matter of aerial portion, foliar area index, maximum horizontal dimension of the plant and plant height, both in healthy and in sick plants.

On the radicular system assessment, only a few treatments have presented significant differences: the treatments of healthy and sick roots at 0 to 10 cm (3,9 inches) and healthy roots at 50 to 60 cm (19,6 to 23,6 inches)

The treatment at 0 to 10 cm of healthy 3 L 20 cm plants has presented smaller measures than the other three treatments. As for roots of sick plants at 0 to 10 cm of depth, they've shown larger results on the 3 strings treatment than on the 2 irrigation strings treatments. From 50 to 60 cm, the healthy roots have presented larger results on the 2 strings treatments than the 3 strings ones.

**Key Words:** Strawberry; Irrigation; Water in the agriculture.

## 1. INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma planta que o homem cultiva, de acordo com descrições históricas, desde a Idade do Bronze. No início das civilizações esta cultura foi usada como planta ornamental, devido à sua aparência, depois sendo descoberta como alimento.

O morangueiro é uma planta silvestre que foi originalmente encontrada na natureza, tanto na Europa como nas Américas do Sul e do Norte, tendo, portanto, dezenas de cultivares diferentes. Alguns autores citam, que a cultura comercial do morangueiro, provavelmente, iniciou-se no século XIX e neste século apresentou grande desenvolvimento nos Estados Unidos, Europa e Japão (PECHE, 1997).

O morango passou por melhoramento genético, pois as cultivares silvestres eram pouco produtivas, produzindo frutos pequenos e irregulares. Hoje o morango é uma cultura muito estudada, desenvolvida geneticamente e representa uma atividade econômica de grande importância em diversos países.

Para ser produtiva e competitiva, a cultura do morango necessita de cuidados específicos e manejo adequado, como o uso de cobertura de solo, irrigação e controle sanitário intenso. A cultura do morangueiro é muito sensível às variações hídricas, por isso da importância de se fazer um controle cuidadoso da aplicação de água. Sabe-se que o morango é sensível ao estresse hídrico e quanto à qualidade da água, tornando a irrigação prática imprescindível em seu cultivo. A alta umidade relativa do ar propicia o aparecimento de doenças, e se a qualidade da água aplicada não for adequada, pode gerar diversos problemas, afetando produção e produtividade.

A irrigação entra como fator determinante para o desenvolvimento da cultura do morangueiro, onde seu controle é essencial, pois a falta de água causa danos irreparáveis a cultura, fazendo com que sua produção seja inexpressiva e de baixa qualidade, e o seu excesso pode favorecer o aparecimento de

doenças e o apodrecimento dos frutos. Por todos estes inconvenientes, relacionados diretamente ao método de irrigação usado na cultura, surgiu a necessidade de se determinar a eficiência do tubo exsudante, em irrigação subterrânea, na cultura do morango.

Sabe-se que alguns sistemas de irrigação proporcionam melhores condições para a produção de culturas do que outros. Na região de Atibaia, no início da década de 90, foi introduzida, como tentativa de controlar a antracnose (em frutos e flores), a irrigação por gotejamento.

Um outro sistema de irrigação localizada, a subterrânea, desde que bem manejada, oferece vantagens sob o método convencional de aspersão e o de gotejamento tradicional, podendo diminuir problemas fitossanitários, além de economizar água (aplica a água diretamente nas raízes, diminuindo assim as perdas por evaporação, mas este não é o caso do morangueiro cultivado com “mulch”, pois as perdas por evaporação já são minimizadas pela cobertura do canteiro), economiza energia, possibilita a fertirrigação (aplicação de fertilizantes através da água) e permite a completa automação do sistema de irrigação, facilitando as práticas culturais.

Para o adequado uso da irrigação localizada subterrânea, é necessária a caracterização do equipamento, bem como o estudo da melhor distribuição das linhas nos canteiros, em profundidade e distância.

O objetivo desta pesquisa foi estudar o efeito da irrigação subterrânea, no desenvolvimento da cultura do morango, com o uso de tubo geotêxtil poroso, instalado em diferentes profundidades e com variação no número de tubos por canteiro. Para tanto, foram feitos ensaios para caracterizar o sistema de irrigação subterrânea e conhecer os parâmetros hidráulicos do equipamento, necessários para o dimensionamento e manejo adequado do sistema de irrigação. Procuramos avaliar também a sanidade da cultura com o uso deste sistema de irrigação e a ocorrência de entupimento do tubo por raízes.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1- A cultura do morango.

#### A planta e os tratos culturais do morangueiro.

O morango é uma planta classificada pelos botânicos como pertencente à família das Rosáceas, enquadrando-se no gênero *Fragaria*. O morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) cultivado hoje em dia resulta da hibridação de até três espécies octaplóides americanas ( $2n = 56$  cromossomos), (*F. chiloensis*; *F. virginiana* e *F. ovalis*) (CAMARGO, 1992 e GROPPPO, 1991). A planta é herbácea e rasteira, formando pequenas touceiras, que aumentam à medida que a planta fica velha e emite estolhos. Tais estolhos são usados na proliferação da espécie, formando plantas-filhas iguais à planta-mãe. O morangueiro é uma planta perene, comercialmente cultivado como anual, pois no segundo ano a sua produção é muito baixa, não compensando a sua manutenção nos canteiros. O cultivo comercial do morango no Brasil só ocorreu a partir da década de sessenta, principalmente após o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) ter desenvolvido trabalhos de melhoramento que resultaram na obtenção de cultivares com características de maior produtividade, aliada à melhor qualidade dos frutos (CAMARGO, 1992).

O estado que mais produz morango é São Paulo, que está voltado, na sua maior parte, para o mercado “in natura” (mesa), e que conta com o nível tecnológico mais avançado, seguido por Minas Gerais e pelo Rio Grande do Sul. Este último atende principalmente à indústria de processamento (industrialização na forma de balas, sucos, sorvetes, geléias, iogurtes, cosméticos, congelamento, etc.). Os melhores preços são atingidos nos meses de abril e maio, pois há baixa oferta do produto no mercado (PIRES, 1998).

O morangueiro se mostra muito sensível às variações climáticas, não sendo rústico, por isso as cultivares costumam apresentar características diferentes, adaptadas às características da região em que são cultivadas (SANTOS, 1993). É uma planta de clima frio, não sendo muito tolerante a localidades de clima mais quente (FILGUEIRA, 1982). Frutos menos saborosos e com acidez mais elevada são característicos das regiões com climas mais quentes; frutos mais adocicados, firmes e com aroma acentuado são obtidos em regiões de clima temperado (PECHE, 1997). Os cultivares mais utilizados atualmente no Brasil necessitam de dias curtos para a floração e frutificação. O ideal é selecionar cultivares que mais se adaptem ao clima, temperatura, umidade e textura do solo do local onde serão cultivados, levando em conta produtividade, resistência a pragas e doenças, facilidade de propagação, precocidade, características dos frutos e sua conservação (MURAYAMA, 1987; GROppo, 1991 e CAMARGO, 1992). O solo deve ter boa drenagem, adequada exposição solar e ventilação (SANTOS, 1993).

Devido ao plantio ser fracionado, há oferta de morangos de março até dezembro e janeiro. As plantas, no canteiro definitivo, podem usar espaçamento de 30 x 30 cm, variando a 35 x 35 cm, sendo dispostas em canteiros que variam de 2 a 5 linhas (fileiras). Usa-se, normalmente, de 65 a 80 mil mudas/ ha, dependendo do espaçamento adotado. Os canteiros podem ter de 20 a 50 cm de altura, dependendo da textura do solo (maior altura para solos mais pesados) e costumam ter 1,20 m de largura. A produção varia de 20 a 40 toneladas / ha (podendo alcançar 60 toneladas / ha) (FILGUEIRA, 1982 e GROppo, 1991). Na Califórnia (E.U.A.), a produtividade média é de 60 toneladas/ha, podendo chegar a 130 toneladas/ha (PECHE, 1997).

O uso de mudas sadias é primordial para o controle de vírus, fungos, bactérias, nematóides e mesmo de algumas pragas. Em São Paulo, o uso de matrizes básicas sadias, praticamente garante a produção de mudas livres de vírus. Algumas doenças, como mancha-das-folhas, e pragas, como afídeos (pulgões) e formiga lava-pés, geralmente podem ser controladas quimicamente. Atenção redobrada deve

ser dada à lagarta-rosca, no transplante, e ao ácaro rajado, em períodos de temperatura elevada. As podridões dos frutos aparecem em períodos chuvosos. Para doenças fúngicas importantes, como “chocolate”, “flor-preta”, murcha de *Verticillium*, mancha das folhas, escaldadura foliar, crestamento das folhas, antracnose e podridões de *Phytophthora*, deve-se adotar medidas preventivas (PECHE, 1997). Além destas há as bacterioses (como a *Xanthomonas fragaria*), fungos (mancha de Micosferela) e viroses.

A cultura é exigente em adubação e canteiros bem preparados. O preparo do solo pode ser feito por, pelo menos, quatro tipos de implementos: arados de disco e de aiveca, grades aradoras, escarificadores e enxadas rotativas. Arados são indicados para uma mobilização profunda com revolvimento; já as grades aradoras servem para mobilizações médias, às vezes da mesma forma que a enxada rotativa. Os escarificadores servem para mobilizações verticais profundas e rasas, porém sem revolvimento. Após o preparo, devem fazer-se destorroamento e nivelção. A construção dos canteiros pode ser mecânica ou manual e deve ser realizada, de preferência, bem próxima da época do plantio (PECHE, 1997).

As mudas normalmente são comercializadas com raiz nua, mas se for feito o encanteiramento ou o estabelecimento de recipientes (ex: bandejas) para o transporte destas mudas, diminui-se a porcentagem de morte destas, além de propiciar colheitas mais precoces.

O morangueiro desenvolve-se bem em solos com textura areno-argilosa, permeáveis, ricos em matéria orgânica, preferindo o pH entre 5,5 a 6,0 (PECHE, 1997). A cultura se desenvolve melhor em clima mais ameno, sendo que em regiões mais quentes ele tem bom desenvolvimento vegetativo e produz estolhos, mas pode não frutificar, e a qualidade dos frutos ser (FILGUEIRA, 1982). Em dias mais curtos a frutificação é estimulada (PECHE, 1997).

Os tratos feitos no decorrer da cultura são: replantio das falhas, aplicação da cobertura morta (mulching), controle de mato, remoção de estolhos e folhas velhas, controle de pragas e doenças, adubações, irrigações e colheitas.

O início da colheita depende do clima da região, da época de plantio e das condições climáticas, variando de abril (Piedade, culturas de “soqueira” ou “tiguera”), maio (Atibaia/Jundiaí) a junho (regiões de clima mais quente), podendo estender-se até dezembro, com pico em agosto e setembro. A colheita é feita manualmente, no ponto de colheita “maduro” para fins industriais ou de “½ a ¾ maduro”, para comercialização “in natura”. São necessárias cerca de seis pessoas fixas por hectare e mais seis no pico de colheita (FILGUEIRA, 1982 e GROPPPO, 1991).

As citações mencionadas a respeito da cultura do morango, demonstram a necessidade do uso obrigatório de técnicas de plasticultura e irrigação. Sem o uso destas, torna-se impossível produzir frutos de qualidade e em quantidade suficiente para se tornar competitivo no mercado consumidor (SGANZERLA, 1987).

Dentre os diversos cultivares, caracterizou-se o cultivar “Dover” como mais propício, tendo este as seguintes características: a época de plantio é março (região de Atibaia, Jundiaí, Campinas, Cabreúva e norte do Paraná - altitude de 650 a 800 m), a época de colheita vai de maio a novembro, tendo produtividade de 30 a 40 tonelada / hectare, indicado para consumo “in natura” (sabor adocicado); precoce; frutos graúdos, cônico alongados, firmeza regular na época quente, suportam melhor o transporte e o cultivo em regiões quentes, de coloração vermelho brilhante externamente e rosado internamente, que são usados no consumo “in natura” e para congelamento (FILGUEIRA, 1982 e MURAYAMA, 1987).

A cultura do morango tem características próprias e específicas, o que faz com que seu cultivo seja muito estudado e que a cultura seja plantada em locais específicos, para que seja produtiva.

### **O ambiente protegido e a cobertura do solo na cultura do morango.**

A cultura do morango necessita de muita mão-de-obra no seu manejo, desde o plantio das mudas até a colheita (MURAYAMA, 1987). Além do aspecto econômico há também o aspecto social. Em todos

os países onde foram executados projetos para desenvolvimento do uso do plástico na agricultura, verificou-se um vertiginoso progresso na área rural (SGANZERLA, 1987).

O ambiente criado pelo plástico, como a estufa, constitui um ambiente melhorado, que permite o cultivo de plantas de menor rusticidade, sob características que não poderiam ser conseguidas nas condições naturais, como o melhor manejo de pragas e doenças, além de microclima controlado (BECKETT, 1981).

A cobertura morta de solo é uma prática característica da cultura do morango e também é chamada de “mulching”. Para cobertura dos canteiros usa-se filme de polietileno, e também palhas de cereais, serragens, gramíneas secas (isentas de sementes), cascas de arroz, folhas de árvores, etc. A utilização de filmes plásticos para cobertura do canteiro, tem resultado em aumento de produção de frutos, quando comparado a coberturas permeáveis e ao solo descoberto (MARTINS, 1983; HIMELRICK et al., 1993; TESSARIOLLI NETO, 1993; GUPTA & ACHARYA, 1993).

A cobertura do solo impede que a excessiva umidade do solo atinja e prejudique os frutos, além de diminuir a evaporação de água do solo conservando-o mais úmido e evitando a perda de corretivos e nutrientes por lixiviação, além de também ser utilizado com êxito no controle de ervas daninhas na cultura, pois forma um obstáculo físico para o desenvolvimento destas, que competem de forma significativa com o morangueiro (BIGGS, 1980). Além disso, o “mulching” serve para aumentar a produtividade (produção e precocidade) e reduzir as oscilações de temperatura no solo, além de favorecer a menor compactação do terreno (SALVETTI, 1983).

O uso do cultivo protegido na cultura do morangueiro deve ser feito com cautela, pois mesmo sabendo-se que este protege a cultura de chuvas e geadas, sabe-se também que leva a aumento da temperatura do ar e do solo, o que pode ser desfavorável à cultura.

Quanto a cobertura do solo, é prática difundida no país, sendo atualmente muito estudados os tipos de filme quanto à cor e espessura, apropriando-se as necessidades da cultura.

## **2.2 - A irrigação da cultura do morango.**

### **2.2.1- A planta e o sistema radicular do morangueiro.**

O morango é uma cultura muito exigente quanto à água, devendo esta ser controlada, para a cultura ter um saudável e bom desenvolvimento. Sabe-se que o morango é exigente tanto em qualidade como em quantidade de água, e tanto o estresse hídrico como a irregularidade na distribuição das chuvas, tornam a irrigação como prática imprescindível no cultivo do morangueiro, no Estado de São Paulo (PIRES, 1998). A umidade do ar influi na transpiração, enquanto a umidade do solo determina a absorção de água e de nutrientes, afetando o crescimento da planta. Erros no manejo das irrigações podem resultar em sérias reduções na produtividade. A falta de água ocasiona enormes quebras de produção, tanto por menor peso médio como por menor número de frutos (GEHRMANN, 1985).

Os períodos críticos no fornecimento de água são logo após o transplante, na formação dos botões, floração e frutificação. Também se deve levar em conta, que irrigações excessivas e o solo em condições de saturamento por um longo período, favorecerá o desenvolvimento de doenças fúngicas e bacterianas no solo.

A planta do morangueiro é composta por um sistema radicular fasciculado e superficial, com raízes primárias mais grossas e fibrosas, que servem de sustentação à planta. Dessas raízes primárias se originam as secundárias, que são mais delgadas e se acham providas de pêlos absorventes que tem por função assimilar nutrientes e água. Tal sistema radicular ocupa aproximadamente 40 cm x 40 cm x 40 cm, sendo

que as raízes principais ou primárias estão num volume de área de 20 cm x 20 cm x 20 cm (CAMARGO, 1992).

A irrigação aplicada no momento adequado proporciona aumento do tamanho do fruto e na produção total (BLATT, 1985). A produção é reduzida quando se causa estresse hídrico no período de florescimento e de frutificação (KLAR et al., 1990 e CAMPOS et al., 1992).

A profundidade efetiva do sistema radicular é um dos parâmetros básicos para o planejamento e o manejo das irrigações. Compreende a camada desde a superfície do solo até onde se concentram as maiores parte das raízes absorventes ou finas (DAKER, 1988). A profundidade máxima atingida pelo sistema radicular foi de 60 cm, sendo que a maior parte das raízes se concentram até 30 cm de profundidade (MCNIESH et al., 1985).

Dependendo do tipo de solo, da cultivar da cultura e do modo de aplicação da água, a profundidade do sistema radicular pode variar quanto ao diâmetro e a profundidade efetiva.

### **2.2.2- Irrigação na cultura do morango.**

A finalidade principal da irrigação é satisfazer as necessidades hídricas da cultura, mas esta também pode e deve manter o solo com boa aeração, por isso os erros de manejo de água podem reduzir a produtividade, tanto por excesso de água como por déficit hídrico (MCNIESH et al., 1985).

A quantidade de água aplicada, tradicionalmente, por semana, é de aproximadamente 30 mm. Canteiros excessivamente úmidos dificultam a polinização, que é feita por intermédio de *himenópteros* (abelhas, besouros e vespas) e *dípteros* (moscas), por isso diminui-se a quantidade de água semanal para 25 mm na época da colheita. Tal problema ocorre na irrigação por aspersão, que umedece as folhas e flores da planta, alterando o microclima (FILGUEIRA, 1982).

A quantidade de água usada na irrigação de um modo geral (demanda), ao passar dos anos, aumentou muito, e o volume disponível de água declina a cada dia, fazendo com que haja aumento nos custos das culturas irrigadas. Por isso, procurada-se técnicas e métodos de irrigação, que não desperdicem água e que tenham baixo gasto de energia mecânica e elétrica. Devido a isso, a irrigação subterrânea tem mostrado vantagens sob os demais métodos convencionais, pois aplica a água abaixo da superfície do solo, economizando água na base de 20 a 40 %, comparando-se com outros métodos, pois a aplica direto nas raízes (HILER, 1971).

Deve se tomar cuidado com o excesso de água, pois faz com que ocorra a perda de elementos nutritivos por percolação, além de se criar situações favoráveis ao aparecimento de moléstias (CAMARGO, 1992). Segundo estudos realizados na Califórnia (EUA), concluiu-se que aplicação excessiva de água durante o desenvolvimento dos frutos pode resultar em frutos moles e melados (SHOEMAKER, 1983).

A irrigação por sulcos é a de pior desempenho na cultura do morango, pois favorece a lixiviação, o aparecimento de doenças e prejudica as plantas e frutos. Em ensaio feito em Piracicaba, concluíram que o melhor desenvolvimento de plantas e desempenho de produção do morangueiro ocorreu no uso do gotejamento, quando comparado à irrigação por sulcos (OLITTA & MINAMI, 1974).

No Brasil, a irrigação por aspersão é utilizada quase que na totalidade da área cultivada com morangueiro, o que favorece o desenvolvimento e disseminação de fungos e bactérias (ROTEM & PALTI, 1969; MAAS, 1984; MACHADO, 1985 e RODRIGUES NETO et al., 1994), o que pode levar a queda de produtividade.

Para irrigar corretamente o solo, deve se conhecer qual o comportamento da água neste. Como ela se move, como se armazena e como a planta absorve, além da água que se perde. A textura do solo e sua porosidade influenciam o bulbo molhado. Solos arenosos permitem a boa movimentação da água, mas não

conseguem armazená-la. Solos franco-argilosos e argilosos retêm mais água por terem poros menores, mas a movimentação da água nestes é mais lenta. Outra vantagem da irrigação subterrânea é a formação de um bulbo úmido maior do que quando são feitas irrigações de superfície. O tamanho e a forma do bulbo úmido do solo dependem da textura do solo, estrutura do solo, presença ou ausência de certas camadas e substratos, tipo de emissor de irrigação localizada (gotejamento, microaspersor, tubo exsudante, tubo gotejador), vazão do emissor (l/h), tempo de irrigação (h), altura do emissor sobre ou sob o solo e quantidade de água no solo (SERVICIO DE ASESORAMIENTO A LA EMPRESA AGRARIA, 1998).

A irrigação por aspersão aplica a água na forma de chuva artificial, através do fracionamento do jato de água em gotas. É de fácil e rápida instalação e pode ser utilizada em diversos tipos de solos, além de ter fácil operação. Quando manejados inadequadamente, aspersores trabalhando em pressões acima da especificada, causam pulverização excessiva da água, produzindo gotas de tamanho reduzido, com excesso de precipitação próximo ao aspersor e perda do alcance do jato. Quando a pressão está abaixo dos limites recomendados, ocorrerá maior precipitação na extremidade da área molhada, prejudicando a uniformidade de aplicação e produzindo gotas de tamanho maior (PIRES et al., 1999). Além disso, a distribuição de água é afetada pelo vento, facilita a disseminação de patógenos nas culturas, pode causar problemas de compactação do solo ao longo do tempo. As irrigações devem ser programadas para não promover lavagem de defensivos.

O sistema de gotejamento tem vantagens sobre a aspersão, entre elas a ausência de aplicação de água na parte aérea da planta, alta eficiência de aplicação, economia de água, redução nas perdas por escoamento e percolação, além de possibilitar a automatização, irrigações freqüentes e a fertirrigação. O gotejamento aplica a água diretamente na região das raízes, molhando apenas parte do volume do solo, usando baixas vazão e pressão. Quando mal manejados, levam a resultados negativos, podendo levar a problemas com salinidade, não permite o controle eficiente do microclima, alto custo de implantação e

grande suscetibilidade ao entupimento, tanto por sais como por raízes. Além disso, alguns produtores não o utilizam na fase do plantio e na fase de pegamento das mudas, pois devido às mudas serem normalmente de raízes nuas, são mais susceptíveis a estresse hídrico e térmico, e neste contexto a aspersão tem efeito na diminuição da temperatura do ar (PIRES et al., 1999).

Com o uso da irrigação subterrânea, o controle de água que acontece na época da florada, não será necessário, pois o sistema não molha a parte aérea das plantas, mas deve-se controlar cuidadosamente a aplicação da água pelos equipamentos (manômetro, hidrômetro), pois não se vê a movimentação da água no solo. A profundidade das raízes das plantas vai depender do método de irrigação, do tipo de solo e de outros fatores como cultivar, clima e local da cultura.

Para determinar o coeficiente da cultura ( $k_c$ ) do morangueiro, usamos os dados obtidos nos trabalhos de Mc Niesh et al. (1985), que realizou estudos na Califórnia (Estados Unidos) e chegou a coeficientes, estimados com a evapotranspiração de referência ( $E_{to}$ ) variando de 0,55 a 0,80 no ciclo da cultura. Olitta (1980), observou que para as condições do município de Piracicaba (SP) o valor mais adequado foi de 0,8. Pires (1998) em experimentos realizados em Atibaia (SP), encontrou valores médios de 0,55, 0,44 e 0,42, quando se utilizaram diferentes manejos de água, sendo as irrigações realizadas sempre que o potencial de água no solo atingiu  $-0,010$ ,  $-0,035$  e  $-0,070$  MPa, respectivamente, no cultivo protegido. Já em condições de campo aberto, para os mesmos tratamentos, os valores foram, respectivamente, 0,41, 0,34 e 0,29. O coeficiente da cultura ( $k_c$ ) varia com a planta, local, tratamentos culturais, desenvolvimento vegetativo, disponibilidade de água no solo e condições da cultura. Na falta de valores adequados a cada região e cultura pode-se utilizar os valores observados em pesquisas e adequar a lâmina de irrigação. Pode-se fazer também o manejo das irrigações via clima por meio do balanço hídrico, considerando os fluxos de água que entram e saem do volume de solo explorado pelas raízes, levando em conta também à época do ano, pluviosidade do período, condições médias de evapotranspiração de culturas

para a região, chegando-se assim a perda de água da cultura e ao valor da lâmina que deve ser aplicada para reposição.

Um dos métodos usados para o conhecimento da variação da umidade do solo é o método indireto através de sonda do tipo TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), no qual usa-se o equipamento para medir a umidade do solo através da técnica de microondas, recomenda-se o levantamento de uma curva de calibração (umidade *versus* constante dielétrica) para cada tipo de solo, um inconveniente normalmente aceitável comparado com outras técnicas. Tommaselli (1997) e Silva (1998) geraram uma equação de calibração do TDR para a Terra roxa estruturada e Latossolo roxo distrófico, respectivamente. Deve-se ter parâmetros básicos para se irrigar o morangueiro, pois tanto a falta quanto o excesso de água são prejudiciais a cultura.

#### **Irrigação subterrânea por tubo poroso.**

O material de confecção do tubo poroso é uma fibra geotêxtil, material de poliéster exsudante, impregnado de resina porosa, que oferece a água para a cultura por "transpiração" ou "gotejamento transpirante". O tubo é fabricado em poliéster impregnado e revestido por uma resina porosa, que o torna resistente a entupimentos, raios-ultravioleta (UVA e UVB) e a ataques de sais. Em princípio o sistema deve produzir uma faixa larga e contínua de umidade, oferecendo uniformidade de aplicação em todo o seu comprimento.

Segundo trabalhos desenvolvidos na Espanha (GODÓ, 1997), deve se ficar atento, pois a irrigação de culturas pelo método enterrado (gotejamento subterrâneo, fita "geotêxtil" exsudante *PORITEX*® e similares), tem mostrado vantagens e desvantagens que devem ser consideradas cuidadosamente na hora da compra e instalação dos equipamentos. Estudos comprovaram que a aplicação da água pelo sistema enterrado no interior do solo é vantajosa para o desenvolvimento das culturas, pois aplica a água

diretamente nas raízes das plantas e a distribui por capilaridade, reduzindo assim a evaporação, melhorando a eficiência de irrigação, diminuindo o aparecimento de doenças, além de melhorar o desenvolvimento da planta e de economizar água (VIEIRA, 1989 e WELSH, 1995).

A lâmina de água usada na irrigação subterrânea é menor que a usada em outros métodos de irrigação localizada e os poros naturais do solo não são danificados por este tipo de irrigação (CLARK & STANLEY, 1992).

São consideradas como vantagens sobre outros tipos de irrigação a possibilidade de instalação permanente do sistema de irrigação no solo, economia de energia, propicia que a camada mais superficial do solo permaneça seca, fazendo com que haja menor evaporação em superfície de solo e escorrimento. O equipamento causa menor compactação do solo devido ao método de aplicação da água, além de manter e recuperar a permeabilidade do solo, favorecendo o sistema radicular da planta em profundidade; reduz a erosão do solo, lixiviações e percolações (desde que bem manejado). Propicia a redução da temperatura do solo e do sistema radicular, além de aumentar a eficiência e segurança na uniformidade de distribuição de água, fertirrigação e quimigação. Depois deste instalado, há economia de mão-de-obra, água, fertilizantes e nos tratos fitossanitários. Devido à instalação enterrada, fica protegido contra danos físicos causados por roedores e outros equipamentos, tem menor risco de obstrução dos emissores por precipitação de sais (praticamente nulo), não fica exposto às variações de temperatura e a radiações solares.

São vistas como desvantagens, sobre outros tipos de irrigação, a necessidade do uso, na fase inicial da cultura, de complementação de irrigação com sistema de aspersão, para favorecer a formação de um microclima ideal para o “pegamento” das mudas, ou então do uso de mudas que não sejam de “raiz nua” (ex: mudas de copinho ou de bandeja), que aumentam no custo de implantação da cultura. É necessário maior investimento econômico para instalação do equipamento em campo e deve ser feito um cuidadoso controle da água a ser aplicada e da pressão de aplicação da mesma. Há a falta de visualização do

caminhamento da água para a cultura, deve se instalar equipamentos de medição (hidrômetros, manômetros e sensores de umidade do solo) por todo o campo, para conferência, o que aumenta o custo do equipamento. O manejo inadequado causa danos irreversíveis. Os cupins podem atacar o equipamento, causando vazamentos que fazem com que haja necessidade de reparos e substituição.

Quando se utiliza a irrigação subterrânea, dependendo do tipo e estrutura de solo, percebe-se que no centro da zona radicular fica alta e fixa a concentração de água e adubos fosfatados, aumentando a concentração de fósforo na solução do solo e estimulando a absorção deste pelas raízes, o que leva a um aumento de produção (BEM ASHER, 1993).

Em testes de laboratório, em Botucatu, com o tubo geo-têxtil poroso *PORITEX*®, observou-se que quando é aplicada uma carga hidráulica acima de 5 m.c.a., o tubo altera o seu comportamento de emissão de água por exsudação, evidenciando esguichamento. Para o cálculo do CVf e da relação vazão-pressão foram utilizados valores de pressão de 0,5 a 6,0 m.c.a., com variação de 0,5 em 0,5 m.c.a. O tubo poroso apresentou um coeficiente de variação de fabricação (CVf) de 79,81 %, caracterizando uma uniformidade de vazão inaceitável, segundo a classificação da ABNT (1986), Projeto de Norma n ° 12:02.08-021, de título “Emissores para sistemas de irrigação localizada – avaliação de características operacionais” (MORAES, 1998). Deve-se levar em conta que o teste acima citado foi realizado ao ar livre, sendo que o tubo não ficou em contato com o solo, o que altera o comportamento deste, segundo o fabricante.

Foi testado outro tubo similar, também poroso, fabricado de material reciclado de pneu e polietileno virgem (YODER et al, 1995). O teste foi feito para determinar a relação pressão *versus* vazão e a variação de fabricação. Os autores observaram que a relação pressão-vazão teve um comportamento linear, quando se trabalhou a uma pressão de 69 KPa, e relativamente linear a pressões mais baixas. Observou-se também que existe uma variação considerável entre os lotes testados. Com base nos coeficientes de variação de

emissão os autores concluíram que o tubo se enquadrou no nível aceitável de acordo com a ASAE Standard EP405.1, para a uniformidade de vazão.

A partir da literatura citada detecta-se que a irrigação subterrânea ainda é pouco usada no Brasil e existe a necessidade de maiores estudos do uso do tubo geotêxtil na agricultura irrigada.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1- Local, solo, clima e período de experimentação.**

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, no município de Campinas-SP. A região tem altitude média de 640 m, latitude 22°48'57" sul e longitude de 47°03'33" oeste.

Segundo o Centro de Ecofisiologia e Biofísica do IAC, as temperaturas médias no mês mais quente (fevereiro) são superiores a 22° C e as temperaturas médias no mês mais frio (junho) são inferiores a 18 °C. A classificação climática é de transição, entre os tipos Cwa (seco de inverno) e Cfa (constantemente úmido), que é clima tropical de altitude, com inverno seco e verão úmido. O valor médio de precipitação no decorrer do ano é de 1382 mm de chuva, sendo que, 75 % deste total, acumula-se no período chuvoso, que vai de outubro a março.

O solo do Campo Experimental é Latossolo Vermelho Eutroférico (OLIVEIRA et al., 1999).

A amostra de solo para análise química foi composta por 40 subamostras coletadas ao acaso nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, na área do experimento e os resultados encontram-se na Tabela 1.

Foram retiradas amostras indeformadas, com anéis de 5,0 cm de diâmetro e 5,3 cm de altura, para determinação da densidade do solo e confecção da curva característica de retenção de água no solo dos canteiros. A Figura 1 apresenta a curva de retenção de água do solo, na área experimental. Foram realizadas 4 repetições em 6 profundidades, totalizando 24 amostras, retiradas a cada 10 cm de profundidade. A Tabela 2 apresenta os resultados das características físicas do solo do canteiro, que foram

determinadas no Laboratório de Solos da FEAGRI- UNICAMP, de 10 em 10 cm, até 60 cm de profundidade.

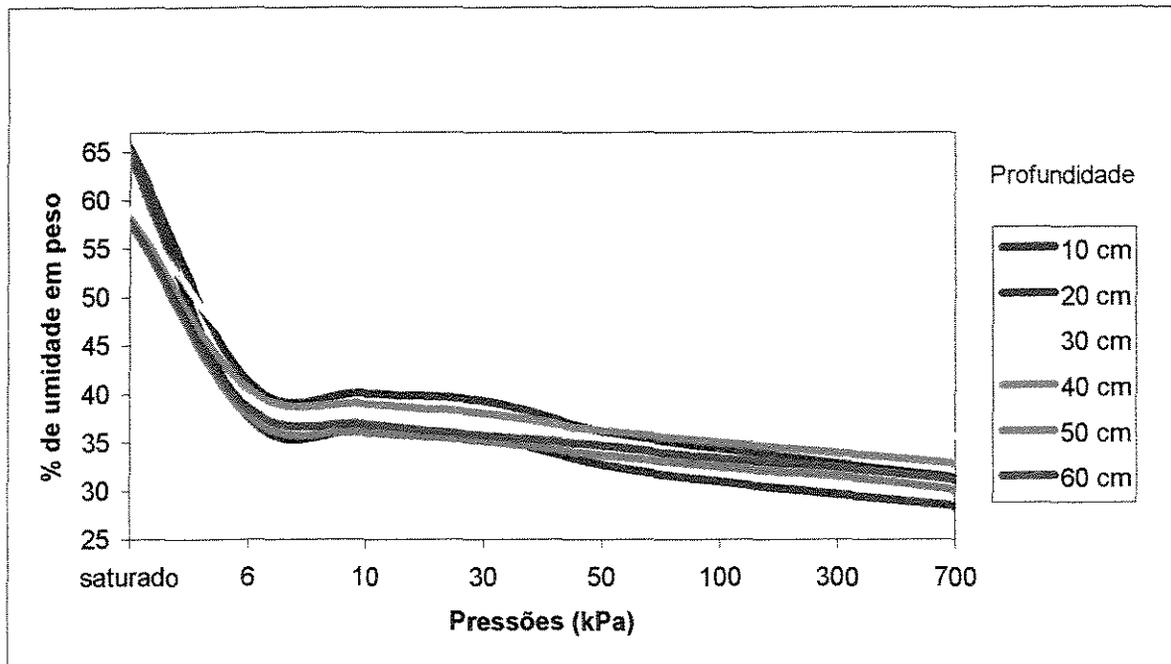
O experimento foi instalado em 16 de junho de 1999, com o transplântio das mudas nos canteiros, e a coleta de dados finalizada em 30 de novembro de 1999.

**Tabela 1- Análise química do Latossolo Vermelho Eutroférico realizada antes do plantio.**

| Profundidade | pH                   | M.O. | H +Al | Ca                           | Mg   | K     | P     | V     |
|--------------|----------------------|------|-------|------------------------------|------|-------|-------|-------|
|              | (CaCl <sub>2</sub> ) | (%)  | (mEq) | (mEq / 100 cm <sup>3</sup> ) |      |       | (ppm) | (%)   |
| 0-20 cm      | 5,8                  | 3,4  | 2,95  | 6,8                          | 1,25 | 0,51  | 61,5  | 73,21 |
| 20-40 cm     | 4,8                  | 3,6  | 5,1   | 3,5                          | 1,1  | 0,325 | 48,5  | 49,12 |

**Tabela 2- Características físicas do Latossolo Vermelho Eutroférico dos canteiros.**

| Profundidade<br>(cm) | Densidade do solo<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Porosidade (%) |       |       |
|----------------------|-------------------------------------------|----------------|-------|-------|
|                      |                                           | Total          | Macro | Micro |
| 0-10                 | 1068,2                                    | 64,4           | 26,8  | 37,6  |
| 10-20                | 1158,8                                    | 65,5           | 24,2  | 41,2  |
| 20-30                | 1286,1                                    | 59,0           | 14,6  | 44,3  |
| 30-40                | 1173,7                                    | 58,2           | 17,6  | 40,5  |
| 40-50                | 1052,6                                    | 57,9           | 20,1  | 37,7  |
| 50-60                | 1071,6                                    | 57,7           | 19,0  | 38,6  |



**Figura 1- Curva de retenção de água no solo do canteiro.**

### **3.2- Condução da cultura.**

O cultivar utilizado para o experimento foi o “Dover”, por se mostrar mais apto para o plantio em regiões de clima quente, ser próprio, tanto para o consumo “in natura”, como para congelamento e suportar melhor o transporte do fruto “in natura”. As mudas foram encanteiradas em viveiro, até o transplântio no campo.

No início de abril de 1999, foi feita a limpeza da área experimental e retiradas as amostras de solo para análise química, para eventual correção de acidez e fertilização com matéria orgânica e adubação química. Em seguida, foi realizado o preparo do solo da área, através de uma aração e duas gradagens.

Os canteiros foram construídos em nível para controle da erosão, tendo a largura de 1,2 m e o comprimento de 11 m.

Os canteiros foram confeccionados manualmente no início de maio, e no momento da montagem destes, incorporou-se o composto orgânico humificado “Pro-vaso” e o fertilizante, de acordo com o resultado da análise de solo (Tabela 1) e com as recomendações de RAIJ et al. (1996). A calagem não foi necessária e a adubação de pré-plantio foi efetuada após 20 dias, antes do transplântio das mudas.

No final do mês de maio, iniciou-se a montagem do sistema de irrigação. Foram feitas valetas nos canteiros, para o enterrio do tubo exsudante. Após a confecção dos canteiros foi feita a desinfestação do solo com “KOBUTOL 750” (PCNB), fungicida do grupo dos nitrobenzenos, apresentado na forma de pó molhável, de classe toxicológica III, para controle de fungos patogênicos. Para o cálculo da quantidade do produto a ser aplicado por m<sup>2</sup> considerou-se 30 cm de profundidade. Foi feita também aplicação de herbicida para controle químico de ervas daninhas nos canteiros, com “ZAPP” (Sulfosate), herbicida sistêmico do grupo das glicinas, apresentado na forma de concentrado solúvel, de classe toxicológica IV, fazendo-se o cálculo da quantidade de produto a ser aplicada de acordo com as espécies daninhas anuais e perenes presentes na área experimental. Todas as aplicações foram feitas de acordo com ANDREI (1996). Após a aplicação dos produtos realizou-se irrigação para fixação do fumigante (fungicida) e herbicida.

Após todo o equipamento experimental de irrigação instalado, foi feito o plantio das mudas de morango nos dias 16 e 17 de junho de 1999 e logo a seguir, fez-se à montagem da irrigação por aspersão para realizar as irrigações até o pegamento das plantas, por sete dias, e assim garantir a menor perda de mudas. Após o pegamento fez-se o replântio das falhas das mudas no dia 23 de junho de 1999, e irrigando-se por mais duas semanas com a aspersão, para garantir o pegamento do replântio. Foi iniciada a aplicação, no dia 03 de julho de 1999, do filme plástico (“mulching”) de dupla face (face externa cinza-prateada e interna preta, para inibir a fotossíntese das plantas daninhas), para melhor controle de plantas invasoras, menor perda de umidade do solo e produção de frutos mais limpos e vistosos.

Nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro foram feitos os tratamentos fitossanitários preventivos com “CONFIDOR 700 GRDA” (Imidacloprid), inseticida sistêmico do grupo das nitroguanidinas, apresentado na forma de grânulos dispersíveis em água, de classe toxicológica IV, fazendo-se o cálculo da quantidade de produto a ser aplicada de acordo com recomendação para Cupim de Monte, segundo ANDREI (1996) e orientação dos pesquisadores do Instituto Biológico de Campinas, para formar uma barreira química, a fim de evitar que os tubos de irrigação fossem atacados pelos cupins da espécie *Syntermes sp.*, da família *Termitidae*. Estes cupins não fazem montículos, se alojam em galerias subterrâneas e tem hábitos noturnos, sendo que o método mais eficaz de controle destes, no caso de ataque a instalações, é através de barreira química (GALLO et al., 1988). Tal tratamento se fez necessário, devido ao ataque ocorrido em ensaios preliminares em campo, feitos no local do ensaio definitivo, e que ocasionaram o vazamento do equipamento, impossibilitando a avaliação do mesmo.

Durante todo período do experimento de campo foram feitos entre os canteiros de morango, para controle de plantas invasoras, capinas manuais, mondas e controle químico, com o herbicida “ZAPP”. Quando necessário foram feitas limpezas de folhas velhas e estolhos. No canteiro de morango só foram feitas mondas para o controle do mato que saía junto aos pés de morango, nas aberturas feitas no plástico. O uso do plástico de dupla face faz com que não haja ocorrência de mato nas áreas cobertas por ele.

### **3.3- Delineamento Experimental.**

O experimento foi realizado em esquema fatorial 2 x 2, avaliando-se o número de linhas e a profundidade de instalação das mesmas nos canteiros. Foram feitas 4 repetições, totalizando 16 parcelas, sendo que os tratamentos foram divididos em L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm.

O plantio da cultura foi feito em canteiros de aproximadamente 30 cm de altura e de 1,20 m de largura, por 11 m de extensão. No plantio foi utilizado o espaçamento de 30 cm x 30 cm, perfazendo um total de 132 plantas por parcela.

Foram feitos 4 tratamentos distintos, nos quais foram avaliadas 2 e 3 linhas de irrigação por canteiro, instaladas a 10 cm e a 20 cm de profundidade, conforme as Figuras 2 e 3.

Os tratamentos foram avaliados por análise de variância, sendo as médias comparadas por mínima diferença significativa (LSD) pelo Teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Os resultados avaliados foram referentes a: matéria seca da parte aérea (MSPA), índice de área foliar (IAF), altura, comprimento e largura de planta, peso seco de sistema radicular, avaliação da umidade do solo com TDR (comparada à curva de retenção de água no solo).

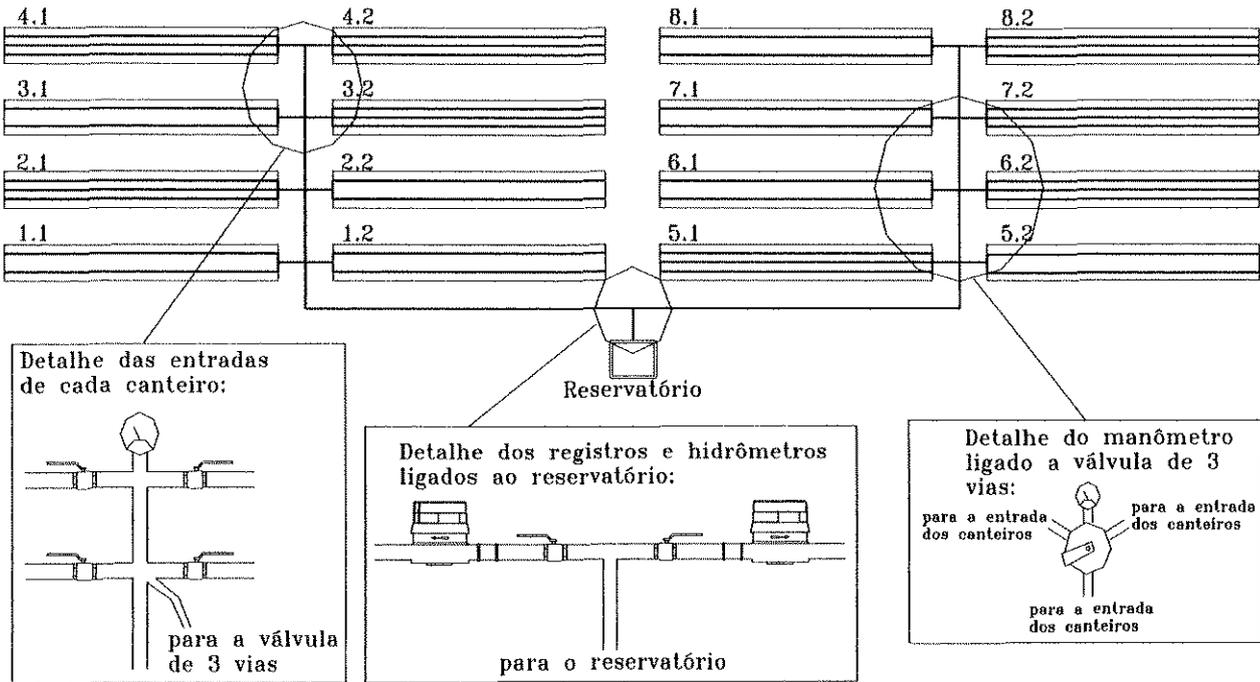


Figura 2- Esquema dos tratamentos de irrigação e detalhes do circuito hidráulico, sendo os tratamentos L1P1 (1.1, 2.2, 3.1, 7.1), tratamento L1P2 (1.2, 5.2, 6.1, 8.1), tratamento L2P1 (3.2, 4.1, 5.1, 7.2) e tratamento L2P2 (2.1, 4.2, 6.2, 8.2).

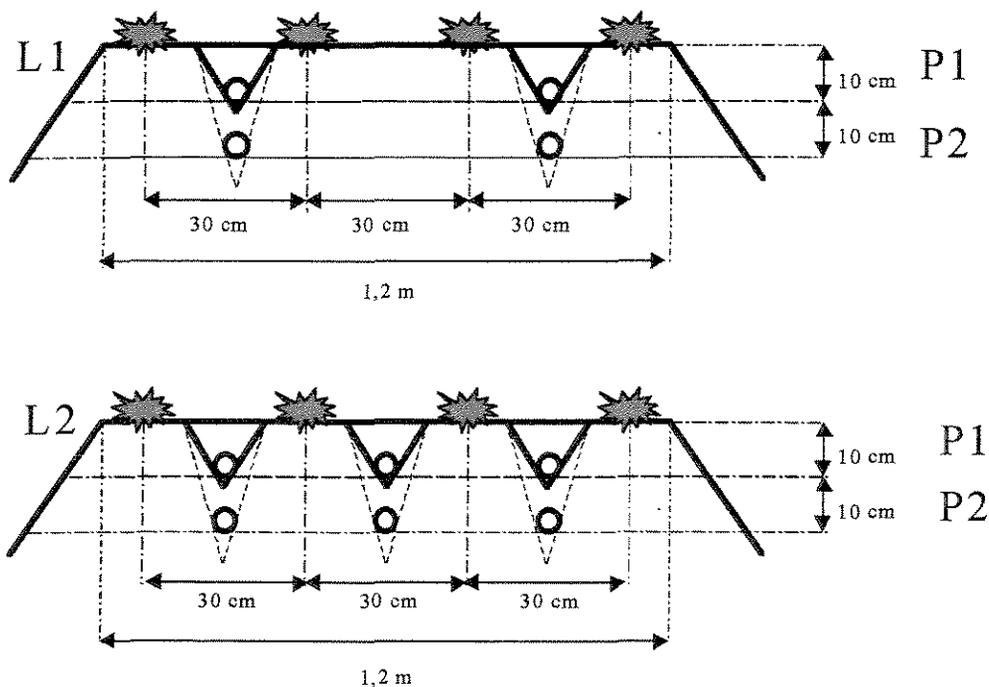


Figura 3- Esquema dos tratamentos utilizados com a irrigação, onde P1 e P2 referem-se à profundidade de instalação dos tubos no canteiro de 10 e 20 cm respectivamente e L1 e L2 o nº de tubulação por canteiro.

### 3.4- Irrigação.

O método de irrigação usado foi de irrigação localizada subterrânea, com o tubo geo-têxtil poroso *PORITEX*®, de fabricação espanhola. Instalou-se o equipamento nos canteiros em número (quantidade de linhas) e profundidades diferentes. O fornecimento de água para o experimento foi feita por uma caixa d'água instalada 8 m acima, em relação aos canteiros, aproveitando-se o declive do terreno, para fornecer água ao experimento por gravidade.

Logo abaixo da caixa d'água, no nível do experimento, foram colocados dois hidrômetros, sendo que cada um controlava a entrada de água em um setor do experimento. Cada setor foi dividido em quatro

subsetores, e em cada um desses subsectores usou-se um manômetro para verificar a pressão em cada canteiro. Cada manômetro e subsectores foram divididos em dois canteiros, conforme a Figura 2. A distribuição dos tratamentos nos canteiros foi feita aleatoriamente.

Todo o equipamento ficou na superfície do solo, sendo que só as fitas de irrigação (tubo poroso), foram enterradas no canteiro. No momento da colocação das fitas no interior do solo, estas foram estendidas sobre terreno plano (canteiros), para que tomassem contato com o solo e fosse feito o amaciamento destas, irrigando-se por seis horas sob pressão de 2 m.c.a. Para o perfeito funcionamento do equipamento, deve-se deixar a água percorrer as fitas lentamente, até o final de todas as fitas. Foram feitas três irrigações antes do enterrio do sistema no solo.

Após o amaciamento a fita foi enterrada no solo de maneira a não permitir a presença de torrões, para evitar espaços vazios entre a fita e o solo. Através do controle da pressão e da vazão no equipamento, durante o experimento de campo, não foram notadas alterações, fazendo com que não fossem necessárias às atividades de manutenção no equipamento. A irrigação subterrânea dificulta a visualização e a cobertura do canteiro com o “mulching” não permite visualização do molhamento do solo, seja na superfície ou nas laterais dos canteiros.

Em laboratório e campo foram testadas as seguintes pressões de 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 e 6,5 m.c.a. em tubos de comprimentos variando de 1 a 50 m, de maneira a conhecermos a variação da vazão ao longo do comprimento e do tempo.

Foram feitas medidas de vazão para determinar a uniformidade da distribuição de água na área irrigada, além de controle da diferença da pressão da água no início e no final da linha de distribuição, sendo, que esta, poderia causar alteração na quantidade de água aplicada nos canteiros. Foram realizados vários testes de campo e de laboratório para definir qual a pressão ideal a ser usada.

Não houve diferença significativa de pressão (menor que 5 %) que pudesse alterar os resultados, entre o início e o fim da linha de distribuição.

A pressão ideal foi de 4,0 a 5,0 m.c.a., fornecendo vazão média de 1 litro / hora / metro. Com tais dados determinamos que o período de irrigação seria de 2 horas / dia, o que proporcionou uma lâmina média diária de 3,5 mm para o tratamento de duas linhas e de 4,5 mm para o tratamento de três linhas de irrigação.

### **3.5- Avaliação de umidade do solo.**

Para avaliação da variação da umidade do solo foi utilizado um método indireto, usando-se a técnica do TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), que utiliza sondas para coletar os dados de umidade no solo. As medições de umidade foram feitas com o TDR, sendo que a profundidade de amostragem foi limitada pelo tamanho da haste móvel, que tinha 20 cm de comprimento, e a avaliação reflete a um valor médio equivalente a esta camada. As leituras foram feitas sempre 12 horas após o término da irrigação.

A coleta de dados foi feita em três seções ao longo do comprimento do canteiro (1m, 5m e 10m), sendo que em cada seção foram feitas quatro leituras, em diferentes pontos (entre as linhas do morango), totalizando 12 pontos de coleta por canteiro. Foram feitas leituras nas 4 repetições nos 4 tratamentos ( 2 linhas e 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm de profundidade e a 20 cm de profundidade).

A partir dos dados da constante dielétrica ( $K_a$ ), coletados nas leituras das sondas de TDR, foi estimada a umidade do solo, com base em volume, através da Equação Universal (TOPP et al., 1980).

$$Y = - 5.3 \times 10^{-2} + 2.92 \times 10^{-2} K_a - 5.5 \times 10^{-4} K_a^2 + 4.3 \times 10^{-6} K_a^3$$

onde:

$K_a$  = constante dielétrica aparente.

$Y$  = umidade do solo (%) com base em volume.

Avaliou-se também, quando terminado o ensaio de campo, se houve a obstrução dos poros do tubo por raízes, o que poderia levar a alterações de vazão no decorrer do experimento.

### **3.6- Avaliação do desenvolvimento vegetativo.**

Para avaliação do desenvolvimento vegetativo no experimento, foram realizadas amostragens de cinco plantas por tratamento, totalizando 20 plantas. As amostras das plantas foram retiradas no período de 01 a 11 de setembro de 1999, 75 dias após o transplântio, sendo que em tal período as plantas estavam entre a primeira e a segunda florada.

Analisaram-se os seguintes parâmetros: matéria seca da parte aérea (MSPA), índice de área foliar (IAF), altura, comprimento e largura de planta.

Para determinação da matéria seca da parte aérea e do índice de área foliar, em cada amostragem coletaram-se cinco plantas de cada parcela do tratamento, sendo estas coletadas nas linhas centrais dos canteiros. As plantas foram cortadas rente ao solo e acondicionadas em sacos plásticos. No laboratório as plantas foram lavadas e separados os folíolos dos pecíolos e dos frutos.

Antes da secagem dos folíolos, a área foliar das plantas foi medida por Medidor de Área Foliar, modelo "LI-3100 Area Meter" fabricado pela LI-COR inc, cedido para uso pela Seção de Irrigação e Drenagem do IAC. Após a medição da área foliar foi determinado o índice de área foliar (IAF) conforme

metodologia descrita por PIRES (1998). Em seguida, os folíolos, os pecíolos e os frutos foram secos em estufa, a 70 ° C, até peso constante (LUCCHESI & MINAMI, 1980 e PIRES, 1998). Posteriormente as amostras foram pesadas e a MSPA foi obtida pela somatória da matéria seca dos folíolos, dos pecíolos e dos frutos.

Para avaliação da altura e máxima dimensão horizontal da planta, foram amostradas cinco plantas por tratamento. As medidas foram feitas em campo, medindo se com régua a altura, o comprimento e a largura das plantas.

### ***3.7- Avaliação de sanidade das plantas.***

Para avaliação de sanidade, foi coletado material no dia 09 de setembro de 1999. O material foi avaliado logo após a erradicação de planta inteira por análises visuais e em seguida foram feitos os exames no Laboratório de Fitopatologia da Faculdade de Agronomia “Manoel Carlos Gonçalves”. A análise em laboratório foi feita com o uso de microscópio estereoscópico e posteriormente com isolamento de segmentos da planta, em placa de Petri, sobre meio de BDA (batata, dextrose, ágar e água) em incubadeira a 28 ° C, no escuro, por sete dias.

### ***3.8- Avaliação de peso seco de sistema radicular.***

Na avaliação, a amostragem do sistema radicular foi feita com trado tipo caneca, com sete centímetros de diâmetro, conforme metodologia descrita por FUJIWARA et al. (1994). As amostragens foram realizadas ao lado da planta, de 10 em 10 cm, até a profundidade de 60 cm, com cinco repetições por tratamento.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, às quais adicionou-se uma solução alcoólica a 5 %. A separação das raízes foi feita pelo método de “Gottingen” (BOHM, 1979) por meio de lavagens sucessivas do material, com auxílio de uma peneira de malha 0,1 mm de abertura. As impurezas do solo, a matéria orgânica e as raízes mortas foram retiradas manualmente, com auxílio de pinça. Posteriormente, as raízes foram colocadas para secagem em estufa a 70 ° C, até peso constante. A partir destes dados, foi calculada a distribuição porcentual das raízes, para determinação da profundidade efetiva do sistema radicular.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1- Umidade do solo.

Através de avaliação dos “dados da curva característica de retenção de água no solo” (Figura 1) e das “características físicas do latossolo eutroférico no solo dos canteiros” (Tabela 2), na qual a densidade do solo aumenta após os 30 cm, podemos observar a existência de uma camada de compactação nas profundidades maiores que 30 cm.

Nas Tabelas 3 e 4 temos os resultados de umidade do solo obtidos com TDR em diferentes posições nos canteiros.

**Tabela 3- Valores de umidade do solo em porcentagem de volume, obtido a 20 cm de profundidade no dia 24 de agosto de 1999, nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), em diferentes pontos no canteiro a partir da tomada de água, em Latossolo Vermelho Eutroférico no Campo Experimental da FEAGRI.**

| Tratamento | Distância (m) |       |       | Médias |
|------------|---------------|-------|-------|--------|
|            | 1             | 5     | 10    |        |
| L1P1       | 20,25         | 21,93 | 21,70 | 21,29  |
| L1P2       | 20,60         | 22,46 | 22,67 | 21,91  |
| L2P1       | 15,32         | 15,86 | 17,40 | 16,19  |
| L2P2       | 18,20         | 18,84 | 18,43 | 18,49  |

**Tabela 4- Valores de umidade do solo em porcentagem de volume, obtido a 20 cm de profundidade no dia 27 de agosto de 1999, nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), em diferentes pontos no canteiro a partir da tomada de água, em Latossolo Vermelho Eutroférico no Campo Experimental da FEAGRI.**

| Tratamento  | Distância (m) |       |       | Médias |
|-------------|---------------|-------|-------|--------|
|             | 1             | 5     | 10    |        |
| <b>L1P1</b> | 20,24         | 19,66 | 19,56 | 19,82  |
| <b>L1P2</b> | 19,39         | 20,96 | 21,16 | 20,50  |
| <b>L2P1</b> | 16,71         | 15,26 | 17,10 | 16,35  |
| <b>L2P2</b> | 18,94         | 17,28 | 15,35 | 17,19  |

As medidas de umidade do solo dos canteiros foram retiradas no final da primeira florada da cultura. Pode-se observar que ao longo do canteiro, a variação da umidade do solo foi pequena com relação à tomada de água. Deve-se levar em conta que a haste móvel utilizada na amostragem era de 20 cm, sendo que abaixo desta profundidade não foi possível avaliar a umidade. Não foram encontradas literaturas com avaliação semelhante, para possibilitar a realização de comparação de resultados.

Observando-se os valores médios, nota-se que os maiores valores de umidade foram observados a 20 cm de profundidade, quando comparados aos tratamentos de 10 cm. Isso provavelmente é devido ao tamanho da haste do equipamento utilizada.

Conforme vemos nas Tabelas 3 e 4, houve muita desuniformidade entre os dados coletados nas parcelas, tanto entre os pontos de amostragem como de um dia de coleta de dados para o outro. Foram feitas coletas de dados de umidade de solo em outros dias, diferentes dos tabelados, e constatou-se a mesma desuniformidade de resultados.

Não ocorreu a obstrução dos poros do tubo por raízes ou por sedimentos, sendo que as variações de vazão no decorrer do experimento não foram causadas por entupimento deste.

#### **4.2 – Desenvolvimento vegetativo e sanidade das plantas.**

Para o estudo do desenvolvimento vegetativo, foram realizadas amostragens de plantas no período de 01 a 11 de setembro de 1999 para estimativa de matéria seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), altura, comprimento e largura. Os resultados obtidos se encontram nas Tabelas 5, 6 e 7, que constam a seguir, e os resultados não apresentaram diferenças significativas a 5 % de probabilidade.

Detectou-se a presença de antracnose, também conhecida por podridão chocolate ou coração vermelho, e que se manifesta na forma da podridão do rizoma, atacando também estolões, pecíolos e frutos, podendo até causar a morte da planta, sendo o agente causal o fungo *Colletotrichum fragariae* (GALLI et al., 1980). A contaminação pode ter ocorrido via muda, pois o solo recebeu desinfestação anterior ao plantio das mudas.

Ao final do experimento as plantas doentes foram quantificadas, sendo a incidência de plantas com sintomas de doença foi considerada muito baixa, de acordo com o nível de controle citado por GALLI et al. (1980), chegando aproximadamente a 3 %. No entanto, quando foram comparadas plantas saudáveis com plantas doentes, tanto quanto a matéria seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), altura, comprimento e largura.

**Tabela 5- Matéria seca de plantas sadias e doentes (em gramas), observados nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), com material coletado em setembro de 1999 no Campo Experimental da FEAGRI.**

| Tratamentos | Sadias  | Doentes |
|-------------|---------|---------|
| L1P1        | 44,36 a | 7,00 a  |
| L1P2        | 37,87 a | 6,88 a  |
| L2P1        | 39,39 a | 18,70 a |
| L2P2        | 44,46 a | 8,58 a  |

\* dentro de cada item e de cada variável, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

**Tabela 6- Desenvolvimento vegetativo em plantas sadias, observados nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), com material coletado em setembro de 1999 no Campo Experimental da FEAGRI.**

| Tratamentos | INDICE DE AREA FOLIAR | ALTURA (cm) | COMPRIMENTO (cm) | LARGURA (cm) |
|-------------|-----------------------|-------------|------------------|--------------|
| L1P1        | 0,98 a                | 17,4 a      | 27,4 a           | 26,0 a       |
| L1P2        | 0,79 a                | 15,0 a      | 23,6 a           | 23,8 a       |
| L2P1        | 0,91 a                | 14,4 a      | 21,8 a           | 23,4 a       |
| L2P2        | 1,18 a                | 17,4 a      | 24,2 a           | 23,6 a       |

\* dentro de cada item e de cada variável, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

**Tabela 7- Desenvolvimento vegetativo em plantas doentes, observados nos diferentes tratamentos (L1P1 com 2 linhas de irrigação enterradas a 10 cm, L1P2 com 2 linhas de irrigação enterradas a 20 cm, L2P1 com 3 linhas de irrigação enterradas a 10 cm e L2P2 com 3 linhas de irrigação enterradas a 20 cm), com material coletado em setembro de 1999 no Campo Experimental da FEAGRI.**

| Tratamentos | INDICE DE AREA FOLIAR | ALTURA (cm) | COMPRIMENTO (cm) | LARGURA (cm) |
|-------------|-----------------------|-------------|------------------|--------------|
| L1P1        | 0,12 a                | 6,9 a       | 12,9 a           | 12,8 a       |
| L1P2        | 0,12 a                | 6,6 a       | 10,8 a           | 12,4 a       |
| L2P1        | 0,15 a                | 6,5 a       | 15,0 a           | 15,2 a       |
| L2P2        | 0,13 a                | 6,4 a       | 13,9 a           | 11,8 a       |

\* dentro de cada item e de cada variável, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

Foram feitas análises estatísticas dos dados de desenvolvimento vegetativo e para os parâmetros analisados de matéria seca da parte aérea (MSPA), índice de área foliar (IAF), altura, comprimento e largura da planta, tanto em plantas sadias como em plantas doentes, e estes não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

Foi encontrado um pequeno número de plantas doentes em todos os canteiros, sendo casos isolados e não chegando a 3 % das plantas, o que justificou não se fazer o controle químico. A comparação de desenvolvimento vegetativo para plantas sadias e doentes nos mostra que as plantas doentes não podem ser usadas como parâmetro comparativo, pois seus resultados são muito desuniformes e dependem do estágio de ataque da doença.

Com base nos dados da Tabela 5, não houve diferença significativa de matéria seca das plantas entre os tratamentos analisados em plantas sadias e nem entre plantas doentes.

De acordo com os resultados das Tabelas 5, 6 e 7, nota-se grande redução de valores no desenvolvimento vegetativo e na matéria seca das plantas devido às doenças ocorridas, e quando comparamos plantas sadias com plantas doentes estes dados são importantes, pois comparando-se com PIRES (1998), quando temos redução de matéria seca há também a redução de produtividade.

Visualmente notou-se que do início da implantação das mudas em campo até o final da primeira florada os tratamentos enterrados a 10 cm de profundidade tiveram um desenvolvimento mais rápido. No final do experimento tal diferença já não era visível.

### **4.3 - Sistema Radicular.**

Os resultados de distribuição do sistema radicular, obtidos nos diferentes tratamentos encontram-se na Tabela 8 e 9.

**Tabela 8- Peso seco em gramas e porcentagem de raízes, coletados de plantas sadias nos diferentes tratamentos, em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI.**

| Profundidade | Tratamentos  |              |              |              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              | 2L 10 cm     | %            | 2L 20 cm     | %            | 3L 10 cm     | %            | 3L 20 cm     | %            |
| 0-10 cm      | 0,051        | 29,5         | 0,068        | 31,1         | 0,054        | 31,8         | 0,041        | 28,1         |
| 10-20 cm     | 0,044        | 25,4         | 0,048        | 21,9         | 0,057        | 33,5         | 0,040        | 27,4         |
| 20-30 cm     | 0,036        | 20,8         | 0,055        | 25,1         | 0,034        | 20,0         | 0,032        | 21,9         |
| 30-40 cm     | 0,015        | 8,7          | 0,020        | 9,1          | 0,018        | 10,6         | 0,018        | 12,3         |
| 40-50 cm     | 0,011        | 6,4          | 0,017        | 7,8          | 0,007        | 4,1          | 0,012        | 8,2          |
| 50-60 cm     | 0,016        | 9,2          | 0,011        | 5,0          | 0,000        | 0,0          | 0,003        | 2,1          |
| <b>Soma</b>  | <b>0,173</b> | <b>100,0</b> | <b>0,219</b> | <b>100,0</b> | <b>0,170</b> | <b>100,0</b> | <b>0,146</b> | <b>100,0</b> |

**Tabela 9- Peso seco em gramas e porcentagem de raízes, coletados de plantas doentes nos diferentes tratamentos, em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI.**

| Profundidade | Tratamentos  |              |              |              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              | 2L 10 cm     | %            | 2L 20 cm     | %            | 3L 10 cm     | %            | 3L 20 cm     | %            |
| 0-10 cm      | 0,078        | 36,0         | 0,043        | 24,6         | 0,090        | 33,7         | 0,082        | 41,1         |
| 10-20 cm     | 0,037        | 17,1         | 0,054        | 30,7         | 0,070        | 26,5         | 0,051        | 25,5         |
| 20-30 cm     | 0,026        | 12,3         | 0,042        | 23,6         | 0,037        | 13,9         | 0,022        | 11,0         |
| 30-40 cm     | 0,032        | 14,8         | 0,015        | 8,7          | 0,029        | 11,1         | 0,021        | 10,5         |
| 40-50 cm     | 0,029        | 13,3         | 0,009        | 5,2          | 0,014        | 5,2          | 0,023        | 11,3         |
| 50-60 cm     | 0,014        | 6,5          | 0,013        | 7,2          | 0,026        | 9,7          | 0,001        | 0,5          |
| <b>Soma</b>  | <b>0,216</b> | <b>100,0</b> | <b>0,177</b> | <b>100,0</b> | <b>0,266</b> | <b>100,0</b> | <b>0,199</b> | <b>100,0</b> |

De acordo com os resultados observados nas Tabelas 8 e 9, nota-se que a profundidade efetiva do sistema radicular foi de 30 cm, camada até a qual foram encontradas 80 % das raízes.

Foram feitas análises estatísticas separadamente dos dados coletados em raízes sadias e doentes, nas profundidades de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm, de 20 a 30 cm, de 30 a 40 cm e de 40 a 50 cm e de 50 a 60 cm, e estas, em geral, não apresentaram diferença significativa entre si.

Na avaliação do sistema radicular, só apresentaram diferença significativa entre os tratamentos as raízes de plantas sadias nas camadas de 0 a 10 cm e de 50 a 60 cm e as raízes de plantas doentes de 0 a 10 cm, como vemos nos resultados das análises estatísticas que se encontram nas Tabelas 10 e 11.

**Tabela 10- Matéria seca de raízes nos diferentes tratamentos, coletadas em plantas sadias e doentes de 0 a 10 cm de profundidade (peso em gramas), em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI.**

|          | Sadias      | Doentes     |
|----------|-------------|-------------|
| 2L 10 CM | 0.06662 a   | 0.03798 c   |
| 2L 20 CM | 0.07812 a   | 0.05406 b   |
| 3L 10 CM | 0.06134 a b | 0.10298 a   |
| 3L 20 CM | 0.03698 b   | 0.09114 a b |

\* as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

**Tabela 11- Matéria seca de raízes nos diferentes tratamentos, coletadas em plantas sadias de 50 a 60 cm (peso em gramas), em setembro de 1999, no Campo Experimental da FEAGRI.**

|          | Sadias      |
|----------|-------------|
| 2L 10 CM | 0.01348 a   |
| 2L 20 CM | 0.00906 a b |
| 3L 10 CM | 0.00068 b   |
| 3L 20 CM | 0.00362 c   |

\* as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5 % de probabilidade.

Com isso concluiu-se que os tratamentos enterrados a 20 cm não afetaram a distribuição de raízes, que são as principais fornecedoras de água e nutrientes para a cultura. As plantas dos tratamentos com irrigação enterrada a 10 cm de profundidade mostraram precocidade em relação às dos tratamentos com irrigação enterrada a 20 cm de profundidade. Quanto ao número de tubos, não houve diferenciação, pois o plástico do “mulching” e a largura do canteiro não permitiram o escoamento da água e, por consequência, a diferenciação entre estes.

De acordo com os resultados da Tabela 10, os tratamentos com 2 linhas de irrigação, independente da profundidade de instalação e o tratamento com 3 linhas a 10 cm, favoreceram o desenvolvimento radicular quando comparado aos resultados obtidos com 3 linhas a 20 cm de profundidade, nas plantas sadias. Por outro lado, com ocorrência de doenças, observa-se que o sistema radicular foi favorecido pela presença de 3 linhas de irrigação por canteiro.

Observando-se os resultados da Tabela 11, nota-se que a instalação de 2 linhas de irrigação por canteiro proporcionou maior valor de matéria seca das raízes na camada de 50 a 60 cm de profundidade.

De acordo com os resultados de sistema radicular observados, especialmente em plantas sadias, e procurando-se minimizar custos com a instalação de tubos, a melhor opção seria a instalação de 2 linhas de irrigação por canteiro a 10 cm de profundidade.

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com as condições em que se realizou o experimento, podemos concluir que:

O sistema de irrigação favoreceu a sanidade da cultura durante o período estudado.

Não foi detectado o entupimento do tubo por raízes em todo o ciclo da cultura.

A profundidade efetiva do sistema radicular obtida foi de 30 cm.

No final do experimento a diferença de desenvolvimento vegetativo e radicular entre os tratamentos não mostrou diferenças significativas, exceto para o desenvolvimento radicular de plantas sadias nas camadas de 0 a 10 cm e de 50 a 60 cm de profundidade, que foi favorecido pela instalação de 2 linhas de irrigação por canteiro, independente da profundidade avaliada e ainda na camada de 0 a 10 cm pela instalação de 3 linhas de irrigação a 10 cm.

## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANDREI, E. **Compêndio de Defensivos Agrícolas**. 5ª. edição- Revista e Atualizada. Organização Andrei Editora Ltda. São Paulo, 1996. 506 p.

BEM ASHER, J. P. **The effect of subsurface drip irrigation on the soil water regime evaporation and transpiration**. Proceedings 6<sup>th</sup> International Conference on Irrigation. AGRITEC. Israel, 1993.

BECKET, K. T. **Culturas em Abrigo**. Enciclopédia de Práticas Agrícolas. Sociedade Real de Hortifruticultura da Grã-Bretanha. Coleção EUROAGRO. Inglaterra, 1981. p.7-124 e p. 233-243.

BOHM, H. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 189 p.

BIGGS, T. **Culturas Horticolas**. Enciclopédia de Práticas Agrícolas. Sociedade Real de Hortifruticultura da Grã-Bretanha. Coleção EUROAGRO. Inglaterra, 1980. p. 15-55.

BLATT, C. R. **Irrigation, mulch, and double row planting related to fruit size and yield of "Bounty" strawberry**. Hortiscience ( American Society For Horticultural Science). Alexandria, 1985. v.19. n.6. p.826-827.

CLARK, G. A.; STANLEY, C. D. **Subirrigation by Microirrigation**. Microirrigation. v.8. September, 1992. p.647-652.

CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu cultivo. Morangueiro.** Fundação Cargill. Campinas, 1992. p.168-181.

CAMPOS, S.; KLAR, A. E.; CATANEO, A. **Déficits hídricos em plantas de morango (*Fragaria spp.*).**  
I. Resistência à seca. Científica.UNESP-FCAV. Botucatu-SP, 1992. v.20.n.2. p.307-319.

DAKER, A. **Irrigação e Drenagem. A água na agricultura.** v.3. Livraria Freitas Bastos. Rio de Janeiro, 1988. 543 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura.** Volume II. Cap. 10: Rosáceas-Morango: um delicioso frutinho rasteiro. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 1982. p. 319-328.

FUJIWARA, M.; KURACHI, S.A.H.; ARRUDA, F.B.; PIRES, R.C.de M.; SAKAI, E. **A técnica de estudo de raízes pelo método do trado.** Boletim Técnico-n ° 153. IAC-Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, 1994. 9 p.

GALLI, F.; CARVALHO, P.C.T.; TOKESHI, H.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C.ºN.; SALGADO, C.L.; KRUGNER, T.L.; CARDOSO, E.J.B.N.; BERGAMIN F °, A. **Manual de Fitopatologia.** Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo, 1980. p. 392-403.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.D.de; BERTI Fº E.;PARRA, J.R.P; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D. **Manual de Entomologia Agrícola.** Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 1988. 649 p.

GEHRMANN, H. **Growth, yield and fruit quality of strawberries as affected by water supply.** In: International Symposium on water relations in fruit crops, 1. Pisa, 1984. Acta Horticulturae – I International Society for Horticultural Science, 1985. n.171. p.463-469.

GROPPO, G. A.; TESSARIOLI Neto, J. **A cultura do Morangueiro.** Boletim Técnico nº 201. CATI. Campinas, 1991. 16 p.

GODÓ, C. R. **Por dónde sale el agua?** Disponível na Internet [http://www.ediho.es/horticom/tem\\_aut/riego/por\\_dond.html](http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/riego/por_dond.html). 13/03/1998.

GUPTA, R.; ACHARYA, C. L. **Effect of mulch induced hydrothermal regime on root growth, water use efficiency, yield and quality of strawberry.** Journal of Indian Society of Soil Science, 1993. v.41. n.1. p.17-25.

HILER, E. A.; BHUIYAN, S. I. **Dynamic simulation of unstead flow of water in unsaturated soils and its application to subrrigation system design (Technical Report nº.40).** Texas Water Resources Institute. Texas A & M University. Disponível na Internet. <http://twri.tamu.edu/reports/1971/40.html>. 11/1971.

HIMELRICK, D. G.; DOZIER Jr., W. A.; AKRIDGE, J. R. **Effect of mulch type in annual hill strawberry plasticulture systems.** In: International Strawberry Symposium, 2. Bettsville, 1992. Trabalhos apresentados. Acta Horticulturae, 1993. n.348. p.207-209.

KLAR, A. E.; CAMPOS, S.; CATÂNEO, A. **Déficits hídricos em plantas de morango (*Fragaria spp.*)**.

I. Produção, teores de vitamina C, de proteína e umidade dos frutos. Científica. UNESP-FCAV. Botucatu-SP, 1990. v.18. n.2. p.45-61.

LUCCHESI, A.A.; MINAMI, K. **Análise quantitativa de crescimento vegetal em cultivares de morangueiro (*Fragaria spp.*), sob a influência de fitoreguladores de crescimento**. Anais da Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1980. v.37. p.555-593.

MAAS, J. L. **Compendium of strawberry diseases**. The American Phytopathological Society. Saint Paul, 1984. 138 p.

MACHADO, J. da C. **Morangueiro**. Informe Agropecuário, 1985. v. 11. n.131. p. 37-40.

MARTINS, N. L. F. **Efeitos de coberturas plásticas e orgânicas sobre o rendimento de “frutos” de duas cultivares de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) e a temperatura do solo**. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Dissertação (mestrado). Porto Alegre, 1983. 252p.

McNIESH, C. M.; WELCH, N. C.; NELSON, R. D. **Trickle irrigation requirements for strawberries in Coastal California**. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1985. v.110. n.5. p.714-718.

MORAES, E. L. **Determinação das características hidráulicas de um tubo geo-têxtil poroso para uso em irrigação localizada**. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP-Dissertação (mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Botucatu, 1998. 47p.

MURAYAMA, S. **Horticultura**. Cultura do Morangueiro. ICEA. Campinas, 1987. p. 280-288.

OLITTA, A. F. L. **Efeito da irrigação por gotejo no desenvolvimento vegetativo e produção da cultura do morango (Fragaria sp.)**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Universidade de São Paulo - Tese (Livre-docência). Piracicaba, 1998. 116 p.

OLITTA, A. F. L.; MINAMI, K. **Irrigação por gotejo em morango**. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”. Piracicaba, 1974. v.31. p.713-720.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO F<sup>o</sup>, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. IAC e Embrapa-Solos. Campinas, 1999. 64 p.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 1981.

PECHE F<sup>o</sup>. A. **Produção de Morango-manual**. CPT. Viçosa, 1997. 34p.

PIRES, R. C. de M. **Desenvolvimento e Produtividade do morangueiro sob diferentes níveis de água e coberturas do solo**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Universidade de São Paulo - Tese (doutorado). Piracicaba, 1998. 116 p.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; PASSOS, F. A.; ARRUDA, F. B. **Aspectos Técnicos da irrigação na cultura do morangueiro.** Morango-Tecnologia de produção e processamento. 1º Simpósio Nacional do Morango. Pouso Alegre, 1999. p.135-158.

RAIJ, B. Van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (Boletim Técnico, 100).** 2ª edição. Instituto Agronômico & Fundação IAC. Campinas, 1996. 285 p.

RODRIGUES Neto, J.; MALAVOLTA Jr., V. A.; PRATES, H. S.; SINIGAGLIA, C. **Ocorrência de “mancha angular” em cultivos de morangueiro, no Estado de São Paulo.** CATI. Comunicado Técnico, n. 121. Campinas, 1994. 2p.

ROTEM, J.; PALTI, J. **Irrigation and plant diseases.** Annual Review of Phytopathology. Palo Alto-USA, 1969. v.7. p. 267-288.

SALVETTI, G. M. **O polietileno na agropecuária brasileira.** Gráfica Palloti. Porto Alegre, 1983. p.154.

SANTOS, A. M. dos. **A cultura do Morango.** EMBRAPA. 1993

SERVICIO DE ASESORAMIENTO A LA EMPRESA AGRARIA. **Hajas de Información Técnica. El bulbo húmedo del suelo. Importancia y características.** Departament d’Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya, 1998. 14 p.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura-A fascinante arte de cultivar com plásticos**. Editora Pallotti. Guaíba, 1987. 297 p.

SILVA, E. L. **Determinação Automática do Teor de Água em Latossolo Roxo Distrófico com Uso de Reflectometria de Onda**. In: XXVII CONBEA. Poços de Caldas, 1998. p. 154-156.

SHOEMAKER, J. S. **Small Fruit Culture**. Westport, Connecticut, 1983. Cap2: Strawberries. p.103-187.

TESSARIOLLI NETO, J. **Influência de cobertura permeável e impermeável sobre o solo e planta na produção do morangueiro ( *Fragaria X ananassa* Duch.)** Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Universidade de São Paulo - Tese (doutorado). Piracicaba, 1993. 112 p.

TOMMASELLI, J. T. **Influência de algumas características do solo sobre a calibração de um aparelho de TDR (Time-Domain Reflectometry)**. CENA/USP. Piracicaba, 1997. 167 p.

TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. P. **Electromagnetic determination of soil water content: measurement in coaxial transmission lines**. Water Resources Research, 1980. v.16. p. 574-582.

VIEIRA, D. B. **As técnicas de irrigação**. Sistema de irrigação subterrânea. Editora Globo. São Paulo, 1989. 263 p.

WELSH, D. F.; KREUTER, U. P.; BYLES, J. D. **Enhancing subsurface drip irrigation through vector flow. In: Microirrigation for a Changing World: Conserving Resources / Preserving the environment.** Orlando-Florida, 1995. Proceeding of the Fifth International Microirrigation Congress. p. 688-694.

YODER, R. E.; MOTE, C. R. **The Environment Proceedings of the Fifth International. In: Microirrigation for a Changing World: Conserving Resources / Preserving the environment.** Orlando-Florida, 1995. Proceeding of the Fifth International Microirrigation Congress. Orlando-Florida, 1995. p. 750-755.

# ANEXOS

## 7. ANEXOS

### 7.1 – Avaliação de pressão ideal em laboratório

Foram realizados alguns testes preliminares, em laboratório e no campo, para definir qual a pressão ideal a ser utilizada no experimento. Tais testes tiveram os resultados a seguir.

#### Medição do dia 15 / 06 / 99 - Campo Experimental

Setor 1 = 1, 2, 3 e 4.

Setor 2 = 5, 6, 7 e 8.

Medida feita no setor 2 com todas as linhas abertas ( 20 linhas de 11 metros )

Pressão do manômetro de 6.200 mm de água

Medida feita no setor 1 com todas as linhas abertas ( 20 linhas de 11 metros )

Pressão do manômetro de 5.200 mm de água

| Setor | Volume (m <sup>3</sup> ) | Tempo (s) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Vazão (l/h) | Média/setor | Vazão/m (l/h) |
|-------|--------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 2     | 0,01                     | 59,54     | 0,604635539               | 604,6355391 | 593,6289616 | 2,698313462   |
| 2     | 0,01                     | 60,27     | 0,597312096               | 597,3120956 |             |               |
| 2     | 0,01                     | 61,12     | 0,589005236               | 589,0052356 |             |               |
| 2     | 0,01                     | 61,69     | 0,583562976               | 583,5629762 |             |               |
| 1     | 0,01                     | 83,17     | 0,432848383               | 432,8483828 | 418,5860745 | 1,902663975   |
| 1     | 0,01                     | 85,69     | 0,420119034               | 420,1190337 |             |               |
| 1     | 0,01                     | 87,21     | 0,412796698               | 412,7966976 |             |               |
| 1     | 0,01                     | 88,11     | 0,408580184               | 408,5801839 |             |               |

#### Medição do dia 16 / 06 / 99 - Campo Experimental

Setor 1 = 1, 2, 3 e 4.

Setor 2 = 5, 6, 7 e 8.

Medida feita no setor 2 com todas as linhas abertas ( 20 linhas de 11 metros )

Pressão do manômetro de 5.800 mm de água. Medida feita no subsetor 4

Medida feita no setor 1 com todas as linhas abertas ( 20 linhas de 11 metros )

Pressão do manômetro de 5.800 mm de água. Medida feita no subsetor 8

| Setor | Volume (m <sup>3</sup> ) | Tempo (s) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Vazão (l/h) | Média/setor | Vazão/m (l/h) |
|-------|--------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 2     | 0,1                      | 748,58    | 0,480910524               | 480,9105239 | 455,5323672 | 2,070601669   |
| 2     | 0,1                      | 809,3     | 0,444828864               | 444,8288645 |             |               |
| 2     | 0,1                      | 816,59    | 0,440857713               | 440,8577132 |             |               |

#### Medição do dia 23 / 06 / 99 - Campo Experimental

Setor 2 = 5, 6, 7 e 8.

Medida feita no setor 2 com todas as linhas abertas ( 20 linhas de 11 metros )

Pressão do manômetro de 5.800 mm de água feita no subsetor 5 (primeira linha)

Pressão do manômetro de 6.200 / 6.400 mm de água feita no subsetor 8

| Setor | Volume (m <sup>3</sup> ) | Tempo (s) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Vazão (l/h) | Média/setor | Vazão/m (l/h) |
|-------|--------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 2     | 0,1                      | 1235,53   | 0,291372933               | 291,3729331 | 291,3729331 | 1,324422423   |

#### Medição do dia 24 / 06 / 99 - Campo Experimental

Medida feita por tratamentos

Tratamento 1 = 2 linhas de 10 cm

1 fração no setor 2 (pressão de 5.400 mm de água) e 3 frações no setor 1 (pressão de 5.200 mm de água)

| Fração | Setor | Volume (m <sup>3</sup> ) | Tempo (s) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Vazão (l/h) | Média/setor | Vazão/m (l/h) |
|--------|-------|--------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 1      | 2     | 0,001                    | 163,02    | 0,02208318                | 22,08317998 | 22,1802964  | 1,008195291   |
|        |       | 0,001                    | 161,22    | 0,022329736               | 22,32973576 |             |               |
|        |       | 0,001                    | 162,69    | 0,022127973               | 22,12797345 |             |               |

| Fração   | Setor | Volume (m <sup>3</sup> ) | Tempo (s) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Vazão (l/h) | Média/setor | Vazão/m (l/h) |
|----------|-------|--------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 2, 3, 4. | 1     | 0,001                    | 68        | 0,052941176               | 52,94117647 | 51,93277311 | 0,786860199   |
|          |       | 0,001                    | 70        | 0,051428571               | 51,42857143 |             |               |
|          |       | 0,001                    | 70        | 0,051428571               | 51,42857143 |             |               |

Tratamento 2 = 2 linhas de 20 cm

1 fração no setor 1 ( pressão de 5.400 mm de água ) e 3 frações no setor 2 ( pressão de 4.500 mm de água a 5.000 mm de água )

| Fração | Setor | Volume (m <sup>3</sup> ) | Tempo (s) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Vazão (l/h) | Média/setor | Vazão/m (l/h) |
|--------|-------|--------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 1      | 1     | 0,001                    | 134       | 0,026865672               | 26,86567164 | 26,60323686 | 1,209238039   |
|        |       | 0,001                    | 135       | 0,026666667               | 26,66666667 |             |               |
|        |       | 0,001                    | 137       | 0,026277372               | 26,27737226 |             |               |

| Fração   | Setor | Volume (m <sup>3</sup> ) | Tempo (s) | Vazão (m <sup>3</sup> /h) | Vazão (l/h) | Média/setor | Vazão/m (l/h) |
|----------|-------|--------------------------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 2, 3, 4. | 2     | 0,001                    | 105       | 0,034285714               | 34,28571429 | 35,07446543 | 0,531431294   |
|          |       | 0,001                    | 102       | 0,035294118               | 35,29411765 |             |               |
|          |       | 0,001                    | 101       | 0,035643564               | 35,64356436 |             |               |

Com tais ensaios, pode se determinar que as pressões entre 4 e 5,5 m.c.a. são as mais indicadas para o uso do equipamento em campo, não causando deformação excessiva na lâmina d'água e nem esguichamento nos ensaios de laboratório.

## 7.2 – Avaliação de vazão em campo- canteiros.

Foram realizados alguns testes de vazão em campo.

- Medições feitas na terra sem irrigar - 30 / 03 às 15:00

| Ponto ( m linear) | Montante (15cm) | Jusante (15 cm) | Montante (30cm) | Jusante (30 cm) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0                 | 25,1            | 25,8            | 25,9            | 25,9            |
| 8                 | 36,1            | 38,2            | 29,1            | 34,6            |
| 16                | 29,6            | 30              | 26,5            | 30,6            |
| 24                | 33,4            | 32,9            | 29,2            | 33,4            |
| 32                | 32,4            | 29,8            | 27,9            | 25,7            |
| 40                | 26,6            | 31,5            | 28,5            | 28,7            |
| 48                | 29,2            | 31,4            | 25,3            | 28              |

- Medições feitas na terra irrigada por 17 horas ( 31 / 03 )

| Ponto ( m linear) | Montante (15cm) | Jusante (15 cm) | Montante (30cm) | Jusante (30 cm) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0                 | 24,8            | 24,8            | 26,3            | 25,6            |
| 8                 | 35,7            | 36,8            | 29,8            | 34              |
| 16                | 29,4            | 27,4            | 26,2            | 29,9            |
| 24                | 33,1            | 32,7            | 29,9            | 34,3            |
| 32                | 31,8            | 30,3            | 27,7            | 25,5            |
| 40                | 26,4            | 31,4            | 28,7            | 28,3            |
| 48                | 29,1            | 30,9            | 25,3            | 27,7            |

- Medições feitas na terra irrigada por 24 horas ( 31 / 03 )

| Ponto ( m linear) | Montante (15cm) | Jusante (15 cm) | Montante (30cm) | Jusante (30 cm) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0                 | 25,8            | 24,5            | 27,9            | 25,6            |
| 8                 | 36              | 36,5            | 31,6            | 32,9            |
| 16                | 30,4            | 30              | 26,2            | 29              |
| 24                | 34,7            | 31,8            | 32,5            | 32              |
| 32                | 32,6            |                 | 27,7            |                 |
| 40                |                 |                 |                 |                 |
| 48                |                 |                 |                 |                 |

### 7.3 – Avaliação de umidade do solo por método indireto ( T.D.R. ).

De acordo com os dados levantados experimentalmente, foi realizada a análise estatística para verificar se houve diferença no número de pontos amostrados por sessão e ao longo do comprimento, para cada tratamento.

L1P1 - com 2 linhas de irrigação enterrada a 10 cm

L1P2 - com 2 linhas de irrigação enterrada a 20 cm

L2P1 - com 3 linhas de irrigação enterrada a 10 cm

L2P2 - com 3 linhas de irrigação enterrada a 20 cm

- Valores médios de % de umidade para cada tratamento no dia 24/08/99.

| Tratamento L1P1 |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|
|                 | 1      | 5      | 10     |
| S1              | 12,725 | 13,325 | 12,725 |
| S2              | 10,075 | 11,15  | 11,275 |
| S3              | 9,475  | 9,800  | 9,375  |
| S4              | 10,700 | 12,325 | 12,725 |

| Tratamento L1P2 |       |       |        |
|-----------------|-------|-------|--------|
|                 | 1     | 5     | 10     |
| S1              | 8,325 | 8,700 | 9,100  |
| S2              | 8,100 | 8,200 | 8,450  |
| S3              | 8,400 | 7,850 | 8,375  |
| S4              | 8,25  | 9,350 | 11,200 |

| <b>Tratamento L2P1</b> |          |          |           |
|------------------------|----------|----------|-----------|
|                        | <b>1</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |
| <b>S1</b>              | 10,325   | 13,000   | 13,125    |
| <b>S2</b>              | 11,725   | 10,300   | 11,275    |
| <b>S3</b>              | 10,625   | 12,050   | 11,550    |
| <b>S4</b>              | 11,050   | 12,425   | 12,300    |

| <b>Tratamento L2P2</b> |          |          |           |
|------------------------|----------|----------|-----------|
|                        | <b>1</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |
| <b>S1</b>              | 9,925    | 8,950    | 8,425     |
| <b>S2</b>              | 9,325    | 9,575    | 10,125    |
| <b>S3</b>              | 9,825    | 9,975    | 10,275    |
| <b>S4</b>              | 9,650    | 11,525   | 10,375    |

– Valores médios de % de umidade para cada tratamento no dia 27/08/99.

| <b>Tratamento L1P1</b> |          |          |           |
|------------------------|----------|----------|-----------|
|                        | <b>1</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |
| <b>S1</b>              | 10,225   | 10,025   | 11,400    |
| <b>S2</b>              | 9,800    | 7,825    | 9,500     |
| <b>S3</b>              | 9,150    | 8,725    | 10,475    |
| <b>S4</b>              | 10,725   | 10,200   | 11,400    |

| <b>Tratamento L1P2</b> |          |          |           |
|------------------------|----------|----------|-----------|
|                        | <b>1</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |
| <b>S1</b>              | 9,775    | 9,900    | 10,425    |
| <b>S2</b>              | 8,325    | 8,300    | 8,700     |
| <b>S3</b>              | 8,725    | 6,725    | 8,375     |
| <b>S4</b>              | 9,950    | 9,850    | 12,100    |

| <b>Tratamento L2P1</b> |          |          |           |
|------------------------|----------|----------|-----------|
|                        | <b>1</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |
| <b>S1</b>              | 9,275    | 12,675   | 11,150    |
| <b>S2</b>              | 9,725    | 9,425    | 10,500    |
| <b>S3</b>              | 12,850   | 10,700   | 10,925    |
| <b>S4</b>              | 10,525   | 10,875   | 12,575    |

| <b>Tratamento L2P2</b> |          |          |           |
|------------------------|----------|----------|-----------|
|                        | <b>1</b> | <b>5</b> | <b>10</b> |
| <b>S1</b>              | 10,65    | 9,125    | 9,4       |
| <b>S2</b>              | 9,7      | 10,625   | 11,925    |
| <b>S3</b>              | 11       | 11,55    | 10,5      |
| <b>S4</b>              | 11,4     | 12,575   | 11,375    |

#### 7.4 - Fotos



**Foto 1: Planta saudável em fase de desenvolvimento no experimento.**



**Foto 2: Raízes de plantas sadias após o final da coleta de dados do experimento.**