

**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESTUDOS SOBRE A INFLUÊNCIA DA REGA GOTA-A-GOTA  
SUBSUPERFICIAL NA DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO, NO  
RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA  
DO TOMATE DE INDÚSTRIA**

***Rui Manuel de Almeida Machado***

**ÉVORA**

**2002**

*UNIVERSIDADE DE ÉVORA*

*ESTUDOS SOBRE A INFLUÊNCIA DA REGA GOTA-A-GOTA  
SUBSUPERFICIAL NA DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO, NO  
RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA  
DO TOMATE DE INDÚSTRIA*

**Rui Manuel de Almeida Machado**

Dissertação apresentada à Universidade de Évora  
para obtenção do Grau de Doutor em Ciências  
Agrárias.



*ÉVORA*

*2002*

122 667



As investigações conducentes a esta tese foram efectuadas no âmbito do projecto "Caracterização Eco-morfológica dos Sistemas Radicais de Culturas Herbáceas em Regadio", financiado pelo programa Praxis XXI (Praxis /3/3.2/AGR/2190/95).

## *AGRADECIMENTOS*

À Prof. Maria do Rosário desejo expressar o meu agradecimento, não apenas pela orientação e revisão da dissertação, mas também pela disponibilidade e estímulo que sempre me proporcionou ao longo do decurso deste trabalho.

Ao Prof. Carlos Portas, pela sua contribuição para a minha formação profissional, pelo estímulo e sugestões e ainda pelo apoio que sempre me concedeu durante a realização da tese.

Aos investigadores de diferentes países e meus colegas do projecto comunitário "Qualitom": Y. Dumas, L.C. Ho, X. Branthôme, P. Cornillon, P. Bussières, R. Giovinazio, R. Bues, A. Battilani, Di Lucca, M. Dadomo, M. Christou, T. Koutsos, E. Paroussis, H. Prieto, A. Rodríguez, C. San Martin, J. Macua, M. Lavado e M. Garcia, com os quais tive oportunidade de trabalhar e de trocar conhecimentos técnicos ao longo de vários anos e que me foram muitos úteis no decurso do trabalho.

Ao Dr. Rodríguez del Rincón, então director do Centro de Investigação "Finca de la Orden", em Badajoz, pela disponibilização do Laboratório de Qualidade, para aprendizagem da metodologia usada na análise da qualidade do tomate.

Aos Engenheiros António Pinto Machado e Luís Dias responsáveis pela Estação Experimental António Teixeira, pelo apoio e todas as facilidades concedidas durante a realização do trabalho.

À minha esposa por toda a ajuda e apoio.

Ao Eng. Téc. Agnelo Ferreira e ao Sr. Inácio Chumbo pela ajuda na execução dos trabalhos de campo.

À Eng.<sup>a</sup> Téc. Céu Serralheiro pela realização das análises da água e à Eng.<sup>a</sup> Téc. Helena Mafalda pelo apoio laboratorial.

Ao Eng. Teles Grilo pela ajuda na caracterização do solo.

Ao senhor Joaquim Nascimento e ao pessoal de campo da Estação Experimental António Teixeira, por toda a ajuda prestada no decorrer dos ensaios.



## *ÍNDICE*

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| <b>AGRADECIMENTOS</b> _____                   | III  |
| <b>RESUMO</b> _____                           | X    |
| <b>ABSTRACT</b> _____                         | XIV  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> _____                | XVII |
| <b>ÍNDICE DE TABELAS</b> _____                | XXIV |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS</b> _____ | XXX  |

### **1 - INTRODUÇÃO**

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 - A PRODUÇÃO DE TOMATE DE INDÚSTRIA EM PORTUGAL _____                                                            | 3  |
| 1.2 - REGA GOTA – A – GOTA SUBSUPERFICIAL _____                                                                      | 5  |
| 1.2.1 - Vantagens _____                                                                                              | 8  |
| 1.2.2 - Limitações _____                                                                                             | 10 |
| 1.2.3 - Efeitos no rendimento e na qualidade da matéria-prima em comparação com a rega gota-a-gota superficial _____ | 12 |
| 1.3 - DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO <i>VS</i> REGA GOTA-A-GOTA <i>VS</i> CONDIÇÕES HÍDRICAS DO SOLO _____                 | 13 |
| 1.4 - A IMPORTÂNCIA DO MINIRIZOTRÃO NA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS RADICAIS EM CONDIÇÕES DE CAMPO _____                  | 17 |
| 1.5 - OBJECTIVOS DO TRABALHO _____                                                                                   | 19 |

### **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

|                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 - LOCALIZAÇÃO _____                                                                                                                                                                                         | 23 |
| 2.2 - CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA _____                                                                                                                                                                      | 23 |
| 2.3 - ENSAIOS REALIZADOS _____                                                                                                                                                                                  | 26 |
| <b>2.3.1 - INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA E DA CULTIVAR NA DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DO TOMATE DE INDÚSTRIA</b> _____ | 27 |
| 2.3.1.1 - Objectivos _____                                                                                                                                                                                      | 27 |

|                                                                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.1.2 - Tratamentos e delineamento experimental                                                                                                                                                   | 27        |
| 2.3.1.3 - Instalação e condução do ensaio                                                                                                                                                           | 28        |
| 2.3.1.3.1 - Preparação do solo                                                                                                                                                                      | 28        |
| 2.3.1.3.2 - Adubação                                                                                                                                                                                | 28        |
| 2.3.1.3.3 - Implantação da cultura                                                                                                                                                                  | 33        |
| 2.3.1.3.4 - Rega                                                                                                                                                                                    | 34        |
| 2.3.1.3.4.1 - Dotação de rega                                                                                                                                                                       | 34        |
| 2.3.1.3.4.2 - Água utilizada                                                                                                                                                                        | 36        |
| 2.3.1.3.4.3 - Sistema de rega                                                                                                                                                                       | 37        |
| 2.3.1.3.4.3.1 - Componentes                                                                                                                                                                         | 37        |
| 2.3.1.3.4.3.2 - Instalação                                                                                                                                                                          | 38        |
| 2.3.1.3.5 - Tratamentos fitossanitários                                                                                                                                                             | 40        |
| 2.3.1.3.6 - Monda                                                                                                                                                                                   | 41        |
| 2.3.1.4 - Parâmetros medidos e métodos utilizados                                                                                                                                                   | 42        |
| 2.3.1.4.1 - Condições hídricas do solo                                                                                                                                                              | 42        |
| 2.3.1.4.2 - Características radicais                                                                                                                                                                | 44        |
| 2.3.1.4.3 - Na parte aérea                                                                                                                                                                          | 50        |
| 2.3.1.4.3.1 - Fases de desenvolvimento e parâmetros de crescimento e desenvolvimento                                                                                                                | 50        |
| 2.3.1.4.3.2 - Rendimento físico                                                                                                                                                                     | 52        |
| 2.3.1.4.3.3 - Características tecnológicas de matéria-prima                                                                                                                                         | 52        |
| 2.3.1.4.4 - Uniformidade de rega nas modalidades estudadas                                                                                                                                          | 53        |
| 2.3.1.5 - Análise estatística                                                                                                                                                                       | 54        |
| <br>                                                                                                                                                                                                |           |
| <b>2.3.2 - INFLUÊNCIA DA DOTAÇÃO E DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA NO CRESCIMENTO RADICAL, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DO TOMATE DE INDÚSTRIA</b> | <b>56</b> |
| 2.3.2.1 - Objectivos                                                                                                                                                                                | 56        |
| 2.3.2.2 - Tratamentos e delineamento experimental                                                                                                                                                   | 56        |
| 2.3.2.3 - Instalação e condução do ensaio                                                                                                                                                           | 57        |
| 2.3.2.4 - Parâmetros medidos e métodos utilizados                                                                                                                                                   | 58        |

|                                                                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.3.3 - ESTUDO DA FIABILIDADE DA INSTALAÇÃO PERMANENTE DA REGA GOTA-A-GOTA SUBSUPERFICIAL</b>                                                                                | <b>58</b> |
| 2.3.3.1 - Objectivos                                                                                                                                                            | 58        |
| 2.3.3.2 - Tratamentos e delineamento experimental                                                                                                                               | 59        |
| 2.3.3.3 - Instalação e condução do ensaio                                                                                                                                       | 59        |
| 2.3.3.4 - Parâmetros medidos e métodos utilizados                                                                                                                               | 61        |
| <br>                                                                                                                                                                            |           |
| <b>2.3.4 - CALIBRAÇÃO DO MÉTODO DO MINIRIZOTRÃO PARA O SOLO E CULTURA ESTUDADOS</b>                                                                                             | <b>61</b> |
| <br>                                                                                                                                                                            |           |
| <b>3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                                                                                                                               |           |
| <br>                                                                                                                                                                            |           |
| <b>3.1- INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA E DA CULTIVAR NA DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA</b> | <b>67</b> |
| 3.1.1 - Uniformidade de rega nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores                                                                                            | 67        |
| 3.1.2 - Água aplicada e perdida por percolação                                                                                                                                  | 68        |
| 3.1.3 - Perdas de macronutrientes principais por percolação                                                                                                                     | 72        |
| 3.1.4 - Condições hídricas do solo                                                                                                                                              | 74        |
| 3.1.4.1 - Humidade                                                                                                                                                              | 74        |
| 3.1.4.2 - Potencial de água do solo                                                                                                                                             | 81        |
| 3.1.5 - Intensidade e densidade radical                                                                                                                                         | 85        |
| 3.1.6 - Elementos relativos à parte aérea das plantas                                                                                                                           | 104       |
| 3.1.6.1 - Fases de desenvolvimento do ciclo cultural                                                                                                                            | 104       |
| 3.1.6.2 - Parâmetros de crescimento e desenvolvimento                                                                                                                           | 105       |
| 3.1.6.3 - Rendimento físico                                                                                                                                                     | 111       |
| 3.1.6.3.1 - População produtiva, produção comercial e total                                                                                                                     | 111       |
| 3.1.6.3.2 - Produção por classe de frutos                                                                                                                                       | 115       |
| 3.1.6.3.3 - Caracterização da produção comercial                                                                                                                                | 116       |
| 3.1.6.4 - Características tecnológicas da matéria-prima                                                                                                                         | 117       |
| 3.1.7 - Eficiência do uso da água                                                                                                                                               | 119       |
| 3.1.8 - Conclusões                                                                                                                                                              | 120       |

|                                                                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>3.2- INFLUÊNCIA DA DOTAÇÃO E DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA NO CRESCIMENTO RADICAL, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DO TOMATE DE INDÚSTRIA</b> | 125 |
| 3.2.1 - Funcionamento da rega gota-a-gota nas diferentes modalidades de dotação de rega                                                                                                          | 125 |
| 3.2.2 - Água aplicada                                                                                                                                                                            | 125 |
| 3.2.3 - Condições hídricas do solo                                                                                                                                                               | 126 |
| 3.2.3.1 - Humidade                                                                                                                                                                               | 126 |
| 3.2.3.2 - Potencial de água do solo                                                                                                                                                              | 129 |
| 3.2.4 - Intensidade e densidade radical                                                                                                                                                          | 134 |
| 3.2.5 - Na parte aérea                                                                                                                                                                           | 139 |
| 3.2.5.1 - Fases de desenvolvimento do ciclo cultural                                                                                                                                             | 139 |
| 3.2.5.2 - Rendimento físico                                                                                                                                                                      | 140 |
| 3.2.5.2.1 - Produção total e comercial e produção por classe de frutos                                                                                                                           | 140 |
| 3.2.5.2.2 - Caracterização da produção comercial                                                                                                                                                 | 142 |
| 3.2.5.3 - Características tecnológicas da matéria-prima                                                                                                                                          | 143 |
| 3.2.6 - Conclusões                                                                                                                                                                               | 146 |
| <br>                                                                                                                                                                                             |     |
| <b>3.3- ESTUDO DA FIABILIDADE DA INSTALAÇÃO PERMANENTE DA REGA GOTA-A-GOTA SUPERFICIAL</b>                                                                                                       | 149 |
| 3.3.1 - Funcionamento da rega gota-a-gota nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores                                                                                                | 149 |
| 3.3.2 - Água aplicada                                                                                                                                                                            | 149 |
| 3.3.3 - Rendimento físico                                                                                                                                                                        | 151 |
| 3.3.4 - Características tecnológicas da matéria-prima                                                                                                                                            | 151 |
| 3.3.5 - Conclusões da fiabilidade                                                                                                                                                                | 152 |
| <br>                                                                                                                                                                                             |     |
| <b>3.4- CALIBRAÇÃO DO MINIRIZOTRÃO PARA O SOLO E CULTURA ESTUDADOS</b>                                                                                                                           | 153 |
| 3.4.1 - A 10 cm da linha de cultura (TI)                                                                                                                                                         | 157 |
| 3.4.2 - Na entrelinha, a 37,5 cm da linha de cultura (TII)                                                                                                                                       | 159 |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.3 - Na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura (TIII)                       | 162        |
| 3.4.4 - Comparação entre os valores da densidade radical estimada e a observada | 163        |
| 3.4.5 - Conclusões da calibração                                                | 167        |
| <b>4 - CONCLUSÕES FINAIS</b>                                                    | <b>171</b> |
| Referências bibliográficas                                                      | 179        |
| Anexos                                                                          |            |
| Anexo I – Débito médio dos gotejadores                                          | 203        |
| Anexo II – Valores médios de humidade volúmica do solo                          | 207        |
| Anexo III – Distribuição percentual de frutos                                   | 225        |
| Anexo IV – Valores médios de humidade volúmica do solo                          | 229        |
| Anexo V – Fotografia                                                            | 237        |





## **RESUMO**

Tendo em consideração a importância do conhecimento de novas técnicas de rega e da cultura do tomate de indústria (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em Portugal, constituiu o objectivo principal deste trabalho o estudo da influência da **rega gota-a-gota subsuperficial** na distribuição e evolução do sistema radical e no comportamento quantitativo e qualitativo da cultura. O recurso ao **método do minirizotrão**, para quantificar as raízes, foi outro dos objectivos deste estudo, sendo por isso necessário proceder à calibração do método, para o solo e cultura utilizados. Como complemento, desenvolveu-se um método mecânico para a colocação subsuperficial dos tubos de rega e preparação do solo com vista a estes ficarem instalados por vários anos, sem serem removidos.

Para alcançar os objectivos propostos realizaram-se três ensaios, ao longo de três anos, nos terrenos da Estação António Teixeira, em Coruche. O ensaio principal foi conduzido durante dois anos (1997 e 1998), tendo tido como factores de variação a profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota (à superfície, a 20 e a 40 cm abaixo da superfície do solo) e a cultivar ('H3044' e 'Brigade'). No segundo ensaio, realizado durante um ano, os tratamentos consistiram na dotação de rega (0,6, 0,9 e 1,2 da ETm) e na profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota (superfície, a 20 e a 40 cm de profundidade). Com o objectivo de estudar a fiabilidade da instalação permanente da rega gota-a-gota subsuperficial, efectuou-se um outro ensaio, no qual se comparou o comportamento do tubo de rega gota-a-gota, introduzido no solo no ano anterior e já usado numa cultura de tomate, com tubo novo utilizado na rega gota-a-gota superficial.

Para a calibração do minirizotrão, a intensidade radical em comprimento e número de raízes (IRc e IRn) foi relacionada com a densidade radical (DRc) determinada a partir de amostras de solo+raízes, em dois sítios, um junto ao local de inserção do minirizotrão, (BI) e outro, a 15 cm deste (BII), junto à face do minirizotrão oposta à linha de plantas e também com a respectiva média.

Ao longo do ciclo cultural avaliaram-se a intensidade radical (IRc e IRn), a humidade e o potencial de água do solo e parâmetros de crescimento e desenvolvimento da cultura. À colheita determinou-se o rendimento e a qualidade da matéria-prima. A

uniformidade de rega foi avaliada através da medição dos coeficientes de uniformidade e de variação, da uniformidade de distribuição e da variação do débito dos gotejadores.

No que diz respeito ao comportamento da rega gota-a-gota subsuperficial, com tubos a 20 e 40 cm, os resultados obtidos mostram que, com o manejo e equipamento utilizados, aquela funcionou correctamente em todos os ensaios realizados.

A intensidade radical IR<sub>c</sub>, a 10 a 37,5 e a 75 cm da linha de cultura, em termos estatísticos, foi semelhante nos tratamentos estudados, no entanto, o padrão de enraizamento, observado nos perfis do solo sob a linha de cultura, foi diferente nas modalidades de colocação do tubo de rega, com manifesta tendência para a concentração das raízes junto aos gotejadores. As raízes concentraram-se nos primeiros 40 cm do perfil do solo onde os valores da densidade radical variaram entre 0,5 e 1,5 cm.cm<sup>-3</sup> a 10 e 37,5 cm da linha de cultura e entre 0,05 e 0,01 cm.cm<sup>-3</sup>, a 75 cm da mesma.

A produção comercial foi sempre mais elevada no tratamento com o tubo de rega a 20 cm de profundidade, ainda que, significativamente, apenas no primeiro ano do ensaio principal, tendo variado entre 107,5 e 131,6 t/ha. No conjunto dos ensaios realizados a produção média foi de 111 t/ha. A rega subsuperficial em relação à superficial, pode aumentar a eficiência do uso da água em 14% devido a uma diminuição da ETR, na fase inicial da cultura, causada por uma menor evaporação. A resposta da cultura, ao aumento da quantidade de água aplicada, em termos de rendimento e de qualidade, é semelhante nos diferentes tratamentos de colocação do tubo de rega já que no resto do ciclo da cultura a ETR tende a ser igual.

Na calibração do método do minirizotrão, os resultados mostram que se obtêm melhores coeficientes de correlação quando se relaciona a DR<sub>c</sub> com a IR<sub>c</sub> do que com a IR<sub>n</sub> e quando os valores das camadas do solo de 0 - 40 e 40 - 100 cm de profundidade são analisados separadamente. A relação entre a DR<sub>c</sub> e a IR<sub>c</sub> também foi fortemente influenciada pelo local de amostragem.

**Palavras-chave:** Tomate de indústria, rega gota-a-gota subsuperficial, minirizotrão, intensidade radical, produção comercial, sólidos solúveis.

## ***ABSTRACT***

In view of the importance of knowledge of new techniques for the irrigation and growing of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Portugal, the main objective of this study was to evaluate the influence of **subsurface drip irrigation** on the distribution and development of the root system and on the quantitative and qualitative behaviour of the crop. Another aim of the study was to use the **minirhizotron method** for the quantification of roots, and thus the method had to be calibrated for the soil and crop used. Complementary to this, a method was devised for the mechanised burying of irrigation tubes and soil preparation so that they could remain undisturbed over a period of years.

In order to achieve the above mentioned objectives, three experiments were carried out over a period of three years at the António Teixeira Station in Coruche. The main experiment was carried out over a period of two years (1997 and 1998) and the treatments consisted in drip irrigation depth (at soil surface, and at depths of 20 cm and 40 cm below the surface) and tomato cultivars H3044 and Brigade. In a second experiment the treatments were the irrigation supply (0.6, 0.9 and 1.2 ETm) and the drip irrigation depth (surface and subsurface, 20 cm and 40 cm depth) over a period of one year. In another experiment, carried out with the objective of studying the reliability of the permanent placement of subsurface drip irrigation the behaviour of the drip irrigation tubes buried a year before was compared with the new irrigation tubes located on the surface.

Calibration of minirhizotron data was done using the relationship between root length intensity (IRc and IRn) and root length density (RLD) measured from soil-root samples at two locations: next to the top of the minirhizotron (BI) and 15 cm apart from it, facing the minirhizotron wall opposite to the plant row (BII) and with the respective mean.

Root intensity, length and number (IRc and IRn), soil water content and potential as well as parameters related with top growth and development were evaluated throughout the growing season. At harvest crop productivity and fruit yield quality were also measured. Irrigation uniformity was estimated using several parameters: uniformity and variation coefficients, distribution uniformity and emitter flow rate variation.

What concerns the behaviour of subsurface drip irrigation with tubes buried 20 cm and 40 cm depth, the results show that with the management and equipment used, the irrigation system worked correctly in all trials carried out.

Root-length intensity (IRc) at 10, 37.5 and 75 cm from the plant row wasn't significantly affected by treatments. However the rooting pattern was different between irrigation depth treatments as it was evidenced by the profile walls opened perpendicular to the plant row where a tendency for root concentration at the emitters depth was found. Plant roots were concentrated in the first 40 cm of the soil profile, where root length density reached 0.5 to 1.5 cm. cm<sup>-3</sup> at 10 and 37.5 cm from the crop row and 0.05 to 0.01 cm. cm<sup>-3</sup> at 75 cm from the crop row.

The commercial yield was always higher with the irrigation tube at 20 cm depth, reaching 107.5 to 131.6 t/ha but significantly different only in the first year of the main trial. The average yield of all the trials being 111 t/ha. Subsurface irrigation can contribute to an increase of water use efficiency by 14%, compared with surface irrigation, due to a decrease in ETR during the first stages of crop growth, induced by a lower evaporation. The response of tomato to an increase in the quantity of supplied water was similar in quantitative and qualitative terms for the different drip irrigation depths, since in the remaining crop stages ETR tends to be similar.

Results from the minirhizotron calibration method show that better correlation coefficients were achieved when DRc was regressed with IRc than with IRn and also when values from the 0 - 40 and 40 - 100 cm layers were treated separately. The relationship between DRc and IRc was also strongly affected by the soil-root sampling location.

**Key words:** Processing tomatoes; subsurface drip irrigation, minirhizotron, root intensity, commercial yield, soluble solids.

## ÍNDICE DE FIGURAS

|             |                                                                                                                                                |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1  | - Principais vantagens da rega subsuperficial (Phene <i>et al.</i> , 1987)                                                                     | 8  |
| Figura 1.2  | - Densidade radical do algodão em função da humidade volúmica em quatro profundidades do solo (Taylor, 1983)                                   | 15 |
| Figura 1.3  | - Distribuição do sistema radical do tomate, sujeito a rega gota-a-gota superficial (Oliveira <i>et al.</i> , 1996)                            | 16 |
| Figura 2.1  | - Esquema da Estação Experimental António Teixeira, em Coruche, com indicação dos talhões onde decorreram os ensaios: * - 1997, ** 1998 e 1999 | 23 |
| Figura 2.2  | - Curvas de tensão de humidade para as camadas de solo de 0 a 40 cm (a) e de 41 – 100 cm (b)                                                   | 25 |
| Figura 2.3  | - Precipitação mensal média do período de 1981 a 1996 e mensal de 1997, 1998 e 1999                                                            | 25 |
| Figura 2.4  | - Precipitação diária em 1997, 1981 a 1999 durante o ciclo cultural                                                                            | 25 |
| Figura 2.5  | - Temperatura do ar: média mensal do período de 1981 a 1996 e de 1997, 1998 e 1999                                                             | 26 |
| Figura 2.6  | - Evolução da condutividade da água de rega com a aplicação de quantidades crescentes de ácido fosfórico, nitrato de potássio e de cálcio      | 30 |
| Figura 2.7  | - Componentes de cada secção de rega                                                                                                           | 38 |
| Figura 2.8  | - Equipamento utilizado para a introdução mecânica no solo dos tubos de rega gota-a-gota                                                       | 39 |
| Figura 2.9  | - Tensiómetros colocados na linha de cultura                                                                                                   | 44 |
| Figura 2.10 | - Diagrama dos pequenos lisímetros de drenagem (Adaptado de Calado, 1991)                                                                      | 45 |
| Figura 2.11 | - Localização dos minirizotrões (a) e dispositivo inserido na parte exterior do minirizotrão (b)                                               | 47 |
| Figura 2.12 | - Campo de visão do endoscópio                                                                                                                 | 47 |

|             |                                                                                                                                                                                          |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.13 | - Localização das fotografias ao longo do minirizotróo                                                                                                                                   | 48 |
| Figura 2.14 | - Exemplo da contagem de raízes pelo método proposto por Upchurch e Ritchie (1983)                                                                                                       | 49 |
| Figura 2.15 | - Exemplo do cálculo do número de intersecções, segundo (Tennant, 1975)                                                                                                                  | 49 |
| Figura 2.16 | - Esquema da colheita de amostras de solo + raízes                                                                                                                                       | 62 |
| Figura 2.17 | - Representação esquemática do sistema de elutrição hidropneumático para separar as raízes do solo (Adaptado de Smucker <i>et al.</i> , 1982)                                            | 63 |
| Figura 3.1  | - Valores acumulados de água aplicada diariamente (rega + precipitação) (R+P), de precipitação (P) e de rega (R) durante o ciclo cultural                                                | 69 |
| Figura 3.2  | - Valores diários de ET <sub>m</sub> , de precipitação (P), de rega (R) e valores acumulados de ET <sub>m</sub> diária, ao longo do ciclo da cultura, desde o início da rega gota-a-gota | 70 |
| Figura 3.3  | - Valores diários de água perdida por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044)                                                                | 71 |
| Figura 3.4  | - Valores acumulados de N, perdidos diariamente por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044)                                                  | 73 |
| Figura 3.5  | - Valores acumulados de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> perdidos diariamente por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044)                       | 73 |
| Figura 3.6  | - Valores acumulados de K <sub>2</sub> O perdidos diariamente por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044)                                    | 74 |
| Figura 3.7  | - Evolução da humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0 - 5 cm de profundidade)                                                                                              | 75 |
| Figura 3.8  | - Evolução da humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0 - 10 cm de profundidade)                                                                                             | 76 |
| Figura 3.9  | - Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 37,5 e a 75 cm da linha de cultura (0 - 10 cm de profundidade) (1998)                                                                     | 77 |

|             |                                                                                                                                                                                                      |     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.10 | - Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 20 e a 40 cm de profundidade                                                                                                                          | 79  |
| Figura 3.11 | - Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 60, a 80 e a 100 cm de profundidade                                                                                                                   | 80  |
| Figura 3.12 | - Evolução diária dos potenciais da água do solo a 20 cm de profundidade nos diferentes tratamentos. (Cada valor é a média de três observações)                                                      | 82  |
| Figura 3.13 | - Evolução diária dos potenciais da água do solo a 60 cm de profundidade nos diferentes tratamentos. (Cada valor é a média de três observações)                                                      | 83  |
| Figura 3.14 | - Aspecto do sistema radical nos diferentes tratamentos: R0 – tubo de rega gota-a-gota à superfície, RI e RII – tubo de rega gota-a-gota respectivamente a 20 e a 40 cm abaixo da superfície do solo | 94  |
| Figura 3.15 | - Aspecto do sistema radical sob o caule da planta no tratamento com tubo a 40 cm de profundidade                                                                                                    | 95  |
| Figura 3.16 | - Densidade radical em profundidade, observada aos 40 e aos 82 DAP (1997) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.                                                                   | 97  |
| Figura 3.17 | - Densidade radical em profundidade, observada aos 106 e aos 114 DAP (1997) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.                                                                 | 98  |
| Figura 3.18 | - Densidade radical em profundidade, observada aos 32 e aos 75 DAP (1998) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.                                                                   | 99  |
| Figura 3.19 | - Densidade radical em profundidade, observada aos 99 e aos 104 DAP (1998) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.                                                                  | 100 |
| Figura 3.20 | - Percentagem do comprimento radical total, na camada de 0 a 40 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (114 DAP) (1997)                                        | 102 |
| Figura 3.21 | - Percentagem do comprimento radical total, na camada de 0 a 40 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (99 DAP) (1998)                                         | 102 |



|             |   |                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|-------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.22 | - | Percentagem do comprimento radical total, na camada de 0 a 20 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (114 DAP) (1997)                                                                        | 103 |
| Figura 3.23 | - | Percentagem do comprimento radical total, na camada de 0 a 20 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (99 DAP) (1998)                                                                         | 104 |
| Figura 3.24 | - | Evolução do peso seco médio da parte aérea (folhas + caules) por modalidade de colocação do tubo de rega                                                                                                                           | 107 |
| Figura 3.25 | - | Evolução do índice de área foliar (IAF) por modalidade de colocação do tubo de rega                                                                                                                                                | 109 |
| Figura 3.26 | - | Valores médios da percentagem em número de frutos vermelhos + alaranjados, verdes e podres por modalidade de colocação do tubo de rega                                                                                             | 110 |
| Figura 3.27 | - | Valores médios da percentagem em número de frutos vermelhos + alaranjados, verdes e podres por cultivar ('Brigade' – CI e 'H3044' – CII)                                                                                           | 111 |
| Figura 3.28 | - | Relação entre o peso seco (g/planta) no estágio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência e a produção total e comercial                                                                                                    | 113 |
| Figura 3.29 | - | Valores acumulados de água aplicada diariamente à cultura (rega + precipitação) e de precipitação e valores diários de precipitação                                                                                                | 126 |
| Figura 3.30 | - | Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 20 e a 40 cm de profundidade                                                                                                                                                          | 127 |
| Figura 3.31 | - | Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 60, a 80 e a 100 cm (e) de profundidade                                                                                                                                               | 128 |
| Figura 3.32 | - | Evolução diária dos potenciais da água no solo a 20 e a 60 cm, no tratamento com tubo de rega gota-a-gota à superfície, sujeito às diferentes modalidades de dotação de rega. (Cada valor é a média de três observações)           | 130 |
| Figura 3.33 | - | Evolução diária dos potenciais da água no solo a 20 e a 60 cm, no tratamento com tubo de rega gota-a-gota a 20 cm de profundidade sujeito às diferentes modalidades de dotação de rega. (Cada valor é a média de três observações) | 131 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.34 | - Evolução diária dos potenciais da água no solo a 20 e a 60 cm, no tratamento com tubo de rega gota-a-gota a 40 cm de profundidade sujeito às diferentes modalidades de dotação de rega. (Cada valor é a média de três observações)                                                                                            | 132 |
| Figura 3.35 | - Evolução diária dos potenciais da água no solo a 60 cm, nas modalidades de dotação DI e DII e nos diferentes tratamentos de colocação do tubo de rega. (Cada valor é a média de três observações)                                                                                                                             | 133 |
| Figura 3.36 | - Densidade radical em profundidade, a 10 cm da linha de cultura em diferentes fases de desenvolvimento, nos diferentes tratamentos                                                                                                                                                                                             | 137 |
| Figura 3.37 | - Densidade radical em profundidade, a 10 cm da linha de cultura em diferentes fases de desenvolvimento, nos diferentes tratamentos                                                                                                                                                                                             | 138 |
| Figura 3.38 | - Evolução do peso médio dos frutos em função da ETm                                                                                                                                                                                                                                                                            | 143 |
| Figura 3.39 | - Evolução da produção comercial e do "brix" em função da ETm                                                                                                                                                                                                                                                                   | 144 |
| Figura 3.40 | - Variação do rendimento bruto (Produção comercial média x preço corrigido em função do "brix") em função da ETm                                                                                                                                                                                                                | 145 |
| Figura 3.41 | - Valores acumulados de água aplicada diariamente à cultura (rega + precipitação) (R + P), de precipitação (P) e de rega (R) durante o seu ciclo                                                                                                                                                                                | 150 |
| Figura 3.42 | - Valores diários da ETm, da precipitação (P) e os valores acumulados da ETm diária ao longo do ciclo da cultura, desde o início da rega gota-a-gota                                                                                                                                                                            | 150 |
| Figura 3.43 | - Comparação dos valores da densidade radical estimados com o endoscópio e observados pelo método da sonda, para as três modalidades de colocação dos gotejadores (R) e para as duas cultivares (C) (CI - estimado ----, observado —) (CII - estimado ---, observado —) (A 10 cm da linha de cultura) (75 DAP)                  | 164 |
| Figura 3.44 | - Comparação dos valores da densidade radical estimados com o endoscópio e observados pelo método da sonda, para as três modalidades de colocação dos gotejadores (R) e para as duas cultivares (C) (CI - estimado ----, observado —) (CII - estimado ---, observado —) (Na entrelinha, a 37,5 cm da linha de cultura) (75 DAP) | 165 |

Figura 3.45 - Comparação dos valores da densidade radical estimados com o endoscópio e observados pelo método da sonda, para as três modalidades de colocação dos gotejadores (R) e para as duas cultivares (C) (CI - estimado ----, observado —) (CII - estimado ---, observado —) (Na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura) (75 DAP)

166

## ÍNDICE DE TABELAS

|             |                                                                                                                                                                                      |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1.1  | - Rendimento médio de tomate de indústria (t/ha) em Portugal e noutros países                                                                                                        | 4  |
| Tabela 1.2  | - Produção de tomate de indústria (tx1000) nos países da União Europeia de 1990 a 1999                                                                                               | 4  |
| Tabela 1.3  | - Lista de trabalhos realizados com rega gota-a-gota subsuperficial em tomate, com referência à localização do tubo de rega                                                          | 7  |
| Tabela 2.1  | - Características físicas e químicas do solo                                                                                                                                         | 24 |
| Tabela 2.2  | - Unidades fertilizantes aplicadas na adubação de fundo e na fertirrega e contidas na água de rega (1997)                                                                            | 31 |
| Tabela 2.3  | - Unidades fertilizantes aplicadas na adubação de fundo e na fertirrega e contidas na água de rega (1998)                                                                            | 32 |
| Tabela 2.4  | - Média dos pesos, total (planta + torrão), peso fresco e seco (planta), número médio de folhas e altura média das plantas antes da transplantação (1997) (Observação em 40 plantas) | 33 |
| Tabela 2.5  | - Média dos pesos, total (planta + torrão), peso fresco e seco (planta), número médio de folhas e altura média das plantas antes da transplantação (1998) (Observação em 40 plantas) | 34 |
| Tabela 2.6  | - Períodos de desenvolvimento e Kc utilizados                                                                                                                                        | 35 |
| Tabela 2.7  | - Resultado médio das análises da água de rega dos ensaios de 1997 e 1998                                                                                                            | 36 |
| Tabela 2.8  | - Tratamentos fitossanitários realizados em 1997                                                                                                                                     | 40 |
| Tabela 2.9  | - Tratamentos fitossanitários realizados em 1998                                                                                                                                     | 41 |
| Tabela 2.10 | - Calibração da sonda de neutrões                                                                                                                                                    | 43 |
| Tabela 2.11 | - Unidades fertilizantes aplicadas na adubação de fundo e na fertirrega                                                                                                              | 60 |
| Tabela 2.12 | - Tratamentos fitossanitários                                                                                                                                                        | 61 |
| Tabela 3.1  | - Débito médio dos gotejadores amostrados, $q_{var}$ , CV, CU e UD                                                                                                                   | 67 |

|             |                                                                                                                                                       |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 3.2  | - Valores totais de água aplicada (rega e precipitação) e perdida por percolação                                                                      | 69  |
| Tabela 3.3  | - Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 10 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1997)   | 86  |
| Tabela 3.4  | - Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 37,5 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1997) | 87  |
| Tabela 3.5  | - Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 75 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1997)   | 88  |
| Tabela 3.6  | - Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 10 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1998)   | 90  |
| Tabela 3.7  | - Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 37,5 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1998) | 91  |
| Tabela 3.8  | - Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 75 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1998)   | 92  |
| Tabela 3.9  | - Ocorrência das fases de desenvolvimento                                                                                                             | 105 |
| Tabela 3.10 | - Peso seco médio da parte aérea (folhas + caules) (g/planta) nas várias fases de desenvolvimento                                                     | 106 |
| Tabela 3.11 | - Índice de área foliar médio (IAF) nas diferentes fases de desenvolvimento                                                                           | 108 |
| Tabela 3.12 | - População produtiva (1), produção comercial e total (1998)                                                                                          | 112 |
| Tabela 3.13 | - Produção por classe de frutos (t/ha)                                                                                                                | 116 |
| Tabela 3.14 | - Caracterização da produção comercial                                                                                                                | 117 |
| Tabela 3.15 | - Características de qualidade do sumo de tomate e matéria seca solúvel (t/ha)                                                                        | 118 |
| Tabela 3.16 | - Produção comercial por unidade de água evapotranspirada e                                                                                           |     |

|             |                                                                                                                                                                |     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|             | aplicada                                                                                                                                                       | 120 |
| Tabela 3.17 | - Valores de água aplicada (rega e precipitação) por modalidade de dotação de rega                                                                             | 125 |
| Tabela 3.18 | - Valor médio da IRc transformada ( $Y=\sqrt{IRc+1}$ ), a diferentes profundidades, nos diferentes estádios de desenvolvimento                                 | 135 |
| Tabela 3.19 | - Data de plantação e de ocorrência das diferentes fases de desenvolvimento                                                                                    | 139 |
| Tabela 3.20 | - Produção total e comercial e produção por classe de frutos                                                                                                   | 141 |
| Tabela 3.21 | - Caracterização da produção comercial                                                                                                                         | 142 |
| Tabela 3.22 | - Características de qualidade do sumo de tomate e matéria seca solúvel (t/ha)                                                                                 | 143 |
| Tabela 3.23 | - Tabela de preços de acordo com o extracto seco ("obrix")                                                                                                     | 145 |
| Tabela 3.24 | - Valores de água aplicada (rega + precipitação)                                                                                                               | 149 |
| Tabela 3.25 | - Produção total e comercial e produção por classe de frutos                                                                                                   | 151 |
| Tabela 3.26 | - Características de qualidade do sumo de tomate e matéria seca solúvel (t/ha)                                                                                 | 151 |
| Tabela 3.27 | - Significância da média da densidade radical (teste t) a 10 cm da linha de cultura, no estádio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência               | 154 |
| Tabela 3.28 | - Significância da média da densidade radical (teste t) a 37,5 cm da linha de cultura, no estádio de completo desenvolvimento de 1ª inflorescência             | 155 |
| Tabela 3.29 | - Significância da média da densidade radical (teste t) a 75 cm da linha de cultura, no estádio completo de desenvolvimento da 1ª inflorescência               | 156 |
| Tabela 3.30 | - Relação entre densidade radical ( $DRc=Y$ ) e a intensidade radical ( $IRc=X$ ) na linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRc \leq 184$ )  | 157 |
| Tabela 3.31 | - Relação entre densidade radical ( $DRn=Y$ ) e a intensidade radical ( $IRn=X$ ) na linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRn \leq 31,9$ ) | 158 |

|             |   |                                                                                                                                                                       |     |
|-------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 3.32 | - | Relação entre densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X) na linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRc \leq 230$ )                 | 158 |
| Tabela 3.33 | - | Relação entre densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRn=X) na linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRn \leq 48,0$ )                | 159 |
| Tabela 3.34 | - | Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X), a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRc \leq 263,4$ )    | 160 |
| Tabela 3.35 | - | Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRn=X), a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRn \leq 48$ )       | 160 |
| Tabela 3.36 | - | Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X), a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRc \leq 242,5$ )  | 161 |
| Tabela 3.37 | - | Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade de radical (IRn=X) a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRn \leq 53,2$ ) | 161 |
| Tabela 3.38 | - | Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X), a 75 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 100 cm ( $0 \leq IRc \leq 271,8$ )     | 162 |
| Tabela 3.39 | - | Relação entre a densidade radical (DRc= Y) e a intensidade radical (IRn=X), a 75 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 100 cm ( $0 \leq IRn \leq 53,2$ )     | 162 |

## ***LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS***

|                       |                                                                                                   |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>CU</i>             | Coeficiente de uniformidade (Christiansen)                                                        |
| <i>CV</i>             | Coeficiente de variação                                                                           |
| <i>D</i>              | Dotação                                                                                           |
| <i>DAP</i>            | Dias após a plantação                                                                             |
| <i>DRc</i>            | Densidade radical (comprimento da raíz)                                                           |
| <i>ETm</i>            | Evapotranspiração máxima                                                                          |
| <i>ETo</i>            | Evapotranspiração de referência                                                                   |
| <i>ETR</i>            | Evapotranspiração real                                                                            |
| <i>UE</i>             | União Europeia                                                                                    |
| <i>FAO</i>            | Food and Agriculture Organization                                                                 |
| <i>IRc</i>            | Intensidade radical (comprimento)                                                                 |
| <i>IRn</i>            | Intensidade radical (número de raízes)                                                            |
| <i>IAF</i>            | Índice de área foliar                                                                             |
| <i>Kc</i>             | Coeficiente cultural                                                                              |
| <i>M</i>              | Malha da quadrícula                                                                               |
| <i>N</i>              | Número de intersecções (feitas pelas raízes com as linhas horizontais e verticais da quadrícula). |
| <i>N</i>              | Número de gotejadores                                                                             |
| <i>P</i>              | Precipitação                                                                                      |
| $\bar{q}$             | Média do débito dos gotejadores                                                                   |
| $q_{\text{máx}}$      | Débito máximo dos gotejadores                                                                     |
| $q_{\text{mín}}$      | Débito mínimo dos gotejadores                                                                     |
| $\bar{q}_{\text{tp}}$ | Média dos quatro débitos mais baixos medidos                                                      |
| $q_{\text{var}}$      | Variação do débito de gotejadores                                                                 |
| <i>R</i>              | Comprimento radical                                                                               |
| <i>S</i>              | Desvio padrão do débito dos gotejadores                                                           |
| <i>UD</i>             | Uniformidade de distribuição                                                                      |





# **1 - INTRODUÇÃO**



### 1 – INTRODUÇÃO

#### 1.1 – A PRODUÇÃO DE TOMATE DE INDÚSTRIA EM PORTUGAL

O tomate de indústria assume em Portugal grande importância em termos económicos e sociais. Apesar de nos últimos anos se ter verificado um aumento dos custos de produção, ainda é uma das culturas de ar livre que proporciona maior rentabilidade ao agricultor português.

A cultura do tomate de indústria em Portugal teve o seu início em 1939, com a produção de 6400 t de matéria-prima, a qual aumentou até 1975, alcançando as 758500 t. A partir deste ano deu-se um decréscimo na produção, fundamentalmente devido a alterações políticas (Portas *et al.*, 1986). Esta tendência começou a inverter-se em 1983 e foi mais significativa com a adesão de Portugal à Comunidade Europeia (Calado, 1998).

Nos últimos anos foram introduzidas alterações significativas a nível das técnicas culturais (Calado, 1998), sendo de salientar a rega gota-a-gota superficial com fita e a fertirrega, as quais têm vindo a assumir importância crescente (Machado e Machado, 1997; Machado *et al.*, 2000) pelo seu contributo para o aumento da produção média por hectare, a qual é das mais elevadas dos países da UE, mas fica abaixo das obtidas em Israel e na Califórnia, excepto em 1998, em que também foi superior à da Califórnia (Tab. 1.1). É de salientar, contudo, que em muitas explorações onde é utilizada a rega gota-a-gota e a fertirrega se obtêm produções da ordem das 100 a 140 t/ha.

Portugal é o quarto produtor da União Europeia (Tab. 1.2), sendo a sua produção, após transformação, basicamente para exportar. Do total de frutos frescos entregues nas fábricas, 98% destinam-se ao fabrico de concentrado, 90% do qual é para exportação.

Em 1998 e 1999 atingiu-se e ultrapassou-se a quota portuguesa de tomate de indústria, 934474 t de tomate fresco (Tab. 1.2), o que nunca tinha sido conseguido. Este facto assume extrema importância para o fortalecimento da posição portuguesa, com consequências para as futuras decisões sobre a repartição das quotas de mercado (regulamento (CE) n.º 2201/96 de 28 de Outubro).

## INTRODUÇÃO

Em relação à qualidade, o tomate, a partir de 1991 e por imposição da então CE, começou a ser pago de acordo com a qualidade exterior dos frutos e dos seus teores de extracto seco, medidos pelo "°brix".

Tab. 1.1 – Rendimento médio de tomate de indústria (t/ha) em Portugal e noutros países

| País            | 1995 (1) | 1996 (1) | 1997 (2) | 1998 (3) | 1999 (4) | Média |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| EUA(Califórnia) | 73,5     | -        | 77,6     | 71,4     | 81,4     | 76,0  |
| Espanha         | 38,3     | 55,3     | 45,0     | 47,8     | 49,0     | 47,1  |
| França          | 57,3     | 75,4     | 55,0     | 63,1     | 69,0     | 63,9  |
| Grécia          | 58,1     | 63,2     | 59,7     | 60,0     | 45,0     | 57,0  |
| Israel          | 98,9     | 89,1     | 78,0     | 98,1     | 100,0    | 92,8  |
| Itália          | 42,6     | 46,4     | 49,3     | 52,7     | 55,0     | 49,2  |
| Portugal        | 59,3     | 64,6     | 62,0     | 79,4     | 60,0     | 65,1  |

(1) – Tomato News, n.º1, 1998, (2) – Tomato News, n.º1, 1999, (3) – Tomato News, n.º 7/8, 1999, (4) - Tomato News, n.º7/8, 2000

Tab. 1.2 – Produção de tomate de indústria (tx1000) nos países da União Europeia de 1990 a 1999

| Ano      | Espanha | França | Grécia | Itália | Portugal |
|----------|---------|--------|--------|--------|----------|
| 1990 (1) | 1024    | 322    | 1059   | 3561   | 823      |
| 1991 (1) | 845     | 321    | 1129   | 3426   | 706      |
| 1992 (2) | 750     | 247    | 913    | 3222   | 447      |
| 1993 (3) | 961     | 236    | 1028   | 3505   | 501      |
| 1994 (4) | 1279    | 278    | 1110   | 3667   | 866      |
| 1995 (5) | 917     | 279    | 1123   | 3624   | 831      |
| 1996 (6) | 1184    | 283    | 1371   | 4180   | 905      |
| 1997 (7) | 989     | 286    | 1183   | 3665   | 771*     |
| 1998 (8) | 1182    | 328    | 1248   | 4353   | 988      |
| 1999 (9) | 1480    | 370    | 1200   | 4900   | 999      |

(1) – Prieto, 1998, Tomato News, n.º6, 1993 (3) – Tomato News, n.º6, 1994, (4) – Tomato News, n.º 12, 1995, (5) – Tomato News, n.º6, 1996, (6) – Tomato News, n.º4, 1997, (7) – Tomato News, n.º1, 1999, (8) – Tomato News, n.º9, 1999, Tomato News, n.º 1, 2000.

(\*) – Em 1997 esperava-se uma produção total mais elevada, mas devido a condições climáticas adversas e a ataques de vírus essa foi afectada negativamente.

Ainda no que diz respeito às técnicas culturais, o método de implantação mais usado em Portugal, a transplantação com raiz protegida, ainda que seja mais caro que a sementeira directa, diminui os riscos na fase inicial da cultura, por proporcionar um melhor estabelecimento. À sementeira directa poderá corresponder 10% da área implantada (Tomato News, 2000). É ainda de realçar que a colheita mecânica de tomate de indústria tem vindo a tornar-se dominante, contribuindo para que Portugal mantenha um nível elevado de competitividade com outros países onde essa prática é habitual. Com efeito, a colheita manual é responsável por 35% a 40% dos encargos variáveis da cultura e a mão-de-obra para a sua realização é cada vez mais escassa (Machado *et al.*, 1998).

### 1.2 – A REGA GOTA-A-GOTA SUBSUPERFICIAL

Embora o método de rega gota-a-gota mais vulgarmente utilizado seja o superficial, hoje em dia surge com grande interesse a aplicação subsuperficial de água às culturas, nomeadamente à do tomate.

A rega gota-a-gota subsuperficial, "subsurface drip irrigation" é caracterizada pela forma como é feita a aplicação de água, sob a superfície do solo, através de gotejadores (Phene *et al.*, 1987; ASAE, 1996) com débitos semelhantes aos da rega gota-a-gota superficial (ASAE, 1996). Este método não deve ser confundido com a "subirrigation", definido pela ASAE como sendo a aplicação de água abaixo da superfície do solo, com o objectivo de elevar a toalha freática para a zona onde existem raízes (Camp, 1998).

A rega gota-a-gota subsuperficial é, entre os métodos modernos de rega, provavelmente o mais antigo (Phene *et al.*, 1993). Já por volta de 1913, House, cit. por Phene *et al.* (1993) tinha utilizado, na rega de macieiras, luzerna e cereais, tubos porosos colocados subsuperficialmente, referindo ser o método muito caro para culturas "vulgares". Também Korneff (1926) colocou em prática a teoria de um sistema de rega subsuperficial fechado, usando tubos porosos ligados a um reservatório de água sob um ligeiro vácuo. A extracção de água do solo pela cultura desenvolvia um gradiente de potencial, o qual puxava a água do reservatório até o equilíbrio ser restaurado. O sistema

## INTRODUÇÃO

---

de Korneff (1926) foi mais tarde utilizado por Bordas e Mathieu (1930 e 1931) em milho, batata e melão, tendo estes autores salientado as excelentes produções das três culturas, quando comparadas com as obtidas na rega superficial.

O aparecimento dos plásticos, a seguir à segunda guerra mundial, permitiu o desenvolvimento da rega gota-a-gota superficial na Inglaterra e possivelmente noutros países, tendo mais tarde surgido em Israel e nos Estados Unidos (Camp, 1998). A rega gota-a-gota subsuperficial acompanhou este desenvolvimento a partir de 1959, sobretudo nos Estados Unidos, mais especificamente na Califórnia (Davis, 1967 cit. por Camp, 1998) e no Hawai (Vaziri e Gibson, 1972).

Nos anos 70 desenvolveu-se equipamento para instalar a rega gota-a-gota subsuperficial (Lanting, 1975) tendo sido realizados ensaios com diferentes culturas como cana do açúcar, hortícolas, laranjeiras e algodão (Davis e Nelson, 1970 cit. por Camp, 1998; Edwards *et al.*, 1970; Phene, 1974; Phene e Sanders, 1976). A maioria dos problemas apresentados então relacionava-se com o entupimento e manutenção dos sistemas (Camp, 1998).

O interesse da rega subsuperficial aumentou, no princípio dos anos 80, possivelmente devido ao melhor maneio da fertilização e à diminuição dos custos dos equipamentos do sistema de rega. A partir desta data apareceram inúmeros trabalhos acerca da utilização deste método, em diferentes culturas, nomeadamente em algodão (Plaut *et al.*, 1985; Tollefson *et al.*, 1985; Fangmeier *et al.*, 1989; Oron *et al.*, 1991; Smith *et al.*, 1991; Hutmacher *et al.*, 1993, 1995; Camp *et al.*, 1997a; Hutmacher *et al.*, 1998), em cana do açúcar (Moore e Fitschen, 1990), em milho (Mitchell, 1981; Mitchell e Sparks, 1982; Kruse e Israeli, 1987; Bar-Yosef *et al.*, 1989; Camp *et al.*, 1989; Caldwell *et al.*, 1994; Howell *et al.*, 1997), em alface (Sammis, 1980; Chase, 1985; Hanson *et al.*, 1997a), em batata (Sammis, 1980; DeTar *et al.*, 1996) em ervilhas (Bucks *et al.*, 1981; Oron *et al.*, 1991, 1995), em pereiras (Oron *et al.*, 1991, 1995), em melão (Bucks *et al.*, 1981; Camp *et al.*, 1993; Ayars *et al.*, 1999), em cenouras (Bucks *et al.*, 1981), em feijão frade, em brócolos e em abóboras (Camp *et al.*, 1993), em videiras (Zoldoske e Norum, 1997) e em relva (Zoldoske *et al.*, 1995).

## INTRODUÇÃO

Na tabela 1.3 apresenta-se uma lista dos trabalhos, encontrados na bibliografia, sobre tomate, referindo-se a localização da rega (profundidade e distância entre laterais) usada em cada caso.

Tab. 1.3 – Lista de trabalhos realizados com rega gota-a-gota subsuperficial em tomate, com referência à localização do tubo de rega

|                                      | Profundidade (m) | Distância entre laterais (m) |
|--------------------------------------|------------------|------------------------------|
| Phene <i>et al.</i> , 1981           | 0,46             | 1,52                         |
| Rose <i>et al.</i> , 1982            | 0,46             | 1,52                         |
| Davis <i>et al.</i> , 1985           | 0,45             | 1,63                         |
| Hutmacher <i>et al.</i> , 1985       | 0,45             | 1,63                         |
| Nightingale <i>et al.</i> , 1985     | 0,45             | 1,70                         |
| Phene <i>et al.</i> , 1985a          | 0,45             | 1,70                         |
| Sutton <i>et al.</i> , 1985          | 0,12             | 1,32                         |
| Phene <i>et al.</i> , 1987           | 0,45             | 1,63                         |
| Grattam <i>et al.</i> , 1988         | 0,25             | 1,50                         |
| Bogle <i>et al.</i> , 1989           | 0,15-0,20        | 2,00                         |
| Lindsay <i>et al.</i> , 1989         | 0,08             | 1,30                         |
| Phene <i>et al.</i> , 1990           | 0,45             | 1,63                         |
| Bar-Yosef <i>et al.</i> , 1991 a e b | 0,30-0,45        | 1,62                         |
| Clark <i>et al.</i> , 1991           | 0,25-0,45        | 1,37                         |
| Phene <i>et al.</i> , 1992a          | 0,45             | 1,63                         |
| Clark <i>et al.</i> , 1993           | 0,30             | 1,50                         |
| Batchelor <i>et al.</i> , 1994       | 0,15             | 1,00                         |
| Ayars <i>et al.</i> , 1995           | 0,45             | 1,70                         |
| El-Gindy e El-Araby, 1996            | 0,25             | 0,30                         |
| Martin <i>et al.</i> , 1996          | 0,18             | 1,00                         |
| Hanson <i>et al.</i> , 1997a         | 0,23             | 1,52                         |
| Silva <i>et al.</i> , 1998           | 0,15             | 1,00                         |
| Hanson e May, 2000                   | 0-20 - 0,23      | 1,52-1,67                    |

Actualmente, a rega subsuperficial já está em funcionamento em muitas empresas privadas e em diversos países, como os Estados Unidos (Bucks, 1993; Lobmeyer, 1993; Wuertz e Tollefson, 1993; Burt e Styles, 1994), a Austrália, a Venezuela e o Hawai (Nefatim, s/d). Em Portugal, em Valada do Ribatejo, existe um sistema de rega instalado há quatro anos, assegurando duas culturas por ano, tomate e brócolos ou outras.



## INTRODUÇÃO

Contudo, a rega gota-a-gota superficial continua a ter maior expressão do que a subsuperficial, apesar desta apresentar vantagens em relação à primeira, não se podendo deixar de considerar algumas limitações, como a seguir se refere.

### 1.2.1 – Vantagens

A rega gota-a-gota subsuperficial tem, em relação à superficial, algumas vantagens que em resumo se apresentam na figura 1.1 e das quais se salientam:

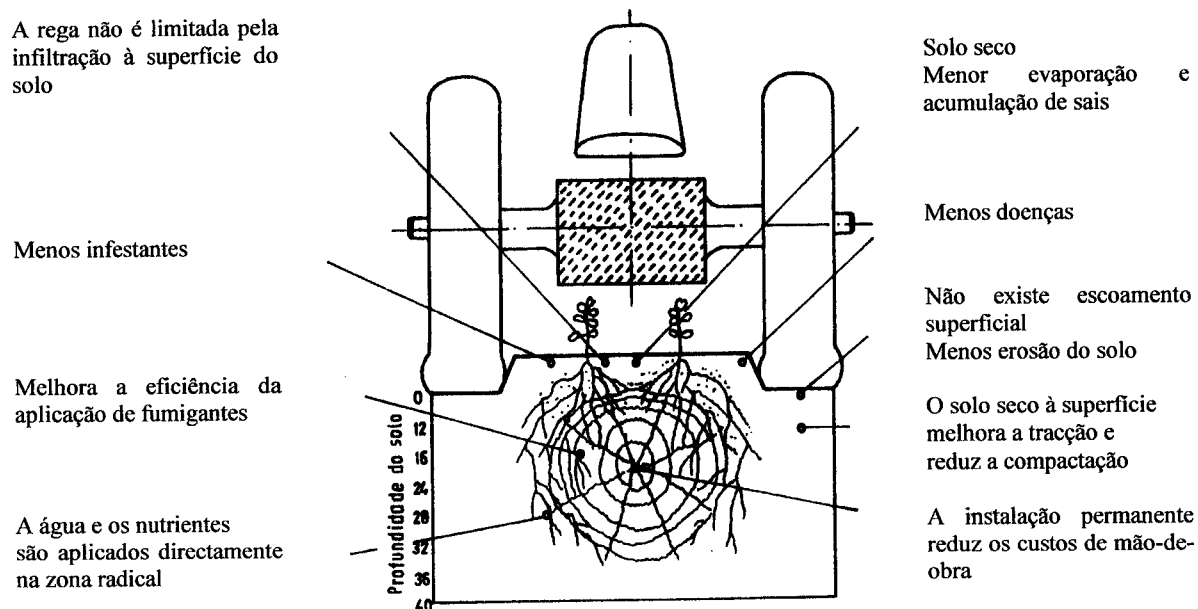


Fig. 1.1 – Principais vantagens da rega subsuperficial (Phene *et al.*, 1987).

- Diminui os custos. Com a rega gota-a-gota enterrada é possível aumentar o período de vida do sistema, sem ser removido, durante vários anos e realizar duas culturas por ano (Bucks *et al.*, 1981; Mitchell e Tilmon, 1982; Phene e Phene, 1986; Camp *et al.*, 1993). Os sistemas de rega subsuperficial do "Water Management Research

## INTRODUÇÃO

---

Laboratory" (WMRL), em Fresno (Califórnia), mantiveram-se em funcionamento, sem problemas, durante oito anos (Davis, 1993).

- Diminui a poluição. Quando se utiliza o sistema de rega gota-a-gota superficial, a fita tem um período de vida útil correspondente ao ciclo da cultura, sendo, após a colheita, removida e normalmente acumulada na beira dos campos sem qualquer utilidade.
- Diminui as necessidades de mão-de-obra, porque desaparecem as operações de instalação e remoção anual do sistema.
- Reduz as perdas de água por evaporação a partir da superfície do solo (Phene *et al.*, 1987; Phene *et al.*, 1992a). A rega gota-a-gota enterrada maximiza as vantagens da gota-a-gota superficial, especialmente em termos de conservação da água, visto a evaporação da superfície do solo ser negligenciável, não existirem perdas por escoamento superficial e as perdas por percolação serem controláveis (Phene, 1991; Phene *et al.*, 1992a). Phene *et al.* (1985b) ao compararem os níveis de evaporação, a partir de um solo nú, com rega gota-a-gota de alta frequência, superficial e subsuperficial e por aspersão, verificaram que aquela foi muito menor no tratamento de rega subsuperficial.
- Reduz a acumulação de sais à superfície do solo, porque diminui a evaporação (Phene, 1985; Phene *et al.*, 1987).
- Permite a aplicação de águas residuais, que não podem ser aplicadas através de outros sistemas (Zoldoske *et al.*, 1998).
- Facilita o tráfico de máquinas e equipamento. Em virtude de não existirem tubos à superfície, o solo está, na maior parte dos casos, mais seco, resultando daí que a tracção é melhorada e o risco de compactação do solo reduzido.
- Diminui a ocorrência de frutos podres e com doenças ("soil borne diseases"), favorecida pela humidade do solo, pois a sua superfície permanece seca durante a maior parte do ciclo, o que também contribui para diminuir a germinação das sementes de infestantes que ali se encontram (Phene *et al.*, 1983a, 1987 e 1993; Solomon e Jorgensen, 1993; Silva *et al.*, 1998; Ayars *et al.*, 1999).
- Pode aumentar a eficiência da água e dos nutrientes aplicados, se estes forem injectados, na zona radical, com a frequência adequada (Phene, 1991e 1998).

- Facilita a aplicação de produtos de desinfecção do solo, como o metame de sódio.
- Permite a rega em solos com problemas de infiltração superficial.
- Diminui os problemas de entupimento dos gotejadores, provocados por carbonatos. Como a solubilidade destes compostos diminui com o aumento da temperatura (Nakayama e Bucks, 1985), na rega subsuperficial o risco de entupimento é menor porque as temperaturas são mais moderadas (Nakayama e Bucks, 1991).

### 1.2.2 – Limitações

As principais limitações apontadas inicialmente à rega gota-a-gota subsuperficial eram, segundo Golberg *et al.* (1976):

- O difícil acesso aos materiais enterrados, o que dificultava a inspecção e reparação do equipamento.
- O entupimento dos gotejadores por intrusão de raízes, por precipitados e outros materiais.

Mais tarde, Phene *et al.* (1983a) descrevem técnicas de manejo e equipamento que têm como objectivo impedir os problemas referidos, tornando este método de rega mais viável para a agricultura.

Em princípio, o manejo correcto da rega impede a intrusão de raízes nos gotejadores, sendo geralmente a rega deficitária a principal causa de entupimento (Conrad, 1993; Hanson, 1997a). Quando a rega é efectuada diariamente ou várias vezes ao dia, o solo húmido à volta dos gotejadores impede o seu entupimento pelas raízes, pois estas geralmente não proliferam em zonas saturadas (Phene *et al.*, 1983b; Taylor, 1983). Para além disso a intrusão de raízes pode ser evitada com o recurso a métodos químicos e físicos (Solomon, 1993; Hanson, 1997a). A aplicação de herbicidas, ácidos e fumigantes, através da água de rega, ajuda a manter as raízes longe dos gotejadores. A utilização de um filtro "Techfilter" (Netafim, s/d), que possui incorporado um anel substituível, o qual liberta uma quantidade muito baixa (ppm) de trifluralina na água de rega, à medida que esta passa pelo filtro, é indicado para impedir a intrusão de raízes nos gotejadores. O seu

## INTRODUÇÃO

---

uso não deve no entanto ultrapassar os 2 anos, ao fim dos quais tem que ser substituído (Netafim, s/d).

Uma variante do método anteriormente referido consiste na utilização de gotejadores impregnados com o herbicida "Treflan" (Davis, 1993; Solomon, 1993; Burt e Styles 1994; Netafim, s/d; Ayars *et al.*, 1999). Em ensaios realizados no "Center for Irrigation Technology" ("CIT"), em Fresno (Califórnia), o herbicida manteve as raízes longe dos gotejadores "geoflow", como foi comprovado por escavações feitas, após dois anos de enterramento, tendo-se observado a existência de uma esfera, com um diâmetro de cerca de 2,5 cm à volta dos gotejadores, livre de raízes (Solomon e Jorgensen, 1993).

Nos sistemas de rega subsuperficial do "WMRL", onde o ácido fosfórico é aplicado desde 1987, Davis (1993) observou a sua eficácia quanto ao controlo das raízes, relativamente às modalidades onde o produto não foi aplicado. Howell *et al.* (1997) também usaram, com sucesso, o ácido fosfórico para impedir a intrusão de raízes.

Nos ensaios realizados pelo CIT os gotejadores "RAM" da Netafim, sem "Treflan", não apresentaram problemas (Solomon, 1993, Solomon e Jorgensen, 1993). Actualmente existe também a tecnologia "Rootguard" que combina a aplicação de "Treflan" com um gotejador que inibe a intrusão de raízes (Solomon e Jorgensen, 1993).

No que diz respeito ao equipamento e de acordo com Phene *et al.* (1981 e 1983) e Camp (1998) o uso de válvulas de limpeza "flushing valves" e de bons filtros contribui para impedir o entupimento causado por impurezas contidas na água.

Os sistemas de rega gota-a-gota subsuperficial têm ainda de estar equipados com válvulas anti-vácuo, "vacuum relief valve", para impedir que, quando deixam de estar em carga, partículas de matéria sejam aspiradas para o seu interior (Phene *et al.* 1983b; Davis, 1993; Hanson, 1997b; Camp, 1998; Zoldoske, 1998).

Em trabalho recente, Camp (1998) já não aponta como limitação ao sistema de rega subsuperficial a intrusão das raízes, elegendo a impossibilidade de observar directamente o débito individual dos gotejadores, como a principal desvantagem do método de rega. A avaliação da uniformidade do sistema de rega, bem como a sua reparação, continuam a ser muito difíceis, pela morosidade e pelo custo, normalmente mais elevado (Camp, 1998).

A rega subsuperficial apresenta ainda o inconveniente de frequentemente se necessitar de outro sistema de rega, quando é necessário regar na fase de implantação da cultura. Phene (inf. pessoal) considera que a abertura de um rego por cima do tubo de rega e a localização das plantas mais próximas deste poderá contribuir para ultrapassar o inconveniente referido.

### **1.2.3 – Efeitos no rendimento e na qualidade da matéria-prima em comparação com a rega gota-a-gota superficial**

Os resultados relativos ao efeito no rendimento da rega gota-a-gota subsuperficial, em comparação com a superficial, variam de autor para autor. Phene *et al.* (1987), Bar-Yosef *et al.* (1991a) e Hanson *et al.* (1997a) em estudos em que os gotejadores foram colocados respectivamente a 45 cm, a 30 e 45 cm, e a 23 cm de profundidade, referem que a rega gota-a-gota subsuperficial em relação à superficial contribui para o aumento da produção total e comercial. Contudo, noutros trabalhos com gotejadores colocados a 45 cm (Davis *et al.*, 1985 e Hutmacher *et al.*, 1985) e a 25 cm de profundidade (El-Gindy e El-Araby, 1996) as produções foram semelhantes às obtidas com rega gota-a-gota superficial.

Em estudos envolvendo outras culturas, nomeadamente em milho (Mitchell e Sparks, 1982; Bar-Yosef *et al.*, 1991c; Camp *et al.*, 1989; Howell *et al.*, 1997), em algodão (Plaut *et al.*, 1985), em batata (Sammis, 1980) em ervilhas (Bucks *et al.*, 1981; Oron *et al.*, 1991 e 1995), em pereiras (Oron *et al.*, 1991 e 1995), em melão (Bucks *et al.*, 1981; Camp *et al.*, 1993; Ayars *et al.*, 1999), em cenouras (Bucks *et al.*, 1981) e em feijão frade, brócolos e abóboras (Camp *et al.*, 1993) os resultados mostram que a rega enterrada comparada, com a superficial, nunca diminuiu a produção, ou seja, ou provocou acréscimos ou foi semelhante.

Estes resultados distintos podem estar relacionados com factores como o tipo de solo, as técnicas culturais, etc. Num estudo de dois anos em que compararam a rega subsuperficial de alta frequência com a superficial de alta e baixa frequência, Phene *et al.* (1985a e 1987) verificaram que, no primeiro ano, a produção comercial foi idêntica nos

diferentes tratamentos tendo no segundo ano sido significativamente maior na rega enterrada. Os autores atribuíram estes resultados às técnicas culturais utilizadas, como a aplicação de fósforo e metame de sódio na água de rega.

Um dos factores que tem influência preponderante na produção de tomate é a quantidade de água disponível. Muitos dos trabalhos realizados com rega gota-a-gota subsuperficial têm tido como objectivo verificar se esta permite uma redução da quantidade de água aplicada, devido a menores perdas de água por evaporação a partir da superfície do solo. Contudo, os estudos de Phene *et al.* (1992a) em tomate e de Howell *et al.* (1997) em milho mostram que a evapotranspiração real com a rega-a-gota superficial e a subsuperficial é idêntica. Camp (1998) atribui este comportamento ao facto da evapotranspiração real depender de vários factores, como a área molhada pela rega ou precipitação, o grau de cobertura do canopeu durante o ciclo da cultura e a influência da chuva e/ou da rega no crescimento e na actividade radical.

No que diz respeito à resposta da produção à quantidade de água aplicada através de linhas de gotejadores enterrados não se encontraram referências na bibliografia.

Os estudos relativos ao efeito na qualidade da matéria-prima, da rega subsuperficial em relação à superficial, não mostram diferenças em termos de sólidos solúveis (Davis *et al.*, 1985; Phene *et al.*, 1986 e 1987, Bar-Yosef *et al.*, 1991a) de cor, de pH e da viscosidade (Davis *et al.*, 1985).

### 1.3 – DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO VS REGA GOTA-A-GOTA VS CONDIÇÕES HÍDRICAS DO SOLO

O conhecimento das características radicais ao longo do ciclo cultural, sob diferentes condicionalismos pedo-climáticos e técnicas culturais é fundamental para a aplicação racional e eficaz da água e dos nutrientes e conseqüentemente para uma agricultura sustentável. A absorção radical é um processo crucial, determinante na produção das culturas e nos efeitos ambientais da sua realização.

Em Portugal e de acordo com Oliveira (1988) os primeiros estudos sobre sistemas radicais incidiram, na sua maioria, em culturas arbóreas e arbustivas, como a oliveira, a

## INTRODUÇÃO

---

macieira e o cafeeiro, entre outras. Em culturas herbáceas, mais propriamente em culturas hortícolas, os trabalhos do Prof. Carlos Portas (Portas, 1970, 1980 e 1984; Portas e Taylor, 1976) são pioneiros, tendo tido continuidade, na Universidade de Évora, com os trabalhos em beterraba de Albuquerque (1980), em várias culturas pratenses, forrageiras e arvenses de Oliveira (1988 e 1991), Oliveira e Portas (1989, 1990 e 1993), Oliveira *et al.* (1994, 1998a e 1998b), Ramos *et al.* (1998) e Serralheiro e Oliveira (1994) e em tomate de Calado (1991), Oliveira *et al.* (1996) e Machado *et al.* (2000). A evolução na metodologia, relativa à quantificação dos parâmetros radicais, é uma constante nestes trabalhos onde são utilizados diferentes métodos incluindo os mais actuais e expeditos, como é o caso do método do minirizotróo. Desta experiência acumulada, a nível da metodologia, resultou a participação da Universidade de Évora, na pessoa da Prof. Maria do Rosário Oliveira, em dois capítulos (Oliveira *et al.*, 2000; Van Noordwijk *et al.*, 2000) do livro "Root Methods: A Handbook".

A extensão, a forma, a densidade e o volume do sistema radical são parâmetros que definem a arquitectura do sistema radical e que determinam a absorção de água e de nutrientes pela planta.

A profundidade radical útil ou efectiva, profundidade até à qual as raízes finas são ainda relativamente densas, é um parâmetro muito importante pois dele depende a espessura do perfil do solo, para a qual se vai calcular a capacidade utilizável, necessária para o cálculo das necessidades de rega e a absorção de água das camadas mais profundas e húmidas do solo (Portas, 1984; Serralheiro, 1985; Oliveira, 1988). Lorenz e Maynard (1980) cit. por Oliveira e Portas (1993) classificam várias culturas hortícolas de acordo com a sua profundidade de enraizamento e a partir daí recomendam várias práticas de rega. Contudo, esta característica varia com o estágio de desenvolvimento e com as técnicas culturais praticadas, sendo de destacar entre estas o método de implantação (Portas e Dordio, 1980; Oliveira e Portas, 1993) e de rega (Oliveira *et al.*, 1996). Tal como para outras culturas, em tomate a absorção de água de diferentes horizontes do solo está principalmente relacionada com a densidade de raízes neles presentes (Bar-Yosef *et al.*, 1980).

A rega é uma prática que se pode considerar como modeladora do sistema radical, ao concentrar a água e conseqüentemente as raízes numa espessura de solo mais ou

## INTRODUÇÃO

menos superficial (Oliveira, 1994). Quando os teores de água são elevados, sem provocarem inadequado arejamento, as raízes apresentam elevadas taxas de crescimento (Taylor, 1983; Oliveira, 2001) (Fig. 1.2) e menor taxa de mortalidade (Taylor, 1983). Particularmente as raízes finas nascem e morrem com grande facilidade, em harmonia com as variações da rizosfera, principalmente no que diz respeito à água (Portas, 1984; Oliveira e Portas, 1991).

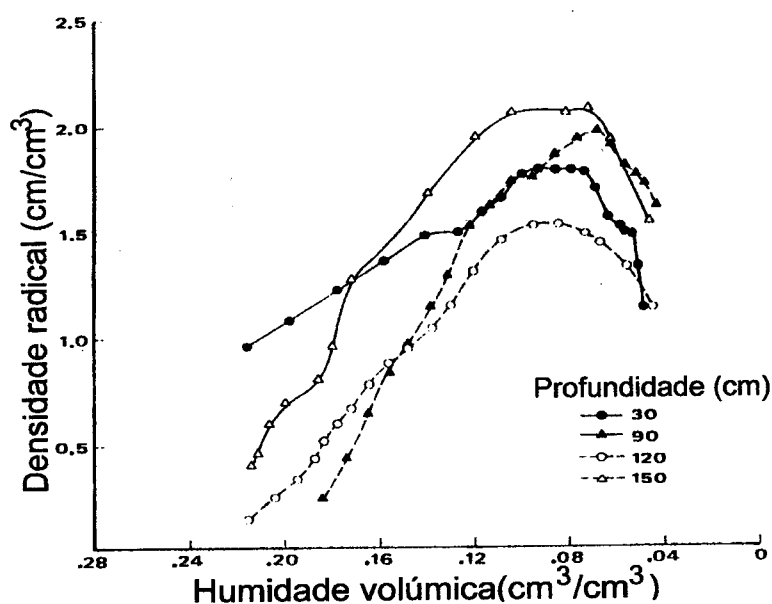


Fig. 1.2 – Densidade radical do algodão em função da umidade volúmica em quatro profundidades do solo (Taylor, 1983)

O facto de a distribuição das raízes no perfil do solo acompanhar de perto a da água de rega leva a que existam diferenças nítidas entre sistemas radicais que se desenvolvem sob um gradiente vertical do potencial hídrico, como acontece no sequeiro ou com rega por aspersão, e sistemas radicais formados sob gradientes verticais e horizontais, ou laterais como pode acontecer na rega por sulcos ou na gota-a-gota (Portas, 1973; Oliveira, 2001). Quando se utilizam sistemas de rega gota-a-gota, as raízes do tomate concentram-se num pequeno volume próximo dos gotejadores (Bar-Yosef, 1977; West *et al.*, 1979; Bar-Yosef *et al.*, 1980; Maynard *et al.*, 1980; Oliveira *et*



## INTRODUÇÃO

*al.*, 1996; Machado *et al.*, 2000) (Fig. 1.3). Este facto assume extrema importância em termos de gestão de rega e de adubação, pois, apesar de existir algum crescimento radical lateral e em profundidade (Fig. 1.3), as raízes concentradas à volta do gotejadores são as responsáveis pelo abastecimento de água e de nutrientes para o crescimento normal. As raízes "profundantes", embora podendo evitar a morte da planta num período de escassez hídrica, não lhe asseguram a manutenção do crescimento normal (Serralheiro, 1994).

Este confinar das raízes a um pequeno volume de solo pode sujeitá-las a elevadas variações da água do solo e dos níveis de nutrientes (Elfving, 1982), mas não impede que se alcancem elevadas produções se a água e os nutrientes forem aplicados de acordo com as necessidades das plantas (Oliveira, 2001). As plantas conseguem extrair quantidades significativas de água a partir de sistemas radicais reduzidos (Black e West, 1974), o que é explicado pelo conceito de equilíbrio funcional, segundo o qual a interdependência entre as duas componentes da planta, parte aérea e radical, é baseada em termos funcionais e não na sua massa ou tamanho, sendo a relação entre elas melhor expressa pela razão entre as suas áreas superficiais, tal como entre a superfície radical e a foliar (Van Noordwijk e Willigen, 1987; Oliveira, 2001).

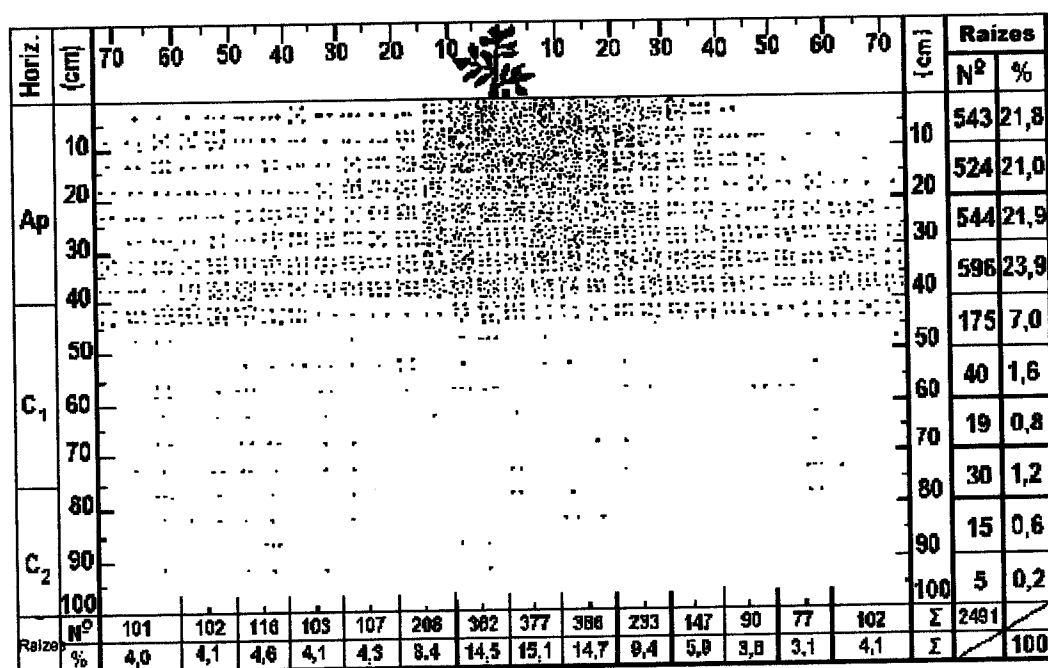


Fig. 1.3 – Distribuição do sistema radical do tomate, sujeito a rega gota-a-gota superficial (Oliveira *et al.*, 1996)

A informação disponível sobre a influência da colocação subsuperficial dos gotejadores no comportamento do sistema radical é escassa. Em linhas de gotejadores enterrados, as raízes de tomate concentram-se à volta dos gotejadores (Bar-Yosef *et al.*, 1991b). O mesmo comportamento foi observado para outras culturas, como o milho (Mitchell, 1981) e o algodão (Hutmacher *et al.*, 1998). A rega gota-a-gota subsuperficial, em relação à superficial, parece não afectar a profundidade máxima de enraizamento das plantas de tomate (Bar-Yosef *et al.*, 1991b) e de algodão (Kamara *et al.*, 1991).

Os sistemas radicais da maior parte das culturas mostram particular capacidade para crescer em profundidade, em direcção a camadas do solo mais húmidas, quando à superfície do solo a humidade é baixa (Russel, 1973; Zobel, 1991). Em culturas regadas, um processo de provocar um aprofundamento do enraizamento consiste numa rega inicial forte, que leve à capacidade de campo uma camada grande do perfil cultural, seguida de um período severo de secura (Portas, 1970), o chamado "escaldão", prática ainda hoje muito utilizada na agricultura portuguesa e espanhola.

### 1.4 – A IMPORTÂNCIA DO MINIRIZOTRÃO NA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS RADICAIS EM CONDIÇÕES DE CAMPO

A importância do conhecimento das características radicais das culturas fomentou o aparecimento de métodos que permitissem o seu estudo detalhado, que, segundo Oliveira (1988), se dividem em directos e indirectos e cuja escolha depende do objectivo pretendido, não existindo um método ideal para dar resposta a todas as questões (Böhm, 1979).

A maioria dos métodos usados em estudos sobre o sistema radical exige trabalho intensivo e provoca alteração dos locais de observação (Böhm, 1979), não permitindo a sua utilização em estudos posteriores. Assim, dificultam o estudo da dinâmica de enraizamento, em condições de campo, sendo as medições continuadas e repetidas no mesmo local virtualmente impossíveis (McMichael e Taylor, 1987).

Tendo em consideração as limitações dos métodos destrutivos, a técnica do minirizotrão, utilizada no presente estudo, surgiu como um método que, para além de solucionar um dos maiores problemas deste tipo de estudos, a morosidade da colheita de

amostras de solo + raízes e a necessidade de posteriormente proceder à sua separação do solo, com enormes perdas em termos de raízes finas, permitiu aumentar o número de observações efectuadas ao longo do ciclo.

Esta técnica permite a visualização e registo das condições da rizosfera, ao longo do perfil cultural, com recurso a câmaras fotográficas ou de vídeo, através de tubos transparentes de secção redonda ou quadrada enterrados no solo, denominados minirizotróes (McMichael e Taylor, 1987; Caldwell e Virginia, 1991). Tendo tido o seu início por volta de 1937, ano em que Bates cit. por McMichael e Taylor (1987) descreve a sua utilização pela primeira vez, esta técnica espalhou-se e generalizou-se (Böhm, 1979). Em Portugal o seu uso é recente, tendo sido utilizado para estudar a resposta do sistema radical do milho à subsolagem e drenagem (Roma, 1995), a diferentes estratégias de rega (Rasquilha, 1997; Oliveira *et al.*, 1998a) e a diferentes níveis de água e de azoto (Ramos *et al.*, 1998).

Em relação aos métodos destrutivos, como a colheita de amostras de solo + raízes com a sonda, a técnica do minirizotró, para além das suas observações não serem destrutivas, tornando assim possível aumentar o número de amostras e acompanhar a dinâmica de enraizamento ao longo do ciclo da cultura, possibilita ainda observação do crescimento, da morte e da decomposição de raízes individuais (Andrén *et al.*, 1993). A precisão na estimativa da dinâmica radical é aumentada, visto que a elevada variação espacial das raízes reduz a precisão quando esta é estimada através de amostras destrutivas casualizadas (Atkinson, 1985; Cheng *et al.*, 1990).

Com a técnica do minirizotró é possível estimar a densidade radical, o que pode ser feito através de relações entre a densidade radical, determinada a partir de amostras de solo + raízes, colhidas em locais próximos do minirizotró e as observações com o endoscópio, expressas em termos de intensidade radical (IRc) - comprimento radical por unidade de área superficial do minirizotró ( $\text{cm}/\text{cm}^2$ ) (Taylor *et al.*, 1970; Kopke, 1981; Bragg *et al.*, 1983; Meyer e Barrs, 1985; Box, 1996; Smit *et al.*, 2000) ou intensidade radical (IRn) expressa em número de raízes por unidade de área superficial do tubo ( $\text{n}^\circ$  de raízes/ $\text{cm}^2$ ) (Upchurch e Ritchie, 1983; Belford e Henderson, 1985; Upchurch, 1985; Smit *et al.*, 2000). No entanto, alguns autores (Sanders e Brown, 1978; Upchurch e Ritchie, 1983; Vos e Groenwold, 1987; Van Noordwijk *et al.*, 1985; Samson e Sinclair,

1994), em experiências de campo, só referem terem encontrado relações entre as observações do endoscópio e a densidade radical de amostras de solo + raízes recolhidas com sonda, quando os dados das camadas superficiais foram excluídos, uma vez que os valores da densidade radical obtidos através do endoscópio tendem a ser mais baixos que os valores obtidos pelo método da sonda. A subestimação da densidade radical à superfície também foi observada por Gregory (1979) e Ephrath *et al.* (1999). Em tomate All-Amoud e Kay (1985) quando consideraram todos os valores obtiveram um coeficiente de correlação elevado.

Entre as desvantagens do método do minirizotrófia é também referida a elevada variação das observações entre as repetições casualizadas dos minirizotrófios (Gurung, 1979 cit. por Atkinson, 1980; Vos e Groewold, 1987), o que também acontece nas amostras de solo + raízes colhidas com sonda (Vos e Groewold, 1987; Bar-Yosef *et al.*, 1991b), ainda que em menor grau (Vos e Groewold, 1987). O crescimento preferencial das raízes na interface solo-tubo (Gregory, 1979; Kopke, 1981; Bragg *et al.*, 1983), o qual pode ser eliminado através da instalação dos tubos com um ângulo de 30 a 45 ° em relação à vertical (Bragg *et al.*, 1983; Upchurch e Ritchie, 1983; Brown e Upchurch, 1987) é outro dos factores de erro apontado ao método.

### 1.5 – OBJECTIVOS DO TRABALHO

Embora as técnicas culturais utilizadas actualmente em tomate de indústria já permitam elevados rendimentos, a investigação com o objectivo de aumentar a competitividade da cultura continua a ser pertinente. Por um lado, o preço mínimo e o montante da ajuda da UE à produção, para concentrado de tomate, têm vindo a diminuir. Neste contexto a rega gota-a-gota enterrada pode ser fundamental ao contribuir para a redução dos custos com a fita de rega e com a mão-de-obra para sua instalação e remoção anual e por aumentar a eficiência do uso da água e dos nutrientes pela cultura. Por outro lado, a intervenção nos sistemas agrícolas tem cada vez mais como objectivos integrar critérios económicos e ambientais. Nesta base o conhecimento da dinâmica de enraizamento da cultura em resultado da técnica cultural é fundamental para a aplicação racional e eficaz da água e dos nutrientes à cultura.

## *INTRODUÇÃO*

---

Para as condições portuguesas não se conhecem estudos científicos, realizados sobre rega gota-a-gota subsuperficial e a informação disponível sobre os seus efeitos no sistema radical, embora essencial para o correcto manejo da rega e da adubação, como atrás se refere, é escassa. Assim, sobre este método de rega é fundamental obter respostas para algumas questões, como sejam:

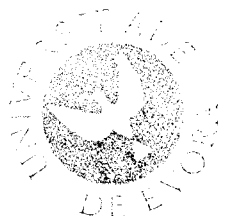
1. Nas condições edafo-climáticas consideradas e na cultura do tomate, este método de rega funciona adequadamente e durante mais de um ano?
2. O padrão de enraizamento da cultura ao longo do perfil cultural é afectado pela localização do tubo em profundidade?
3. Qual o comportamento do sistema radical do tomate, quando sujeito a rega gota-a-gota subsuperficial e a diferentes dotações de rega?
4. Em resultado das condições anteriores de que forma são afectadas a produção e a eficiência do uso da água pela cultura?

Por outro lado, embora à técnica do minirizotrão sejam apontadas algumas desvantagens, anteriormente mencionadas, e os métodos destrutivos continuem a ser referidos como os mais precisos na quantificação de parâmetros como a densidade radical, a quantidade de dados que é possível obter através dos minirizotrões e a rapidez com que são obtidos são factores a considerar. Assim é importante verificar se, para o solo e cultura estudados, as observações através do endóscopio estão relacionadas com as amostras de solo + raízes.

Tendo em atenção o conjunto de questões acima mencionadas foram conduzidos os seguintes ensaios:

- a) Estudo da influência da profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota e da cultivar na dinâmica de enraizamento, no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima.
- b) Estudo da influência da dotação e da profundidade da colocação do tubo de rega gota-a-gota na dinâmica de enraizamento, no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima.
- c) Estudo da fiabilidade da instalação permanente da rega gota-a-gota subsuperficial.
- d) Calibração do método do minirizotrão para o solo e cultura estudados.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**





## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - LOCALIZAÇÃO

Os ensaios decorreram nos terrenos da Estação Experimental António Teixeira, em Coruche, pertencente ao Departamento de Regadio do INIA, tendo-se localizado nos talhões 22 e 24 (Fig. 2.1).

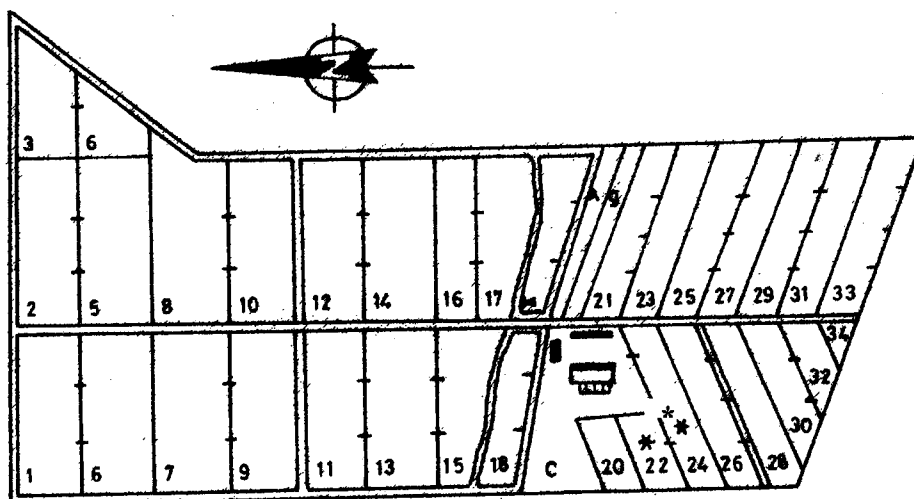


Fig. 2.1 – Esquema da Estação Experimental António Teixeira, em Coruche, com indicação dos talhões onde decorreram os ensaios: \* - 1997, \*\* 1998 e 1999.

### 2.2 - CARACTERIZAÇÃO EDAFO – CLIMÁTICA

Os ensaios foram implantados num solo Rg, fase agrópédica, Rg (a), pertencente à Ordem dos Solos Incipientes, Sub-ordem dos Regossolos Psamíticos Normais, não húmidos da fase agropédica e à Família Rg, os quais representam cerca de 30% (4000 ha) da área do Vale do Sorraia.

Anualmente, antes da instalação dos ensaios, colheram-se amostras de terra, cujos resultados das análises (Tab. 2.1), realizadas no Laboratório de Química Agrícola da Universidade de Évora, serviram de orientação para o cálculo da adubação a aplicar à cultura. Estes solos apresentam textura arenosa, elevados teores de  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , pH ácido, baixos teores em matéria orgânica e baixa capacidade de retenção para a água (Tab. 2.1 e fig. 2.2).



## MATERIAL E MÉTODOS

Tab. 2.1 – Características físicas e químicas do solo

| Determinações                           | 1997              |         |         | 1998    |         |         |
|-----------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                         | Profundidade (cm) |         |         |         |         |         |
|                                         | 0-40              | 41-74   | 75-100  | 0-40    | 41-74   | 75-100  |
| Areia grossa (%)                        | 66,70             | 67,40   | 68,10   | 65,70   | 75,80   | 76,20   |
| Areia fina (%)                          | 24,90             | 25,70   | 23,70   | 27,00   | 19,40   | 19,80   |
| Limo (%)                                | 4,40              | 3,70    | 2,30    | 1,70    | 2,00    | 1,60    |
| Argila (%)                              | 4,00              | 3,30    | 6,00    | 5,70    | 2,80    | 2,40    |
| Classe de textura                       | Arenosa           | Arenosa | Arenosa | Arenosa | Arenosa | Arenosa |
| Dap                                     | 1,56              | 1,66    | 1,71    | 1,51    | 1,60    | 1,64    |
| Matéria orgânica (%)                    | 1,32              | 0,59    | 0,52    | 1,09    | 0,44    | 0,32    |
| pH (H <sub>2</sub> O)                   | 5,50              | 5,90    | 6,30    | 5,70    | 6,20    | 6,20    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm) (1)  | 14,49             | 10,09   | 10,57   | 15,71   | 9,33    | 9,89    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm) (2) | 166,00            | 108,00  | 92,0    | 186,00  | 166,00  | 98,00   |
| K <sub>2</sub> O (ppm) (2)              | 106,00            | 82,00   | 80,00   | 84,00   | 82,00   | 94,00   |
| Ca <sup>2+</sup> (meq/100g) (3)         | 0,29              | 0,14    | 0,12    | 0,30    | 0,12    | 0,11    |
| Mg <sup>2+</sup> (meq/100g) (3)         | 0,15              | 0,15    | 0,06    | 0,18    | 0,15    | 0,09    |

Métodos: (1) – Potenciométrico (Eléctrodo de iões selectivo), (2) – Egner Riehm, K<sub>2</sub>O determinado por absorção atómica e o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por colorimetria. (3) – Do Acetato de Amónio N pH7 por absorção atómica.

Os elementos climáticos utilizados foram obtidos na Estação Meteorológica de Coruche (38°57' N, 8°32' W, 30 m), a qual, em linha recta, dista cerca de 150 a 200 m dos campos de ensaio. Para analisar as condições climáticas apresentam-se os valores mensais de precipitação e a temperatura média mensal (Fig. 2.3 e 2.5), os quais são comparados com os valores médios para o período de 1981 a 1996 <sup>(1)</sup>.

Em 1997, 1998 e 1999 a cultura foi instalada respectivamente, a 24 de Abril, 14 de Maio e a 27 de Abril. Dos três anos de ensaios o ano de 1997 foi o que apresentou condições climáticas mais desfavoráveis, devido à conjugação de elevados níveis de precipitação (Figs. 2.3 e 2.4), que em Maio, Junho e Julho foram acima dos observados no período de 1981 a 1996 e de baixas temperaturas (Fig. 2.5), o que contribuiu para o aparecimento frequente de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* e míldio.

<sup>(1)</sup> – Não apresentamos os valores normais porque a estação foi inaugurada em 1980.

Em 1998 e 1999, a menor precipitação, concentrada no início da cultura e as elevadas temperaturas foram bastante favoráveis à cultura (Figs. 2.4 e 2.5).

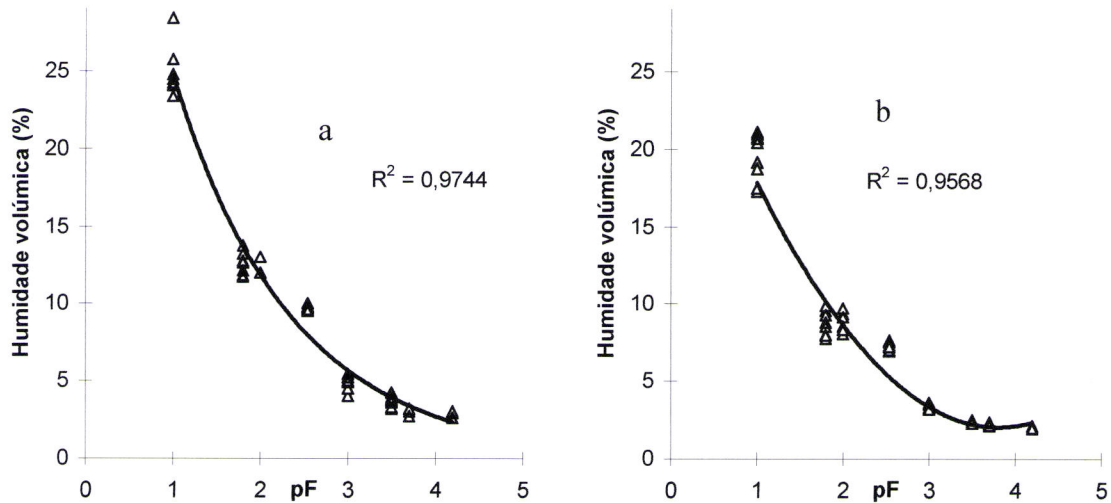


Fig. 2.2 – Curvas de tensão de humidade para as camadas de solo de 0 a 40 cm (a) e de 41 – 100 cm (b)

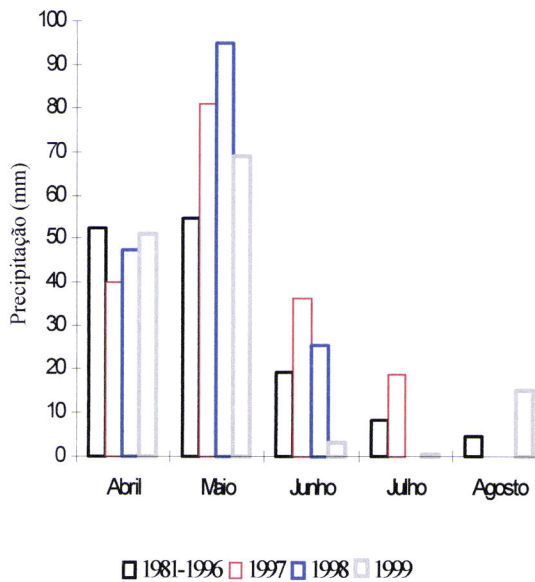


Fig. 2.3 – Precipitação mensal média do período de 1981 a 1996 e mensal de 1997, 1998 e 1999.

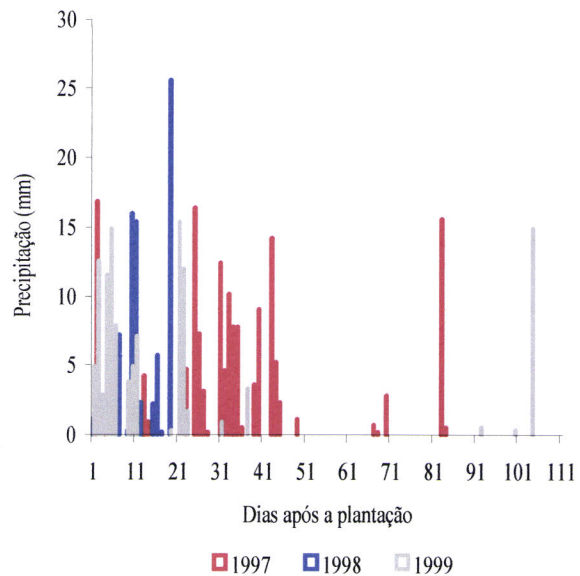


Fig. 2.4 – Precipitação diária em 1997, 1998 e 1999 durante o ciclo cultural.

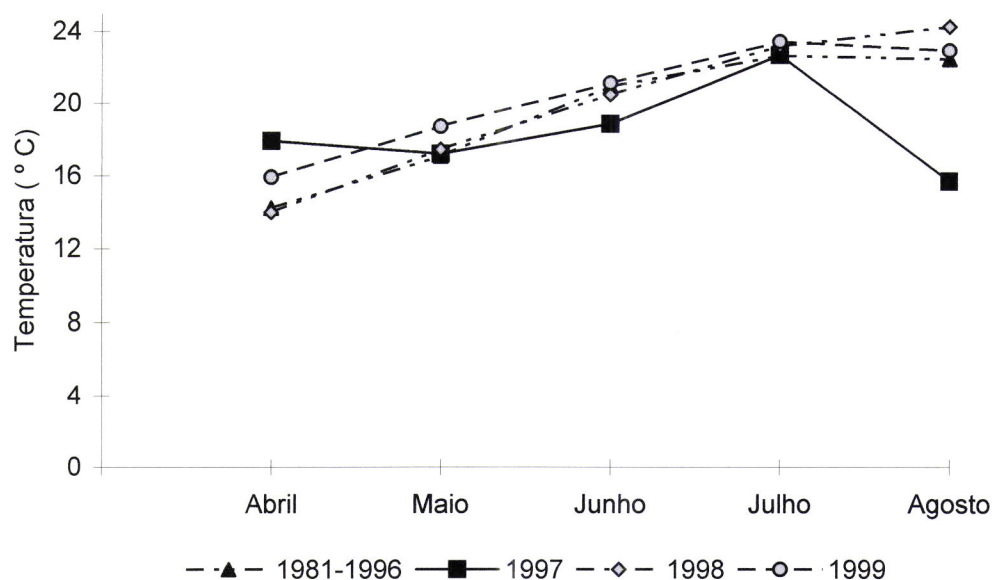


Fig. 2.5 – Temperatura do ar: média mensal do período de 1981 a 1996 e de 1997, 1998 e 1999.

### 2.3 - ENSAIOS REALIZADOS

Para alcançar os objectivos propostos realizaram-se três ensaios que visaram o estudo da:

- I – Influência da profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota e da cultivar na dinâmica de enraizamento, no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima do tomate de indústria.
- II – Influência da dotação e da profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota na dinâmica de enraizamento, no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima do tomate de indústria.
- III – Fiabilidade da instalação permanente da rega gota-a-gota subsuperficial em culturas em linha.

Para simplificação da apresentação e, conseqüentemente, melhor compreensão do material e dos métodos utilizados a análise dos ensaios é feita separadamente.

**2.3.1 – INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA E DA CULTIVAR NA DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DO TOMATE DE INDÚSTRIA.**

**2.3.1.1 – Objectivos**

O ensaio realizou-se em 1997 e 1998, tendo como objectivo principal verificar a influência da profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota e da cultivar na evolução e na distribuição do sistema radical, no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima do tomate de indústria. Em complemento procurou-se também verificar quais os problemas que esta tecnologia de rega apresenta.

Este ensaio serviu de base para calibrar o método do minirizotróo (ver 2.3.4), através da relação entre os valores observados com o endoscópio e os medidos a partir de amostras de solo + raízes, colhidas com a sonda manual.

**2.3.1.2 – Tratamentos e delineamento experimental**

Os tratamentos em estudo foram os seguintes: três profundidades de colocação do tubo de rega gota-a-gota e duas cultivares de tomate de indústria.

As profundidades de colocação do tubo foram:

R0 – à superfície do solo

RI – a 20 cm de profundidade

RII – a 40 cm de profundidade

As cultivares de tomate utilizadas foram a Brigade (CI) e a H3044 (CII). A sua escolha foi feita, tendo em consideração o facto de terem um ciclo muito semelhante, o que era fundamental em termos de gestão da rega. Por outro lado, em relação à 'Brigade', pesou o facto de se possuir um bom conhecimento das suas características, visto já ter sido testada em ensaios de variedades (Taborda e Machado, 1993; Machado

*et al.*, 1994, Machado e Machado, 1997) e usada nos ensaios do projecto comunitário "Qualitom", no qual participou a Universidade de Évora (Dumas *et al.*, 1998).

No que diz respeito à cultivar H3044 teve-se também em consideração o seu bom comportamento agronómico e produtivo, constatado em ensaios realizados em campos de agricultores (Machado *et al.*, 1998).

O ensaio foi delineado segundo o método dos talhões subdivididos ("split - plot"), com quatro repetições, sendo o tratamento principal a profundidade de colocação do tubo e o secundário a cultivar. No total, o ensaio teve 24 pequenos talhões, cada um com 7 linhas simples de cultura, de 10 m de comprimento e 1,5 m de largura, a que corresponde uma área de 105 m<sup>2</sup>.

### 2.3.1.3 – Instalação e condução do ensaio

#### 2.3.1.3.1 – Preparação do solo

O ensaio foi instalado após uma lavoura profunda (40 a 50 cm), com charrua de aivecas, seguida de duas passagens com grade de discos, à profundidade de 15 a 20 cm.

Com o intuito de controlar os nemátodos e insectos do solo, antes das gradagens aplicaram-se respectivamente as substâncias activas fenamifos a 10% (nemacur - à razão de 100 kg /ha) e lindano a 90% (lindafor 90 à razão de 1,7 kg /ha).

#### 2.3.1.3.2 – Adubação

Na tabela 2.2 e 2.3 apresentam-se as unidades fertilizantes disponibilizadas à cultura em 1997 e 1998, através da adubação e a partir da água de rega.

Do total de unidades fertilizantes aplicadas através da adubação, cerca de 25% do N e 40% do K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram aplicadas na adubação de fundo<sup>(1)</sup>. Esta foi localizada, manualmente, numa faixa a 15 cm de profundidade, sob a linha de cultura.

---

<sup>(1)</sup> – Em solos arenosos, aplicações divididas, com 40% do adubo incorporado em pré-plantação e os restantes 60% aplicados semanalmente, deram maiores produções do que quando todos os nutrientes foram aplicados antes da plantação (Loscacio *et al.*, 1989; Loscacio e Smajstrla, 1989).

## MATERIAL E MÉTODOS

---

A fertirrega teve início na terceira semana após a transplantação, tendo-se aplicado três vezes por semana, em dias alternados, os adubos nitrato de cálcio e de potássio e ácido fosfórico. O total de nutrientes a aplicar semanalmente foi calculado com base nas taxas de absorção da cultura, obtidas por Phene *et al.* (1986 e 1987).

A concentração da solução-mãe e a taxa de injeção foram calculadas de modo a evitar a aplicação de água salina. Para o efeito teve-se em consideração a natureza do adubo e o valor a partir do qual a condutividade da água de rega pode provocar quebras na produção (2,5 mS/cm) (Shainberg e Oster, s/d; Pizarro, 1996; Vasconcelos, 1997). Para cada adubo utilizado na fertirrega estudou-se a influência da sua aplicação, em quantidades crescentes, na condutividade da água de rega (Fig. 2.6). O volume da solução-mãe e a taxa de injeção foram calculados de modo a que a concentração de adubo na água de rega fosse inferior ou igual a 2,5 mS/cm. Para realizar os cálculos foi concebido um pequeno programa, em Excel, o qual, para as quantidades de adubo a inserir, permitiu alterar o volume da solução-mãe ou a taxa de injeção, de modo a não se ultrapassar um determinado valor de peso de adubo por litro de água <sup>(1)</sup>.

Os adubos foram injectados no sistema de rega através de um doseador hidráulico "Dosatron DI 150 " (Fig. 2.7). Para manter homogénea a concentração da solução – mãe, esta foi agitada com frequência durante o período de injeção.

Tendo em atenção que os valores de nutrientes contidos na água de rega foram consideráveis (Tabs. 2.2 e 2.3), torna-se aconselhável que de futuro, o cálculo das quantidades de adubo a aplicar quando se efectua rega gota-a-gota de baixa frequência, ou de alta frequência <sup>(2)</sup>, tenha em conta este factor. Esta medida implicará a análise periódica da água, mas irá contribuir para diminuir a poluição das águas subterrâneas.

---

<sup>(1)</sup> – As fórmulas utilizadas foram:

(a) Concentração da solução – mãe = Peso do adubo (g) / Volume de água da solução-mãe (l)

(b) Taxa de injeção = Solução fertilizante (l) / 100 (l) água

(c) Concentração de adubo na água de rega (g/l) = (a) x (b)

<sup>(2)</sup> – Rega de baixa frequência corresponde a pelo menos uma vez por dia e de alta frequência a mais de três vezes por dia (Phene *et al.*, 1992a).

## MATERIAL E MÉTODOS

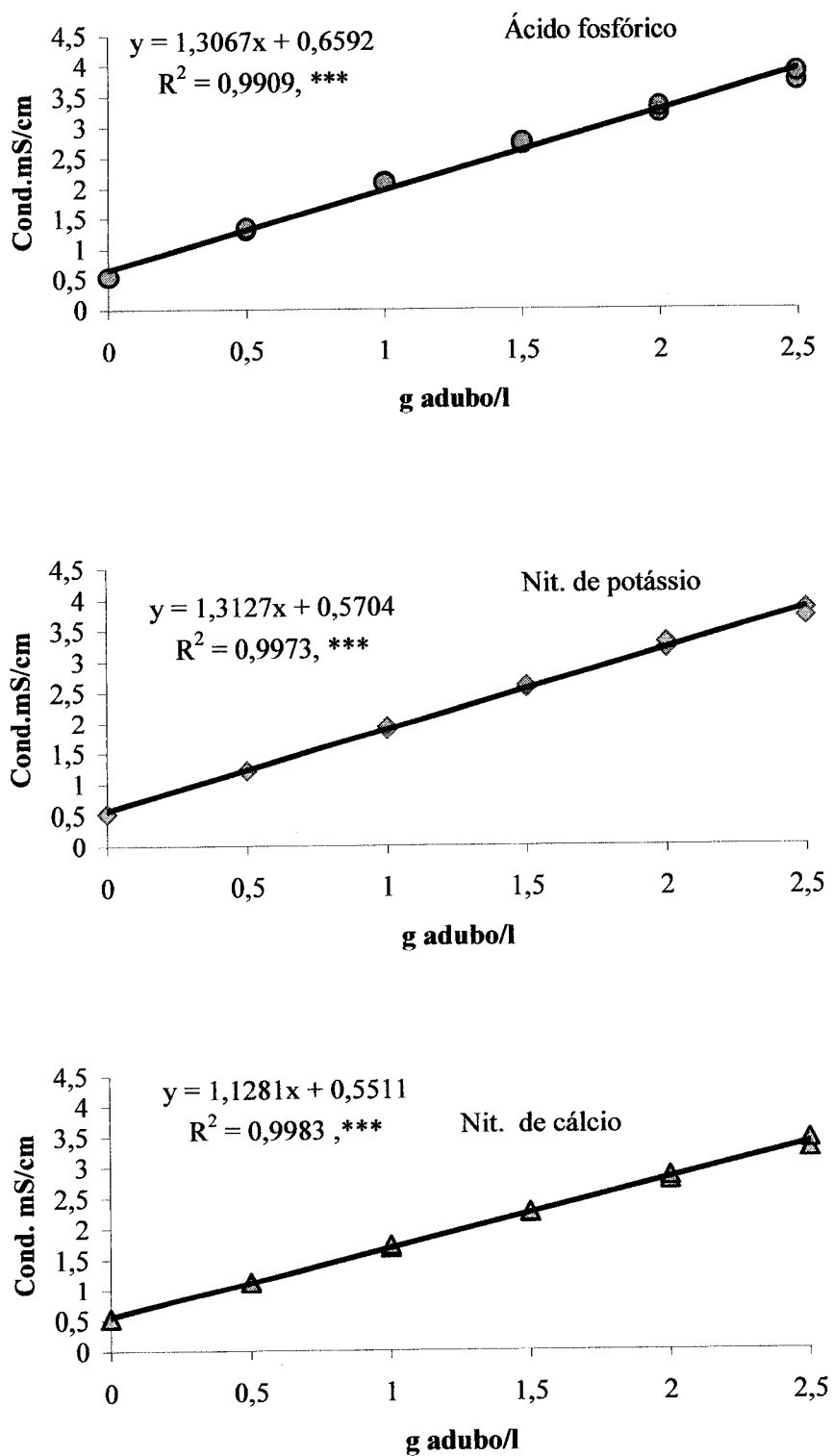


Fig 2.6 – Evolução da condutividade da água de rega com a aplicação de quantidades crescentes de ácido fosfórico, nitrato de potássio e de cálcio.

**MATERIAL E MÉTODOS**

Tab. 2.2 – Unidades fertilizantes aplicadas na adubação de fundo e na fertirrega e contidas na água de rega (1997)

|                                                      |                                              | U.F. (kg/ha) |                               |                  |              |              |                 |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|
| Fertilizante                                         | U.F.(%)                                      | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO          | MgO          | SO <sub>3</sub> |
| Nitrato de cálcio                                    | N=15,5<br>CaO= 27,5                          | 30,0         |                               |                  | 54,0         |              |                 |
| Sulfato de potássio                                  | S=18<br>K <sub>2</sub> O= 50                 |              |                               | 208,0            |              |              | 74,8            |
| Sulfato de magnésio                                  | MgO=16<br>SO <sub>3</sub> = 32,5             |              |                               |                  |              | 10,4         | 21,2            |
| Superfosfato de cálcio                               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =18<br>CaO= 29 |              | 50,0                          |                  | 81,0         |              |                 |
| <b>Adubação fundo</b>                                |                                              | <b>30,0</b>  | <b>50,0</b>                   | <b>208,0</b>     | <b>135,0</b> | <b>10,4</b>  | <b>96,0</b>     |
| Nitrato de potássio                                  | N= 13<br>K <sub>2</sub> O=46 (1)             | 73,6         |                               | 260,3            |              |              |                 |
| Ácido fosfórico                                      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =75 (2)        |              | 72,0                          |                  |              |              |                 |
| Nitrato de cálcio                                    | N=15,5<br>CaO=27,5 (1)                       | 28,4         |                               |                  | 49,4         |              |                 |
| <b>Fertirrega (*)</b>                                |                                              | <b>102,0</b> | <b>72,0</b>                   | <b>260,3</b>     | <b>49,4</b>  |              |                 |
| <b>Teores na água de rega (3)</b>                    |                                              | 24,5         |                               | 38,2             | 101,8        | 93,4         |                 |
| <b>Total (Adub.fundo +fertirrega + água de rega)</b> |                                              | <b>156,5</b> | <b>122,0</b>                  | <b>506,5</b>     | <b>286,2</b> | <b>103,8</b> | <b>96,0</b>     |

(1) – Aplicaram-se desde a terceira até à décima semana.

(2) – Aplicou-se desde a terceira até à sétima semana.

(3) – Para o cálculo das unidades fertilizantes, consideram-se os valores médios dos nutrientes contidos na água de rega (Tab. 2.7), multiplicados pela quantidade total de água aplicada através do sistema de rega gota-a-gota.

(\*) – Nos dias de fertirrigação em que não se regava devido à precipitação, o adubo a aplicar era adicionado à aplicação seguinte.



## MATERIAL E MÉTODOS

Tab. 2.3 – Unidades fertilizantes aplicadas na adubação de fundo e na fertirrega e contidas na água de rega (1998)

| Fertilizante                                         | U.F.(%)                                       | U.F. (kg/ha) |                               |                  |              |              |                 |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|
|                                                      |                                               | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO          | MgO          | SO <sub>3</sub> |
| Nitrato de cálcio                                    | N=15,5<br>CaO= 27,5                           | 33,3         |                               |                  | 60,2         |              |                 |
| Sulfato de potássio                                  | S=18<br>K <sub>2</sub> O= 50                  |              |                               | 171,0            |              |              | 61,6            |
| Sulfato de magnésio                                  | MgO= 16<br>SO <sub>3</sub> = 32,5             |              |                               |                  |              | 10,4         | 21,2            |
| Superfosfato de cálcio                               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 18<br>CaO= 29 |              | 46,4                          |                  | 74,7         |              |                 |
| <b>Adubação fundo</b>                                |                                               | <b>33,3</b>  | <b>46,4</b>                   | <b>171,0</b>     | <b>134,9</b> | <b>10,4</b>  | <b>82,8</b>     |
| Nitrato de potássio                                  | N=13<br>K <sub>2</sub> O=46 (1)               | 62,5         |                               | 231,0            |              |              |                 |
| Ácido fosfórico                                      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 75 (2)        |              | 59,2                          |                  |              |              |                 |
| Nitrato de cálcio                                    | N=15,5<br>CaO=27,5 (1)                        | 28,8         |                               |                  | 52,0         |              |                 |
| <b>Fertirrega (*)</b>                                |                                               | <b>91,3</b>  | <b>59,2</b>                   | <b>231,0</b>     | <b>52,0</b>  |              |                 |
| <b>Teores na água de rega (3)</b>                    |                                               | <b>71,6</b>  |                               | <b>109,2</b>     | <b>112,2</b> | <b>98,6</b>  |                 |
| <b>Total (Adub.fundo +fertirrega + água de rega)</b> |                                               | <b>196,2</b> | <b>105,6</b>                  | <b>511,2</b>     | <b>299,1</b> | <b>109,0</b> | <b>82,8</b>     |

(1) – Aplicaram-se desde a terceira até à décima semana.

(2) – Aplicou-se desde a terceira até à sétima semana.

(3) – Para o cálculo das unidades fertilizantes, consideram-se os valores médios dos nutrientes contidos na água de rega (Tab.2.7), multiplicados pela quantidade total de água aplicada através do sistema de rega gota-a-gota.

(\*) – Nos dias de fertirrigação em que não se regava devido à precipitação, o adubo a aplicar era adicionado à aplicação seguinte.

### 2.3.1.3.3 – Implantação da cultura

O método de implantação da cultura foi a transplantação com raiz protegida, à rasa e em linhas simples. As plantas, adquiridas a um viveirista, no momento da sua entrega foram regadas, sendo posteriormente sujeitas a um endurecimento ("hardening"). As tabelas 2.4 e 2.5 contêm as características médias das plantas utilizadas, determinadas em 40 plantas, colhidas ao acaso, as quais, para os parâmetros medidos, foram suficientes para estimar uma média altamente significativa. A densidade da população foi de 33333 plantas/ha (1,5 m x 0,20 m).

No dia da plantação manual os tabuleiros foram regados abundantemente. Para que as condições de vencimento da crise de transplantação fossem iguais aplicou-se uma rega por aspersão, através de um sistema instalado para o efeito, em que a distância entre aspersores e ramais adjacentes foi igual a 11 m (disposição em quadrado).

Na primeira semana após a transplantação procedeu-se à retanchar, em relação a falhas de plantação e a plantas mortas. Imediatamente a seguir a esta operação regou-se com um regador as plantas transplantadas para diminuir a crise de transplantação.

Tab. 2.4 – Média dos pesos, total (planta + torrão), peso fresco e seco (planta), número médio de folhas e altura média das plantas antes da transplantação (1997) (Observação em 40 plantas)

| Cultivar  | Parâmetros      | $\bar{X}$ | Desvio padrão | Valor calculado de t (t [39] ) |
|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------------------------------|
| 'Brigade' | Peso total (g)  | 6,000     | 0,1176        | 51,02 ***                      |
|           | Peso fresco (g) | 2,000     | 0,0637        | 31,39 ***                      |
|           | Peso seco (g)   | 0,067     | 0,0023        | 29,25 ***                      |
|           | Folhas (n.º)    | 4,220     | 0,1363        | 31,00 ***                      |
|           | Altura (cm)     | 14,420    | 0,2247        | 64,19 ***                      |
| 'H3044'   | Peso total (g)  | 6,000     | 0,1360        | 44,11 ***                      |
|           | Peso fresco (g) | 2,175     | 0,0489        | 44,47 ***                      |
|           | Peso seco (g)   | 0,088     | 0,0020        | 44,48 ***                      |
|           | Folhas (n.º)    | 3,850     | 0,1047        | 36,77 ***                      |
|           | Altura (cm)     | 9,340     | 0,2190        | 42,53 ***                      |

## MATERIAL E MÉTODOS

Tab. 2.5 – Média dos pesos, total (planta + torrão), peso fresco e seco (planta), número médio de folhas e altura média das plantas antes da transplantação (1998) (Observação em 40 plantas)

| Cultivar  | Parâmetros      | $\bar{X}$ | Desvio | Valor calculado |
|-----------|-----------------|-----------|--------|-----------------|
|           |                 |           | padrão | de t(t [39])    |
| 'Brigade' | Peso total (g)  | 9,396     | 0,2996 | 31,36 ***       |
|           | Peso fresco (g) | 2,307     | 0,1523 | 15,15 ***       |
|           | Peso seco (g)   | 0,083     | 0,0064 | 12,49 ***       |
|           | Folhas (n.º)    | 3,575     | 0,1427 | 25,05 ***       |
|           | Altura (cm)     | 13,420    | 2,6179 | 32,43 ***       |
| 'H3044'   | Peso total (g)  | 10,973    | 0,1945 | 56,43 ***       |
|           | Peso fresco (g) | 3,019     | 0,1405 | 21,49 ***       |
|           | Peso seco (g)   | 0,125     | 0,0084 | 15,47 ***       |
|           | Folhas (n.º)    | 4,675     | 0,1732 | 26,99 ***       |
|           | Altura (cm)     | 12,250    | 0,4743 | 25,83 ***       |

### 2.3.1.3.4 – Rega

#### 2.3.1.3.4.1 – Dotação de rega

A rega gota-a-gota iniciou-se 9 a 10 dias depois da transplantação e a partir daí foi diária.

O volume de água aplicado diariamente foi calculado através da seguinte fórmula:

$$D = (ET_m - P) A \quad \text{Eq. 2.1}$$

D – Dotação (mm)

ET<sub>m</sub> – Evapotranspiração do dia anterior ao da rega (mm)

P – Precipitação do dia anterior ao da rega (mm)

A – Área a regar (m<sup>2</sup>)

Quando a precipitação foi superior à ET<sub>m</sub> não se regou e o volume em excesso foi subtraído na ET<sub>m</sub> do (s) dia (s) seguinte (s). A ET<sub>m</sub> era calculada através da seguinte fórmula:

$$ET_m = K_c ET_o \quad \text{Eq. 2.2}$$

K<sub>c</sub> – Coeficiente cultural

## MATERIAL E MÉTODOS

ETo – Evapotranspiração de referência (mm)

Os valores utilizados para o coeficiente cultural corresponderam ao valor médio dos Kc estabelecidos pela FAO (Doorembos e Kassam, 1986) para os diferentes estádios culturais, para condições de elevada humidade e vento fraco ou baixa humidade e vento forte (Tab. 2.6). Optou-se por utilizar os períodos de desenvolvimento mencionados na tabela 2.6 porque:

- 1- Os coeficientes culturais, apresentados por Doorembos e Kassam (1986), têm o inconveniente de não estarem definidos para estádios culturais precisos, o que dificulta a sua aplicação.
- 2- Calado (1991) determinou os Kc para os períodos B, C e D tendo verificado que eram semelhantes aos de Doorembos e Kassam para os estádios culturais: crescimento, meados do ciclo cultural e fim do ciclo cultural. Phene *et al.* (1989) também divide o ciclo de modo semelhante.
- 3- A sua utilização durante a execução do projecto comunitário "Programa de melhoramento da qualidade tecnológica do tomate" proporcionou bons resultados em termos de crescimento e desenvolvimento da cultura (Machado *et al.*, 2000).

A ETo foi determinada através da equação de Pennam-Monthieth, tendo-se usado para o seu cálculo as equações e a metodologia apresentadas por Allen *et al.* (1994). Para o efeito foi elaborado um programa em Excel, onde se introduziam diariamente os elementos climáticos recolhidos na Estação Meteorológica de Coruche.

Tab. 2.6 – Períodos de desenvolvimento e Kc utilizados

| Períodos de desenvolvimento (1)                                                   | Kc   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| B – Desde a plantação ao 1º fruto vingado                                         | 0,75 |
| C – Desde o período anterior até ao completo desenvolvimento da 1ª inflorescência | 1,15 |
| D – Desde o final do período C até 75% de frutos vermelhos + alaranjados          | 0,88 |

(1) – Neste trabalho seguiu-se o critério de Calado (1991), entendendo-se por período de desenvolvimento o período entre duas determinadas fases ou estádios de desenvolvimento.

**2.3.1.3.4.2 – Água utilizada**

A água utilizada na rega foi proveniente de um poço existente na estação experimental. Para apreciação da sua qualidade recolheram-se amostras de 20 em 20 dias, as quais foram analisadas no Laboratório de Análises de Água da Universidade de Évora e cujos resultados médios constam da tabela 2.7. A qualidade da água em termos de pH, o qual influencia o potencial para entupir os gotejadores (Bucks *et al.*, 1979; Nakayama e Bucks, 1991), não apresentou nenhuma restrição, pois foi menor que 7.

Tab. 2.7 – Resultado médio das análises da água de rega dos ensaios de 1997 e 1998

| Determinações                             |                             | 1997  | 1998  |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|
| pH (1)                                    |                             | 6,3   | 6,5   |
| Condutividade (2)                         | ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) | 390,0 | 347,6 |
| Bicarbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ) (1)      | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | 44,1  | 34,0  |
| Carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ) (1)        | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | n.d.* | n.d.  |
| Nitratos ( $\text{N-NO}_3^-$ ) (3)        | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | 35,2  | 74,0  |
| Azoto amoniacal ( $\text{N-NH}_4^+$ ) (4) | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | n.d.  | n.d.  |
| Sódio ( $\text{Na}^+$ ) (5)               | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | 35,0  | 37,8  |
| Potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) (5)     | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | 12,1  | 24,8  |
| Cloretos ( $\text{Cl}^-$ ) (6)            | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | 47,1  | 43,5  |
| Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (7)           | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | 23,0  | 18,2  |
| Magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) (7)         | ( $\text{mg l}^{-1}$ )      | 17,8  | 13,5  |

Métodos: (1) – Potenciométrico; (2) – Electrométrico; (3) – Potenciométrico (Eléctrodo de iões selectivo); (4) – Espectrofotometria de absorção molecular; (5) – Fotometria de emissão de chama; (6) – Argentimétrico; (7) – Espectrofotometria de absorção atómica.  
\* não detectável

O risco da formação de precipitados, durante a injeção, de adubos com fósforo não existiu, porque os teores de cálcio foram sempre muito inferiores a  $50 \text{ mg l}^{-1}$  (Tab. 2.7) valor a partir do qual, pode ocorrer precipitação (Hanson, 1997c).

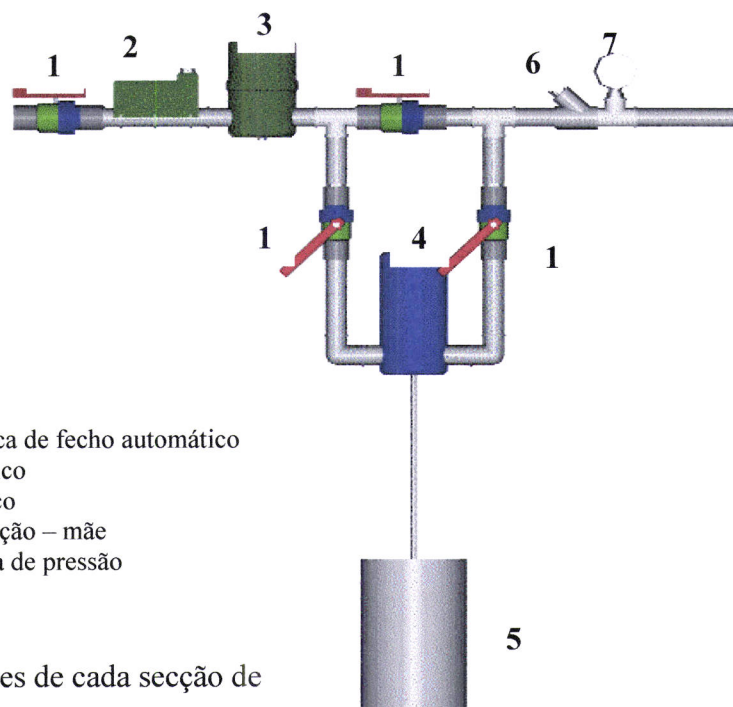
De acordo com os valores de condutividade encontrados, a água não apresentou riscos de salinização, segundo a classificação da FAO (Ayers e Westcot, 1976).

### **2.3.1.3.4.3 – Sistema de rega**

#### **2.3.1.3.4.3.1 – Componentes**

O sistema de rega tinha como principais componentes:

- a) Electrobomba com potência de 20 C.V.
- b) Cabeçal com um filtro de 200 "meshes" (0,08 mm de malha), e três secções distintas (Fig. 2.7) cada uma com:
  - válvulas manuais de esfera.
  - válvulas volumétricas de fecho automático "Bermad".
  - medidor volumétrico modelo "Bruno Janz DN 20", com resolução de 1 litro.
  - válvulas reguladoras de pressão "Bermad" modelo – 1075 PRV, com uma pressão mínima e máxima de trabalho, respectivamente de 0,15 e 9  $\text{kg/cm}^2$ .
  - doseadores hidráulicos de adubo "Dosatron DI 150". Antes do início dos ensaios verificava-se a taxa de injeção dos doseadores.
  - manómetros de glicerina para verificar a pressão de funcionamento em cada modalidade.
- c) Válvulas de anti-vácuo "Bermad", tendo-se instalado várias ao longo das condutas secundárias, para evitar o entupimento dos gotejadores, devido a sucções que se produzem em condições de tensão e conseqüentemente a entrada de substâncias no sistema.
- d) Gotejadores "RAM" (auto-compensantes e auto-limpantes) da Netafim com um débito de 2,3 l/h espaçados de 0,40 m e com uma pressão de trabalho mínima de 0,5  $\text{kg/cm}^2$ . A parede do tubo de rega gota-a-gota tinha uma espessura de 1,7 mm.



- 1 – Válvulas manuais
- 2 – Válvula volumétrica de fecho automático
- 3 – Medidor volumétrico
- 4 – Doseador hidráulico
- 5 – Depósito para solução – mãe
- 6 – Válvula reguladora de pressão
- 7 – Manómetro

Fig. 2.7 – Componentes de cada secção de rega.

### 2.3.1.3.4.3.2 – Instalação

#### a) - Primeiro ano

A abertura dos regos para a instalação dos tubos de rega gota-a-gota foi manual. Para o efeito procedeu-se primeiro, ao nivelamento do terreno tendo-se em seguida colocado várias estacas no solo que permitiam saber a profundidade dos regos em relação à superfície do solo quando nos seus lados se ia acumulando a terra retirada destes. Para abrir os regos utilizou-se em primeiro lugar um abre regos, que retirava parte da terra sendo a restante retirada com enxadas.

A rede de laterais enterrada, no fim do talhão, foi ligada a um tubo de polietileno, o qual numa das suas extremidades tinha inserida uma válvula de esfera ("flushing valves") que permitia, em qualquer altura, a limpeza do sistema. Os canais secundários foram colocados à mesma profundidade a que os tubos de rega se encontravam nos respectivos tratamentos.

b) - Segundo ano

No segundo ano de ensaio, embora se tivesse como intenção utilizar o mesmo sistema de rega, tal foi impossível pois as operações de mobilização acabaram por danificar as condutas secundárias e a rede de laterais, colocada a 20 cm, devido ao pequeno espaço que separava os talhões e à dificuldade em saber onde se localizavam os tubos enterrados.

Assim instalou-se um novo ensaio, com novos tubos de rega gota-a-gota, operação desta vez efectuada mecânicamente, através de um sulcador por nós modificado, e soldado sobre um chisel (Fig. 2.8).

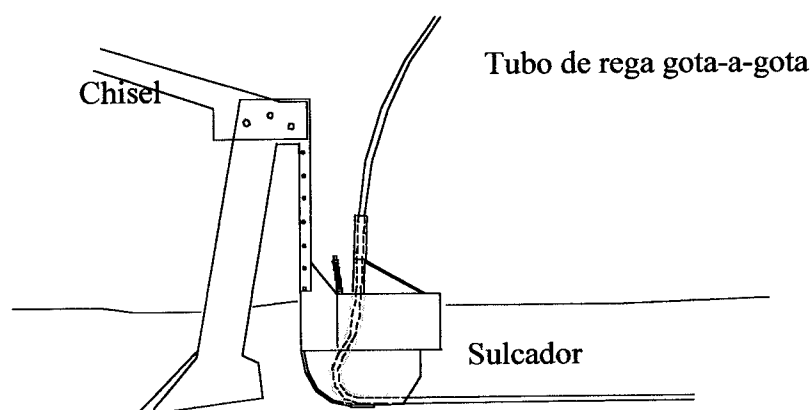


Fig. 2.8 – Equipamento utilizado para a introdução mecânica no solo dos tubos de rega gota-a-gota.

Para facilitar a localização dos tubos de rega gota-a-gota, a conduta secundária ficou à superfície em todos os tratamentos.

Os tubos de rega gota-a-gota foram cortados com um comprimento superior em três metros ao da parcela, tendo a sua introdução no solo começado 60 cm antes e terminado 50 cm depois, dos limites da parcela.



## MATERIAL E MÉTODOS

Ao contrário do ano precedente, no fim dos talhões não se instalou um tubo de polietileno ligado à rede de laterais porque as amostras de água aí colhidas no ano anterior, ao longo do ciclo da cultura, não continham impurezas visíveis ou dissolvidas.

### 2.3.1.3.5 – Tratamentos fitossanitários

Na tabela 2.8 e 2.9 apresentam-se os tratamentos fitossanitários realizados em 1997 e 1998 que constaram de vários tratamentos para controlar a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* e o míldio, principalmente em 1997, ano em que existiram condições favoráveis ao seu aparecimento, ou seja, baixas temperaturas associadas a elevada humidade.

Tab. 2.8 – Tratamentos fitossanitários realizados em 1997

| Tratamentos (Curativos e/ou preventivos contra)                                   | Data     | Substância activa                     | Substância activa (g/ha) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------------------------|
| Bactérias ( <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> ) + míldio              | 1 Maio   | Cu + mancozebe                        | 4500+2000                |
| Bactérias ( <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> ) + míldio              | 13 Maio  | Cu + mancozebe                        | 4500+2000                |
| Míldio + alternária                                                               | 16 Maio  | Metalaxil + mancozebe                 | 160+1280                 |
| Míldio + bactérias ( <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> ) + alternária | 30 Maio  | Cu + mancozebe                        | 4500+1600                |
| Oídio + míldio + ácaros + alternária                                              | 17 Junho | S + cloratonil + dicofol + tetradifão | 1920+1000+256+96         |
| Míldio + alternária + oídio                                                       | 15 Julho | Cloratonil + S                        | 1000 + 1920              |
| Ácaros + lagarta do tomate                                                        | 2 Agosto | Dicofol+tetradifão+deltametrina       | 256+96+ 9                |

## MATERIAL E MÉTODOS

Tab. 2.9 – Tratamentos fitossanitários realizados em 1998

| Tratamentos (Curativos e/ou preventivos contra)                                   | Data     | Substância activa                           | Substância activa (g/ha) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|--------------------------|
| Bactérias ( <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> ) + alternária + míldio | 25 Maio  | Cu + mancozebe                              | 4000+1600                |
| Bactérias ( <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> ) + alternária + míldio | 29 Maio  | Cu + mancozebe                              | 4000+1600                |
| Bactérias ( <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> ) + alternária + míldio | 2 Junho  | Cu + mancozebe                              | 4000+1600                |
| Míldio + alternária + afideos                                                     | 16 Junho | Metalaxil + mancozebe + oxidemetão – metilo | 160+1280+325             |
| Lagarta do tomate                                                                 | 19 Junho | Deltametrina                                | 9                        |
| Oídio + lagarta do tomate                                                         | 1 Julho  | S+ metamidofos                              | 3600+1200                |
| Lagarta do tomate + afideos + tripes                                              | 14 Julho | Fusalona                                    | 1600                     |
| Oídio + ácaros                                                                    | 20 Julho | S                                           | 1600                     |

### 2.3.1.3.6 – Monda

Após vencida a crise de transplantação, efectuou-se uma monda química com metribuzina, na dose de 650 g/ha de produto comercial. No período restante do ciclo cultural o controle de infestantes, sempre que necessário, foi feito através de sachas manuais e mecânicas. Na área junto aos minirizotrões o controle das infestantes foi mais rigoroso, tendo-se para o efeito efectuado semanalmente monda manual.

### **2.3.1.4 – Parâmetros medidos e métodos utilizados**

Para avaliar a influência dos tratamentos mediram-se parâmetros relacionados com:

- as condições hídricas do solo ao longo do ensaio;
- o sistema radical;
- a parte aérea da planta;
- a produção e as componentes da produção;
- a qualidade da matéria-prima;
- a uniformidade de rega.

Seguidamente refere-se, para cada item apresentado, os parâmetros medidos e a metodologia utilizada.

#### **2.3.1.4.1 – Condições hídricas do solo**

Ao longo do ensaio controlaram-se as condições hídricas do solo, na camada superficial através do "TDR" ("time-domain-reflectometry") e a maior profundidade com a sonda de neutrões e tensiómetros. Construíram-se ainda pequenos lisímetros volumétricos para avaliar a água perdida por percolação.

O controlo da humidade do solo através do "TDR" no primeiro ano limitou-se às camadas do solo de 0 a 5 cm e de 0 a 10 cm de profundidade, e apenas sob a linha de cultura. No segundo ano, para além dos locais referidos, mediu-se também o teor de água na camada de 0 a 10 cm de profundidade em dois pontos da entrelinha, a 37,5 e a 75 cm da linha de cultura. As medições, em todas as parcelas elementares, efectuaram-se uma vez por semana, com início às 7 da manhã. Em cada parcela realizaram-se três medições casualizadas, cuja média foi testada pelo teste t, tendo sido em todos os casos significativa.

A maior profundidade mediu-se o teor de água a 20, 40, 60, 80 e 100 cm de profundidade e a tensão da água do solo a 20 e a 60 cm.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a determinação da humidade do solo utilizou-se uma sonda de neutrões "CPN501A". Para o efeito, em cada parcela elementar, numa linha de cultura casualizada, a 20 cm do gotejador, colocou-se um tubo de PVC, com um diâmetro externo de 5 cm, 0,2 cm de espessura e 160 cm de comprimento, fechado na extremidade inferior e com uma tampa amovível na superior, de forma a evitar a entrada de água. Na instalação dos tubos procurou-se que o contacto entre o solo e os tubos fosse o mais perfeito possível.

As medições efectuaram-se de 8 em 8 dias, tendo-se efectuado três leituras em cada profundidade.

Semanalmente, após as medições de campo, foram realizadas 10 leituras, de 16 segundos, em água, cuja média serviu de leitura padrão, com o objectivo de normalizar as leituras de campo.

A calibração da sonda, para determinação da recta de humidade volúmica vs contagens normalizadas, ou seja, a razão entre as leituras obtidas no solo e as leituras em água (leitura padrão), realizou-se nos dois anos de ensaio, apresentando-se na tabela 2.10 as equações de calibração encontradas.

Tab. 2.10 – Calibração da sonda de neutrões

| Profundidade do solo z (cm) | Equação                                  | R <sup>2</sup> | n  | Sig. |         |
|-----------------------------|------------------------------------------|----------------|----|------|---------|
| 20 ≤ Z ≤ 40                 | $\theta_v (\%) = -1,303970 + 45,139971X$ | 0,936          | 14 | **   | Eq. 2.3 |
| 40 < Z ≤ 100                | $\theta_v (\%) = -2,160711 + 38,658371X$ | 0,955          | 16 | **   | Eq. 2.4 |

$\theta_v (\%)$  – humidade volúmica em percentagem, X - leituras normalizadas

Para acompanhar a evolução diária da tensão da água do solo e verificar a existência de possíveis perdas de água por infiltração foram instalados a 20 e a 60 cm de profundidade, na vertical do gotejador (Fig. 2.9) e em todas as parcelas elementares, 2 tensiómetros "Jet fill-2725". Os valores da tensão da água do solo foram lidos diariamente entre as 8:00 e as 9:00 horas.



Fig. 2.9 – Tensiómetros colocados na linha de cultura.

Com o objectivo de medir o volume de água perdido por percolação, nos dois anos de ensaio, construíram-se pequenos lisímetros volumétricos, semelhantes aos utilizados por Calado (1991). Os lisímetros localizavam-se na linha de bordadura de três parcelas elementares, para os três tratamentos de profundidade de colocação do tubo estudados e apenas para a cultivar H3044 (Fig. 2.10). A água drenada foi medida diariamente às 9:00 horas. No segundo ano de ensaio da água drenada recolheram-se amostras, para determinar as perdas por percolação de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$ . As amostras após a colheita foram colocadas numa mala térmica e enviadas o mais depressa possível para o Laboratório de Águas da Universidade de Évora onde se efectuaram as análises.

#### **2.3.1.4.2 – Características radicais**

As características radicais estudadas, através da técnica do minirizotróo, foram a intensidade radical (IRc), expressa em comprimento de raízes por unidade de área



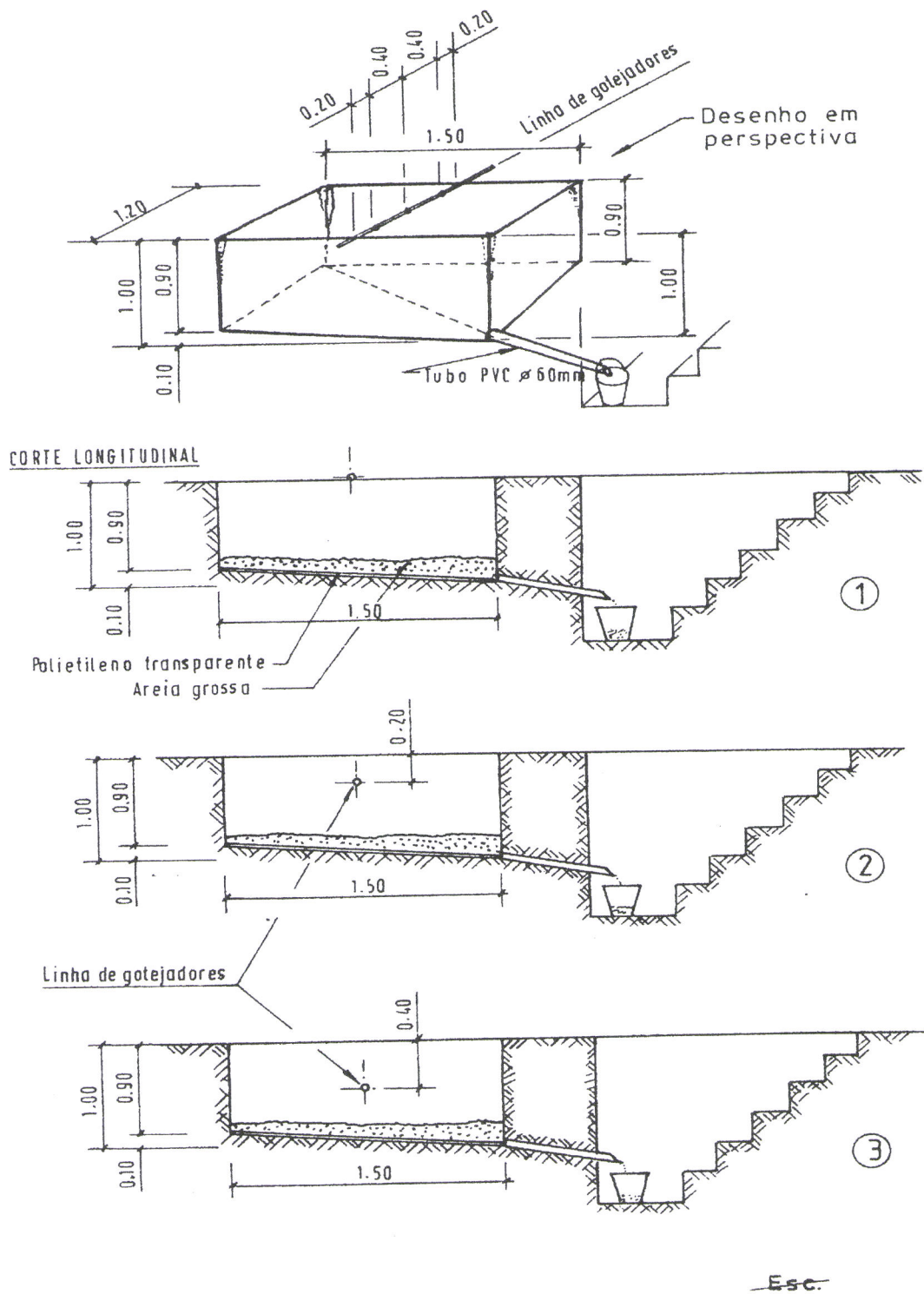


Fig. 2.10 – Diagrama dos pequenos lisímetros de drenagem (Adaptado de Calado, 1991).

## *MATERIAL E MÉTODOS*

---

superficial do tubo (cm/cm<sup>2</sup>) e a intensidade radical (IRn), expressa em número de raízes por unidade de área superficial do tubo (n.º de raízes/cm<sup>2</sup>). Estas características foram medidas ao longo do ciclo cultural, nas fases de desenvolvimento: II, IV, V e VI (ver 2.3.1.4.3.1). Para o efeito, em cada parcela elementar instalou-se um tubo (minirizotrão) em três locais (Fig. 2.11 – a):

TI – Junto à linha de cultura (cerca de 10 cm), para não danificar o tubo de rega gota-a-gota, entre duas plantas.

TII – Na entrelinha, a 37,5 cm da linha de cultura.

TIII – Na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura.

Assim, colocaram-se no solo 54 tubos minirizotrões com 6 cm e 5,2 cm, respectivamente de diâmetro externo e interno e 150 cm de comprimento. Os tubos foram inseridos no terreno com um ângulo de 30 ° em relação à vertical, de forma a evitar o crescimento preferencial das raízes na interface solo – tubo. Para o efeito utilizou-se uma armação metálica, onde uma sonda foi apoiada e encaminhada de forma a abrir os buracos com a inclinação desejada. Após a sua inserção no solo a parte exterior dos tubos foi tapada, para evitar a entrada de luz e de água (Fig. 2.11- b).

Para fotografar as raízes que intersectavam o tubo de acrílico foi usada uma câmara fotográfica SC35 ligada a um endoscópio OES, por um adaptador AK-1M. O campo de visão do endoscópio recebia a luz emitida por uma fonte de luz "KMF-5" conduzida por cabo de fibra óptica.

De modo a tirar as fotografias à profundidade desejada e definir para as diferentes épocas de observação a posição da ocular do endoscópio em relação ao minirizotrão, adaptou-se a este um tubo de pvc de 5,1 cm de diâmetro externo e 0,1 cm de espessura, o qual continha uma marca indicadora da posição e do número da fotografia correspondente. Após a focagem a fotografia era tirada sempre com a velocidade de exposição em automático e o valor de compensação igual a – 0,5. Os rolos fotográficos utilizados foram "Ektachrome ISO 160", obtendo-se assim diapositivos a cores.

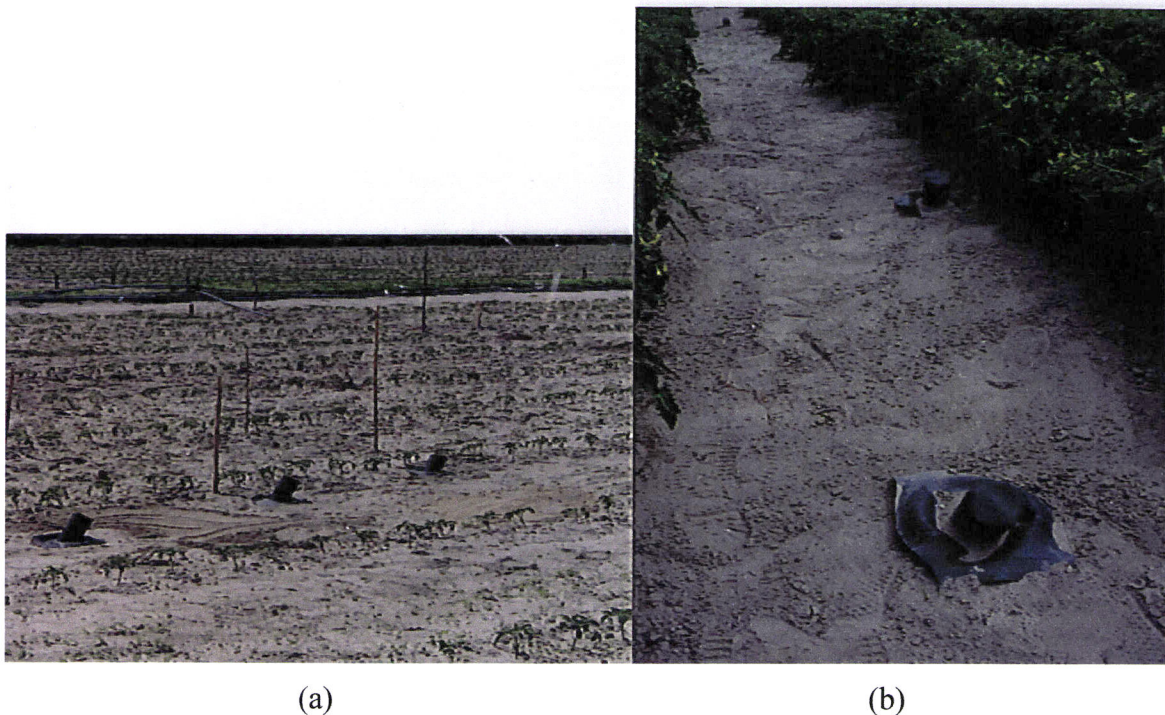


Fig. 2.11 – Localização dos minirizotrons (a) e dispositivo inserido na parte exterior do minirizotron (b).

O campo de visão a partir do endoscópio (Fig. 2.12) foi determinado tendo em conta as características do equipamento que se referem a seguir:

- Minirizotron –  $\varnothing$  externo = 60 mm; espessura = 4 mm
- Endoscópio –  $\varnothing$  haste = 8 mm; ângulo de visão -  $\beta = 55^\circ$
- Tubo guia – espessura = 1 mm

Com estes dados determinou-se:

- A distância da ocular do endoscópio à zona a fotografar (a):

$$60 - 4 - 8 - 1 = 47 \text{ mm}$$

- O campo de visão:

$$\alpha = \beta/2 = 27,50$$

$$\text{tg } \alpha = b/a$$

$$b = \text{tg } 27,5 \times 47$$

$$b = 0,52 \times 47 = 24,466 \text{ mm}$$

$$\text{Campo de visão} = 2b = 48,933 \text{ mm}$$

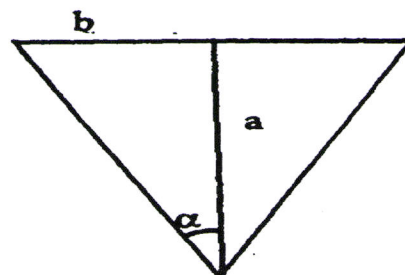


Fig. 2.12 – Campo de visão do endoscópio.



## MATERIAL E MÉTODOS

Com tubos de 150 cm, inseridos no solo com um ângulo de 30° com a vertical, foi possível observar o crescimento radical até à profundidade de 120 cm, correspondendo-lhe um comprimento de 138,5 cm de tubo acrílico enterrado. Para o acompanhamento total do tubo seriam necessárias 28 fotografias, o que era bastante dispendioso pelo que se optou por tirar 12 fotografias ao longo de todo o tubo enterrado. A primeira com a ocular do endoscópio a 17,25 cm de profundidade e as restantes centradas em pontos distanciados entre si de 11,5 cm (Fig. 2.13). Este número proporcionou a correspondência directa com as amostras de solo + raízes colhidas para efeitos de calibração do método em estudo, uma vez que a sonda permite efectuar a colheita de amostras com incremento de 10 cm na vertical (correspondentes a 11,5 cm com inclinação de 30 °) (ver 2.3.4) A área de cada fotografia foi de 1880,51 mm<sup>2</sup> ( $\pi \times 24,466 \text{ mm}$ ).

Para visualizar os slides foi usado um projector de ecrã incorporado. O número de raízes por cm<sup>2</sup> (IRn) foi determinado com base no método proposto por Upchurch e Ritchie (1983) e Upchurch (1987), que consiste em atribuir o valor de 1 a cada raiz e ramificação que aparecem na área fotografada do minirizotrão (Fig. 2.14) sendo os valores obtidos divididos por esta, obtendo-se assim a intensidade radical em número (IRn).

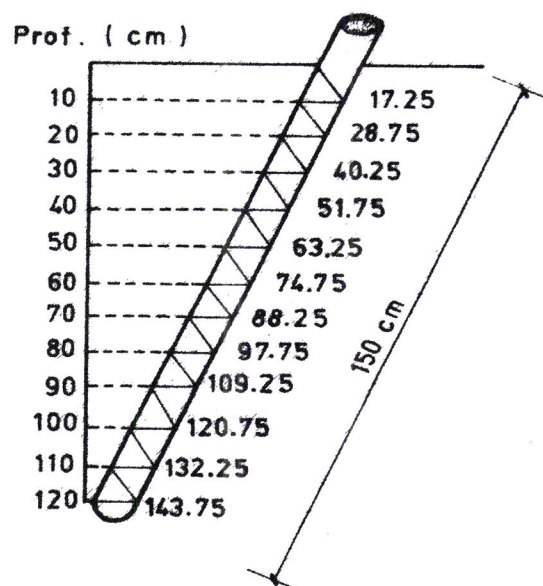
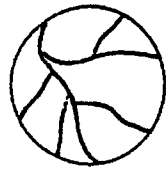


Fig. 2.13 – Localização das fotografias ao longo do minirizotrão.



6 raízes

Fig. 2.14 – Exemplo da contagem de raízes pelo método proposto por Upchurch e Ritchie (1983)

Para determinar a IRc colocou-se sobre o ecrã do projector de slides uma quadrícula de 1 cm de malha, a qual permitiu a contagem do número de intersecções que as raízes faziam com as linhas horizontais e verticais da quadrícula. Nesta contagem foi tida em conta a forma como a raiz se dispunha ao longo das linhas (Fig. 2.15).

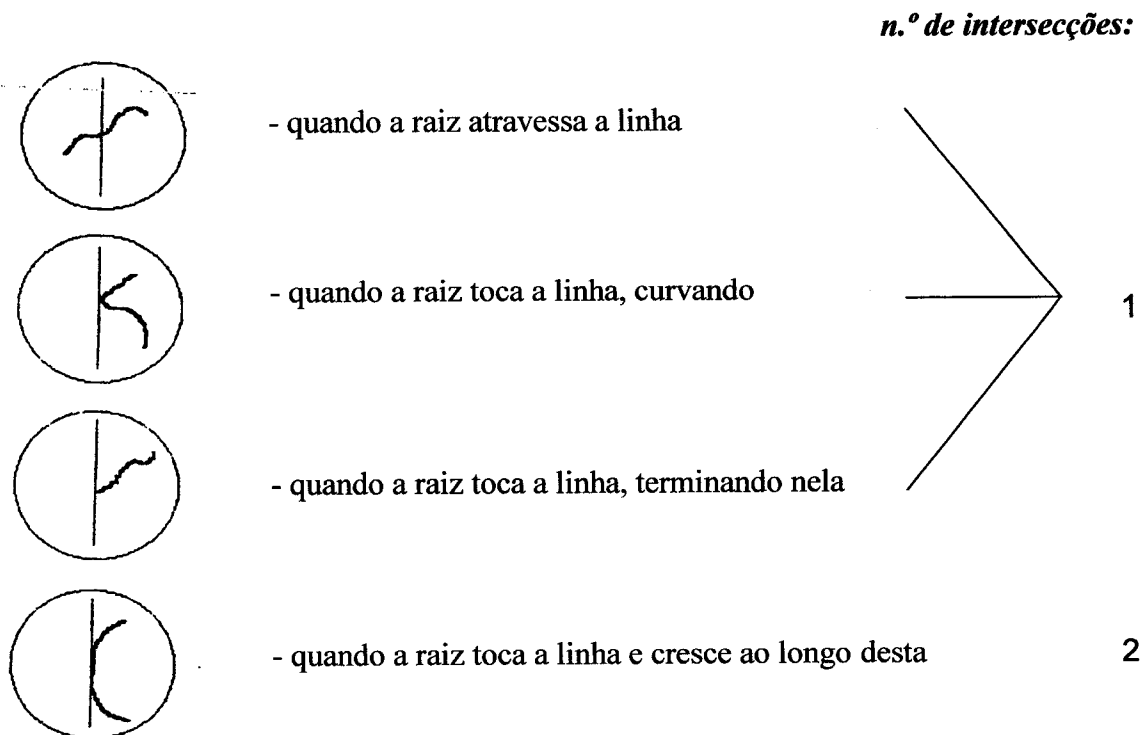


Fig. 2.15 – Exemplo do cálculo do número de intersecções, segundo (Tennant, 1975).

O comprimento radical foi estimado através do método das intersecções (Tennant, 1975), recorrendo-se à equação:

$$R = (11/14) \times N \times M$$

Eq. 2.5

onde:

*R = comprimento radical (cm).*

*N = número de intersecções que as raízes fazem com as linhas horizontais e verticais da quadrícula.*

*M = malha da quadrícula.*

A partir do quociente entre o comprimento total das raízes (R) e a área da superfície do tubo fotografada (1880,51 mm<sup>2</sup>), obteve-se a intensidade radical em comprimento por unidade de área superficial do tubo (IRc), expressa em cm/cm<sup>2</sup>.

#### **2.3.1.4.3 – Na parte aérea**

##### **2.3.1.4.3.1 – Fases de desenvolvimento e parâmetros de crescimento e desenvolvimento**

Os parâmetros medidos na parte aérea, relativos ao desenvolvimento e crescimento das plantas foram:

- Datas das diferentes fases de desenvolvimento.
- Peso seco do canopeu.
- Área foliar e índice de área foliar (IAF).
- Número e peso de frutos vermelhos, alaranjados, verdes e podres.

Ao longo do ciclo cultural e em cada modalidade foram registadas as datas das seguintes fases de desenvolvimento:

I – 1ª flor aberta: Quando, em cada modalidade, mais de 50% das plantas apresentavam a primeira flor aberta.

## *MATERIAL E MÉTODOS*

---

II – 1º fruto vingado: Quando, em cada modalidade, mais de 50% das plantas apresentavam o primeiro fruto vingado (fruto com 1cm de diâmetro).

III – 1º fruto vermelho: Quando, em cada modalidade mais de 50% das plantas apresentavam o primeiro fruto vermelho.

IV – Completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência: Quando, em cada modalidade, mais de 50% das plantas apresentavam os frutos da 1º inflorescência completamente desenvolvidos (Um fruto vermelho e os outros verde definitivo ou alaranjado).

V – 75% de frutos vermelhos + alaranjados <sup>(1)</sup>: Quando em cada modalidade se alcançava este grau de maturação procedia-se ao corte de rega.

VI – 80% a 85% de frutos vermelhos + alaranjados <sup>(1)</sup>: Quando em cada modalidade se procedia à colheita.

Nas fases II, IV, V e VI determinou-se, em todas as parcelas elementares, em três plantas sucessivas (0,9 m<sup>2</sup>), os pesos da matéria verde e seca e a área foliar. As plantas completas foram cortadas pelo colo, metidas em sacos de plástico e levadas para o laboratório, onde foram limpas de partículas de solo.

A determinação da matéria seca foi feita por secagem das plantas em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de 70 °C, durante 24 horas, tempo necessário para a sua desidratação total.

Nas pesagens utilizou-se uma balança de precisão.

A área foliar da matéria verde de cada planta (folhas fotossinteticamente activas) foi determinada com um medidor "Licor 2000A" modelo MK2, preparado para a medição contínua de folhas. A partir deste valor determinou-se o índice de área foliar, ou seja a área das folhas por área de superfície de solo coberto.

Nas fases III, V e VI mediu-se em cada planta amostrada o peso e o número de frutos vermelhos, verdes, alaranjados, podres e com podridão apical. Os resultados obtidos foram apresentados em valores médios por planta.

---

<sup>(1)</sup> – Percentagem em relação ao número total de frutos.

### **2.3.1.4.3.2 – Rendimento físico**

O rendimento físico foi avaliado em termos de produção de frutos vermelhos, verdes, alaranjados, podres e com podridão apical. Para tal a colheita realizou-se manualmente, numa só passagem, para simular a colheita mecânica, quando 80 a 85% do total do número de frutos eram frutos vermelhos + alaranjados. Em cada parcela elementar os frutos foram colhidos em três linhas casualizadas ao longo de 5 m de comprimento, ou seja, numa área de 22,5 m<sup>2</sup>.

A qualidade da produção comercial foi avaliada através da colheita casualizada, em cada parcela, de uma amostra de 100 frutos (vermelhos + alaranjados), na qual se determinou o peso médio e o número de frutos sãos, queimados e/ou escaldados, rachados (rachas circulares ou longitudinais), com antracnose e com zona peduncular esverdeada ("green – shoulders").

### **2.3.1.4.3.3 – Características tecnológicas da matéria-prima**

Para a caracterização tecnológica da matéria-prima os parâmetros avaliados foram o "°brix", o pH e a cor. Para a sua determinação procedeu-se do seguinte modo <sup>(1)</sup>: Durante a colheita por parcela elementar, foi colhida uma amostra casualizada de 2 kg de frutos vermelhos. Os frutos que constituíam a amostra foram lavados e secos, tendo em seguida passado por uma trituradora, com um crivo de 0,8 mm de malha, o que permitiu remover as sementes e a epiderme dos frutos.

As amostras do sumo assim obtido foram homogeneizadas, tendo-se efectuado seguidamente duas leituras de "°brix" e de pH. A significância da média dos valores obtidos foi testada pelo teste t, tendo sido sempre significativa. Os aparelhos utilizados nestas determinações foram respectivamente um refractómetro digital e um potenciómetro.

---

<sup>(1)</sup> - A metodologia utilizada foi igual à do Laboratório de Qualidade da "Finca de La Orden" em Badajoz, onde para a aprendizagem dessa nos deslocamos várias vezes.

Para determinar a cor, parte do sumo da amostra foi deitado em balões Erlenmeyer, aos quais se ligou uma bomba de vácuo, para remover o ar contido na amostra. Seguidamente determinou-se a cor, pelo método de Gardner, tendo para o efeito utilizado um colorímetro (Cologard System). Em cada amostra fizeram-se duas leituras, sendo a média destas significativa (teste t).

### 2.3.1.4.4 – Uniformidade de rega nas modalidades estudadas

A avaliação da uniformidade do débito dos gotejadores é importante para determinar se a água e os adubos estão a ser distribuídos uniformemente. Em sistemas de rega gota-a-gota superficial essa caracterização pode ser exprimida através de vários parâmetros: coeficiente de uniformidade de Christiansen (*CU*), coeficiente de variação (*CV*), variação do débito dos gotejadores "emitter flow rate variation" ( $q_{var}$ ) (Christiansen, 1942, cit. por Camp *et al.*, 1997b; Wu *et al.*, 1979) e uniformidade de distribuição (*UD*) (Kruse, 1978). Segundo Phene *et al.* (1992b), Yue *et al.* (1993), Camp *et al.* (1997b) e Camp (1998) os mesmos parâmetros podem também ser usados em rega subsuperficial. Assim com o objectivo de verificar se a profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota influenciava o débito dos gotejadores determinaram-se, após a colheita, os parâmetros acima mencionados utilizando-se o método da amostragem dos dezoito gotejadores (Bralts e Kesner, 1983; ASAE, 1989). No total usaram-se vinte, mais dois do que o método preconiza, pois em cada tratamento principal das quatro repetições seleccionaram-se casualmente 5 gotejadores. No caso da rega subsuperficial usou-se a metodologia descrita por Phene *et al.* (1992b), que consiste em seleccionar casualmente uma dada superfície do solo, junto à linha de cultura e escavar até encontrar um gotejador, retirando-se toda a terra à sua volta e por baixo.

O débito de cada gotejador foi medido cuidadosamente, três vezes, durante cinco minutos, à pressão de trabalho, calculando-se o valor médio, cuja significância foi testada pelo teste t, tendo sido em todos os casos altamente significativa.

Para o cálculo dos parâmetros de uniformidade utilizámos as seguintes fórmulas:

$$CU = 100 \left[ 1 - \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{\bar{q}} \right] \quad \text{Eq. 2.6}$$

$$CV = \frac{s}{\bar{q}} \quad \text{Eq. 2.7}$$

$$q_{\text{var}} = \frac{q_{\text{máx}} - q_{\text{mín}}}{q_{\text{máx}}} \quad \text{Eq. 2.8}$$

$$UD = 100 \frac{q_{tp}}{\bar{q}} \quad \text{Eq. 2.9}$$

- $q_{\text{máx.}}$  - débito máximo dos gotejadores
- $q_{\text{mín.}}$  - débito mínimo dos gotejadores
- $s$  - desvio padrão do débito dos gotejadores
- $\bar{q}$  - média do débito dos gotejadores
- $n$  - número de gotejadores
- $q_{tp}$  - média dos quatro débitos mais baixos medidos

Ao longo do ciclo da cultura, com o objectivo de verificar se os gotejadores das diferentes modalidades estudadas estavam a funcionar adequadamente, foram feitas, de acordo com o preconizado por Sanders (1992) e Hanson (1997d) observações regulares do tempo necessário para aplicar 1 m<sup>3</sup> de água.

### 2.3.1.5 – Análise estatística

O tratamento dos dados foi feito recorrendo à análise de variância (ANOVA), a testes de comparações de médias, correlações e regressões. Para cada data de

## MATERIAL E MÉTODOS

---

amostragem, efectuou-se uma análise de variância independente a que correspondeu a seguinte divisão dos graus de liberdade:

| <u>Origem da variação</u>             | <u>g.l.</u>   |
|---------------------------------------|---------------|
| Repetição (r)                         | $r - 1$       |
| Profundidade de colocação do tubo (P) | $P - 1$       |
| Erro experimental 1                   | $(r-1)(P-1)$  |
| Cultivar (C)                          | $(C-1)$       |
| (P*C)                                 | $(P-1)(C-1)$  |
| Erro experimental 2                   | $P(C-1)(r-1)$ |

O nível de significância dos valores de F foi expresso por NS, \*, \*\* e \*\*\*, respectivamente para não significativo e significativo a  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,001$ .

A comparação das médias dos parâmetros em que se verificou significância do efeito da profundidade de colocação do tubo, da cultivar ou da respectiva interacção, fez-se recorrendo ao método de comparação múltipla de médias da mínima diferença significativa (LSD) a 95 %.

A qualidade do ajustamento dos dados experimentais a modelos de regressão expressou-se pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

No tratamento e na análise estatística dos dados utilizaram-se os programas Excel, MSTATC e SPSS.

Para analisar a influência dos tratamentos no sistema radical utilizou-se a intensidade radical em comprimento (IRc), transformada segundo a equação  $Y = \sqrt{(x+1)}$ . Quer a IRc quer o número de intersecções podem ser convertidos em valores de densidade radical, embora para estimar diferenças entre os tratamentos seja suficiente a sua comparação através da análise de variância (Buckland *et al.*, s/d) devendo contudo serem previamente transformados para melhorar os pressupostos desta (Glenn *et al.*, 1987). A variância e a média do número de intersecções em raízes de pessegueiros, macieiras e morangueiros estiveram positivamente correlacionadas (Glenn *et al.*, 1987). A transformação com a raiz quadrada elimina a relação entre a variância e a média e



homogeneiza a variância (Underwood, 1981; Glenn *et al.*, 1987). Bartlett (1947) cit, por Underwood (1981) sugere que quando os dados originais apresentam valores baixos a transformação  $\sqrt{x + \frac{1}{2}}$  é suficiente. Muitos autores usam a  $\sqrt{x + 1}$  quando existem valores iguais a zero nos dados (Underwood, 1981), o que acontece no presente estudo, pelo que foi esta a transformação de dados que se utilizou.

### **2.3.2 – INFLUÊNCIA DA DOTAÇÃO E DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA NO CRESCIMENTO RADICAL, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DO TOMATE DE INDÚSTRIA**

#### **2.3.2.1 – Objectivos**

Os resultados do ensaio realizado em 1997 permitiram-nos verificar que a rega gota-a-gota subsuperficial era viável. Assim, optou-se por instalar um novo ensaio com a finalidade de averiguar a resposta da cultura, em termos de crescimento radical, de rendimento e da qualidade da matéria-prima, à aplicação de diferentes dotações de rega, através de tubos colocados abaixo da superfície do solo, tema sobre o qual não se encontraram referências bibliográficas.

No âmbito deste ensaio teve-se também como objectivo verificar se a frequência de rega ou a aplicação de baixas dotações afectavam o débito dos gotejadores. A nível da empresa agrícola podem ocorrer alterações na frequência de rega, com sujeição das culturas a alguma deficiência hídrica, devido por exemplo a avaria no sistema de bombagem, o que, segundo Phene *et al.* (1983b) e Conrad (1993) pode provocar o entupimento dos gotejadores.

#### **2.3.2.2 – Tratamentos e delineamento experimental**

Os tratamentos em estudo foram: três dotações de rega e três profundidades de colocação do tubo, as mesmas que tinham sido estudadas no ensaio anterior.

As dotações de rega foram:

DI – 0,6 da ETm

DII – 0,9 da ETm

DIII – 1,2 da ETm

As profundidades de colocação do tubo de rega gota-a-gota foram:

R0 – à superfície

RI – a 20 cm de profundidade

RII – a 40 cm de profundidade

O ensaio foi delineado em "split – plot" com quatro repetições, sendo o tratamento principal a dotação de rega e o secundário a profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota.

Cada talhão englobava 14 linhas de cultura, com 5 m de comprimento e 1,5 m de largura, o que correspondeu a uma área de 105 m<sup>2</sup>. As duas linhas exteriores constituíam as bordaduras e as restantes os tratamentos secundários.

Neste ensaio utilizou-se apenas a cultivar H3044, a qual teve melhor desempenho, em termos de rendimento, no ensaio de 1997.

### **2.3.2.3 – Instalação e condução do ensaio**

A instalação e a condução foi idêntica à do ensaio descrito em 2.3.1.3, excepto no que diz respeito à frequência de rega, que foi efectuada em dias alternados e à quantidade e frequência dos adubos aplicados na água de rega. Neste ensaio, aplicou-se apenas uma vez por semana, cerca de um terço do nitrato de potássio e de cálcio e de ácido fosfórico aplicados semanalmente nos ensaios anteriores. O ácido fosfórico só se aplicou desde a terceira semana até à quarta. Estas alterações tiveram que ser feitas porque os volumes de água a aplicar por tratamento eram pequenos e porque tínhamos apenas três doseadores.

Outro requisito deste estudo foi o acréscimo do cabeçal de rega, o qual, em vez de três, tinha nove secções distintas.

### **2.3.2.4 – Parâmetros medidos e métodos utilizados**

Para a caracterização hídrica do solo, tal como no ensaio anterior, determinou-se a humidade do solo e o potencial de água do solo, com o recurso à sonda de neutrões e a tensiómetros. As medições de humidade do solo, feitas com a sonda de neutrões, foram semanais e sempre no dia em que não se regava.

A dinâmica de enraizamento ao longo do ciclo da cultura foi também avaliada através de medição da intensidade radical, com recurso a técnica do minirizotróo. Esta foi feita em três repetições e apenas num tubo, o colocado junto à linha de cultura (cerca de 10 cm), entre duas plantas.

Em relação à parte aérea registaram-se as datas das diferentes fases de desenvolvimento e mediu-se a produção de frutos vermelhos, verdes, alaranjados, podres e com podridão apical. Em cada parcela elementar os frutos foram colhidos em duas linhas casualizadas, ao longo de 3,5 m de comprimento, ou seja, numa área de 10,5 m<sup>2</sup>. Determinou-se ainda o "brix" e o pH. A metodologia utilizada foi idêntica à descrita para os ensaios anteriores.

### **2.3.3 – ESTUDO DA FIABILIDADE DA INSTALAÇÃO PERMANENTE DA REGA GOTA-A-GOTA SUBSUPERFICIAL**

#### **2.3.3.1 - Objectivos**

Este estudo decorreu no terceiro ano de ensaios, em 1999 e teve como finalidade verificar as condições de funcionamento do sistema de rega gota-a-gota, instalado em 1998 e descrito em 2.3.1.3.4.3.2 alínea b. No âmbito deste trabalho não foi possível avaliar o seu funcionamento durante um maior número de anos, mas os tubos de rega mantêm-se enterrados, com a intenção de continuar a submetê-los a novas culturas e verificar a longevidade de funcionamento adequado dos gotejadores.

### **2.3.3.2 – Tratamentos e delineamento experimental**

A experiência foi realizada no local do ensaio instalado em 1998, sendo os tratamentos as três profundidades de colocação do tubo de rega gota-a-gota:

R0 – Tubo de rega gota-a-gota (novo) à superfície

RI – Tubo de rega gota-a-gota a 20 cm da superfície do solo

RII – Tubo de rega gota-a-gota a 40 cm da superfície do solo

Como se utilizou apenas uma cultivar a H3044, daí resultou um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições.

### **2.3.3.3 – Instalação e condução do ensaio**

O facto dos tubos de rega gota-a-gota, relativos aos tratamentos de rega subsuperficial, terem sido inseridos no solo no ano anterior levou a que se fizessem algumas alterações na condução do ensaio, as quais seguidamente se analisam. No restante, o ensaio foi idêntico ao descrito em 2.3.1.3.

Cerca de trinta dias antes da implantação da cultura passou-se com um cultivador na área do ensaio para cortar as infestantes. Antes da plantação o solo foi mobilizado com uma fresa, com uma largura de trabalho de um metro, à qual foram adaptadas rodas laterais, para impedir que a profundidade de trabalho fosse superior a 15 cm <sup>(1)</sup>. Apesar de se ter feito plantação à rasa, apenas os 50 cm de cada lado da linha de cultura foram mobilizados porque se partiu do princípio de que um dos modos de mais tarde identificar o local onde os tubos de rega gota-a-gota estavam enterrados seria através da manutenção dos camalhões de uns anos para os outros, fazendo apenas a sua mobilização superficial .

---

<sup>(1)</sup> – Segundo Wuertz e Tollefson (1993) o aumento da área com este sistema de rega numa empresa privada ("Sundance Farm"), nos Estados Unidos, levou a que se adoptassem sistemas de mobilização mínima.

## MATERIAL E MÉTODOS

Alguns dias antes do início da rega procedeu-se à limpeza do filtro, das condutas secundárias e da rede de laterais enterrada.

Neste ensaio a plantação foi mecânica.

Em relação à adubação, apesar de neste ano não se ter feito análises da água de rega, as quantidades aplicadas foram reduzidas (Tab. 2.11), uma vez que nos ensaios anteriores se tinha constatado as elevadas quantidades médias de unidades fertilizantes contidas na água. Tendo em consideração que na adubação de fundo não se aplicou Mg e S (Tab. 2.11), para evitar eventuais deficiências destes nutrientes, na altura da primeira flor aberta, inseriu-se ainda na água de rega, através do adubo Tecnoferti Micro, 1,59 kg/ha de Mg, 2,12 kg/ha de S, 0,06 kg/ha de Zn, 0,03 kg/ha de Cu, 0,03 kg/ha de B e 0,0006 kg/ha de Mo. É importante salientar que durante o ciclo da cultura não se observaram sintomas de deficiência de nutrientes.

Tab. 2.11 – Unidades fertilizantes aplicadas na adubação de fundo e na fertirrega

| Fertilizante                          | U.F.(%)                               | N            | U.F. (kg/ha)                  |                  |             |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------------------------|------------------|-------------|
|                                       |                                       |              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO         |
| 7:21:21 (1)                           |                                       | 20,0         | 60,0                          | 60,0             |             |
| <b>Adubação fundo</b>                 |                                       | <b>20,0</b>  | <b>60,0</b>                   | <b>60,0</b>      |             |
| Nitrato de potássio                   | N= 13<br>K <sub>2</sub> O=46 (2)      | 78,0         |                               | 276,0            |             |
| Ácido fosfórico                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =75 (3) |              | 69,0                          |                  |             |
| Nitrato de cálcio                     | N=15,5<br>CaO=27,5 (2)                | 29,4         |                               |                  | 52,1        |
| <b>Fertirrega</b>                     |                                       | <b>107,4</b> | <b>69,0</b>                   | <b>276,0</b>     | <b>52,1</b> |
| <b>Total (Adub.fundo +fertirrega)</b> |                                       | <b>127,4</b> | <b>129,0</b>                  | <b>336,0</b>     | <b>52,1</b> |

(1) – O adubo foi distribuído a lanço sobre a área do ensaio.

(2) – Aplicaram-se desde a terceira até à décima semana.

(3) – Aplicou-se desde a terceira até á sétima semana.

## MATERIAL E MÉTODOS

Na tabela 2.12 apresentam-se os tratamentos fitossanitários realizados.

Tab. 2.12 – Tratamentos fitossanitários

| Tratamentos (Curativos e/ou preventivos contra)                                   | Data     | Substância activa | Substância activa (g/ha) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------|--------------------------|
| Bactérias ( <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> ) + alternária + míldio | 19 Maio  | Cu + mancozebe    | 4000+1600                |
| Tripes + lagarta do tomate + ácaros                                               | 2 Junho  | Fusalona          | 1600                     |
| Lagarta do tomate + ácaros                                                        | 12 Julho | Endossulfão       | 1400                     |

### 2.3.3.4 – Parâmetros medidos e métodos utilizados

A análise do funcionamento dos gotejadores, nos diferentes tratamentos, foi feita através de observações regulares do tempo necessário para aplicar 1m<sup>3</sup> de água.

Em termos de parâmetros culturais, neste ensaio avaliou-se apenas o rendimento físico e as características tecnológicas da matéria-prima. A metodologia utilizada foi semelhante à descrita nos ensaios anteriores.

### 2.3.4 – CALIBRAÇÃO DO MÉTODO DO MINIRIZOTRÃO PARA O SOLO E CULTURA ESTUDADOS

Para efectuar a calibração do método do minirizotrão colheram-se amostras de solo+raízes, quando a cultura se encontrava no estágio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência. A amostragem foi feita numa repetição, ou seja, em 6 parcelas elementares do ensaio mencionado em 2.3.1, no segundo ano da sua realização. No primeiro ano, embora se tivesse intenção de fazer a calibração na data da última

## MATERIAL E MÉTODOS

observação com o endoscópio (colheita), tal não foi possível por avaria da máquina fotográfica.

As amostras foram obtidas recorrendo a uma sonda manual (Fig. 2.16 – a) constituída por um tubo cilíndrico com 10 cm de altura útil e 6 cm de diâmetro interno e cuja extremidade inferior era serrilhada de modo a facilitar a sua entrada no solo, através de um movimento de rotação.

A colheita fez-se com intervalos de 10 cm até aos 100 cm de profundidade num total de 360 amostras, em dois sítios, um junto ao local de inserção do minirizotrão, (BI) e outro a 15 cm deste (BII), feito junto à face do minirizotrão oposta à linha de plantas (Fig. 2.16).

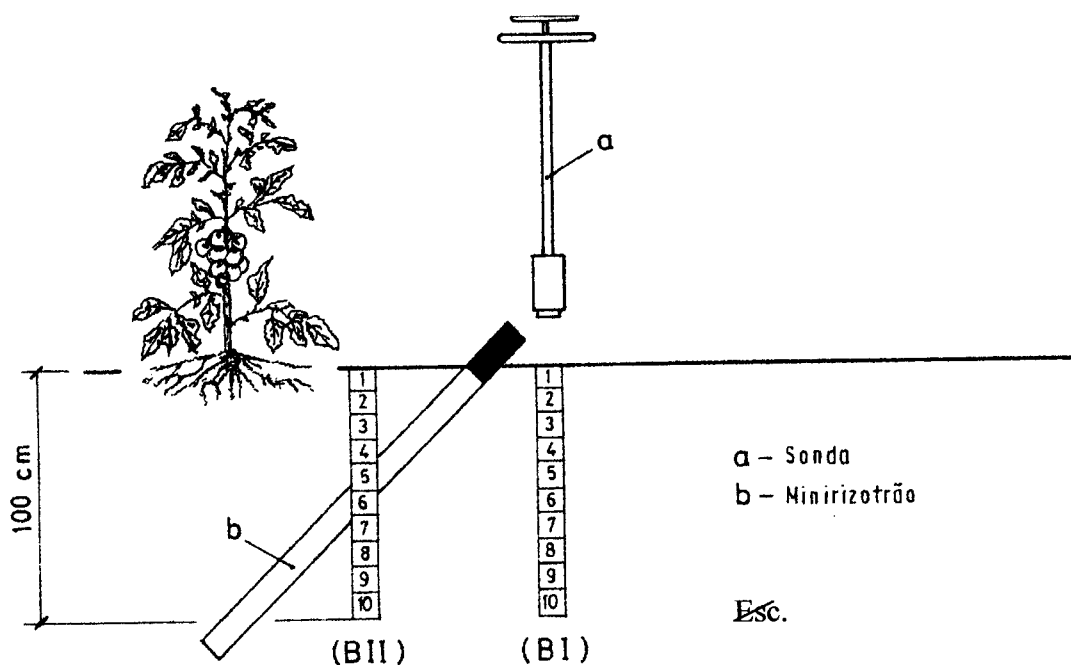


Fig. 2.16 – Esquema da colheita de amostras de solo+raízes.

Convém recordar, que em cada parcela elementar instalou-se um tubo (minirizotrão) em três locais relativamente à linha de cultura:

## MATERIAL E MÉTODOS

TI – Junto à linha de cultura (cerca de 10 cm), para não danificar o tubo de rega gota-a-gota, entre duas plantas.

TII – Na entrelinha, a 37,5 cm da linha de cultura.

TIII – Na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura.

As amostras foram colocadas em sacos de plástico, devidamente etiquetados e conservados à temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$  até posterior utilização. A separação das raízes foi efectuada através de lavagem mecânica. O equipamento utilizado foi um sistema de elutrição hidropneumático, desenvolvido por Smucker *et al.* (1982) (Fig. 2.17), o qual associa a acção do ar e da água para a separação das raízes do solo. Uma vez lavadas e separadas, as raízes foram acondicionadas em recipientes com uma solução de álcool etílico a 20% e colocadas no frigorífico para serem preservadas até à sua medição.

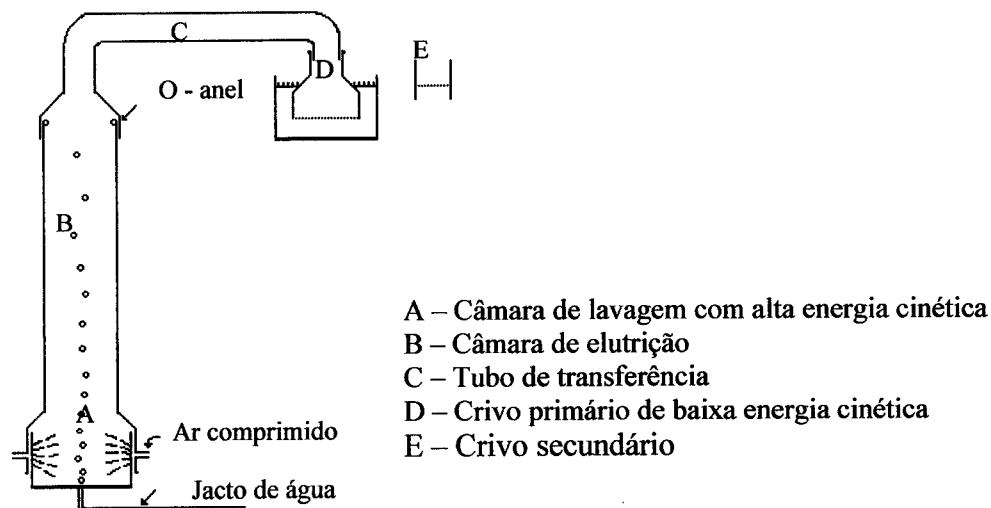


Fig. 2.17 – Representação esquemática do sistema de elutrição hidropneumático para separar as raízes do solo (Adaptado de Smucker *et al.*, 1982).

Para a determinação do comprimento radical utilizou-se um "scanner", modelo "Comair" (Rowse e Philipps, 1974; cit. por Böhm, 1979), o qual utiliza o princípio do método das intersecções. O aparelho é constituído por um prato circular de vidro,



## **MATERIAL E MÉTODOS**

---

animado de movimento giratório, no qual se espalham as raízes contidas na amostra, de modo a minimizar os erros da sobreposição. Localizados inferiormente e superiormente ao tabuleiro encontram-se, respectivamente, um microscópio binocular e um dispositivo fotoelétrico. Estes dois componentes formam um braço que percorre radialmente o tabuleiro. À medida que o prato se desloca, a luz emitida pelo dispositivo fotoelétrico atravessa o prato de vidro sendo recebida pelo microscópio.

Cada intersecção da raiz com a luz emitida interrompe a sua emissão, sendo as interrupções registadas e convertidas electronicamente, segundo uma escala apropriada, e o comprimento radical total da amostra visualizado num monitor. Quando o braço termina o percurso ao longo do prato, no sentido do centro para a periferia, o dispositivo desliga automaticamente o movimento giratório.

A densidade radical (DRc) –  $\text{cm}/\text{cm}^3$  foi obtida a partir do quociente entre o comprimento radical e o volume de solo correspondente ( $282,6 \text{ cm}^3$ ).

Seguidamente procedeu-se à calibração verificando se existiam relações entre os valores observados com o endoscópio e a densidade radical determinada a partir das amostras de solo+raízes, colhidas com a sonda manual.

### **3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**



**3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO****3.1 – INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA E DA CULTIVAR NA DINÂMICA DE ENRAIZAMENTO, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA****3.1.1 – Uniformidade de rega nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores**

Nos dois anos de ensaio, durante o ciclo da cultura, a rega nas diferentes modalidades (profundidade de colocação dos gotejadores) funcionou adequadamente, tendo em conta o tempo necessário para aplicar 1 m<sup>3</sup> de água, o qual se manteve constante ao longo do ciclo. Nos buracos abertos no solo, após a colheita, para medir o débito dos gotejadores também não se observou intrusão de raízes e o tubo de rega não apresentou deformações.

Pela análise da tabela 3.1 e do anexo I pode-se verificar que o débito médio dos gotejadores, em ambos os anos, foi semelhante nos diferentes tratamentos e idêntico ao débito indicado pelo fabricante (2,3 l/h).

Tab. 3.1 – Débito médio dos gotejadores amostrados,  $q_{var}$ , CV, CU e UD

|                 | Tratamentos |       |       |
|-----------------|-------------|-------|-------|
|                 | R0          | RI    | RII   |
|                 | <b>1997</b> |       |       |
| $\bar{q}$ (l/h) | 2,34        | 2,35  | 2,34  |
| $q_{var}$ (%)   | 5,00        | 9,52  | 5,00  |
| CV (%)          | 1,91        | 2,65  | 2,11  |
| CU (%)          | 98,46       | 98,41 | 98,22 |
| UD (%)          | 97,40       | 97,00 | 97,40 |
|                 | <b>1998</b> |       |       |
| $\bar{q}$ (l/h) | 2,30        | 2,36  | 2,32  |
| $q_{var}$ (%)   | 10,00       | 16,00 | 10,00 |
| CV (%)          | 3,08        | 4,05  | 4,15  |
| CU (%)          | 97,35       | 97,20 | 96,50 |
| UD (%)          | 95,60       | 94,10 | 94,50 |

Em 1997, o coeficiente de uniformidade de Christiansen (*CU*), o coeficiente de variação (*CV*) e a uniformidade de distribuição (*UD*) em R0, RI e RII apresentaram valores próximos e apenas a variação do débito dos gotejadores ( $q_{var}$ ) foi maior em RI do que nos outros tratamentos (Tab. 3.1). Como não se observou intrusão de raízes é provável que algum gotejador tivesse sido afectado durante o processo de enterramento. O *CV* apresentou valores baixos, entre 1,9 e 2,65. Os valores do *CU* foram superiores a 98% e os da *UD* estiveram compreendidos entre 97 e 97,4%.

No segundo ano, os três parâmetros de uniformidade avaliados (*CU*, *CV* e *UD*), nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores também apresentaram valores idênticos. Comparativamente com o ano anterior, observaram-se valores mais elevados de  $q_{var}$  e de *CV*, os do primeiro parâmetro foram 2 vezes (em R0 e RII) e 1,7 vezes (em RI) os observados no primeiro ano. Em relação ao coeficiente de variação os valores medidos no segundo ano também foram muito superiores aos observados em 1997. Os valores de *CU* e *UD* foram ligeiramente mais baixos (Tab. 3.1). Acontece que o tubo usado no segundo ano de ensaio era novo o que provavelmente, em resultado de diferentes características, poderá ter afectado os parâmetros finais. Ressalta desta observação a necessidade de fazer uma avaliação das características dos gotejadores, antes da sua instalação no campo.

A capacidade do sistema de rega para distribuir uniformemente a água e os adubos é fundamental para preservar a qualidade da água de rega e para evitar heterogeneidade no crescimento e desenvolvimento das plantas. Tendo em consideração que em cada ano de ensaio os valores dos parâmetros de uniformidade foram quase idênticos, pode-se concluir que os tratamentos de rega subsuperficial, em relação à superficial, não afectaram a distribuição de água e de nutrientes à cultura.

### 3.1.2 – Água aplicada e perda por percolação

Na tabela 3.2 apresentam-se os valores da quantidade de água aplicada (rega + precipitação) e perda por percolação nos diferentes tratamentos de colocação dos gotejadores. A quantidade de água aplicada no segundo ano de ensaio foi superior em

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

47,4 mm à do primeiro ano, o que está relacionado com as condições meteorológicas verificadas durante o ciclo cultural e a data de implantação da cultura.

A evolução, em ambos os anos de ensaio e ao longo do ciclo cultural, dos valores acumulados de rega + precipitação e de precipitação são apresentados na figura 3.1.

Tab. 3.2 – Valores totais de água aplicada (rega + precipitação) e perda por percolação

|                             | Tratamentos |       |       |
|-----------------------------|-------------|-------|-------|
|                             | R0          | RI    | RII   |
| <b>1997</b>                 |             |       |       |
| Rega aspersão (mm)          | 6,0         | 6,0   | 6,0   |
| Precipitação (mm)           | 153,9       | 153,9 | 153,9 |
| Rega gota-a-gota (mm)       | 316,1       | 316,1 | 316,1 |
| Total de água aplicada (mm) | 476,0       | 476,0 | 476,0 |
| Percolação (mm) (1)         | 13,5        | 14,2  | 14,0  |
| <b>1998</b>                 |             |       |       |
| Rega aspersão (mm)          | 7,0         | 7,0   | 7,0   |
| Precipitação (mm)           | 76,1        | 76,1  | 76,1  |
| Rega gota-a-gota (mm)       | 440,3       | 440,3 | 440,3 |
| Total de água aplicada (mm) | 523,4       | 523,4 | 523,4 |
| Percolação (mm) (1)         | 24,6        | 40,7  | 38,2  |

(1) - As perdas por percolação foram medidas apenas numa parcela com a cultivar H3044.

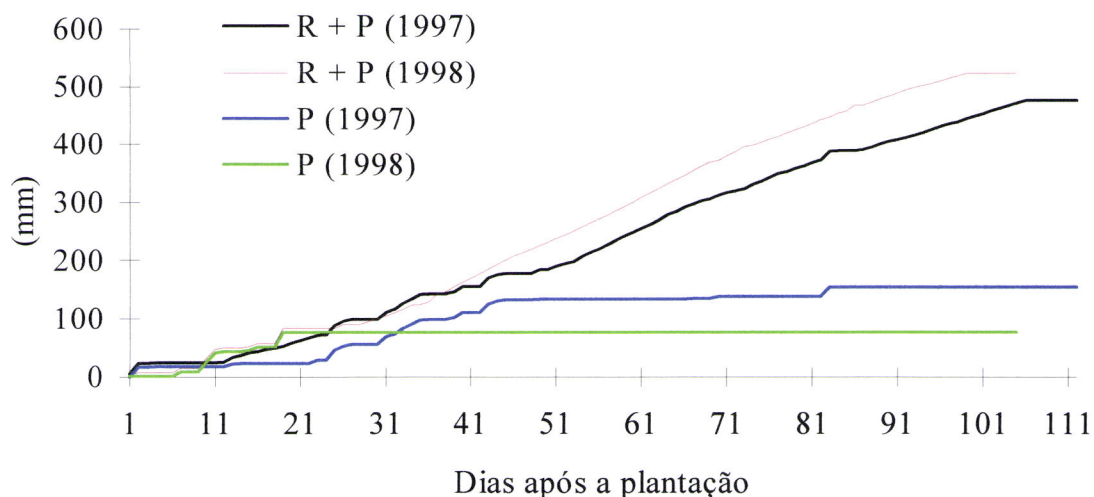


Fig. 3.1 – Valores acumulados de água aplicada diariamente (rega + precipitação) (R + P) e de precipitação (P) durante o ciclo cultural.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor caracterização do manejo da rega e das condições hídricas do solo indicam-se na figura 3.2 os valores diários da ETm, da precipitação, da rega e dos acumulados da ETm diária. É de destacar que a precipitação, em 1997 ocorre ao longo do ciclo e em 1998 concentra-se no seu início, o que terá influenciado as condições hídricas do solo.

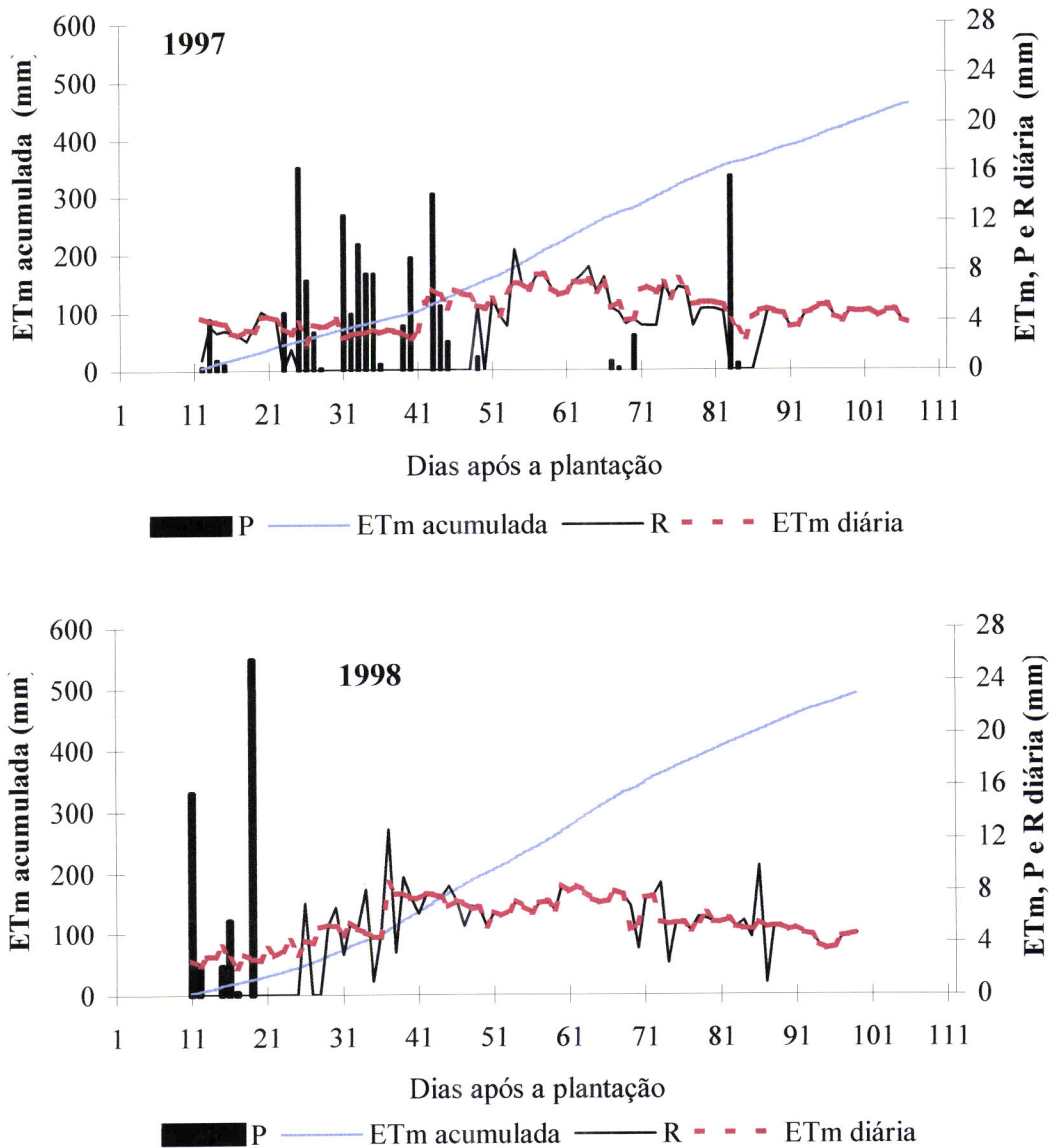


Fig. 3.2 – Valores diários de ETm, de precipitação (P), de rega (R) e valores acumulados da ETm diária, ao longo do ciclo da cultura, desde o início da rega gota-a-gota.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos riscos da rega subsuperficial em relação à superficial, sobretudo em solos arenosos, pode ser a perda de água por percolação. Nestes solos um manejo inadequado da rega pode levar a água para horizontes onde não existam raízes (Horánszky, 1986).

As perdas de água por percolação, nas modalidades de rega com o manejo utilizado, ocorreram apenas na fase inicial da cultura. No primeiro ano, os níveis de água perdida por percolação, nas modalidades de colocação dos gotejadores, com a cultivar H3044 foram muito próximos (Tab. 3.2 e fig. 3.3), tendo ocorrido no período em que a precipitação foi elevada, entre os 25 e 45 DAP e, como tal, não se regou. A partir dos 46 DAP não existiram perdas de água por percolação. Quanto às perdas de água por escoamento superficial podem-se considerar nulas. Para além do solo ser arenoso e não apresentar declive, a rega foi diária e, como tal, os volumes de água aplicados foram pequenos. Assim, pode-se deduzir que nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores com a cultivar H3044 a ETR terá sido idêntica. Phene *et al.* (1985a, 1989, 1992a) com tomate e Howell *et al.* (1997) com milho, em ensaios onde compararam rega gota-a-gota superficial com subsuperficial também observaram o mesmo comportamento.

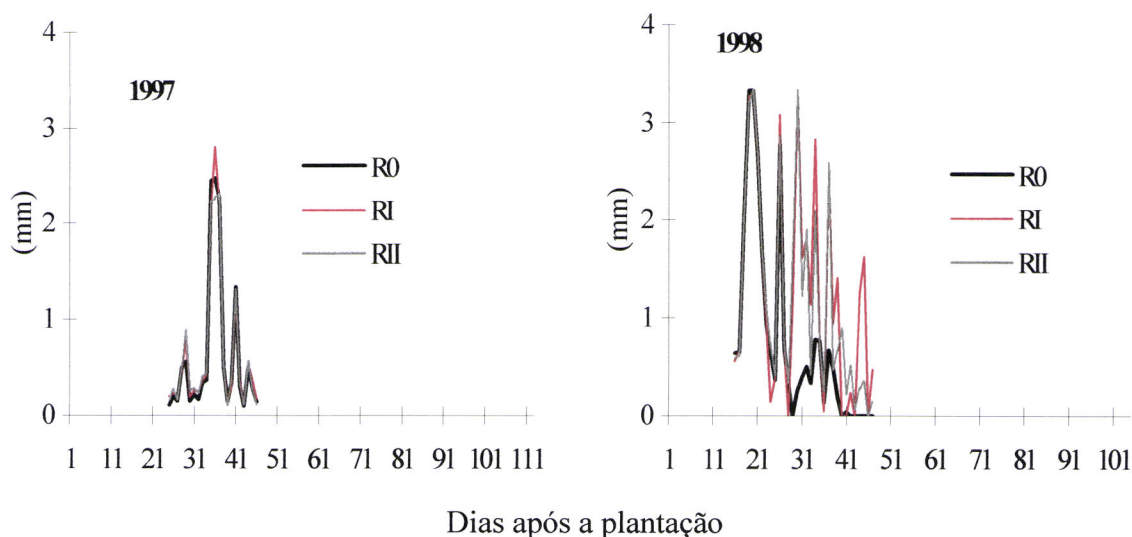


Fig. 3.3 – Valores diários de água perdida por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044).



A água perdida por percolação no segundo ano foi superior à registada no ano anterior e diferente nos vários tratamentos, tendo sido mais elevada nos de rega enterrada, nomeadamente em RI (40,7 mm) (Tab. 3.2 e fig. 3.3), que assim tiveram uma menor ETR. A maior evaporação em R0 no início da cultura, em que a cobertura do canopeu é menor, terá contribuído para a menor percolação observada neste tratamento. No ano anterior, no mesmo período, não se regou devido à precipitação, levando a que a ETR tivesse sido semelhante. É importante realçar que a ETR depende de vários factores nomeadamente da área molhada pela rega ou precipitação, do grau de cobertura do canopeu ao longo do ciclo da cultura e da influência da chuva e/ou da rega no crescimento e na actividade radical (Camp, 1998).

### 3.1.3 – Perdas de macronutrientes principais por percolação

As perdas por percolação de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, como foi referido em 2.3.1.4.1 apenas foram avaliadas no ensaio de 1998. Da análise das figuras 3.4, 3.5 e 3.6 constata-se que aquelas perdas, nos diferentes tratamentos de colocação dos gotejadores com a cultivar H3044, apenas ocorreram no período inicial da cultura entre os 19 DAP e os 47 DAP. Com rega gota-a-gota superficial, no mesmo solo e com técnicas culturais semelhantes, Calado *et al.* (1992) observaram o mesmo comportamento.

As perdas de N (Fig. 3.4) em RI (12,0 kg/ha) e RII (28,8 kg/ha) foram superiores às de R0 (5,1 kg/ha), tendo representado, respectivamente, 9,6%, 23,11%, e 4,1%, da quantidade total de N aplicado na adubação (124,6 kg/ha). Dado que estes resultados não afectaram significativamente a produção (ver 3.1.6.3.1), pode-se concluir que nos tratamentos com a rega gota-a-gota enterrada em relação à superficial se poderia ter reduzido a quantidade total de azoto aplicado, na adubação de fundo e/ou na fertirrega nas primeiras semanas de aplicação. Para uma resposta mais clara sobre esta matéria teria sido importante estudar os teores deste nutriente no solo e na planta, visto que a profundidade de colocação do tubo de rega afecta o padrão de distribuição dos sais à volta dos gotejadores, como salientam Phene (1985) e Hanson (1997e). Na rega gota-a-gota superficial existe tendência para a acumulação de sais à superfície do solo, na extremidade

do bolbo molhado, o que não acontece na subsuperficial (Phene, 1985; Phene *et al.*, 1987).

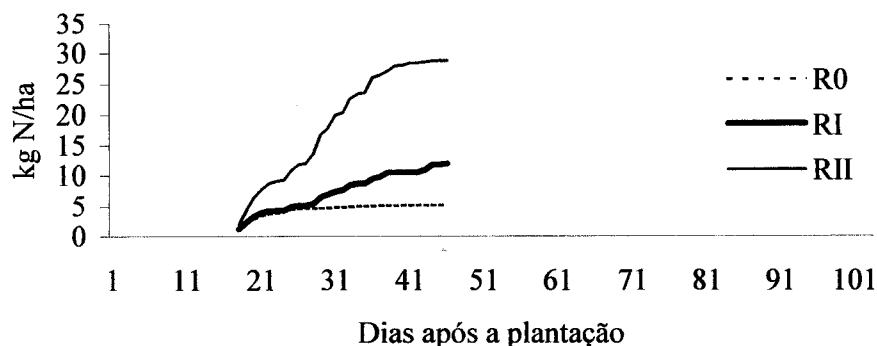


Fig. 3.4 – Valores acumulados de N perdidos diariamente por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044).

As perdas totais de  $P_2O_5$  e de  $K_2O$  (Figs. 3.5 e 3.6) nos diferentes tratamentos foram baixas. As de  $P_2O_5$  variaram entre 2,4 a 4,2 kg/ha e as de  $K_2O$  entre 7 e 10 kg/ha, tendo RII apresentado perdas de  $P_2O_5$  ligeiramente superiores às de RI e R0, os quais registaram valores semelhantes. No caso do fósforo, elemento de baixa mobilidade no solo, a sua aplicação em profundidade (RII), poderá ter contribuído para que se registassem perdas superiores às de R0 e RI. Phene *et al.* (1987) referem que a concentração deste nutriente é geralmente elevada junto aos gotejadores e diminui com a distância e com a profundidade.

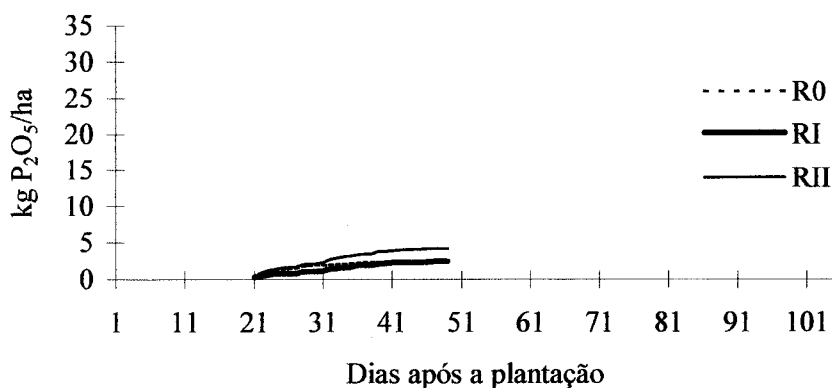


Fig. 3.5 – Valores acumulados de  $P_2O_5$  perdidos diariamente por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044).

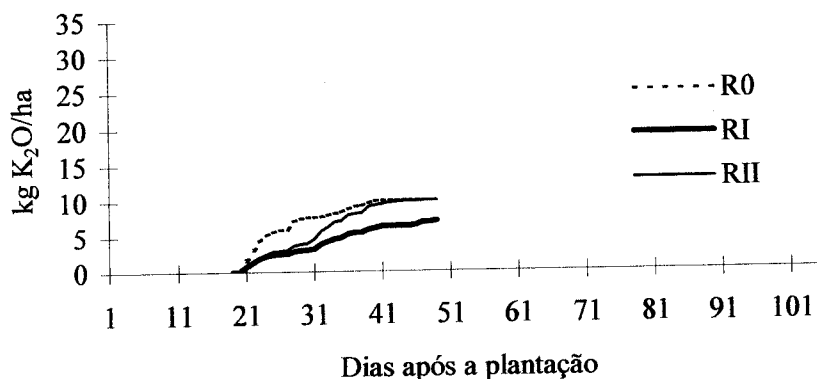


Fig. 3.6 – Valores acumulados de K<sub>2</sub>O perdidos diariamente por percolação nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (cultivar H3044).

### 3.1.4 – Condições hídricas do solo

#### 3.1.4.1 – Humidade

Quer para a cultivar quer para a interação profundidade de colocação do tubo de rega x cultivar, nos dois anos de ensaio, não se observaram diferenças significativas na humidade à superfície do solo (0-5 e 5-10 cm) (Anexo II). Na linha de cultura, nas camadas superficiais do solo (0-5 e 0-10 cm), em ambos os anos de ensaio, com exceção dos períodos em que ocorreu precipitação, a humidade foi menor nos tratamentos de rega enterrada (Figs. 3.7 e 3.8), como seria de esperar.

No primeiro ano de ensaio, a humidade em R0, RI e RII nas camadas superficiais do solo (0-5 e 0-10 cm), nas datas de amostragem próximas da ocorrência de precipitação (Fig. 3.2), entre os 27 e os 51 DAP e aos 87 DAP, foi semelhante nos diferentes tratamentos (Figs. 3.7 e 3.8 e anexo II). No período restante, a humidade do solo foi menor nos tratamentos de rega subsuperficial, tendo RII apresentado sempre valores mais baixos do que RI.

Em 1998, as diferenças foram mais nítidas, tendo o teor de água na camada de 0 a 5 cm sido significativamente maior em R0 do que em RI e RII, com exceção das amostragens realizadas a 20 e a 84 DAP (Fig. 3.7 e anexo II). Nestas datas, a precipitação ocorrida após a plantação, entre os dias 11 e 20 e a rega abaixo da ET<sub>m</sub>, por volta dos 84

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

DAP (Fig. 3.2), contribuíram para alterar a tendência registada ao longo do período experimental. Entre RI e RII não existiram diferenças significativas e, a partir da quarta data de amostragem, o teor de água foi próximo ou igual a zero (Fig. 3.7 e anexo II).

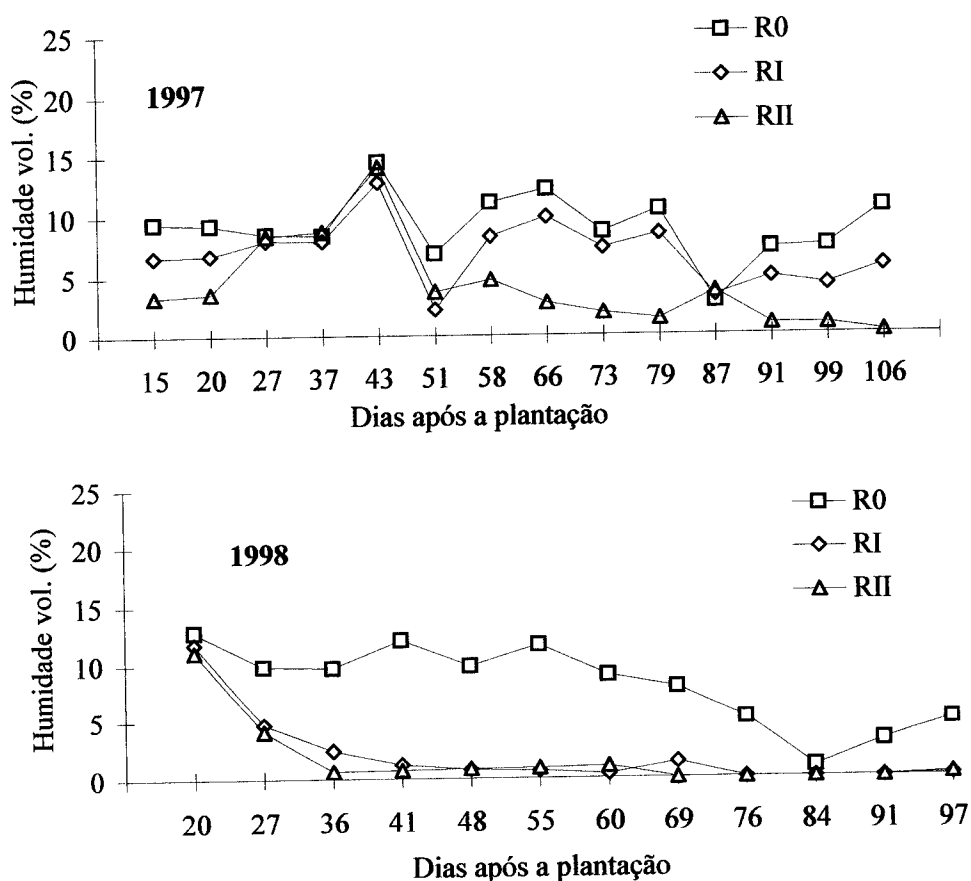


Fig. 3.7 – Evolução da humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0 - 5 cm de profundidade).

Na camada de 0 a 10 cm de profundidade (Fig. 3.8 e anexo II), a humidade, a partir dos 21 DAP, também foi significativamente maior em R0 do que em RI e RII. A humidade em RI foi quase sempre superior à registada em RII, mas, com nível significativo, apenas na quarta data de amostragem (42 DAP). Nestes tratamentos, a partir dos 48 DAP o teor de água variou entre 0 e 2,74% (Fig. 3.8).

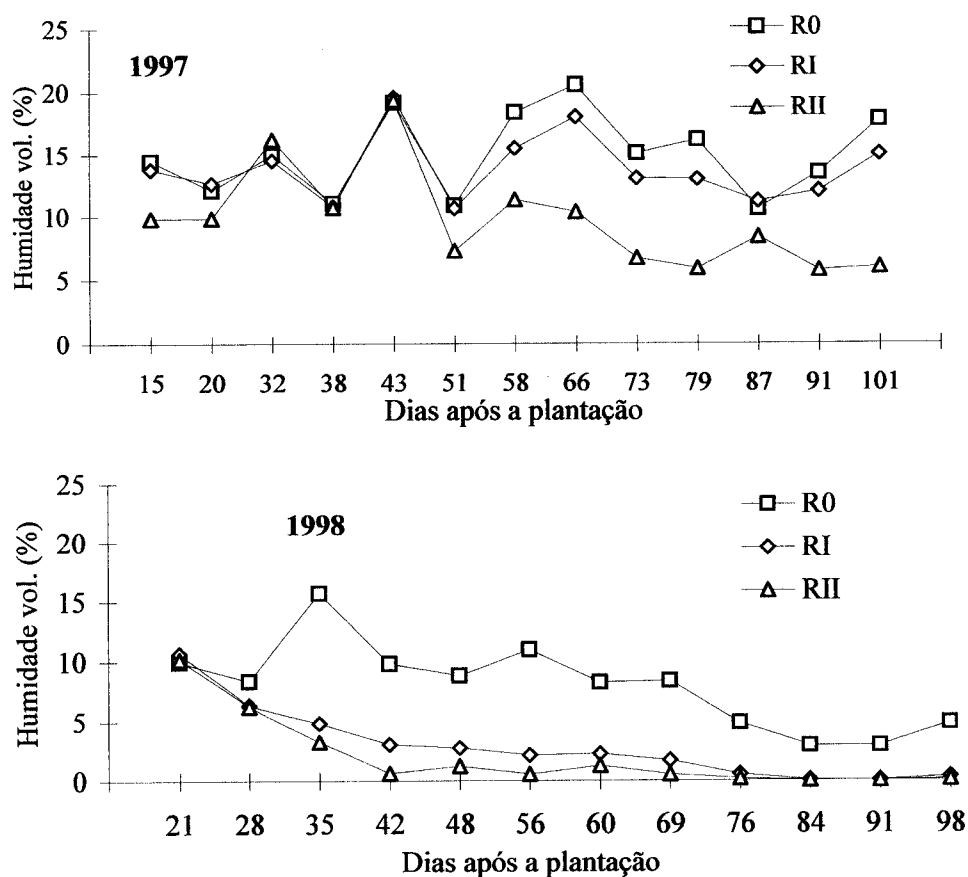


Fig. 3.8 – Evolução da humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0 - 10 cm de profundidade).

O ensaio de 1998, devido às condições climáticas prevalecentes, retrata melhor o efeito da profundidade de localização do tubo de rega na humidade à superfície do solo, permitindo concluir que, na linha de cultura, a camada de solo dos 0 aos 10 cm, nos tratamentos de rega subsuperficial permanece seca ou com valores muito baixos de humidade, durante a maior parte do ciclo.

Também Phene *et al.* (1987), num solo de textura franco argilosa, verificaram que com o sistema de rega instalado a 45 cm de profundidade, o solo permanecia seco nos primeiros 15 a 20 cm, funcionando esta camada como cobertura, limitando assim a perda de água do solo por difusão de vapor e evitando a acumulação de sais na camada superficial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A humidade a 37,5 e a 75 cm da linha de cultura (Fig. 3.9 e anexo II), na profundidade de 0 a 10 cm, foi medida apenas no segundo ano de ensaio. A 37,5 cm, a humidade em R0 teve uma evolução semelhante à observada nos restantes tratamentos, tendo sido significativamente maior apenas aos 35, 60 e 69 DAP. A partir dos 42 DAP a humidade em R0 manteve-se baixa, oscilando entre 0 e 3,51%, o que mostra que a área molhada pelos gotejadores colocados à superfície é pequena.

A profundidade do enterramento do tubo não afectou a humidade a 75 cm da linha de cultura (Fig. 3.9 e anexo II).

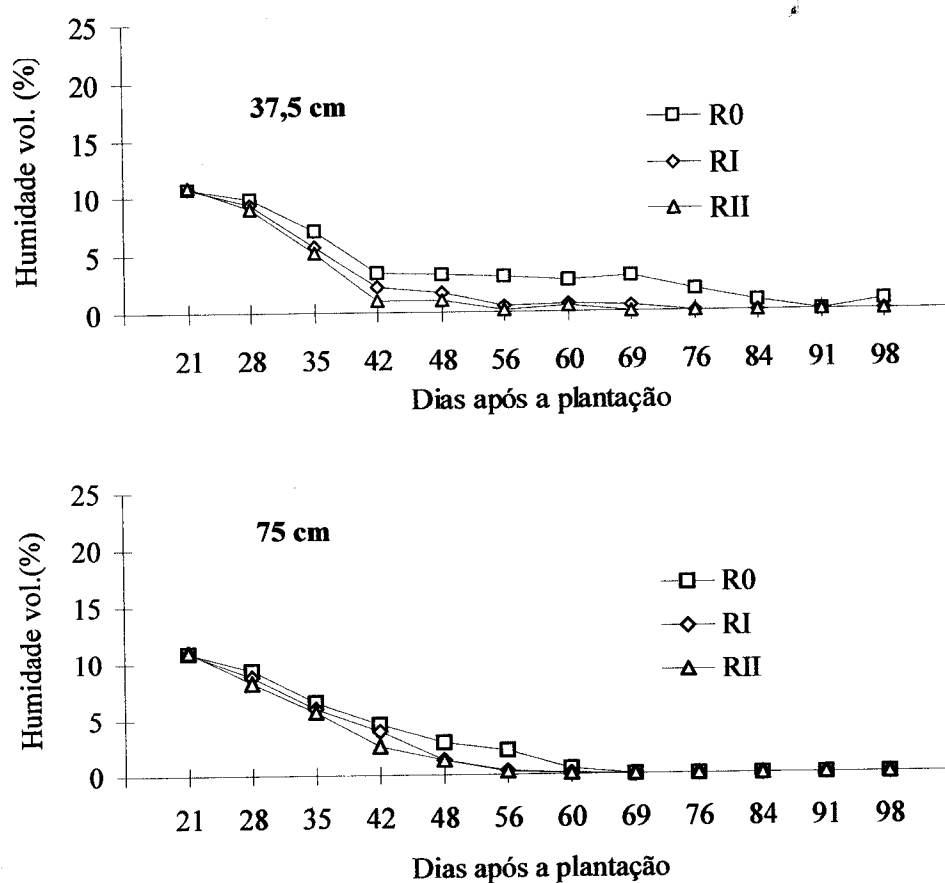


Fig. 3.9 – Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 37,5 e a 75 cm da linha de cultura (0 - 10 cm de profundidade) (1998).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

---

A observação de que na linha de cultura e a 37,5 cm desta, a rega subsuperficial contribui para manter a superfície do solo seca, durante a maior parte do ciclo de cultura, é importante por criar condições que não são favoráveis à ocorrência de doenças, de frutos podres e de infestantes.

Apesar dos valores de humidade à superfície terem sido maiores no tratamento de rega superficial, a evaporação poderá ter sido semelhante à dos tratamentos de rega subsuperficial devido ao efeito da cultura. A evaporação diminui com o aumento do canopeu das plantas, devido a uma redução do movimento do ar à superfície do solo e ao aumento da intercepção da luz pelo canopeu. Quando esta é superior a 90%, a evaporação diminui para valores próximos de zero (Phene *et al.*, 1985b). No presente estudo a parte aérea das plantas cresceu rapidamente e cobriu toda a superfície do solo entre as linhas de cultura. Assim as diferenças na ETR serão influenciadas pela área molhada e poderão ocorrer sobretudo no princípio do ciclo.

Os teores de água medidos com a sonda de neutrões, no perfil do solo, entre os 20 e os 100 cm de profundidade, em ambos os anos de ensaio, não foram afectados nem pela interacção profundidade de colocação do tubo de rega x cultivar, nem pela cultivar (Anexo II), tal como tinha acontecido para as camadas superficiais do solo,

A análise da evolução semanal da humidade, em 1997 e 1998, para cada modalidade de colocação dos gotejadores (Figs. 3.10 e 3.11), evidencia imediatamente que as principais diferenças nos teores de água em ambos os anos de ensaio, ocorreram a 20 cm de profundidade. Nesta camada, em 1997, a humidade do solo (Fig. 3.10 e anexo II), na primeira data de amostragem (20 DAP) foi significativamente inferior no tratamento RII. Na segunda e na terceira datas de amostragem, devido à precipitação ocorrida neste período, os valores foram semelhantes nos diferentes tratamentos. Nas restantes datas, em R0 e RI as condições hídricas do solo foram idênticas, mas em RII observaram-se teores de água significativamente menores. Em 1998, nas datas de amostragem compreendidas entre os 32 e os 67 DAP, R0 apresentou teores de água mais elevados do que RI e este superiores a RII (Fig. 3.10 e anexo II). A partir de 74 DAP não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

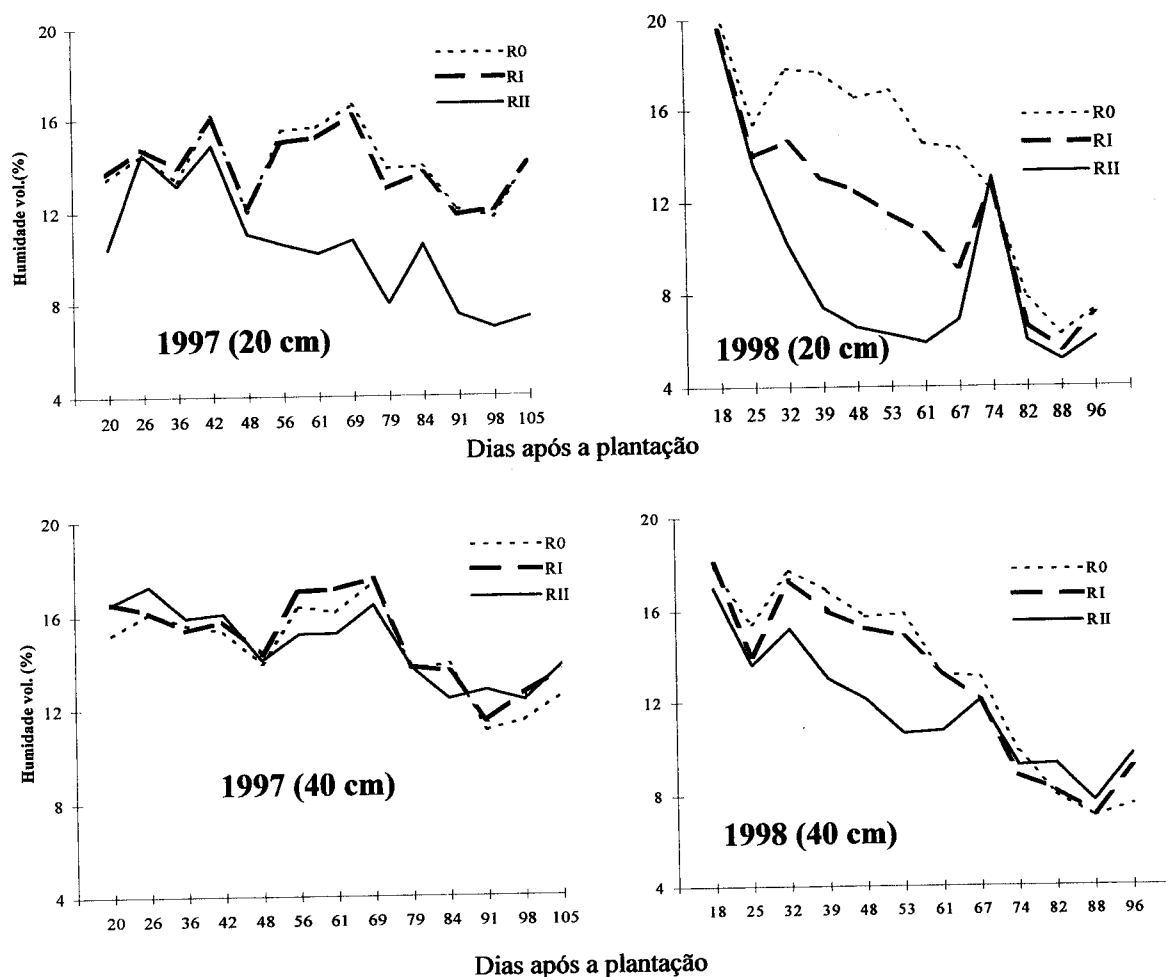


Fig. 3.10 – Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 20 e a 40 cm de profundidade.

Em relação à humidade do solo abaixo dos 20 cm de profundidade, verifica-se que as diferenças entre tratamentos foram em geral reduzidas (Figs. 3.10 e 3.11). No primeiro ano, a humidade do solo a 40, 60 e 80 cm de profundidade foi semelhante nos diferentes tratamentos e datas de amostragem (Figs. 3.10 e 3.11 e anexo II). A 100 cm de profundidade, a humidade foi significativamente maior em RII, entre os 26 e os 48 DAP e aos 69 e 79 DAP (Fig. 3.11 e anexo II).

No segundo ano, à profundidade de 40 cm, com excepção da última data de amostragem, os teores de água em R0 e RI não apresentaram diferenças significativas (Fig. 3.10 e anexo II), mas em RII, entre os 32 e os 61 DAP (Fig. 3.10), foram significativamente menores do que nos outros tratamentos. A 60 cm de profundidade (Fig.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

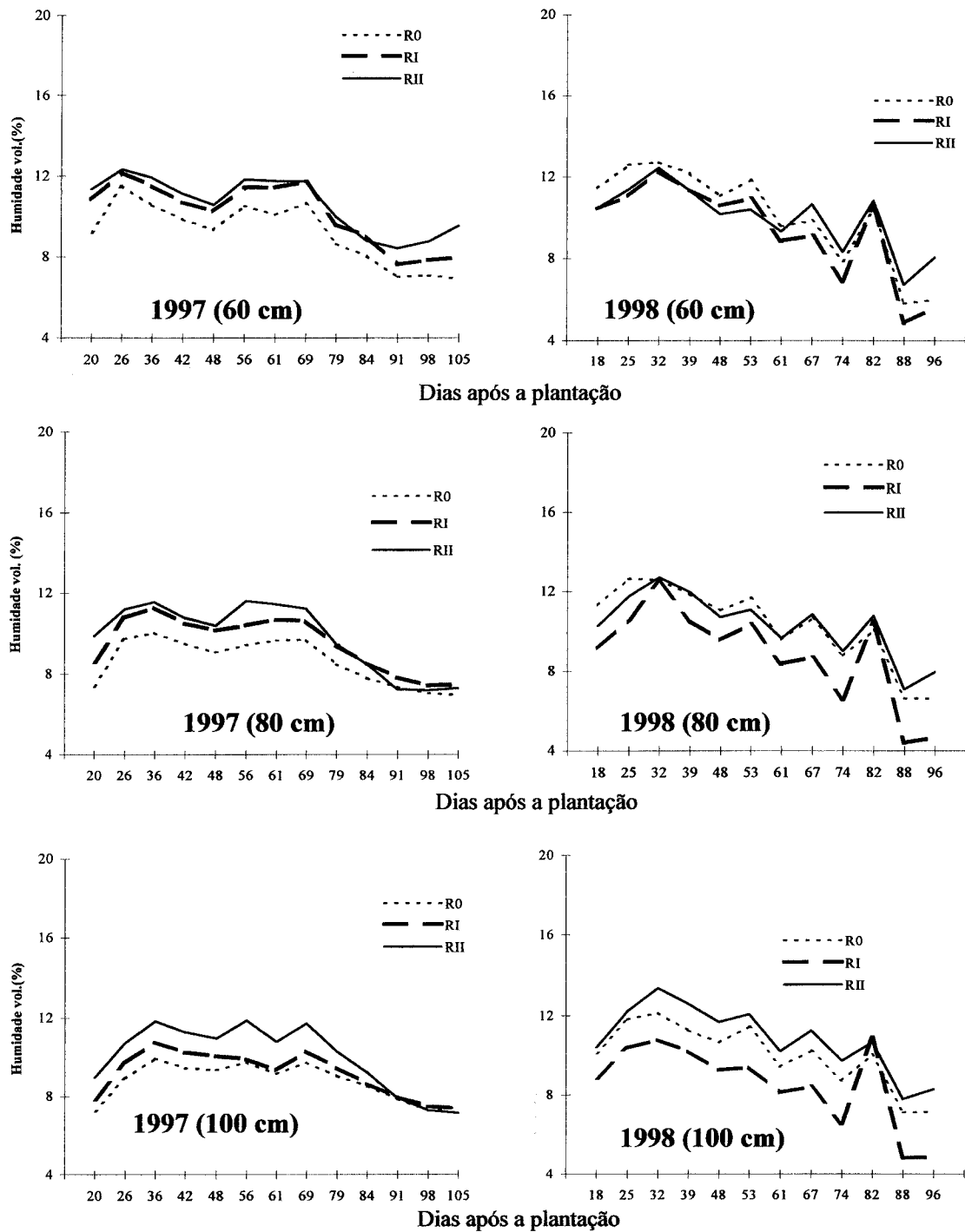


Fig. 3.11– Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 60, a 80 e a 100 cm de profundidade.

3.11) o teor de água apenas diferiu em duas datas de amostragem, aos 25 e aos 96 DAP e a 80 e 100 cm de profundidade não apresentou diferenças significativas (Fig. 3.11 e anexo II).

Pode-se concluir que as disponibilidades hídricas para as plantas, a 20 cm dos gotejadores, entre os 40 a 100 cm de profundidade foram semelhantes. As maiores diferenças ocorreram sobretudo a 20 cm de profundidade, particularmente em 1998, ano que, como se refere atrás, retrata melhor os efeitos da profundidade de colocação dos gotejadores na humidade do solo. Assim, deduz-se que a absorção de água nos tratamentos de rega subsuperficial acontece sobretudo junto às zonas onde aquela foi aplicada, onde também foi observada uma elevada concentração de raízes finas à volta dos gotejadores (ver 3.1.5).

### 3.1.4.2 – Potencial de água do solo

As leituras dos tensiómetros permitiram acompanhar a evolução diária da tensão da água do solo e verificar a ocorrência de movimento de água em profundidade. A observação da figura 3.12 permite destacar que a evolução do potencial da água do solo a 20 cm, nos dois anos de ensaio, foi semelhante em R0 e RI. A colocação do tubo de rega gota-a-gota a 40 cm da superfície do solo (RII) originou que o potencial da água durante grande parte do ciclo apresentasse valores bastante mais baixos do que R0 e RI, algumas vezes inferior a  $-50$  kPa (Fig. 3.12).

No ensaio de 1997, a idêntica evolução até aos 51 DAP, do potencial de água do solo, a 20 cm, nos diferentes tratamentos (Fig. 3.12), deveu-se à precipitação (Fig. 3.2). A partir desta data e até ao corte da rega, as diferenças entre R0 e RI, para as duas cultivares, foram pequenas, mas RII, de um modo geral, apresentou valores mais baixos. Aos 88 DAP o potencial a 20 cm diminuiu drasticamente em todos os tratamentos. Este comportamento terá sido consequência do corte de rega devido à precipitação registada nos dias anteriores. Em 1998, R0 e RI também apresentaram comportamento semelhante ao longo do ciclo, mas RI em relação a R0 teve maiores variações de potencial hídrico (Fig. 3.12), do que as observadas no ano anterior.

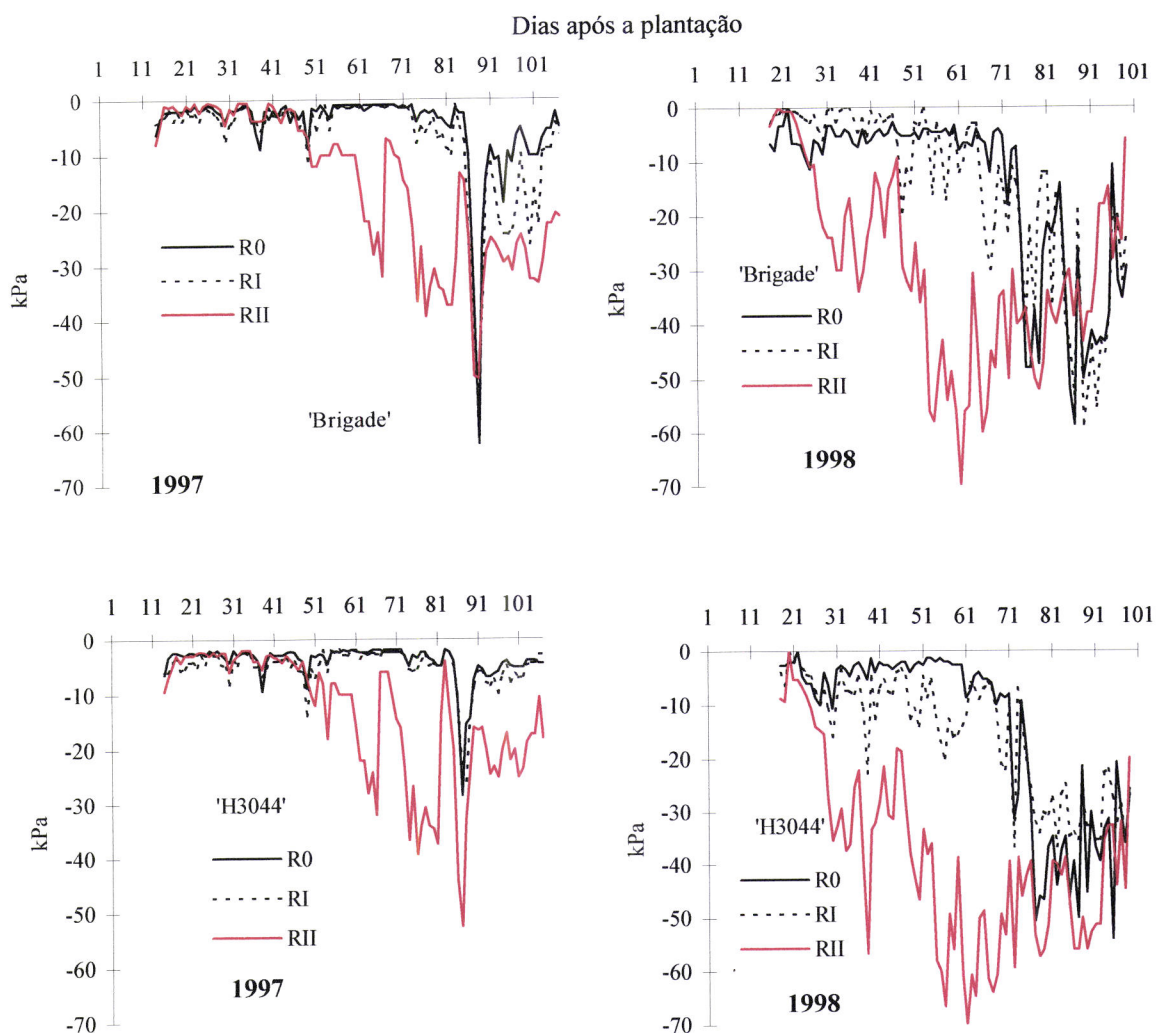


Fig. 3.12 – Evolução diária dos potenciais da água do solo a 20 cm de profundidade nos diferentes tratamentos. (Cada valor é a média de três observações).

A mudança do  $K_c$ , aos 82 e 75 DAP, respectivamente em 1997 e 1998, altura em que se atingiu o completo desenvolvimento da 1ª inflorescência, levou a que o potencial hídrico do solo, em R0 e RI apresentasse valores mais baixos, na fase final do ciclo, do que no período anterior. Em 1998, estes valores foram frequentemente inferiores a  $-30$  kPa, significando que a aplicação da água foi inferior às necessidades das plantas (Fig. 3.12).

O abaixamento do potencial na fase final do ciclo é desejável, uma vez que, embora possa provocar ligeiras quebras na produção, contribuirá para melhorar as características tecnológicas da matéria-prima. Em ensaios realizados no mesmo solo

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calado (1991) verificou que os sólidos solúveis, os sólidos totais e a cor aumentaram significativamente com baixos potenciais de água do solo, durante os períodos C (desde o primeiro fruto vingado até ao completo desenvolvimento dos frutos da primeira inflorescência) e D (desde o final do período C até 75% dos frutos vermelhos + alaranjados), principalmente no segundo.

A evolução do potencial da água do solo a 60 cm de profundidade, em 1997, foi semelhante para as diferentes modalidades de colocação do tubo de rega (Fig. 3.13). Na fase final do ciclo o potencial da água do solo na 'Brigade' apresentou valores mais baixos do que na 'H3044'.

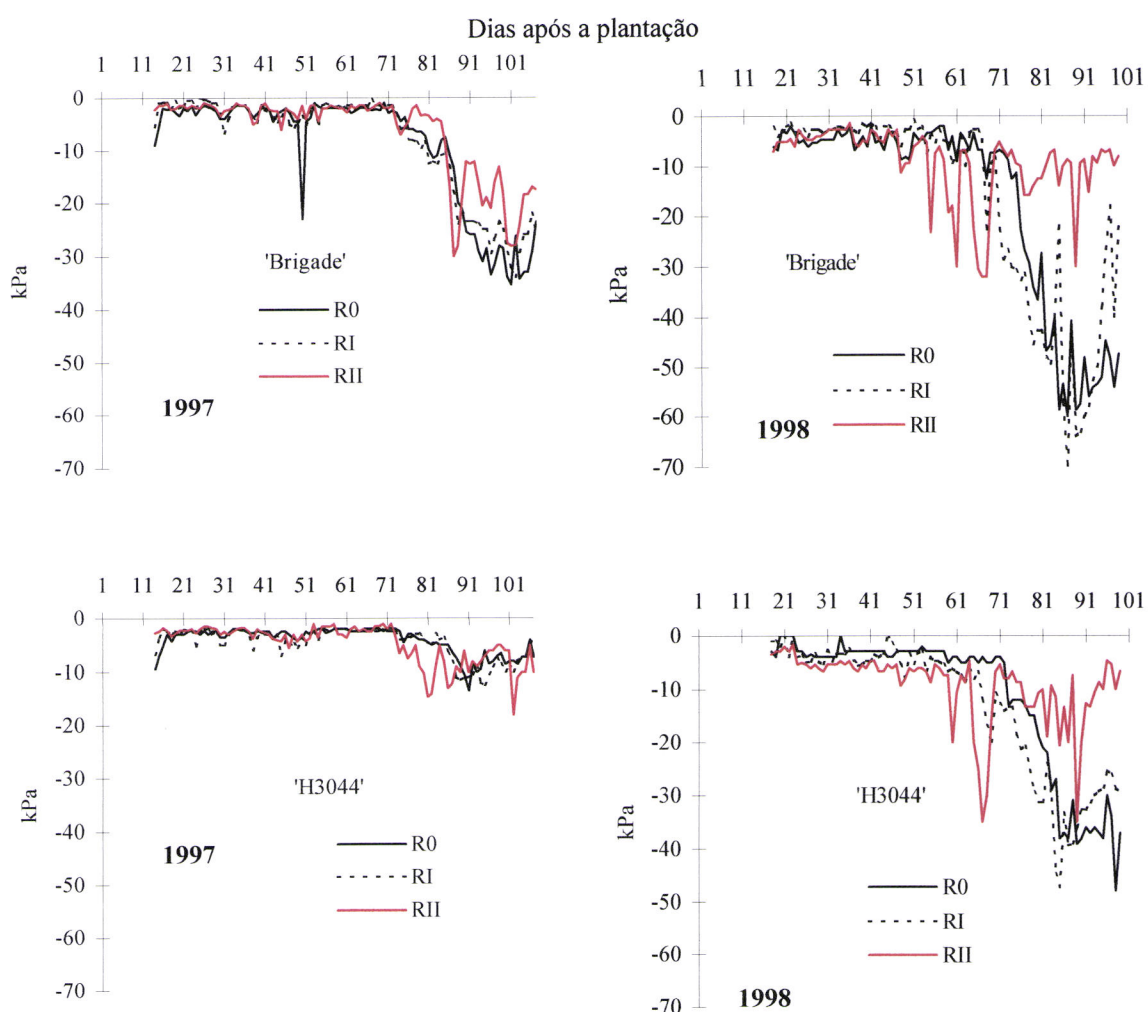


Fig. 3.13 – Evolução diária dos potenciais da água do solo a 60 cm de profundidade nos diferentes tratamentos. (Cada valor é a média de três observações).

No segundo ano de ensaio, até cerca dos 51 DAP, os valores em R0, RI e RII foram semelhantes. A partir desta data, a evolução em R0 e RI foi semelhante, mas os valores de RI são ligeiramente mais baixos até aos 80 DAP e depois até ao fim do ciclo, de um modo geral mais elevados (Fig. 3.13). A partir dos 71 DAP, tanto na 'Brigade' como na 'H3044', o potencial da água do solo, ao contrário de 1997, foi afectado pela profundidade de colocação do tubo de rega, tendo RII apresentado valores mais elevados do que R0 e RI.

Entre os dois anos de ensaio a diferente evolução do potencial da água do solo a 20 e 60 cm de profundidade, está relacionada com as condições climáticas prevaletentes.

Tanto em 1997 como em 1998 as condições hídricas para as plantas, foram idênticas a 20 e a 60 cm de profundidade, em R0 e RI, como o comprova a evolução do potencial hídrico.

Em relação à existência de movimento de água em profundidade, verificou-se que nos diferentes tratamentos em ambos os anos de ensaio e até cerca dos 70 DAP, os valores do potencial a 60 cm de profundidade foram elevados (Fig. 3.13), frequentemente maiores do que os medidos a 20 cm (Fig. 3.12), o que indicia ter havido movimento de água em profundidade. As observações feitas através dos lisímetros até cerca dos 46 DAP (1997) e dos 47 DAP (1998) (ver 3.1.2) suportam esta conclusão. Entre estas datas e os 70 DAP, embora não se tenha observado água nos lisímetros, poderá ter ocorrido movimento de água em profundidade, a qual terá sido absorvida pelas raízes, presentes entre os 60 e 100 cm (ver 3.1.5). No resto do ciclo, em cada ano de ensaio, o comportamento do potencial da água em R0 e RI foi distinto. Em 1997, os valores a 60 cm de profundidade (Fig. 3.13) foram frequentemente mais elevados do que a 20 cm (Fig. 3.12), sobretudo na 'H3044', o que indica também a existência de movimento de água em profundidade. Em 1998, a partir dos 70 DAP, os valores do potencial a 20 e a 60 em R0 e RI foram baixos, frequentemente inferiores a  $-30$  kPa, significando que não existiu movimento de água. Em RII, a partir dos 70 DAP, também ocorreram alguns valores de potencial elevados, superiores à humidade correspondente a pF 2 ( $-10$  kPa), a 60 cm de profundidade, indiciando a ocorrência de movimento de água.



### **3.1.5 – Intensidade e densidade radical**

Embora também se tenham determinado os valores de intensidade radical, em termos de número de raízes por unidade de superfície do minirizotróo (IR<sub>n</sub>), optou-se por analisar apenas os valores da intensidade radical, em termos de comprimento de raízes por unidade de superfície do minirizotróo (IR<sub>c</sub>), devido aos últimos apresentarem melhores correlações com os valores da densidade radical observada com o método da sonda (ver 3.4).

No ensaio de 1997, a análise de variância efectuada sobre os valores transformados da IR<sub>c</sub>, permitiu observar que a influência dos tratamentos nesta, por local de amostragem e datas de observação, só nalgumas situações apresentou resultados significativamente diferentes (Tabs. 3.3 a 3.5). A 10, a 37,5 e a 75 cm da linha de cultura, a interacção dos tratamentos e a cultivar raramente tiveram influência significativa na IR<sub>c</sub> (Tabs. 3.3 a 3.5).

A 10 cm da linha de cultura (Tab. 3.3) a profundidade de colocação do tubo de rega apenas afectou a IR<sub>c</sub>:

- Aos 40 DAP, na profundidade de 50 a 60 cm, apresentando valores mais elevados em RI e RII.
- Aos 82 DAP, nas quatro camadas entre os 10 e 50 cm de profundidade, apresentando entre os 10 e 30 cm de profundidade valores mais elevados em R0 e dos 30 aos 50 cm em RI. Dos 70 a 80 cm de profundidade RI apresentou o valor mais elevado.
- Aos 106 DAP, na profundidade de 80 a 90 cm, RI apresentou valores mais elevados do que R0 e RII.

A 37,5 cm da linha de cultura (Tab. 3.4), a IR<sub>c</sub> foi afectada pela profundidade de colocação do tubo de rega:

- Aos 40 DAP, de 50 a 60 cm de profundidade, apresentando valores mais elevados nos tratamentos de rega subsuperficial do que em R0.
- Aos 82 DAP, de 80 a 90 cm, apresentando RI valores mais elevados.
- Aos 114 DAP, na profundidade de 70 a 80 cm, apresentando RI o valor mais elevado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tab. 3.3 – Valor médio da IRc transformada ( $y = \sqrt{IRc+1}$ ), a 10 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1997)

| Factores                                                      | Profundidade (cm) |         |          |         |         |         |         |         |         |          |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                                                               | 0 - 10            | 10 - 20 | 20 - 30  | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60 | 60 - 70 | 70 - 80 | 80 - 90 | 90 - 100 |
| <b>40 DAP (1º fruto vingado)</b>                              |                   |         |          |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 3,36              | 4,18    | 3,71     | 3,39    | 4,50    | 2,87b   | 3,84    | 4,27    |         |          |
| RI                                                            | 2,41              | 4,59    | 2,16     | 5,64    | 8,15    | 4,08a   | 3,74    | 4,41    |         |          |
| RII                                                           | 1,00              | 1,00    | 4,26     | 5,63    | 6,84    | 6,04a   | 4,89    | 2,53    |         |          |
| 'Brigade'                                                     | 1,00              | 2,56    | 2,57     | 3,91    | 7,05    | 4,53    | 3,49    | 3,84    |         |          |
| 'H3044'                                                       | 3,51              | 3,95    | 4,18     | 5,86    | 6,62    | 4,13    | 4,82    | 3,99    |         |          |
| F (R)                                                         | 2,88NS            | 1,24NS  | 0,69NS   | 1,31NS  | 1,13NS  | 7,55*   | 1,19NS  | 0,64NS  |         |          |
| F (C)                                                         | 3,44NS            | 1,67NS  | 1,71NS   | 1,28NS  | 0,02NS  | 0,06NS  | 0,70NS  | 0,38NS  |         |          |
| F (R*C)                                                       | 7,07*             | 1,17NS  | 1,00NS   | 3,88NS  | 0,13NS  | 0,26NS  | 0,15NS  | 0,27NS  |         |          |
| <b>82 DAP (Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência)</b> |                   |         |          |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 8,11              | 8,49a   | 11,40a   | 8,18ab  | 12,17b  | 3,91    | 4,73    | 2, 10b  |         |          |
| RI                                                            | 6,17              | 6,68b   | 9,30c    | 12,05a  | 12,83a  | 6,75    | 5,84    | 3,12ab  |         |          |
| RII                                                           | 4,45              | 7,38ab  | 10,30b   | 7,56b   | 7,81b   | 5,02    | 4,33    | 2,16b   |         |          |
| 'Brigade'                                                     | 4,45              | 4,91    | 9,66     | 7,94    | 10,72   | 5,38    | 4,23    | 3,27    |         |          |
| 'H3044'                                                       | 8,03              | 10,12   | 10,88    | 10,58   | 9,80    | 5,07    | 5,71    | 3,42    |         |          |
| F (R)                                                         | 0,41NS            | 12,20*  | 50,31*** | 11,57*  | 30,95** | 3,93NS  | 1,59NS  | 8,59*   |         |          |
| F (C)                                                         | 9,70NS            | 3,21NS  | 0,64NS   | 1,83NS  | 0,09NS  | 0,05NS  | 1,55NS  | 0,02NS  |         |          |
| F (R*C)                                                       | 1,94NS            | 0,67NS  | 1,59NS   | 0,42NS  | 0,16NS  | 0,22NS  | 0,26NS  | 0,03NS  |         |          |
| <b>106 DAP (75% de frutos vermelhos + alaranjados)</b>        |                   |         |          |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 2,65              | 5,35    | 9,73     | 5,24    | 13,21   | 4,68    | 4,40    | 4,60    | 4,43b   | 4,28     |
| RI                                                            | 4,07              | 4,54    | 7,80     | 6,22    | 8,92    | 4,58    | 3,69    | 5,20    | 6,01a   | 5,64     |
| RII                                                           | 4,48              | 7,12    | 7,80     | 7,69    | 8,59    | 4,91    | 3,35    | 3,19    | 3,26b   | 2,80     |
| 'Brigade'                                                     | 2,88              | 4,95    | 8,89     | 8,60    | 10,84   | 4,78    | 4,26    | 5,01    | 4,77    | 4,35     |
| 'H3044'                                                       | 4,59              | 6,40    | 7,80     | 4,20    | 9,60    | 4,68    | 3,38    | 3,65    | 4,36    | 4,13     |
| F (R)                                                         | 0,44NS            | 1,06NS  | 0,64NS   | 0,42NS  | 1,30NS  | 0,03NS  | 6,62NS  | 2,11NS  | 6,74*   | 3,98NS   |
| F (C)                                                         | 2,84NS            | 0,55NS  | 0,28NS   | 3,22NS  | 0,75NS  | 0,01NS  | 0,84NS  | 0,88NS  | 0,21NS  | 0,05NS   |
| F (R*C)                                                       | 2,54NS            | 0,84NS  | 0,36NS   | 0,09NS  | 0,48NS  | 0,89NS  | 1,80NS  | 0,44NS  | 0,57NS  | 1,48NS   |
| <b>114 DAP (Colheita)</b>                                     |                   |         |          |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 3,12              | 6,22    | 7,22     | 3,50    | 5,50    | 3,69    | 5,29    | 2,93b   | 4,09    | 3,93     |
| RI                                                            | 5,76              | 4,10    | 4,53     | 6,92    | 9,24    | 5,42    | 5,19    | 4,48a   | 4,93    | 4,47     |
| RII                                                           | 4,15              | 5,39    | 7,59     | 6,28    | 7,79    | 5,75    | 5,99    | 3,91ab  | 3,85    | 3,77     |
| 'Brigade'                                                     | 4,23              | 4,41    | 6,44     | 4,33    | 7,76    | 5,25    | 5,71    | 5,07a   | 4,79    | 4,96     |
| 'H3044'                                                       | 4,46              | 6,07    | 6,46     | 6,77    | 7,25    | 4,66    | 5,28    | 2,48b   | 3,79    | 3,17     |
| F (R)                                                         | 0,35NS            | 0,24NS  | 1,43NS   | 1,65NS  | 0,87NS  | 6,80NS  | 0,20NS  | 12,90*  | 0,69NS  | 0,51NS   |
| F (C)                                                         | 0,03NS            | 0,62NS  | 0,00NS   | 1,40NS  | 0,06NS  | 0,21NS  | 0,13NS  | 7,42*   | 0,38NS  | 2,01NS   |
| F (R*C)                                                       | 2,61NS            | 0,96NS  | 0,00NS   | 0,36NS  | 2,85NS  | 0,14NS  | 1,70NS  | 2,32NS  | 0,67NS  | 0,31NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tab. 3.4 – Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 37,5 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1997)

| Factores                                                      | Profundidade (cm) |         |         |         |         |          |         |         |         |          |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|
|                                                               | 0 - 10            | 10 - 20 | 20 - 30 | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60  | 60 - 70 | 70 - 80 | 80 - 90 | 90 - 100 |
| <b>40 DAP (1º fruto vingado)</b>                              |                   |         |         |         |         |          |         |         |         |          |
| R0                                                            | 4,51              | 6,32    | 6,16    | 4,18    | 3,66    | 1,23 b   |         |         |         |          |
| RI                                                            | 7,60              | 7,10    | 7,45    | 11,69   | 11,69   | 6,84 a   |         |         |         |          |
| RII                                                           | 2,48              | 5,40    | 7,16    | 5,23    | 9,33    | 6,63 a   |         |         |         |          |
| 'Brigade'                                                     | 5,69              | 7,07    | 6,32    | 6,97    | 8,09    | 4,74     |         |         |         |          |
| 'H3044'                                                       | 4,04              | 6,14    | 7,52    | 7,09    | 8,36    | 5,07     |         |         |         |          |
| F (R)                                                         | 1,84NS            | 0,45NS  | 0,05NS  | 3,06NS  | 4,78NS  | 38,25*** |         |         |         |          |
| F (C)                                                         | 1,06NS            | 0,20NS  | 0,49NS  | 0,02NS  | 0,01NS  | 0,18NS   |         |         |         |          |
| F (R*C)                                                       | 2,69NS            | 0,04NS  | 0,31NS  | 0,27NS  | 2,84NS  | 0,23NS   |         |         |         |          |
| <b>82 DAP (Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência)</b> |                   |         |         |         |         |          |         |         |         |          |
| R0                                                            | 6,28              | 10,10   | 5,38    | 5,36    | 2,92    | 2,49     | 3,98    | 3,21    | 2,74ab  | 3,83     |
| RI                                                            | 4,76              | 6,61    | 7,65    | 10,09   | 9,95    | 5,08     | 4,68    | 4,67    | 5,28a   | 5,16     |
| RII                                                           | 3,32              | 3,76    | 4,29    | 6,16    | 8,13    | 3,07     | 2,51    | 2,97    | 1,86b   | 2,88     |
| 'Brigade'                                                     | 5,12              | 7,88    | 6,48    | 5,71    | 7,33    | 3,66     | 3,55    | 3,54    | 3,31    | 4,88     |
| 'H3044'                                                       | 4,46              | 5,77    | 5,08    | 8,69    | 6,66    | 3,44     | 3,90    | 3,01    | 3,28    | 3,03     |
| F (R)                                                         | 0,74NS            | 3,45NS  | 2,10NS  | 4,21NS  | 3,95NS  | 2,02NS   | 1,06NS  | 2,14NS  | 9,86*   | 4,13NS   |
| F (C)                                                         | 0,19NS            | 1,12NS  | 0,26NS  | 2,04NS  | 0,12NS  | 0,02NS   | 0,07NS  | 0,47NS  | 0,00NS  | 4,56NS   |
| F (R*C)                                                       | 0,18NS            | 0,75NS  | 0,74NS  | 0,68NS  | 0,70NS  | 0,57NS   | 0,02NS  | 2,60NS  | 0,56NS  | 0,93NS   |
| <b>106 DAP (75% de frutos vermelhos + alaranjados)</b>        |                   |         |         |         |         |          |         |         |         |          |
| R0                                                            | 3,79              | 7,20    | 7,53    | 5,76    | 6,19    | 1,42     | 2,13    | 2,15    | 1,91    | 1,96     |
| RI                                                            | 3,60              | 7,88    | 7,98    | 9,28    | 6,72    | 1,42     | 2,26    | 2,26    | 2,52    | 2,07     |
| RII                                                           | 2,90              | 5,03    | 5,80    | 6,63    | 7,19    | 1,32     | 1,69    | 1,81    | 2,04    | 2,17     |
| 'Brigade'                                                     | 4,36              | 5,93    | 8,16    | 5,28    | 5,00    | 1,54     | 1,89    | 2,29    | 1,77    | 1,71     |
| 'H3044'                                                       | 2,50              | 7,48    | 6,06    | 9,16    | 8,40    | 1,23     | 2,17    | 1,90    | 2,54    | 2,42     |
| F (R)                                                         | 1,05NS            | 0,83NS  | 0,97NS  | 1,59NS  | 0,04NS  | 0,68NS   | 0,86NS  | 0,98NS  | 1,11NS  | 0,05NS   |
| F (C)                                                         | 2,64NS            | 0,44NS  | 0,73NS  | 3,15NS  | 1,77NS  | 2,62NS   | 0,39NS  | 0,78NS  | 3,38NS  | 1,86NS   |
| F (R*C)                                                       | 1,61NS            | 0,33NS  | 1,09NS  | 0,65NS  | 0,25NS  | 1,83NS   | 0,34NS  | 1,09NS  | 0,64NS  | 0,22NS   |
| <b>114 DAP (Colheita)</b>                                     |                   |         |         |         |         |          |         |         |         |          |
| R0                                                            | 3,12              | 6,22    | 7,22    | 3,50    | 5,50    | 3,69     | 5,29    | 2,93b   | 4,09    | 3,93     |
| RI                                                            | 5,76              | 4,10    | 4,53    | 6,92    | 9,24    | 5,42     | 5,19    | 4,48a   | 4,93    | 4,47     |
| RII                                                           | 4,15              | 5,39    | 7,59    | 6,28    | 7,79    | 5,75     | 5,99    | 3,91ab  | 3,85    | 3,77     |
| 'Brigade'                                                     | 4,23              | 4,41    | 6,44    | 4,33    | 7,76    | 5,25     | 5,71    | 5,07a   | 4,79    | 4,96     |
| 'H3044'                                                       | 4,46              | 6,07    | 6,46    | 6,77    | 7,25    | 4,66     | 5,28    | 2,48b   | 3,79    | 3,17     |
| F (R)                                                         | 0,35NS            | 0,24NS  | 1,43NS  | 1,65NS  | 0,87NS  | 6,80NS   | 0,20NS  | 12,90*  | 0,69NS  | 0,51NS   |
| F (C)                                                         | 0,03NS            | 0,62NS  | 0,00NS  | 1,40NS  | 0,06NS  | 0,21NS   | 0,13NS  | 7,42*   | 0,38NS  | 2,01NS   |
| F (R*C)                                                       | 2,61NS            | 0,96NS  | 0,00NS  | 0,36NS  | 2,85NS  | 0,14NS   | 1,70NS  | 2,32NS  | 0,67NS  | 0,31NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tab. 3.5 – Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{(IRc+1)}$ ), a 75 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1997)

| Factores                                                      | Profundidade (cm) |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                                                               | 0 - 10            | 10 - 20 | 20 - 30 | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60 | 60 - 70 | 70 - 80 | 80 - 90 | 90 - 100 |
| <b>40 DAP (1º fruto vingado)</b>                              |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 2,40              | 4,70    | 3,08    | 1,92    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |         |         |          |
| RI                                                            | 6,32              | 5,22    | 6,16    | 7,27    | 6,63    | 3,46    | 2,78    |         |         |          |
| RII                                                           | 4,24              | 3,50    | 1,93    | 2,35    | 4,27    | 1,94    | 1,00    |         |         |          |
| 'Brigade'                                                     | 2,27              | 3,35    | 4,15    | 3,17    | 3,50    | 1,44    | 1,30    |         |         |          |
| 'H3044'                                                       | 6,37              | 5,60    | 3,30    | 4,46    | 4,44    | 2,82    | 1,89    |         |         |          |
| F (R)                                                         | 1,22NS            | 0,53NS  | 2,24NS  | 4,68NS  | 2,17NS  | 1,91NS  | 1,00NS  |         |         |          |
| F (C)                                                         | 3,64NS            | 0,66NS  | 0,20NS  | 0,82NS  | 0,23NS  | 3,51NS  | 1,00NS  |         |         |          |
| F (R*C)                                                       | 0,37NS            | 0,71NS  | 0,07NS  | 0,41NS  | 0,06NS  | 0,90NS  | 1,00NS  |         |         |          |
| <b>82 DAP (Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência)</b> |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 3,18              | 3,53    | 7,27    | 6,05    | 8,17    | 5,61    | 4,09    |         |         |          |
| RI                                                            | 4,58              | 3,24    | 4,75    | 7,19    | 11,07   | 4,54    | 2,52    |         |         |          |
| RII                                                           | 1,75              | 4,10    | 5,12    | 7,16    | 11,66   | 5,23    | 3,96    |         |         |          |
| 'Brigade'                                                     | 1,91              | 3,21    | 3,51b   | 3,83b   | 8,41    | 4,86    | 3,16    |         |         |          |
| 'H3044'                                                       | 4,43              | 3,04    | 7,91a   | 9,77a   | 11,53   | 5,40    | 3,71    |         |         |          |
| F (R)                                                         | 1,12NS            | 0,22NS  | 0,30NS  | 0,05    | 0,47NS  | 0,23NS  | 1,10NS  |         |         |          |
| F (C)                                                         | 2,41NS            | 0,11NS  | 9,82*   | 16,51** | 2,69NS  | 0,24NS  | 0,25NS  |         |         |          |
| F (R*C)                                                       | 2,27NS            | 0,02NS  | 1,92NS  | 0,73NS  | 5,08NS  | 1,00NS  | 0,93NS  |         |         |          |
| <b>106 DAP (75% de frutos vermelhos + alaranjados)</b>        |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 1,00              | 4,00    | 3,70    | 4,09    | 7,13    | 3,55    | 4,78    | 4,07    |         |          |
| RI                                                            | 1,69              | 4,16    | 3,36    | 7,95    | 9,25    | 5,86    | 5,67    | 6,24    |         |          |
| RII                                                           | 3,60              | 3,96    | 3,22    | 7,10    | 8,30    | 7,18    | 5,40    | 5,39    |         |          |
| 'Brigade'                                                     | 2,07              | 4,62    | 2,82    | 5,66    | 9,66    | 5,52    | 6,26    | 4,98    |         |          |
| 'H3044'                                                       | 2,12              | 3,45    | 3,99    | 7,09    | 6,80    | 5,53    | 4,31    | 5,48    |         |          |
| F (R)                                                         | 3,11NS            | 0,01NS  | 1,04NS  | 1,19NS  | 1,04NS  | 2,55NS  | 0,09NS  | 0,63NS  |         |          |
| F (C)                                                         | 0,02NS            | 1,02NS  | 1,04NS  | 0,39NS  | 1,30NS  | 0,00NS  | 2,63NS  | 0,24NS  |         |          |
| F (R*C)                                                       | 1,02NS            | 1,93NS  | 1,11NS  | 0,15NS  | 1,00NS  | 1,00NS  | 0,40NS  | 1,53NS  |         |          |
| <b>114 DAP (Colheita)</b>                                     |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                            | 3,36              | 4,18    | 3,71    | 3,39    | 2,45    | 2,40    | 4,32    |         |         |          |
| RI                                                            | 2,41              | 4,53    | 2,16    | 5,64    | 8,15    | 5,08    | 3,75    |         |         |          |
| RII                                                           | 1,00              | 1,00    | 4,26    | 5,63    | 6,83    | 7,04    | 4,88    |         |         |          |
| 'Brigade'                                                     | 1,00b             | 2,56    | 2,58    | 3,91    | 6,34    | 4,56    | 3,81    |         |         |          |
| 'H3044'                                                       | 3,51a             | 3,91    | 4,18    | 5,86    | 6,62    | 5,13    | 4,82    |         |         |          |
| F (R)                                                         | 3,48NS            | 1,21NS  | 0,69NS  | 1,32NS  | 2,02NS  | 6,05NS  | 0,76NS  |         |         |          |
| F (C)                                                         | 7,07*             | 1,67NS  | 1,71NS  | 1,28NS  | 0,01NS  | 0,29NS  | 0,40NS  |         |         |          |
| F (R*C)                                                       | 2,11NS            | 1,17NS  | 0,10NS  | 3,89NS  | 0,13NS  | 0,80NS  | 0,31NS  |         |         |          |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

---

A 75 cm da linha de cultura (Tab. 3.5) a profundidade de colocação do tubo de rega não teve influência na IRc.

Uma justificação para a não ocorrência de influência significativa dos tratamentos pode residir na precipitação ocorrida, já que a mesma pode ter diminuído o efeito daqueles. Importa salientar que a própria arquitectura do sistema radical, definida por factores genéticos, embora muito influenciada pelos factores ambientais, desde que as condições não sejam limitantes, pode não demonstrar claramente este mesmo efeito.

No ensaio de 1998, em que a precipitação foi menor e só ocorreu no início do ciclo, observou-se o mesmo comportamento pois a intensidade radical (valores transformados) observada nos diferentes locais e estádios de desenvolvimento (Tabs. 3.6 a 3.8) permite concluir que, à semelhança do ano anterior, a influência dos tratamentos na IRc, por local de amostragem e estádio de desenvolvimento, só nalgumas situações apresentou diferenças significativas.

A 10 cm da linha de cultura (Tab. 3.6), a IRc foi afectada pela profundidade de colocação do tubo de rega:

- Aos 32 DAP, na profundidade de 0 a 10 cm, tendo RII um valor menor do que R0.
- Aos 75 DAP, na profundidade de 20 a 30 cm, apresentando RII valores significativamente mais baixos do que R0 e RI, os quais não foram diferentes entre si.
- Aos 99 DAP, na profundidade de 10 a 20 cm, tendo R0 um valor mais elevado do que RI e RII. Dos 50 a 60 cm o valor em R0 foi mais elevado do que em RII.

A 37,5 cm da linha de cultura (Tab. 3.7), a IRc foi afectada pela profundidade de colocação do tubo de rega:

- Aos 32 DAP, na profundidade de 30 a 40 cm, observando-se em RI e RII valores mais elevados do que em R0.
- Aos 75 DAP, de 80 a 90 cm, apresentando RII um valor mais baixo do que R0 e RI.
- Aos 99 DAP, de 0 a 30 cm, tendo RII exibido valores mais baixos do que R0 e RI. De 40 a 50 cm e de 90 a 100 cm, RI teve valores mais elevados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 104 DAP, de 40 a 50 cm, apresentando RII valores mais baixos do que R0 e RI.

Tab. 3.6 – Valor médio da IRc transformada ( $y = \sqrt{IRc+1}$ ), a 10 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1998)

| Factores                                                       | Profundidade (cm) |          |         |         |         |         |         |         |         |          |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                                                                | 0 - 10            | 10 - 20  | 20 - 30 | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60 | 60 - 70 | 70 - 80 | 80 - 90 | 90 - 100 |
| <b>(32 DAP) (1º fruto vingado)</b>                             |                   |          |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                             | 3,23a             | 1,98     | 3,64    | 3,42    | 2,33    | 2,51    | 1,81    |         |         |          |
| RI                                                             | 1,25ab            | 4,98     | 3,74    | 5,88    | 5,67    | 4,12    | 1,00    |         |         |          |
| RII                                                            | 1,00b             | 3,71     | 4,88    | 7,81    | 3,54    | 3,52    | 2,44    |         |         |          |
| 'Brigade'                                                      | 2,20              | 5,52a    | 4,01    | 5,37    | 5,69    | 4,45    | 1,54    |         |         |          |
| 'H3044'                                                        | 1,46              | 1,60b    | 4,17    | 6,04    | 2,00    | 2,32    | 1,96    |         |         |          |
| F (R)                                                          | 10,1*             | 1,79NS   | 0,59NS  | 1,88NS  | 1,27NS  | 0,77NS  | 1,00NS  |         |         |          |
| F (C)                                                          | 1,89NS            | 14,48**  | 0,01NS  | 0,11NS  | 5,84NS  | 2,08NS  | 0,14NS  |         |         |          |
| F (R*C)                                                        | 0,89NS            | 0,98NS   | 4,87NS  | 0,94NS  | 0,22NS  | 3,29NS  | 1,43NS  |         |         |          |
| <b>(75DAP) (Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência)</b> |                   |          |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                             | 5,36a             | 4,60     | 5,11a   | 4,96    | 4,11    | 4,05    | 1,34    |         |         |          |
| RI                                                             | 2,67a             | 3,53     | 5,68a   | 7,40    | 4,15    | 6,90    | 5,18    |         |         |          |
| RII                                                            | 1,00b             | 2,35     | 1,00b   | 4,09    | 7,46    | 8,69    | 3,39    |         |         |          |
| 'Brigade'                                                      | 5,02a             | 5,98a    | 4,72    | 6,48    | 5,84    | 7,96    | 3,89    |         |         |          |
| 'H3044'                                                        | 1,00a             | 1,00b    | 3,13    | 4,48    | 4,64    | 5,13    | 2,73    |         |         |          |
| F (R)                                                          | 16,41*            | 5,31NS   | 30,36** | 1,06NS  | 4,95NS  | 1,77NS  | 3,88NS  |         |         |          |
| F (C)                                                          | 30,18**           | 74,61*** | 1,25NS  | 1,23NS  | 0,43NS  | 4,93NS  | 0,37NS  |         |         |          |
| F (R*C)                                                        | 12,03**           | 5,08NS   | 1,23NS  | 1,42NS  | 0,08NS  | 2,39NS  | 0,44NS  |         |         |          |
| <b>(99DAP) (75% de frutos vermelhos + alaranjados)</b>         |                   |          |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                             | 9,38              | 10,56a   | 6,46    | 11,25   | 8,02    | 11,30a  | 5,56    | 5,65    | 4,83    | 4,36     |
| RI                                                             | 6,96              | 7,40b    | 6,82    | 8,25    | 5,54    | 8,50ab  | 7,52    | 5,14    | 4,54    | 4,45     |
| RII                                                            | 4,50              | 2,79c    | 4,71    | 9,12    | 4,69    | 3,60b   | 8,31    | 6,49    | 7,01    | 2,87     |
| Brigade'                                                       | 7,30              | 5,03b    | 7,33    | 11,67a  | 7,78    | 5,60b   | 8,59    | 6,35    | 4,95    | 6,79a    |
| 'H3044'                                                        | 6,58              | 8,80a    | 4,67    | 7,41b   | 4,39    | 10,00a  | 5,66    | 5,17    | 5,97    | 1,00b    |
| F (R)                                                          | 3,11NS            | 120,8*** | 0,22NS  | 0,83NS  | 2,06NS  | 9,74*   | 0,24NS  | 0,11NS  | 3,06NS  | 0,31NS   |
| F (C)                                                          | 0,06NS            | 6,37*    | 3,51NS  | 10,42*  | 6,03NS  | 8,04*   | 2,58NS  | 0,48NS  | 0,28NS  | 10,20*   |
| F (R*C)                                                        | 1,19NS            | 0,14NS   | 3,50NS  | 1,78NS  | 1,62NS  | 2,49NS  | 0,12NS  | 5,82*   | 5,30NS  | 0,32NS   |
| <b>(104 DAP) (Colheita)</b>                                    |                   |          |         |         |         |         |         |         |         |          |
| R0                                                             | 2,79              | 6,78     | 6,99    | 5,42    | 4,27    | 7,87    | 8,35    | 3,58    | 2,79b   | 3,36b    |
| RI                                                             | 4,70              | 3,89     | 5,82    | 6,21    | 3,35    | 3,23    | 7,25    | 2,95    | 6,61a   | 7,04a    |
| RII                                                            | 4,84              | 3,37     | 5,72    | 5,44    | 6,74    | 4,61    | 4,74    | 5,74    | 8,18a   | 7,88a    |
| 'Brigade'                                                      | 5,64              | 5,90     | 8,49a   | 9,49a   | 8,57a   | 6,05    | 6,97    | 4,66    | 7,10a   | 5,91     |
| 'H3044'                                                        | 2,57              | 3,40     | 3,33b   | 1,90b   | 1,00b   | 4,38    | 6,58    | 3,52    | 4,62b   | 6,27     |
| F (R)                                                          | 2,26NS            | 3,12NS   | 0,06NS  | 0,11NS  | 2,25NS  | 4,52NS  | 2,21NS  | 0,48NS  | 7,06*   | 12,80*   |
| F (C)                                                          | 2,47NS            | 5,30NS   | 28,90** | 20,74** | 27,15** | 2,64NS  | 0,03NS  | 2,47NS  | 6,63*   | 0,07NS   |
| F (R*C)                                                        | 2,05NS            | 3,07NS   | 0,05NS  | 1,61NS  | 1,93NS  | 10,39*  | 2,87NS  | 4,16NS  | 16,18** | 22,74**  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tab. 3.7 – Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{(IRc+1)}$ ), a 37,5 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1998)

| Factores                                                       | Profundidade (cm) |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
|----------------------------------------------------------------|-------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|
|                                                                | 0 - 10            | 10 - 20 | 20 - 30  | 30 - 40 | 40 - 50 | 50 - 60 | 60 - 70 | 70 - 80  | 80 - 90 | 90 - 100 |
| <b>(32 DAP) (1º fruto vingado)</b>                             |                   |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| R0                                                             | 1,00              | 3,36    | 1,45     | 2,44b   | 1,00    | 1,00    |         |          |         |          |
| RI                                                             | 2,42              | 4,14    | 5,66     | 6,44a   | 5,77    | 2,50    |         |          |         |          |
| RII                                                            | 1,00              | 2,03    | 2,80     | 7,32a   | 1,00    | 1,00    |         |          |         |          |
| ‘Brigade’                                                      | 1,30              | 3,21    | 3,39     | 6,32    | 3,08    | 1,50    |         |          |         |          |
| ‘H3044’                                                        | 1,15              | 3,20    | 3,22     | 4,48    | 2,09    | 1,50    |         |          |         |          |
| F (R)                                                          | 1,00NS            | 0,77NS  | 2,45NS   | 12,41*  | 2,78NS  | 1,00NS  |         |          |         |          |
| F (C)                                                          | 1,00NS            | 0,20NS  | 0,01NS   | 1,56NS  | 1,00NS  | 0,00NS  |         |          |         |          |
| F (R*C)                                                        | 1,00NS            | 0,60NS  | 1,67NS   | 0,69NS  | 1,00NS  | 0,00NS  |         |          |         |          |
| <b>(75DAP) (Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência)</b> |                   |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| R0                                                             | 3,34a             | 3,11b   | 3,90     | 5,37    | 4,58    | 2,35 b  | 4,79    | 3,33     | 4,38ab  | 1,87     |
| RI                                                             | 1,01b             | 1,00c   | 2,63     | 5,61    | 9,46    | 12,71 a | 8,45    | 7,25     | 10,80a  | 6,12     |
| RII                                                            | 1,00b             | 5,37a   | 2,42     | 7,15    | 6,92    | 4,30 b  | 2,07    | 4,81     | 1,00b   | 4,56     |
| ‘Brigade’                                                      | 2,56a             | 3,95a   | 4,02     | 11,09a  | 8,96    | 6,03    | 6,20    | 5,16     | 7,07    | 4,85     |
| ‘H3044’                                                        | 1,00b             | 2,37b   | 1,83     | 1,00b   | 5,01    | 0,87    | 4,02    | 5,10     | 3,71    | 3,48     |
| F (R)                                                          | 212,6***          | 86,3**  | 0,36NS   | 0,24NS  | 1,72NS  | 22,2**  | 1,76NS  | 1,59NS   | 12,89*  | 1,02NS   |
| F (C)                                                          | 212,6***          | 15,7**  | 2,27NS   | 24,9**  | 4,03NS  | 1,34NS  | 0,97NS  | 0,00NS   | 4,61NS  | 0,47NS   |
| F (R*C)                                                        | 212,6***          | 10,9*   | 2,84NS   | 0,30NS  | 0,87NS  | 16,6**  | 1,68NS  | 1,95NS   | 1,56NS  | 0,01NS   |
| <b>(99DAP) (75% de frutos vermelhos + alaranjados)</b>         |                   |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| R0                                                             | 9,67a             | 9,20a   | 5,11b    | 7,77    | 9,47ab  | 7,74    | 8,97    | 7,42a    | 6,99    | 3,92b    |
| RI                                                             | 8,59a             | 10,03a  | 7,12a    | 9,26    | 12,11a  | 5,50    | 5,37    | 1,00b    | 6,93    | 11,39a   |
| RII                                                            | 1,73b             | 6,98b   | 2,45c    | 5,04    | 5,75b   | 4,32    | 9,36    | 6,80ab   | 5,22    | 8,02ab   |
| ‘Brigade’                                                      | 5,62              | 8,52    | 3,70     | 9,19    | 11,21   | 6,84    | 9,59    | 6,84a    | 8,12    | 7,48     |
| ‘H3044’                                                        | 7,70              | 8,95    | 6,08     | 4,79    | 7,01    | 4,86    | 6,21    | 3,31b    | 4,64    | 7,66     |
| F (R)                                                          | 20,93**           | 12,34*  | 213,49** | 3,54NS  | 14,04*  | 0,81NS  | 1,10NS  | 10,89*   | 1,40NS  | 13,87*   |
| F (C)                                                          | 1,76NS            | 0,04NS  | 1,42NS   | 6,81NS  | 1,90NS  | 1,86NS  | 3,74NS  | 594,7*** | 2,54NS  | 0,02NS   |
| F (R*C)                                                        | 2,41NS            | 3,72NS  | 0,06NS   | 1,77NS  | 0,31NS  | 17,06** | 16,68** | 198,4*** | 4,32NS  | 7,28*    |
| <b>(104 DAP) (Colheita)</b>                                    |                   |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| R0                                                             | 5,95              | 6,19    | 4,98     | 5,74    | 9,45a   | 5,51    | 8,23    | 7,48     | 4,22    | 3,09     |
| RI                                                             | 3,02              | 5,46    | 5,32     | 9,59    | 9,39a   | 7,64    | 3,60    | 7,13     | 3,87    | 12,38    |
| RII                                                            | 4,22              | 7,30    | 5,19     | 5,30    | 1,00b   | 3,77    | 3,43    | 3,23     | 1,00    | 6,21     |
| ‘Brigade’                                                      | 3,63              | 5,75    | 6,63a    | 10,60a  | 7,29    | 6,01    | 7,77a   | 6,97     | 3,81    | 5,77     |
| ‘H3044’                                                        | 5,17              | 6,87    | 3,69b    | 3,15b   | 5,94    | 5,26    | 2,39b   | 5,25     | 2,25    | 8,68     |
| F (R)                                                          | 0,65NS            | 0,40NS  | 0,02NS   | 1,91NS  | 11,76*  | 0,77NS  | 1,04NS  | 5,77NS   | 3,58NS  | 6,00NS   |
| F (C)                                                          | 1,34NS            | 1,11NS  | 16,70**  | 21,27** | 0,86NS  | 0,40NS  | 14,79** | 2,30NS   | 2,34NS  | 1,82NS   |
| F (R*C)                                                        | 1,00NS            | 24,96** | 16,42**  | 0,98NS  | 0,34NS  | 13,37** | 0,07NS  | 4,49NS   | 4,25NS  | 3,14NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

A 75 cm da linha de cultura (Tab. 3.8), a IRc foi afectada pela profundidade de colocação do tubo de rega:

- Aos 75 DAP, na profundidade de 30 a 40 cm, tendo R0 um valor mais baixo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Aos 99 DAP, de 0 a 10 cm, exibindo RII um valor mais baixo do que R0 e RI. Na camada de 20 a 30 cm, RI apresentou valores mais elevados do que R0 e RII e entre 60 e 70 cm RI teve valores mais elevados do que R0 e RII.
- Aos 104 DAP, na profundidade 10 a 20 cm, apresentando RII valores mais baixos do que R0 e RI.

Nos diferentes locais e estádios de desenvolvimento, a interação dos tratamentos e a cultivar, apenas em algumas profundidades tiveram efeito significativo na IRc (Tabs. 3.6 a 3.8).

Tab. 3.8 – Valor médio da IRc transformada ( $y=\sqrt{IRc+1}$ ), a 75 cm da linha de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento e profundidades (1998)

| Factores  | Profundidade (cm)                                              |         |          |         |          |           |         |         |         |          |
|-----------|----------------------------------------------------------------|---------|----------|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|----------|
|           | 0 – 10                                                         | 10 - 20 | 20 - 30  | 30 – 40 | 40 - 50  | 50 - 60   | 60 - 70 | 70 - 80 | 80 - 90 | 90 – 100 |
|           | <b>(75DAP) (Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência)</b> |         |          |         |          |           |         |         |         |          |
| R0        | 1,00                                                           | 1,00    | 1,00     | 1,00b   | 2,37     | 1,75      |         |         |         |          |
| RI        | 2,21                                                           | 3,33    | 1,88     | 4,82a   | 2,12     | 1,98      |         |         |         |          |
| RII       | 3,59                                                           | 1,00    | 1,00     | 2,10ab  | 1,00     | 1,00      |         |         |         |          |
| ‘Brigade’ | 1,80                                                           | 1,00    | 1,59     | 2,98    | 1,00     | 1,00      |         |         |         |          |
| ‘H3044’   | 2,72                                                           | 2,55    | 1,00     | 2,30    | 2,66     | 2,15      |         |         |         |          |
| F (R)     | 0,52NS                                                         | 3,55NS  | 3,51NS   | 9,82*   | 1,00NS   | 1,00NS    |         |         |         |          |
| F (C)     | 0,23NS                                                         | 3,55NS  | 3,51NS   | 1,06NS  | 1,98NS   | 1,97NS    |         |         |         |          |
| F (R*C)   | 1,38NS                                                         | 3,55NS  | 3,51NS   | 1,30NS  | 0,51NS   | 0,52NS    |         |         |         |          |
|           | <b>(99DAP) (75% de frutos vermelhos + alaranjados)</b>         |         |          |         |          |           |         |         |         |          |
| R0        | 7,89a                                                          | 5,94    | 1,00b    | 1,00b   | 1,00b    | 3,26      | 1,00b   |         |         |          |
| RI        | 3,98b                                                          | 2,71    | 7,86a    | 6,95a   | 4,22a    | 4,68      | 4,50a   |         |         |          |
| RII       | 1,00c                                                          | 1,00    | 2,28b    | 1,00b   | 3,67a    | 1,00      | 1,00b   |         |         |          |
| ‘Brigade’ | 4,87                                                           | 1,96b   | 4,82     | 3,94a   | 3,15     | 1,75b     | 2,25    |         |         |          |
| ‘H3044’   | 3,71                                                           | 4,47a   | 2,61     | 2,02b   | 2,78     | 4,21a     | 2,08    |         |         |          |
| F (R)     | 8,63*                                                          | 1,93NS  | 88,35*** | 28,20** | 156,4*** | 4,49NS    | 87,5*** |         |         |          |
| F (C)     | 0,78NS                                                         | 7,19*   | 1,84NS   | 31,4**  | 5,25NS   | 52,3***   | 0,02NS  |         |         |          |
| F (R*C)   | 3,57NS                                                         | 1,84NS  | 0,53NS   | 31,4*** | 458,7*** | 52,3***   | 0,02NS  |         |         |          |
|           | <b>(104 DAP) (Colheita)</b>                                    |         |          |         |          |           |         |         |         |          |
| R0        | 3,89a                                                          | 2,45ab  | 3,70     | 3,47    | 3,41     | 1,00b     | 1,73    |         |         |          |
| RI        | 5,78a                                                          | 3,87a   | 2,15     | 2,54    | 1,00     | 4,41a     | 2,01    |         |         |          |
| RII       | 1,00b                                                          | 1,00b   | 4,24     | 3,14    | 1,56     | 1,00b     | 1,00    |         |         |          |
| ‘Brigade’ | 5,68a                                                          | 1,80    | 2,55     | 2,74    | 2,98     | 1,00b     | 1,00b   |         |         |          |
| ‘H3044’   | 1,48b                                                          | 3,05    | 4,17     | 3,36    | 1,00     | 3,27a     | 2,16a   |         |         |          |
| F (R)     | 8,03*                                                          | 11,94*  | 0,70NS   | 1,18NS  | 3,61NS   | 159,12*** | 3,51NS  |         |         |          |
| F (C)     | 11,15*                                                         | 1,19NS  | 1,80NS   | 0,38NS  | 5,16NS   | 159,12*** | 6,83*   |         |         |          |
| F (R*C)   | 5,22*                                                          | 0,59NS  | 1,00NS   | 1,69NS  | 2,81NS   | 159,12*** | 1,84NS  |         |         |          |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

Pode-se assim concluir que, em ambos os anos de ensaio, salvo algumas exceções, quer os tratamentos, profundidade de localização do tubo de rega gota-a-gota e cultivar, quer a interação destes não tiveram influência significativa na IRc, nas diferentes datas e locais de amostragem. Este facto pode ter sido devido à elevada variabilidade observada nos valores de IRc, pois o coeficiente de variação da análise de variância apresentou valores entre 9,5% e 80%, predominando os mais elevados. A grande variabilidade espacial das raízes é uma característica referida por vários autores (Brown e Scott, 1984, Hamblin, 1985; Upchurch, 1987; Zobel, 1991; Van Noordwijk, 1993; Oliveira *et al.*, 2000). Quando se utiliza o método do minirizotrão essa variabilidade tende a ser ainda maior, como salientam Vos e Groenwold (1987) que obtiveram com este método coeficientes de variação 1,5 a 1,7 vezes mais elevados do que com o método da sonda. No entanto, Bar-Yosef *et al.* (1991b) num estudo em que colheram amostras de solo+raízes, para avaliar a influência no sistema radical da rega gota-a-gota subsuperficial comparada com a superficial, em diferentes locais da entrelinha, também não encontraram diferenças significativas, devido ao facto de os valores da densidade radical apresentarem elevada variabilidade.

Em ambos os anos de ensaio a IRc transformada apresentou alguns valores elevados nas camadas mais profundas do solo (Tabs. 3.3 a 3.8), ao contrário do que foi observado nas amostras de solo+raízes, as quais evidenciaram que em profundidade a densidade radical foi muito baixa. Tal conduz à hipótese de poder ter ocorrido crescimento de raízes ao longo do tubo, comportamento este aliás já referido por vários autores (All-Amoud e Kay, 1985 e Merrill *et al.*, 1987).

Apesar dos dados obtidos através dos minirizotrões não terem conduzido a diferenças significativas, estas foram visíveis nos perfis abertos, no ensaio realizado em 1998, para observar a distribuição do sistema radical, em relação à colocação do tubo de rega (Figs. 3.14 e 3.15). A localização dos minirizotrões a 10 cm do tubo de rega, para não o danificar, não permite evidenciar a concentração das raízes à volta dos gotejadores, de uma forma tão clara como a que se observa nos perfis abertos no solo. Nos tratamentos de rega subsuperficial, principalmente na situação em que o tubo se localiza a 40 cm (Fig. 3.15) de profundidade (RII), verificou-se que as raízes estruturais cresceram rapidamente em profundidade até atingir a zona do bolbo molhado, junto aos gotejadores. Neste local





Fig. 3.14 – Aspecto do sistema radical nos diferentes tratamentos: R0 – tubo de rega gota-a-gota à superfície, R1 e R2 – tubo de rega gota-a-gota respectivamente a 20 e a 40 cm abaixo da superfície do solo.





Fig. 3.15 – Aspecto do sistema radical sob o caule da planta no tratamento com tubo a 40 cm de profundidade.

observou-se uma maior ramificação do sistema radical com grande proliferação de raízes à volta dos gotejadores <sup>(1)</sup>. Estas eram fundamentalmente raízes mais finas, mais jovens e com maior capacidade de absorção. Este tipo de comportamento das raízes, quando sujeitas a rega gota-a-gota subsuperficial, foi também observado em tomate, por Bar-

<sup>(1)</sup> – O crescimento das raízes no tomate processa-se em duas fases: preenchimento do solo por raízes estruturais com funções mecânicas de transporte e reserva e, posteriormente, a expansão entre elas, de raízes mais finas ( $\varnothing < 1$  mm), caracterizadas por serem superfícies de activa troca iónica (Portas, 1984).



Yosef *et al.* (1991b), em milho por Mitchell (1981) e Phene *et al.* (1991) e em algodão por Plaut *et al.* (1996).

Também ao longo do tubo de rega enterrado foi observado algum crescimento das raízes, que oportunamente aproveitavam a menor resistência do solo na interface solo/tubo e a água que poderá ter circulado ao longo deste.

Utilizando as equações de regressão com maior grau de significância e coeficiente de determinação, apresentadas em 3.4, estimaram-se, para os dois anos de ensaio, os valores da densidade radical, com os quais se fez a representação gráfica da distribuição das raízes no perfil, para as diferentes datas e locais de observação (Figs. 3.16 a 3.19) <sup>(1)</sup>. Embora em termos estatísticos não se tenham observado diferenças significativas entre modalidades de colocação dos tubos de rega, a tendência observada nos gráficos de distribuição radical no perfil do solo mostra algumas diferenças entre tratamentos. Estas são, na maior parte dos casos e para ambos os anos de ensaio, mais evidentes a 37,5 cm da linha de cultura. Nesta situação, e principalmente para a modalidade RI nota-se que o pico da concentração radical aparece a maior profundidade no perfil do solo. Para a modalidade RII, os valores da densidade radical são, na maior parte das situações, mais baixos nas camadas superficiais do solo.

Apesar do perfil hídrico do solo em RII ter sido distinto do de R0 e RI, da análise das figuras 3.16 a 3.19 constata-se que, nos dois anos de ensaio, a maior parte do sistema radical, nos diferentes tratamentos, locais e datas de amostragem, concentrou-se nos 40 cm superficiais do perfil cultural. Nesta camada, os valores da densidade radical a 10 e a 37,5 cm da linha de cultura variaram entre 0,5 e 1,5 cm/cm<sup>3</sup> e a 75 cm entre 0,05 e 0,1 cm/cm<sup>3</sup>.

---

<sup>(1)</sup> – Apresentam-se os valores médios por modalidade de colocação dos gotejadores, mas quando a interação profundidade de colocação do tubo x cultivar foi significativa, apresentam-se os valores para as cultivares.

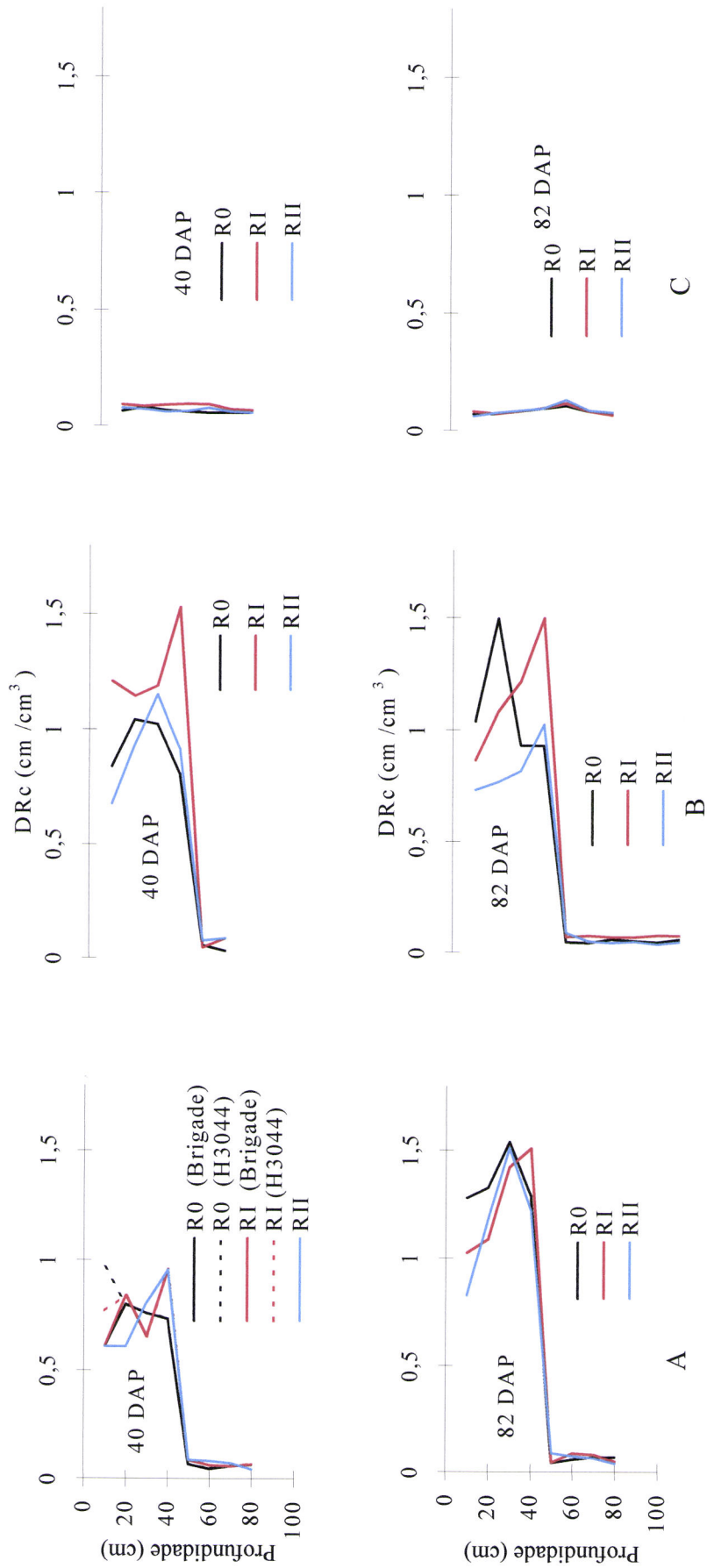


Fig. 3.16 – Densidade radical em profundidade, observada aos 40 e aos 82 DAP (1997) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.

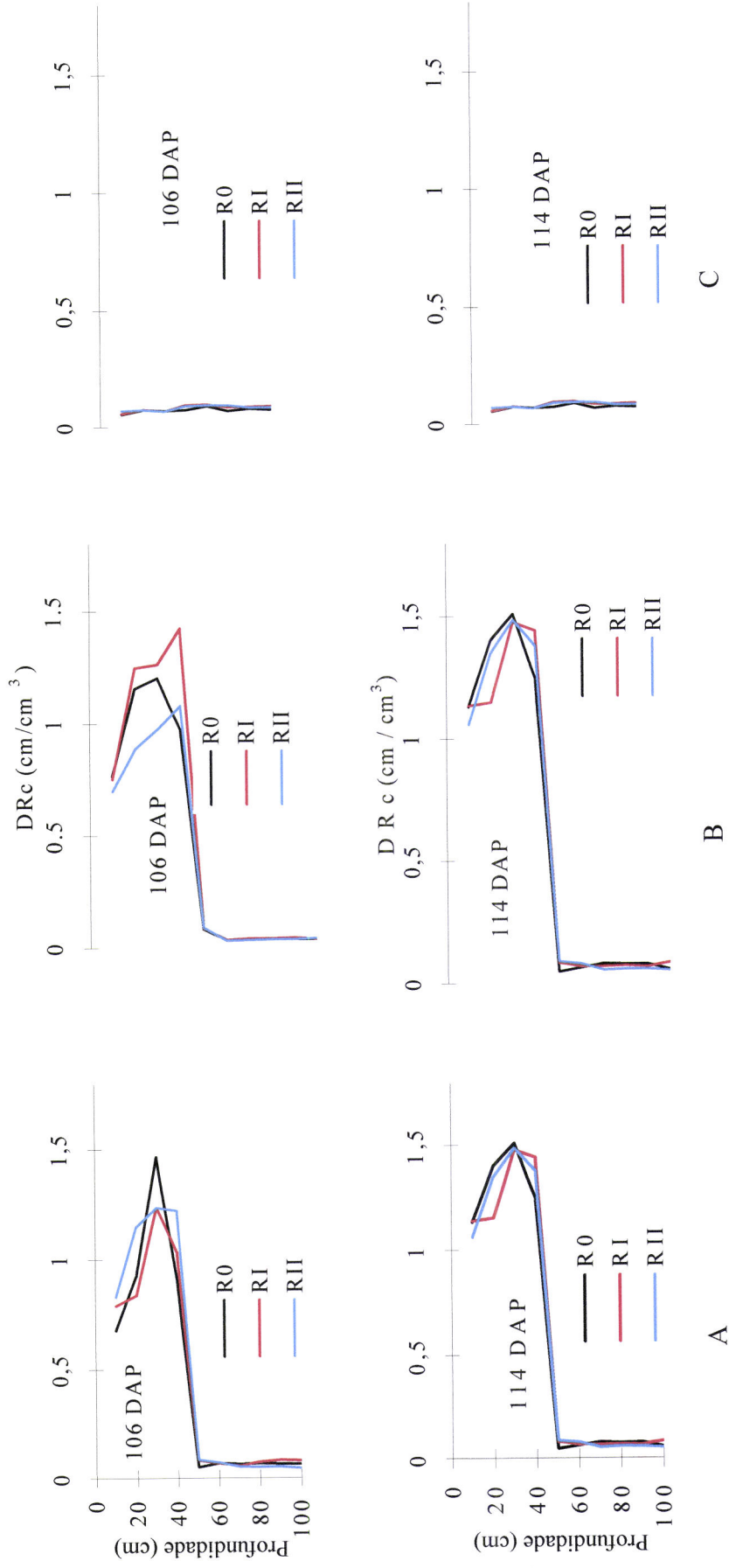


Fig. 3.17 – Densidade radical em profundidade, observada aos 106 e aos 114 DAP (1997) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.

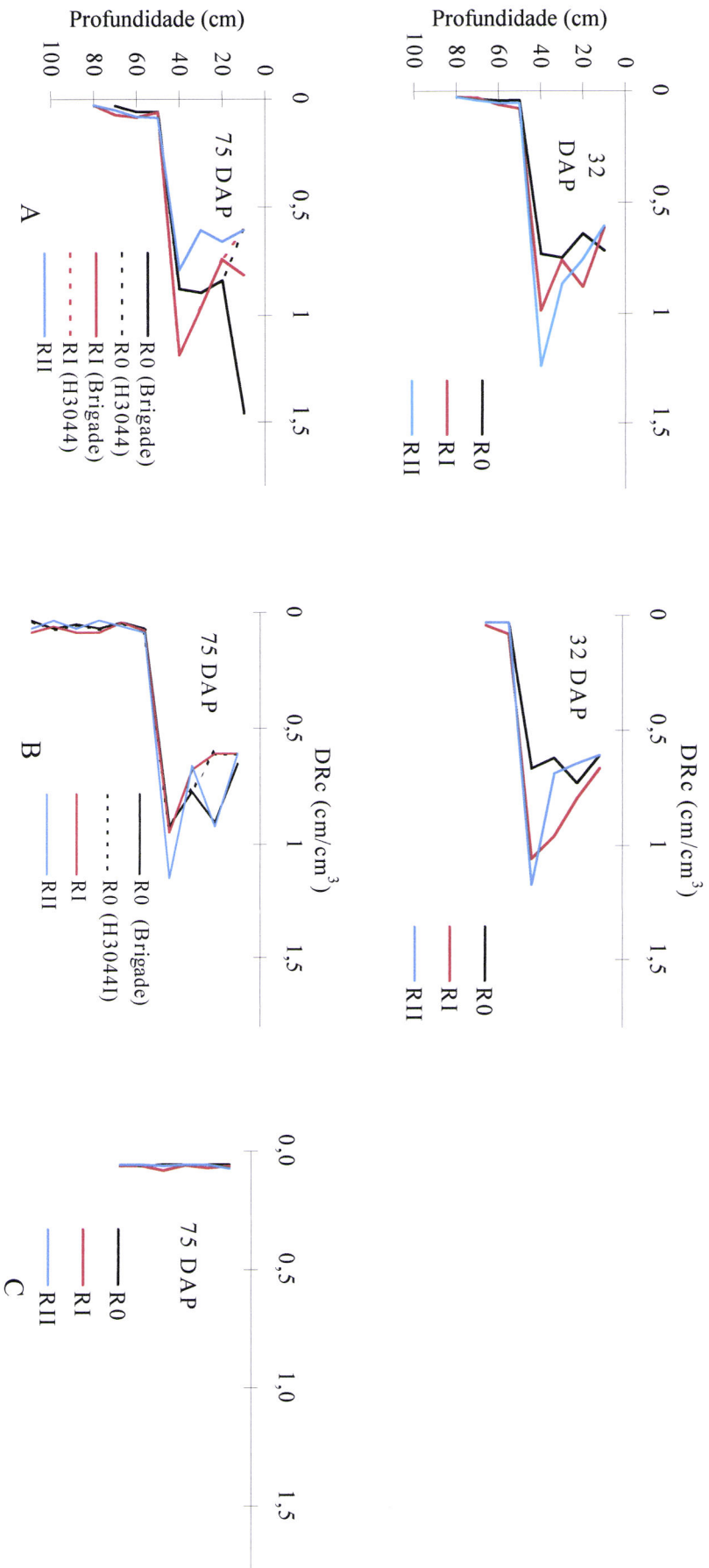


Fig. 3.18 – Densidade radical em profundidade, observada aos 32 e aos 75 DAP (1998) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.

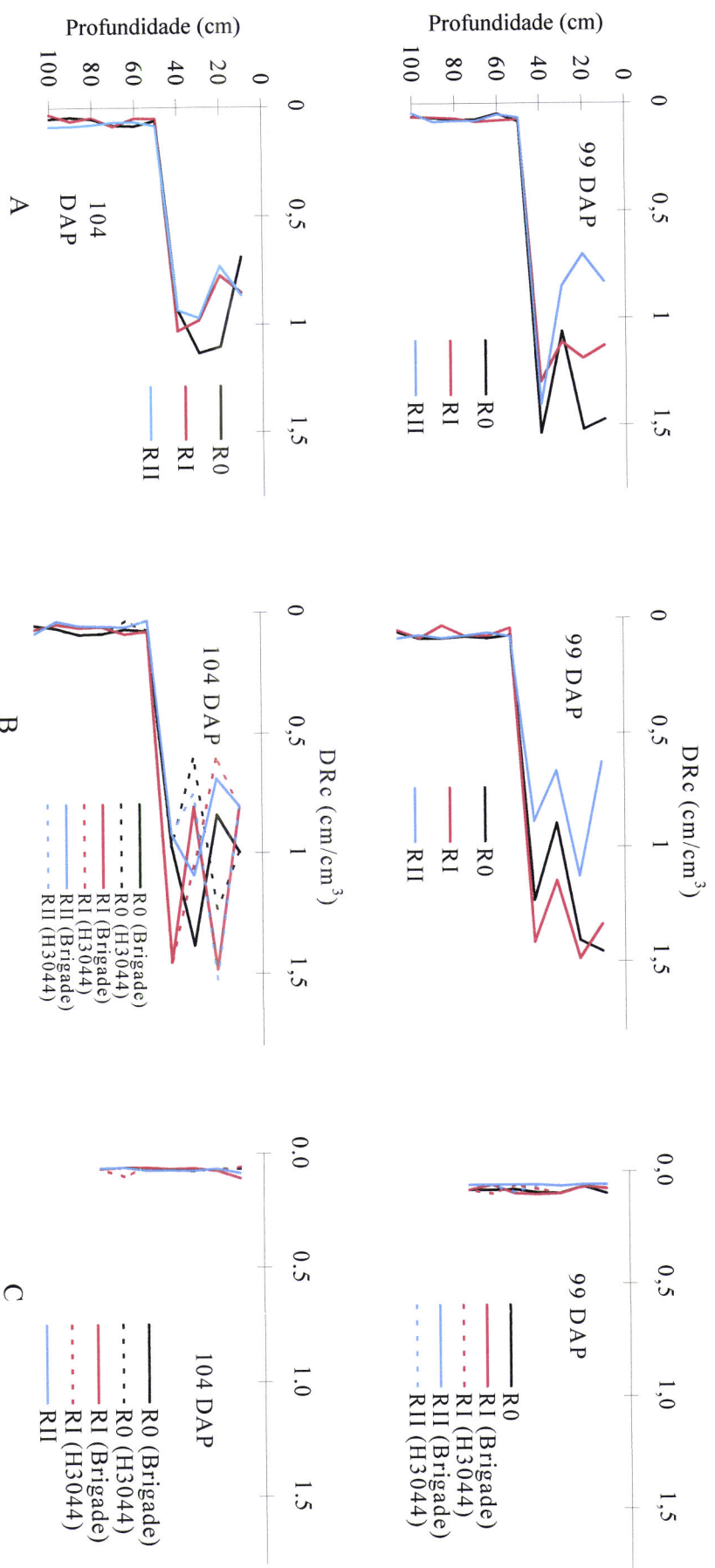


Fig. 3.19 – Densidade radical em profundidade, observada aos 99 e aos 104 DAP (1998) 10 cm (A); a 37,5 cm (B); 75 cm (C) da linha de cultura.

A profundidade radical máxima de enraizamento foi semelhante nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores. Nos dois anos de ensaio, a 10 cm da linha de cultura e a 75 cm desta foi alcançada entre os estádios de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência e o de 75% de frutos vermelhos + alaranjados (Figs. 3.16 a 3.19). A 37,5 cm da linha de cultura ocorreu mais cedo, entre os estádios de primeiro fruto vingado e de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência (Figs. 3.16 e 3.19). Este comportamento pode estar relacionado com o método de implantação da cultura, o qual tem influência determinante no desenvolvimento do sistema radical (Portas e Dordio, 1980; Oliveira e Portas, 1993). Em tomate de sementeira directa, o sistema radical tende a apresentar uma raiz principal mais profunda (Rudich e Luchinsky, 1986), verificando-se primeiro uma dominância nítida do sistema aprumado, pelo menos durante as primeiras semanas, mas, posteriormente, as laterais e as adventícias podem crescer tanto como a raiz primária (Portas e Dordio, 1980). Em plantas transplantadas, a raiz principal é normalmente destruída daí resultando um sistema radical mais ramificado e largamente dominado por raízes adventícias (Portas e Dordio, 1980).

Em 1998, a 75 cm da linha de cultura só se observou a existência de raízes aos 75 DAP (Figs. 3.18). No ano anterior, logo no estádio de 1º fruto vingado (40 DAP) se tinham observado raízes neste local, o que mais uma vez indicia a variação do comportamento do sistema radical.

A distribuição percentual do comprimento radical total, também mostra que nos tratamentos de rega enterrada, quer junto à linha da cultura (10 cm) quer na entrelinha (37,5 e 75 cm), se mantém a tendência para a concentração do sistema radical nos 40 cm superficiais do solo (Figs. 3.20 e 3.21). Nesta análise os valores do comprimento radical total usados foram obtidos a partir das amostras de solo+ raízes, determinadas em cada local.

Para os diferentes tratamentos e locais, a percentagem do comprimento radical total nos primeiros 40 cm, esteve acima dos 50% em 1997 e dos 70% em 1998.

Este é um comportamento que já tinha sido observado em estudos com rega gota-a-gota superficial, em tomate implantado através de sementeira directa, por Bar-Yosef (1977), West *et al.* (1979), Bar-Yosef *et al.* (1980), Maynard *et al.* (1980), Sanders *et al.* (1989b), Oliveira *et al.* (1996) e através de transplantação, por Machado *et al.* (2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

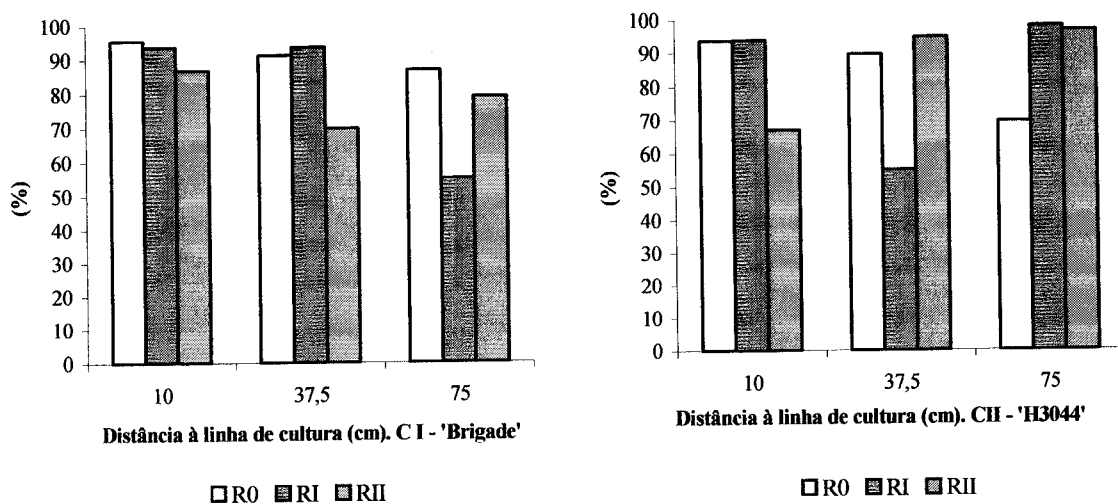


Fig. 3.20 – Percentagem do comprimento radical total, na camada 0 a 40 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (114 DAP) (1997).

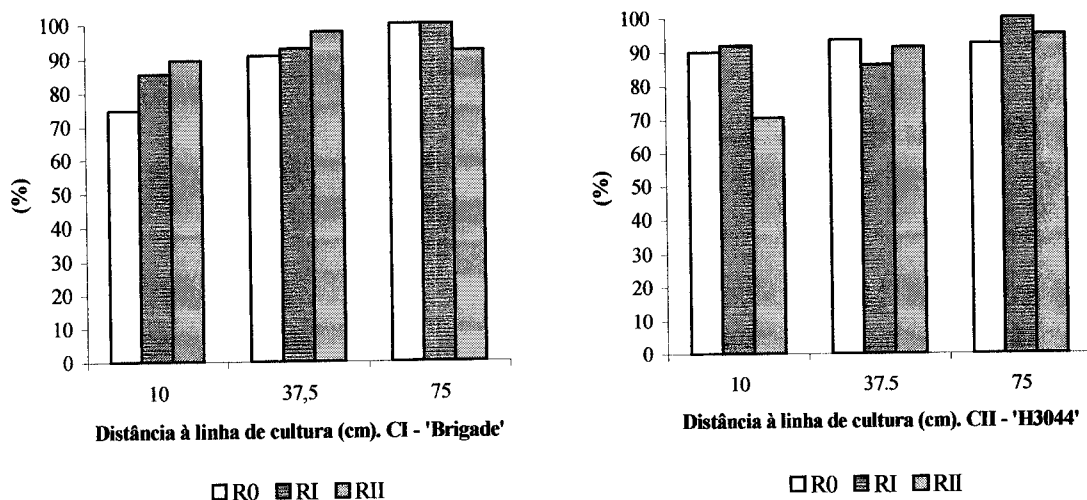


Fig. 3.21 – Percentagem do comprimento radical total, na camada de 0 a 40 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (99 DAP) (1998).

Quando se analisa separadamente a camada dos 20 cm superficiais do solo (Figs. 3.22 e 3.23) verifica-se que, nos dois locais mais próximos da linha de cultura (10 e 37,5 cm) com a rega subsuperficial o enraizamento tende a ser menor à superfície. A 10 cm, da linha de cultura exceptuando na 'H3044' em 1997, a percentagem do comprimento radical total em R0



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

foi em média 1,4 vezes a de RI e 2,9 vezes a de RII. Saliente-se que este tipo de comportamento está de acordo com a distribuição radical apresentada nas figuras 3.16, 3.17, 3.18 e 3.19, em que a densidade radical em RII nas camadas superficiais do solo foi na maior parte dos casos menor do que nos outros tratamentos.

A 37,5 cm da linha de cultura, o comportamento nos tratamentos de rega subsuperficial foi distinto nos dois anos. No primeiro a percentagem de comprimento radical foi maior em RI e no segundo em RII (Figs. 3.22 e 3.23)

A 75 cm da linha de cultura (Figs. 3.22 e 3.23), a percentagem do comprimento radical foi mais elevada nos tratamentos de rega subsuperficial, excepto em 1997 na 'Brigade'.

Em rega gota-a-gota subsuperficial, num ensaio de cultivares de tomate, num Oxisolo, com o tubo de rega a 15 cm de profundidade, Silva *et al.* (1998), utilizando como parâmetro o peso radical, observaram que, em 5 das 6 cultivares implantadas, mais de 50% das raízes estavam concentradas nos primeiros 5 cm do solo.

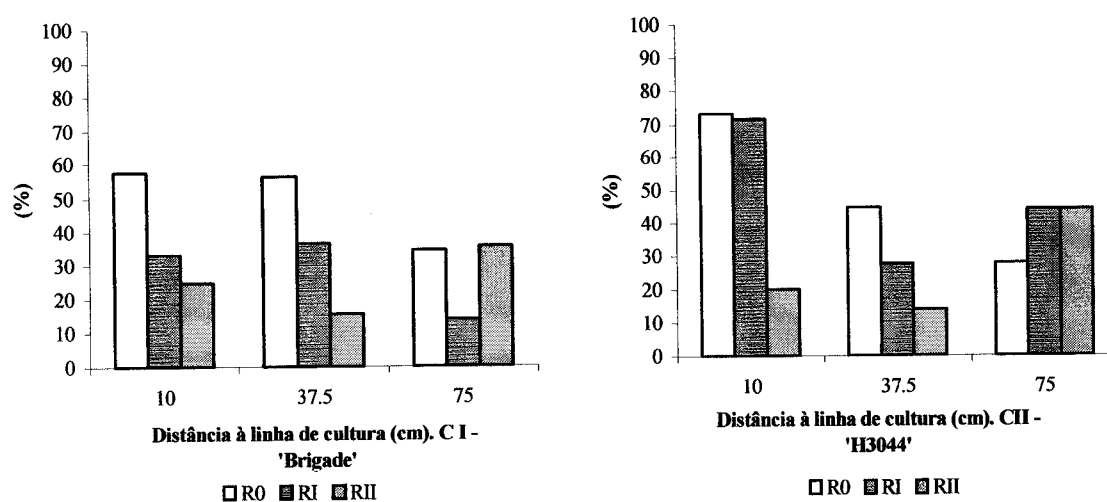


Fig. 3.22 – Percentagem do comprimento radical total, na camada 0 a 20 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (114 DAP) (1997).



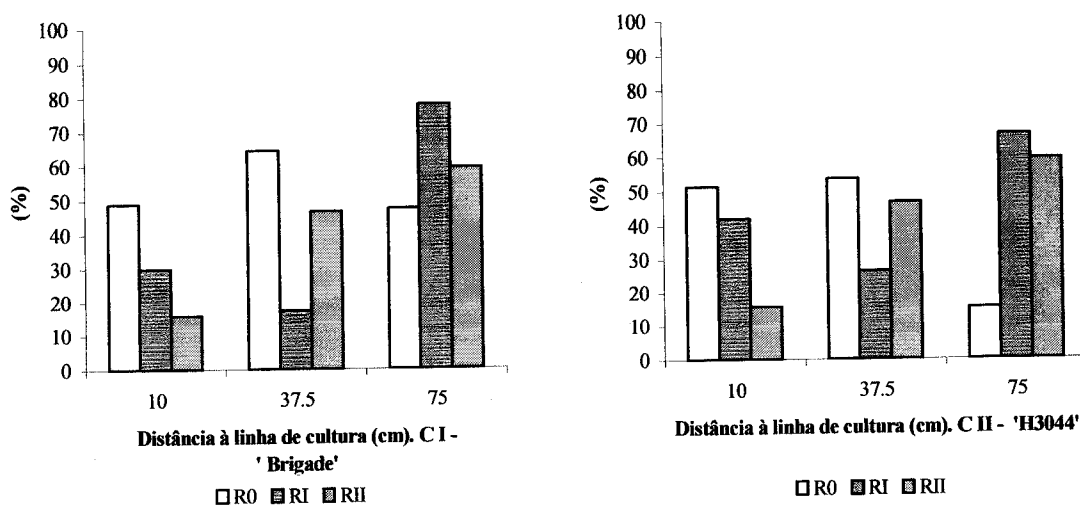


Fig. 3.23 – Percentagem do comprimento radical total, na camada de 0 a 20 cm, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores (R) e cultivares (99 DAP) (1998).

### 3.1.6 – Elementos relativos à parte aérea das plantas

#### 3.1.6.1 – Fases de desenvolvimento do ciclo cultural

Para as três modalidades estudadas, relativas à profundidade de colocação do tubo de rega, as datas de ocorrência das diferentes fases de desenvolvimento da cultura, foram, em ambos os anos de ensaio, idênticas (Tab. 3.9). Este comportamento indicia que a quantidade de água disponível para as plantas foi semelhante nos diferentes tratamentos.

Quanto às cultivares verificaram-se diferenças, em 1997, na fase de 75% de frutos vermelhos + alaranjados, estando a 'Brigade' ligeiramente mais avançada na maturação (Fig. 3.27 e anexo III). Em 1998, as diferenças ocorreram na fase de 1º fruto vermelho e à colheita, tendo estas fases na 'H3044' ocorrido ligeiramente mais cedo (Fig. 3.27 e anexo III). É de referir que, em termos de gestão de rega, só se procedeu à alteração do Kc quando ambas as cultivares alcançaram a mesma fase de desenvolvimento, o que significou um desfaseamento de um a dois dias entre as cultivares.

O ciclo da cultura em 1998 foi dez dias inferior ao de 1997 (Tab. 3.9), o que pode estar relacionado com as temperaturas mais elevadas que se fizeram sentir no segundo ano de ensaio, as quais contribuíram para um crescimento e desenvolvimento mais rápido da

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

cultura. Saliente-se contudo, que a principal diferença teve lugar no período entre a plantação e o estágio de primeiro fruto vingado, que em 1998 foi oito dias inferior ao de 1997. A ocorrência das restantes fases, em relação à fase de primeiro fruto vingado, verificou-se sensivelmente no mesmo número de dias, quer em 1997 quer em 1998.

Tab. 3.9 – Ocorrência das fases de desenvolvimento da cultura

| Fases de desenvolvimento                              | 1997               |     | 1998               |     |
|-------------------------------------------------------|--------------------|-----|--------------------|-----|
|                                                       | Data de ocorrência | DAP | Data de ocorrência | DAP |
| 1º fruto vingado                                      | 2/6                | 40  | 14/6               | 32  |
| 1º fruto vermelho                                     | 6/7                | 74  | 20/7               | 68  |
| Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência         | 14/7               | 82  | 27/7               | 75  |
| 75% de frutos vermelhos + alaranjados (corte de rega) | 8/8                | 106 | 20/8               | 99  |
| 80 a 85% de frutos vermelhos + alaranjados (colheita) | 15/8 (1)           | 114 | 26/8 (1)           | 104 |

(1) – Corresponde ao dia médio, pois a operação da colheita demorou quatro dias, colhendo-se em cada um deles, uma repetição.

### 3.1.6.2 – Parâmetros de crescimento e desenvolvimento

A influência da profundidade de colocação do tubo de rega e da cultivar, nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento da cultura foi analisada em termos de biomassa aérea, IAF e distribuição percentual de frutos. Destaca-se desde já, que o IAF e a distribuição percentual dos frutos, nos dois anos de ensaio, não foram afectados pela profundidade de colocação do tubo de rega. A quantidade de água disponível para as plantas, é um factor que, após a fase inicial da cultura tem influência marcada no IAF e na evolução da maturação, pelo que o facto de não se registarem diferenças significativas entre tratamentos indicia mais uma vez que as disponibilidades hídricas para as plantas foram semelhantes. O mesmo raciocínio aplica-se para a biomassa aérea, mas a sua resposta à localização do tubo de rega, como se verá seguidamente, não foi semelhante nos dois anos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### a) Peso seco

O peso seco registado em cada uma das fases de desenvolvimento, nos dois anos de ensaio, não foi afectado nem pela interacção profundidade de colocação dos gotejadores x cultivar nem pela cultivar (Tab. 3.10).

Tab. 3.10 – Peso seco médio da parte aérea (folhas+caules) (g/planta) nas várias fases de desenvolvimento

| Factores    | Fases de desenvolvimento |                                    |                          |          |
|-------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------|
|             | 1º fruto vingado         | Comp. desenv. da 1ª inflorescência | 75% frutos verm. + alar. | Colheita |
| <b>1997</b> |                          |                                    |                          |          |
| Prof. (R)   |                          |                                    |                          |          |
| R0          | 17,83                    | 80,27 b                            | 82,45 b                  | 76,52    |
| RI          | 23,44                    | 104,83 a                           | 98,87 ab                 | 86,88    |
| RII         | 31,22                    | 112,86 a                           | 107,51 a                 | 99,54    |
| Cult. (C)   |                          |                                    |                          |          |
| 'Brigade'   | 24,34                    | 102,25                             | 101,96                   | 95,73    |
| 'H3044'     | 23,98                    | 89,05                              | 90,59                    | 88,23    |
| F (R)       | 5,14 NS                  | 8,72 **                            | 6,56 *                   | 3,15 NS  |
| F (C)       | 0,01 NS                  | 0,67 NS                            | 0,44 NS                  | 0,28 NS  |
| F (R*C)     | 0,09 NS                  | 0,19 NS                            | 0,02 NS                  | 3,16 NS  |
| <b>1998</b> |                          |                                    |                          |          |
| Prof. (R)   |                          |                                    |                          |          |
| R0          | 26,65                    | 131,73                             | 134,54                   | 75,64    |
| RI          | 27,62                    | 119,78                             | 107,20                   | 95,40    |
| RII         | 34,27                    | 130,02                             | 143,35                   | 96,00    |
| Cult. (C)   |                          |                                    |                          |          |
| 'Brigade'   | 31,88                    | 142,08                             | 115,54                   | 99,05    |
| 'H3044'     | 27,15                    | 112,27                             | 141,19                   | 95,71    |
| F (R)       | 0,98 NS                  | 0,40 NS                            | 1,20 NS                  | 1,90 NS  |
| F (C)       | 2,82 NS                  | 4,58 NS                            | 2,44 NS                  | 0,10 NS  |
| F (R*C)     | 0,58 NS                  | 3,15 NS                            | 0,21 NS                  | 1,40 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

Em 1997, os valores médios do peso seco da parte aérea (folhas + caules) (Tab. 3.10 e fig. 3. 24), nos tratamentos com rega enterrada, foram sempre superiores aos da rega superficial, mas significativamente apenas nos estádios de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência (82 DAP) e de 75% de frutos vermelhos + alaranjados (106 DAP), este último apenas na modalidade RII. Em 1998, pelo contrário, a colocação subsuperficial dos

gotejadores, em relação à superficial, não contribuiu para um aumento significativo do peso seco da biomassa aérea, em nenhuma das fases de desenvolvimento em que se procedeu à sua medição (Tab. 3.10). No ensaio de 1997, não sendo as diferenças entre tratamentos atribuíveis às disponibilidades hídricas do solo, podem ter resultado de outros factores como a data de implantação da cultura, a mobilização do solo realizada para introduzir os tubos no primeiro ano e/ou as condições climáticas.

A produção de biomassa aérea no ensaio de 1998, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores, nos estádios em que se procedeu à sua medição, atingiu valores mais elevados do que em 1997, excepto à colheita em RII e em R0 (Tab. 3.10), o que certamente terá influenciado a produção.

A evolução da matéria seca ao longo do ciclo cultural, nos dois anos de ensaio apresentou algumas diferenças (Fig. 3.24). Entre a fase de 75% de frutos vermelhos + alaranjados (99 DAP) e a colheita (104 DAP), o decréscimo acentuado da matéria seca observado em 1998 e que não foi tão evidente em 1997 pode ser atribuído às condições climáticas. Em 1997, devido às temperaturas mais baixas, as folhas permaneceram verdes durante mais tempo.

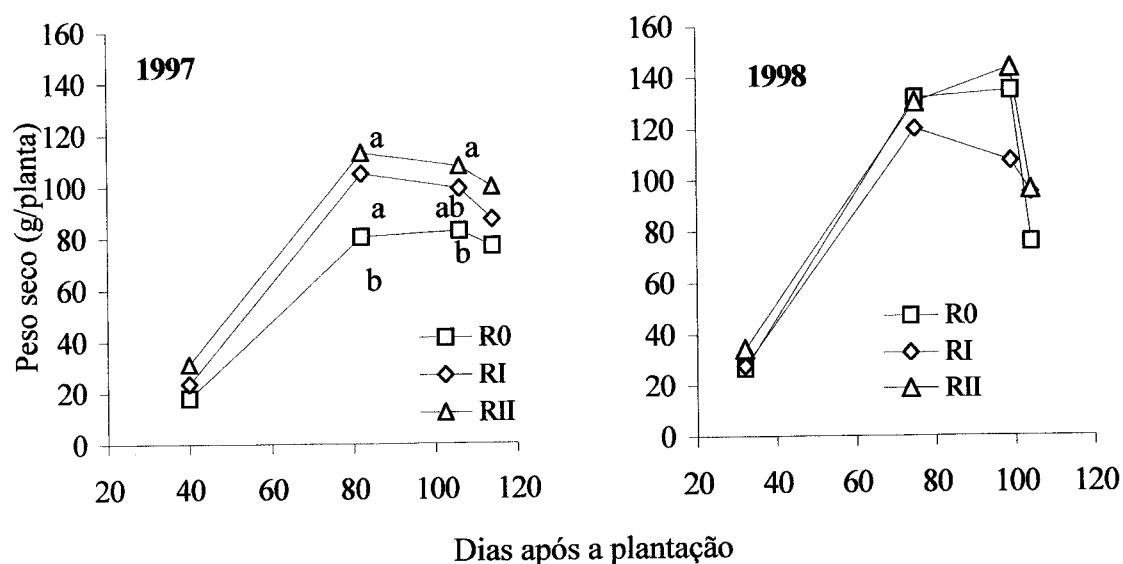


Fig. 3. 24 – Evolução do peso seco médio da parte aérea (folhas + caules) por modalidade de colocação do tubo de rega. Em cada estágio de desenvolvimento as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em qualquer dos anos, a taxa mais elevada de produção de matéria seca aérea ocorreu entre o estágio de primeiro fruto vingado e o completo desenvolvimento da primeira inflorescência. Resultados idênticos foram observados por Calado (1991) e Bar-Yosef *et al.* (1991a) em tomate implantado, respectivamente através de sementeira directa e plantação.

### b) Índice de área foliar

O índice de área foliar, em ambos os anos de ensaio, não foi afectado nem pela interacção profundidade x cultivar nem pela profundidade de colocação do tubo de rega (Tab. 3.11). Hutmacher *et al.* (1985), quando compararam a rega gota-a-gota enterrada com a superficial obtiveram resultados semelhantes.

Tab. 3.11 – Índice de área foliar médio (IAF) nas diferentes fases de desenvolvimento

| Factores    | Fases de desenvolvimento |                                    |                          |          |
|-------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------|
|             | 1º fruto vingado         | Comp. desenv. da 1ª inflorescência | 75% frutos verm. + alar. | Colheita |
| <b>1997</b> |                          |                                    |                          |          |
| Prof. (R)   |                          |                                    |                          |          |
| R0          | 1,170                    | 3,752                              | 1,465                    | 0,595    |
| RI          | 1,979                    | 3,041                              | 1,768                    | 1,195    |
| RII         | 2,740                    | 2,799                              | 1,924                    | 0,931    |
| Cult. (C)   |                          |                                    |                          |          |
| 'Brigade'   | 2,294 a                  | 3,598                              | 1,893                    | 1,051    |
| 'H3044'     | 1,632 b                  | 2,797                              | 1,539                    | 0,763    |
| F (R)       | 4,17 NS                  | 0,77 NS                            | 3,08 NS                  | 2,60 NS  |
| F (C)       | 7,90 *                   | 3,50 NS                            | 1,16 NS                  | 1,52 NS  |
| F (R*C)     | 1,65 NS                  | 0,73 NS                            | 0,21 NS                  | 0,68 NS  |
| <b>1998</b> |                          |                                    |                          |          |
| Prof. (R)   |                          |                                    |                          |          |
| R0          | 0,955                    | 3,850                              | 2,308                    | 0,508    |
| RI          | 1,002                    | 3,512                              | 2,496                    | 0,848    |
| RII         | 1,140                    | 4,222                              | 2,790                    | 1,050    |
| Cult. (C)   |                          |                                    |                          |          |
| 'Brigade'   | 1,194                    | 4,340                              | 2,420                    | 1,028    |
| 'H3044'     | 0,868                    | 3,384                              | 2,594                    | 1,166    |
| F (R)       | 0,30 NS                  | 0,84 NS                            | 0,68 NS                  | 2,89 NS  |
| F (C)       | 3,21 NS                  | 2,71 NS                            | 0,33 NS                  | 0,30 NS  |
| F (R*C)     | 0,23 NS                  | 3,18 NS                            | 0,21 NS                  | 0,40 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores máximos de IAF, nos dois anos de ensaio, tiveram lugar na fase de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência (82 e 75 DAP, respectivamente em 1997 e 1998) (Tab. 3.11 e fig. 3.25). Em 1997, os valores máximos variaram entre 2,8 e 3,8, tendo sido inferiores aos de 1998, (3,9 a 4,3), o que se atribui às melhores condições climáticas que se fizeram sentir neste ano. Os valores máximos do IAF medidos por Gama (1987) e Calado (1991), no mesmo solo, também ocorreram na mesma fase de desenvolvimento, tendo o primeiro encontrado valores mais baixos, entre 2 e 3, enquanto o segundo refere valores semelhantes aos obtidos no presente trabalho. A diferença pode estar relacionada com o método de rega utilizado, no primeiro estudo foi a rega por sulcos e no segundo a rega gota-a-gota superficial.

No que diz respeito às cultivares, o IAF registado em 1997, nas diferentes datas de observação, foi sempre mais elevado na 'Brigade', mas, em termos significativos, apenas na fase de primeiro fruto vingado (40 DAP). No segundo ano, o IAF das cultivares foi semelhante nas diferentes datas de amostragem (Tab. 3.11).

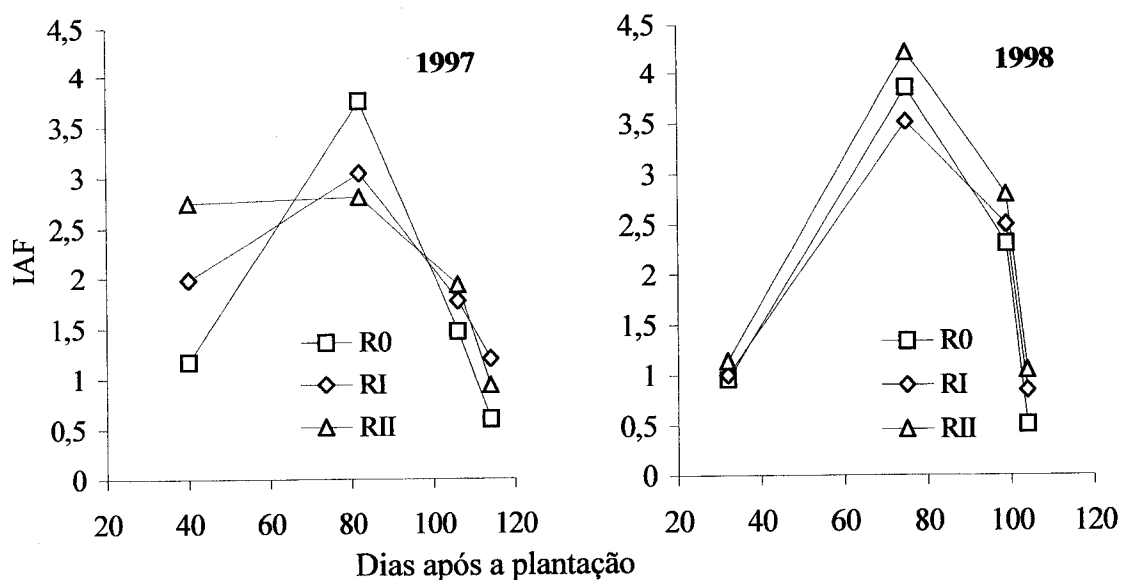


Fig. 3.25 – Evolução do índice de área foliar (IAF) por modalidade de colocação do tubo de rega.

c) - Frutificação

A distribuição percentual do número de frutos vermelhos + alaranjados, verdes e podres nas diferentes fases de desenvolvimento, em ambos os anos de ensaio, não foi influenciada nem pela interacção dos tratamentos nem pela localização dos gotejadores (Fig. 3.26 e anexo III).

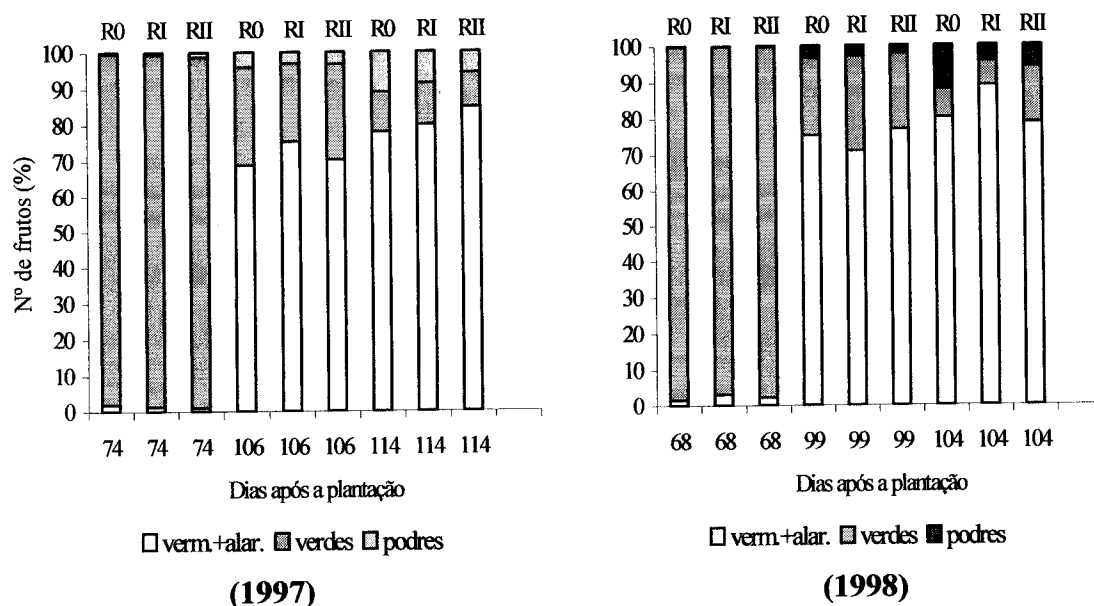


Fig. 3.26 – Valores médios da percentagem em número de frutos vermelhos + alaranjados, verdes e podres, por modalidade de colocação do tubo de rega.

No que diz respeito ao comportamento das cultivares, em 1997, apenas na segunda data de amostragem (106 DAP), o efeito da cultivar foi significativo, tendo a cultivar H3044 apresentado menor percentagem de frutos vermelhos + alaranjados e maior de verdes (Fig. 3.27 e anexo III).

No segundo ano verificaram-se diferenças significativas nos estádios de 1º fruto vermelho (68 DAP) e à colheita (104 DAP), apresentando a ‘H3044’, em ambas as fases de desenvolvimento, uma percentagem de frutos vermelhos + alaranjados mais elevada (Fig. 3.27 e anexo III).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diferença encontrada na distribuição percentual do número de frutos das duas cultivares, não provocou problemas na gestão da rega porque o valor do Kc só foi alterado quando ambas as cultivares alcançavam a mesma fase de desenvolvimento, o que representou uma diferença de um ou dois dias.

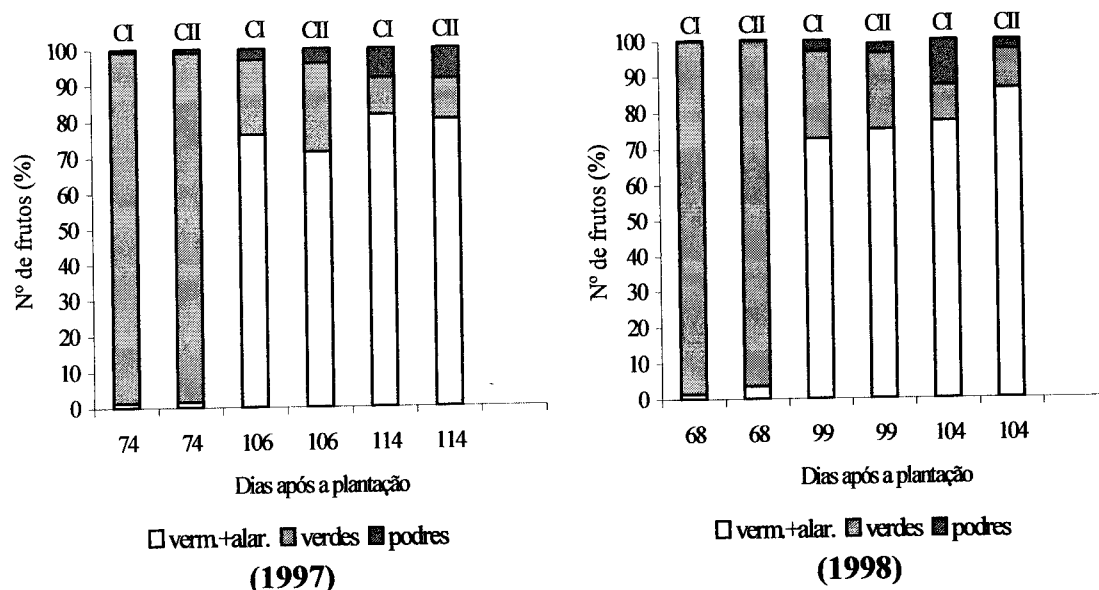


Fig. 3.27 – Valores médios da percentagem em número de frutos vermelhos + alaranjados, verdes e podres por cultivar ('Brigade' – CI e 'H3044' – CII).

### 3.1.6.3 – Rendimento físico

#### 3.1.6.3.1 – População produtiva, produção comercial e total

A população de plantas que contribuiu para a produção final, nos dois anos de ensaio, não foi afectada significativamente pelos tratamentos, nem pela sua interacção (Tab. 3.12). Assim, as diferenças observadas na produção podem ser atribuídas às diferentes condições a que as plantas estiveram sujeitas, relativas aos tratamentos.

No primeiro ano de ensaio, nos tratamentos de rega enterrada, a produção comercial (105 a 108 t/ha) e total (122 a 124 t/ha) foi superior à da superficial (88 e 103 t/ha, respectivamente) (Tab. 3.12). Este aumento da produção nos tratamentos de rega



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

subsuperficial era previsível, pois a produção de frutos está relacionada com o peso seco da biomassa aérea (Fig. 3. 28), a qual foi menor no tratamento de rega superficial, em dois estádios de desenvolvimento (ver 3.1.6.2 a).

Tab. 3.12 – População produtiva (1), produção comercial e total

| Factores    | N.º plantas (ha) | Prod. total (kg/planta) | Prod. comercial (kg/planta) | Prod. total (t/ha) | Prod. comercial (t/ha) (2) |
|-------------|------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|
| <b>1997</b> |                  |                         |                             |                    |                            |
| Prof. (R)   |                  |                         |                             |                    |                            |
| R0          | 31500,0          | 3,27 b                  | 2,79 b                      | 102,72 b           | 87,59 b                    |
| RI          | 31583,3          | 3,93 a                  | 3,41 a                      | 123,91 a           | 107,50 a                   |
| RII         | 31416,7          | 3,88 a                  | 3,35 a                      | 121,83 a           | 105,00 a                   |
| Cult. (C)   |                  |                         |                             |                    |                            |
| ‘Brigade’   | 31444,4          | 3,56                    | 3,05                        | 111,71             | 95,83                      |
| ‘H3044’     | 31555,6          | 3,83                    | 3,32                        | 120,59             | 104,23                     |
| F(R)        | 0,01NS           | 7,88 *                  | 5,35 *                      | 7,79 *             | 5,17 *                     |
| F(C)        | 0,03NS           | 1,88 NS                 | 2,31 NS                     | 3,57 NS            | 3,78 NS                    |
| F(R*C)      | 0,27NS           | 0,36 NS                 | 1,42 NS                     | 1,96 NS            | 2,14 NS                    |
| <b>1998</b> |                  |                         |                             |                    |                            |
| Prof. (R)   |                  |                         |                             |                    |                            |
| R0          | 31690,5          | 4,04 b                  | 3,60                        | 128,12             | 114,16                     |
| RI          | 31273,8          | 4,38 a                  | 4,09                        | 136,87             | 128,10                     |
| RII         | 32500,0          | 4,11 ab                 | 3,84                        | 133,80             | 124,80                     |
| Cult. (C)   |                  |                         |                             |                    |                            |
| ‘Brigade’   | 31912,7          | 3,84 b                  | 3,60 b                      | 122,74 b           | 114,93 b                   |
| ‘H3044’     | 31730,1          | 4,51 a                  | 4,08 a                      | 143,12 a           | 129,76 a                   |
| F(R)        | 2,15 NS          | 6,03 *                  | 4,56 NS                     | 2,23 NS            | 2,30 NS                    |
| F(C)        | 0,15 NS          | 10,98 **                | 8,62 *                      | 13,77 **           | 10,62**                    |
| F(R*C)      | 2,14 NS          | 1,31 NS                 | 2,42 NS                     | 1,96 NS            | 3,15 NS                    |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ). (1) – População que contribui para a produção final (Portas e Monteiro, 1985) (2) – Produção comercial = produção de frutos vermelhos + alaranjados.

No segundo ano de ensaio a rega subsuperficial também foi bem sucedida pois a produção comercial nos tratamentos de rega enterrada (RI-128,1 t/ha, RII - 124,8 t/ha) foi maior do que em R0 (114,2 t/ha) (Tab. 3.12). No entanto e ao contrário do observado em 1997, as diferenças não foram estatisticamente significativas (Tab. 3.12), o que pode ter sido devido à data de implantação da cultura, à mobilização do solo realizada para introduzir os tubos no primeiro ano e/ou às condições climáticas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os dois tratamentos com o tubo abaixo da superfície (RI e RII) não se verificaram diferenças significativas em termos de produção total e comercial (Tab. 3.12), o que está de acordo com o observado por Hanson *et al.* (1997b). Clark *et al.* (1993) num solo arenoso e com tubos enterrados a 2,5 e a 30 cm verificaram que a produção e o calibre dos frutos foi superior na primeira situação.

Em comparação com os dados de 1997, a produção comercial por hectare, no ensaio de 1998, foi superior em 30,3%, 19,2%, e 18,8%, respectivamente em R0, RI e RII.

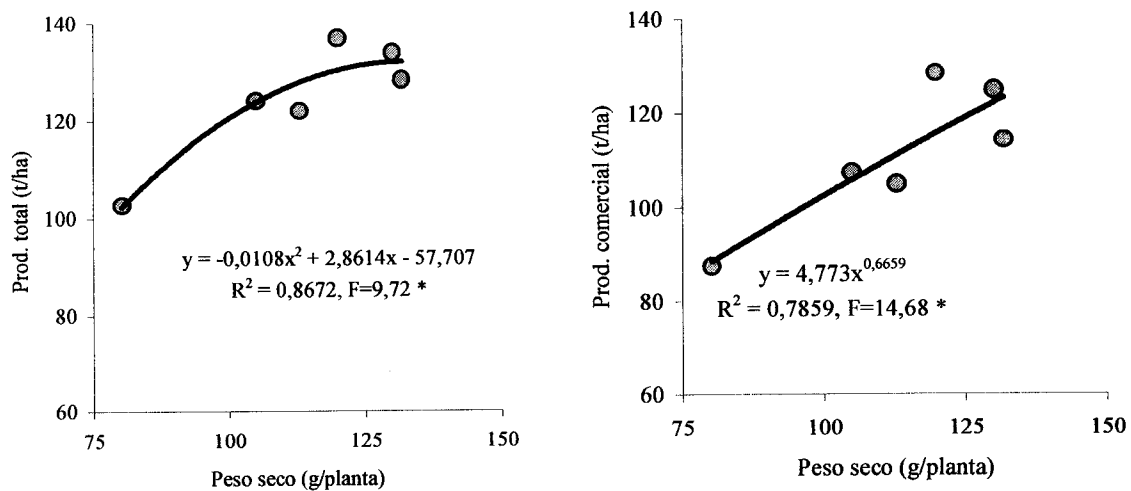


Fig. 3.28 – Relação entre o peso seco (g/planta) no estágio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência e a produção total e comercial <sup>(1)</sup>.

Num estudo de dois anos, em que compararam a rega subsuperficial de alta frequência com a superficial de alta e baixa frequência, Phene *et al.* (1985a e 1987)

<sup>(1)</sup> Tendo em consideração que a produção de biomassa aérea, em 1997, no estágio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência e no de 75% de frutos vermelhos + alaranjados, nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores, apresentou diferenças significativas e que em 1998 os seus valores foram mais elevados, estudou-se a relação entre a produção total e comercial e o peso seco da parte aérea (g/planta), utilizando os valores dos dois anos. Apresentam-se as equações com maior coeficiente de determinação e apenas para o primeiro estágio de desenvolvimento mencionado, embora a tendência tenha sido, em ambos, semelhante.

verificaram que, embora no primeiro ano a produção comercial tivesse sido idêntica nos diferentes tratamentos, no segundo esta foi significativamente maior na modalidade de rega enterrada. Os autores atribuem estes resultados às técnicas culturais utilizadas no segundo ano, nomeadamente à aplicação de fósforo e metame de sódio na água de rega. No presente estudo há a salientar que, no primeiro ano, ao longo do ciclo da cultura, se observaram frequentemente sintomas de deficiência de fósforo nas plantas do tratamento de rega superficial, os quais não foram visíveis ou surgiram em menor grau na rega enterrada. É de considerar que a temperatura ambiente neste ano apresentou valores baixos, inferiores à média, condições em que a absorção de fósforo é reduzida e só uma concentração elevada deste na vizinhança das raízes pode suprir as necessidades das plantas (Geisenberg e Stewart, 1986). O fósforo aplicado à superfície, ao longo do ciclo da cultura, pela sua reduzida mobilidade, não fica disponível nas camadas do perfil onde se concentra o sistema radical. Quando aplicado em profundidade e a taxas condizentes com as necessidades das plantas, estas utilizam-no de uma forma mais eficiente (Phene *et al.*, 1986).

Saliente-se que os resultados obtidos no presente trabalho são semelhantes aos encontrados na bibliografia, nomeadamente em tomate (Davis *et al.*, 1985; Hutmacher *et al.*, 1985; Phene *et al.*, 1985; Phene *et al.*, 1987; Bar-Yosef *et al.*, 1991a; El-Gindy e El-Araby, 1996; Hanson *et al.*, 1997), em milho (Mitchell e Sparks, 1982; Bar-Yosef *et al.*, 1989; Camp *et al.*, 1989; Howell *et al.*, 1997), em algodão (Plaut *et al.*, 1985), em pereira (Oron *et al.*, 1991; Oron *et al.*, 1995) e em diversas hortícolas como melão (Bucks *et al.*, 1981; Camp *et al.*, 1993), cenoura (Bucks *et al.*, 1981), batata (Sammis, 1980), ervilha (Bucks *et al.*, 1981; Oron *et al.*, 1991; Oron *et al.*, 1995), feijão frade, brócolos e abóboras (Camp *et al.*, 1993). Nestes estudos, a rega subsuperficial comparada com a superficial nunca diminuiu a produção, ou seja, ou provocou acréscimos ou foi semelhante, o que pode estar relacionado com os factores que afectam a evaporação e conseqüentemente a ETR.

No segundo ano de ensaio do presente estudo, apesar das perdas por percolação, no início da cultura, terem sido superiores nas modalidades de rega subsuperficial, nestas a produção não foi afectada, tendo mesmo sido ligeiramente superior, o que se explica pelo facto de, neste período do ciclo, a quantidade de água aplicada ter pouca influência na produção (Doorembos e Kassan, 1986; Calado, 1991). No resto do ciclo não se registaram

perdas por percolação e a evaporação terá sido semelhante, devido ao efeito de cobertura do canopeu (ver 3.1.2).

No segundo ano de ensaio e ao contrário do ano anterior, a 'H3044' teve uma produção comercial e total por planta mais elevada do que a 'Brigade', o que pode ter sido devido às melhores condições climáticas (Tab. 3.12).

### **3.1.6.3.2 – Produção por classe de frutos**

A produção por classe de frutos, apresentada na tabela 3.13, mostra que nos dois anos de ensaio, em termos de frutos vermelhos e verdes a produção não foi afectada pela profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota. Já a resposta da produção em termos de frutos podres e alaranjados foi diferente. Em 1997, a quantidade de frutos podres foi significativamente menor em RII. Também Phene *et al.* (1987) observaram que a percentagem de frutos podres e com bolores era duas vezes inferior com rega gota-a-gota enterrada. Contudo, em 1998, apesar da humidade à superfície também ter sido menor nos tratamentos de rega subsuperficial, a produção de frutos podres não foi afectada pela profundidade de colocação dos gotejadores. Este comportamento pode estar relacionado com os valores da humidade, na camada de solo de 0 a 5 cm na linha de cultura no tratamento de rega superficial. Tendo em atenção as três últimas datas de amostragem em 1997 os valores variaram entre 7,27 e 10,6% e em 1998 foram bastante mais baixos, entre 0,93 e 4,95% (ver 3.1.4.1).

A ocorrência de frutos com podridão apical registou-se apenas em 1998 e foi insignificante (Tab. 3.13).

Em relação às cultivares, constata-se que a 'H3044', em ambos os anos, apresentou valores da produção de frutos vermelhos, mais elevados do que a 'Brigade', mas apenas em 1998 a diferença atingiu níveis significativos, o que, como atrás se refere, pode ter sido devido às melhores condições climáticas, que possibilitaram uma melhor expressão do potencial produtivo das cultivares.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tab. 3.13 – Produção por classe de frutos (t/ha)

| Factores    | Frutos (t/ha) |          |          |         |             |
|-------------|---------------|----------|----------|---------|-------------|
|             | Vermelhos     | Alara.   | Verdes   | Podres  | Pod. apical |
| <b>1997</b> |               |          |          |         |             |
| Prof. (R)   |               |          |          |         |             |
| R0          | 83,25         | 4,33 b   | 6,86     | 8,27 a  |             |
| RI          | 102,14        | 5,36 ab  | 8,62     | 7,79 a  |             |
| RII         | 98,10         | 6,87 a   | 11,01    | 5,74 b  |             |
| Cult. (C)   |               |          |          |         |             |
| ‘Brigade’   | 91,68         | 4,11 a   | 8,97     | 6,92    |             |
| ‘H3044’     | 97,29         | 6,93 b   | 8,74     | 7,62    |             |
| F (R)       | 4,66 NS       | 5,17 *   | 3,23 NS  | 10,39** |             |
| F (C)       | 1,98 NS       | 13,15 ** | 0,02 NS  | 2,37 NS |             |
| F (R*C)     | 1,76 NS       | 2,20 NS  | 1,19 NS  | 1,45 NS |             |
| <b>1998</b> |               |          |          |         |             |
| Prof. (R)   |               |          |          |         |             |
| R0          | 105,62        | 8,53 a   | 9,99     | 3,97    | 0,17 b      |
| RI          | 123,92        | 4,18 b   | 5,05     | 3,72    | 0,01 b      |
| RII         | 118,20        | 6,59 ab  | 7,81     | 3,59    | 1,18 a      |
| Cult. (C)   |               |          |          |         |             |
| ‘Brigade’   | 110,55 b      | 4,39 b   | 4,89 b   | 4,57    | 0,75 a      |
| ‘H3044’     | 121,80 a      | 8,48 a   | 10,34 a  | 2,95    | 0,17 b      |
| F (R)       | 1,91 NS       | 7,67*    | 3,04 NS  | 0,08NS  | 11,35 **    |
| F (C)       | 8,80 *        | 9,76*    | 27,92 ** | 4,50NS  | 9,09 *      |
| F (R*C)     | 2,99 NS       | 0,2NS    | 0,61 NS  | 3,09NS  | 12,75 **    |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

### 3.1.6.3.3 – Caracterização da produção comercial

Na tabela 3.14 apresentam-se os parâmetros que caracterizam a produção comercial, nomeadamente, o peso médio dos frutos e a percentagem em número e em peso de frutos sãos, queimados e escaldados, rachados e com antracnose, podendo-se constatar que a interacção dos tratamentos e a profundidade de colocação do tubo não influenciaram significativamente nenhuma destas variáveis.

Já o comportamento das cultivares foi diferente nos dois anos. Em 1997, a ‘H3044’ apresentou menor percentagem em número e em peso de frutos sãos e maior peso médio dos frutos do que a ‘Brigade’. No segundo ano apenas a percentagem em peso de frutos sãos foi diferente, tendo a ‘H3044’ conduzido a valores mais baixos (Tab. 3.14).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tab. 3.14 – Caracterização da produção comercial

| Factores    | Peso médio do fruto (g) | Número de frutos (%) |                    |          |               | Peso de frutos (%) |              |          |               |
|-------------|-------------------------|----------------------|--------------------|----------|---------------|--------------------|--------------|----------|---------------|
|             |                         | Sãos                 | Quei.(1) e esc.(2) | Rachados | C/ antracnose | Sãos               | Quei. e esc. | Rachados | C/ antracnose |
| <b>1997</b> |                         |                      |                    |          |               |                    |              |          |               |
| Prof. (R)   |                         |                      |                    |          |               |                    |              |          |               |
| R0          | 80,42                   | 95,38                | 2,71               | 1,63     | 0,25          | 95,39              | 2,42         | 2,03     | 0,17          |
| RI          | 81,58                   | 94,25                | 3,50               | 2,13     | 0,00          | 94,09              | 3,42         | 2,49     | 0,00          |
| RII         | 80,58                   | 95,88                | 2,38               | 1,63     | 0,13          | 95,52              | 2,20         | 2,08     | 0,20          |
| Cult. (C)   |                         |                      |                    |          |               |                    |              |          |               |
| 'Brigade'   | 76,59 b                 | 96,50 a              | 2,42               | 1,08     | 0,00          | 96,47 a            | 2,47         | 1,06 b   | 0,00          |
| 'H3044'     | 85,13 a                 | 94,50 b              | 2,67               | 2,50     | 0,25          | 94,19 b            | 2,22         | 3,34 a   | 0,24          |
| F (R)       | 0,06 NS                 | 3,25 NS              | 0,90 NS            | 0,16 NS  | 0,53 NS       | 1,89 NS            | 2,01 NS      | 0,08 NS  | 0,44 NS       |
| F (C)       | 18,07 **                | 15,71 **             | 0,31 NS            | 4,15 NS  | 1,80 NS       | 8,12 **            | 0,28 NS      | 7,30 *   | 1,98 NS       |
| F (R*C)     | 0,62 NS                 | 1,72 NS              | 1,34 NS            | 1,09 NS  | 0,60 NS       | 0,41 NS            | 0,82 NS      | 1,25 NS  | 0,51 NS       |
| <b>1998</b> |                         |                      |                    |          |               |                    |              |          |               |
| Prof. (R)   |                         |                      |                    |          |               |                    |              |          |               |
| R0          | 75,98                   | 92,00                | 7,38               | 0,63     |               | 93,03              | 6,14         | 0,84     |               |
| RI          | 76,49                   | 93,88                | 4,00               | 2,13     |               | 93,84              | 3,46         | 2,70     |               |
| RII         | 78,46                   | 90,49                | 3,83               | 4,46     |               | 90,90              | 3,64         | 5,47     |               |
| Cult. (C)   |                         |                      |                    |          |               |                    |              |          |               |
| 'Brigade'   | 74,57                   | 93,83                | 4,33               | 1,83     |               | 94,58 a            | 3,59         | 1,84     |               |
| 'H3044'     | 76,72                   | 90,41                | 5,08               | 2,98     |               | 90,60 b            | 5,24         | 4,17     |               |
| F (R)       | 2,80 NS                 | 1,91 NS              | 2,79 NS            | 1,64 NS  |               | 1,06 NS            | 2,33 NS      | 1,80 NS  |               |
| F (C)       | 0,97 NS                 | 3,93 NS              | 2,62 NS            | 2,44 NS  |               | 5,97 *             | 3,66 NS      | 4,96 NS  |               |
| F (R*C)     | 3,10 NS                 | 0,30 NS              | 3,26 NS            | 0,39 NS  |               | 0,21 NS            | 3,13 NS      | 0,91 NS  |               |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ). (1) – Frutos queimados, vulgarmente designados por chapados são aqueles em que a parte do fruto exposto ao sol excedeu temperaturas superiores aos 30 °C, durante longos períodos, ficando amarela ou esbranquiçada. (2) – Frutos escaldados. Nestes a parte do fruto exposta ao sol ultrapassou os 40° C, tornando-se branca e cavada (Grierson e Kader, 1986).

### 3.1.6.4 – Características tecnológicas da matéria-prima

Nos dois anos de ensaio, os parâmetros de qualidade e a matéria seca solúvel (t/ha), de grande importância para a indústria transformadora e para os produtores não foram afectados significativamente pela profundidade de colocação do tubo (Tab. 3.15), o que está de acordo com a bibliografia. A rega subsuperficial não afecta os sólidos solúveis (Davis *et al.*, 1985; Phene *et al.*, 1986 e 1987, Bar-Yosef *et al.*, 1991a), a cor, o pH e a viscosidade (Davis *et al.*, 1985).

Também, o facto dos sólidos solúveis, não terem apresentado variação significa que as disponibilidades hídricas do solo, factor que influencia este parâmetro de qualidade,

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

foram semelhantes nas diferentes modalidades ou que o seu valor esteve, entre limites que não o influenciaram.

Tab. 3.15 – Características de qualidade do sumo de tomate e matéria seca solúvel (t/ha)

| Factores    | Características tecnológicas |         |                   | Mat. seca solúvel(1)<br>(t/ha) |
|-------------|------------------------------|---------|-------------------|--------------------------------|
|             | "°brix"                      | pH      | Cor Gardner (a/b) |                                |
| <b>1997</b> |                              |         |                   |                                |
| Prof. (R)   |                              |         |                   |                                |
| R0          | 4,29                         | 4,07    | 2,49              | 3,76                           |
| RI          | 4,55                         | 4,10    | 2,47              | 4,89                           |
| RII         | 4,59                         | 4,07    | 2,45              | 4,78                           |
| Cult. (C)   |                              |         |                   |                                |
| 'Brigade'   | 4,76                         | 4,06    | 2,47              | 4,56                           |
| 'H3044'     | 4,20                         | 4,10    | 2,47              | 4,40                           |
| F (R)       | 0,65 NS                      | 0,57 NS | 1,11 NS           | 4,74 NS                        |
| F (C)       | 4,48 NS                      | 2,75 NS | 0,03 NS           | 0,28 NS                        |
| F (R*C)     | 0,20 NS                      | 0,17 NS | 0,79 NS           | 1,30 NS                        |
| <b>1998</b> |                              |         |                   |                                |
| Prof. (R)   |                              |         |                   |                                |
| R0          | 5,36                         | 4,38    | 2,45              | 6,12                           |
| RI          | 5,09                         | 4,36    | 2,47              | 6,52                           |
| RII         | 5,25                         | 4,37    | 2,49              | 6,55                           |
| Cult. (C)   |                              |         |                   |                                |
| 'Brigade'   | 5,57 a                       | 4,38    | 2,47              | 6,40                           |
| 'H3044'     | 4,90 b                       | 4,36    | 2,47              | 6,35                           |
| F (R)       | 0,37 NS                      | 0,30 NS | 1,12 NS           | 1,11 NS                        |
| F (C)       | 5,30 *                       | 1,12 NS | 0,04 NS           | 0,33 NS                        |
| F (R*C)     | 0,26 NS                      | 0,64 NS | 0,80 NS           | 0,79 NS                        |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ). (1) – Produção de matéria seca solúvel = ("°brix" x produção comercial)/100

No primeiro ano de ensaio, os parâmetros estudados foram idênticos nas duas cultivares (Tab. 3.15). O mesmo aconteceu no segundo ano, em relação ao pH, à cor e à matéria seca solúvel (t/ha) das duas cultivares, mas o "°brix", foi significativamente maior na 'Brigade' (Tab. 3.15). Para ambas as cultivares, os valores registados em 1998 são cerca de 17% superiores aos de 1997, o que mais uma vez pode ser atribuído às melhores condições climáticas que se fizeram sentir. O teor de açúcar está estreitamente relacionado com a radiação solar, aumentando com a sua intensidade (Grierson e Kader, 1986). Em

condições de baixa temperatura e radiação, os teores de matéria seca são baixos (Castilla, 1985, cit. por Castilla, 1995).

### 3.1.7 – Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água é geralmente definida como a produção de matéria seca ou produção comercial por unidade de água evapotranspirada. Em termos hortícolas, também é apresentada como a produção comercial ou total por unidade de água aplicada (Goldberg e Shmueli, 1970; Goldberg *et al.*, 1971 cit. por Elfving, 1982; Sammis, 1980).

Os resultados obtidos no presente estudo, para os dois anos de ensaio, mostram que nas modalidades de rega enterrada a produção por unidade de água evapotranspirada (Tab. 3.16), foi superior mas, devido a causas distintas. Em 1997, devido a um aumento da produção, tendo as modalidades de rega enterrada registado valores de eficiência do uso da água da ordem dos 230 kg. ha<sup>-1</sup>. mm<sup>-1</sup>, significativamente superiores ao obtido com a rega superficial, da ordem dos 189 kg. ha<sup>-1</sup>. mm<sup>-1</sup>, ou seja, por mm de água utilizada na cultivar H3044 produziram-se em média mais 41 kg/ha de frutos vermelhos + alaranjados. No segundo ano devido a uma diminuição da ETR (ver 3.1.2), a produção comercial por unidade de água evapotranspirada, nos tratamentos de rega enterrada, atingiu os 265 e 257 kg. ha<sup>-1</sup>. mm<sup>-1</sup>, respectivamente em RI e RII, tendo também sido superiores à obtida com a rega superficial, da ordem dos 229 kg. ha<sup>-1</sup>. mm<sup>-1</sup> (Tab. 3.16). Neste ano, com a rega enterrada, por mm de água evapotranspirada produziram-se em média mais 32 kg/ha de frutos vermelhos + alaranjados do que com a rega superficial. A diminuição da ETR, causada por uma menor evaporação na fase inicial da cultura, em anos em que não se verifica precipitação, neste período, leva a que produção comercial por unidade de água evapotranspirada seja mais elevada nos tratamentos de rega subsuperficial do que na superficial.

Comparativamente com os dados do ano anterior, em 1998 o acréscimo da produção comercial por unidade de água evapotranspirada, foi da ordem de 21,2%, 13,7% e 13,3%, respectivamente em R0, RI e RII, estando relacionado com o aumento da produção deste ano.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tab. 3.16 – Produção comercial por unidade de água evapotranspirada e aplicada

| Factores  | Prod. comercial/ETR<br>(kg. ha <sup>-1</sup> . mm <sup>-1</sup> ) (1) |        | Prod. comercial/Água aplicada<br>(kg. ha <sup>-1</sup> . mm <sup>-1</sup> ) |          |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
|           | 1997                                                                  | 1998   | 1997                                                                        | 1998     |
| Prof. (R) |                                                                       |        |                                                                             |          |
| R0        | 189 b                                                                 | 229 b  | 184 b                                                                       | 218      |
| RI        | 233 a                                                                 | 265 a  | 226 a                                                                       | 245      |
| RII       | 227 a                                                                 | 257 a  | 221 ab                                                                      | 239      |
| Cult. (C) |                                                                       |        |                                                                             |          |
| ‘Brigade’ |                                                                       |        | 201                                                                         | 220 b    |
| ‘H3044’   |                                                                       |        | 219                                                                         | 248 a    |
| F (R)     | 5,78 *                                                                | 6,70** | 5,39 *                                                                      | 2,30NS   |
| F (C)     | -                                                                     | -      | 2,81 NS                                                                     | 10,62*** |
| F (R*C)   | -                                                                     | -      | 1,90 NS                                                                     | 4,97**   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ). (1) – A ETR mediu-se apenas em talhões com a cultivar H3044, assim a análise de variância fez-se comparando os valores dos três tratamentos.

Quando a eficiência do uso da água é expressa em termos de produção comercial por unidade de água aplicada, os resultados obtidos em 1997, nas modalidades de rega enterrada, cerca de 223,5 kg. ha<sup>-1</sup>. mm<sup>-1</sup>, também são superiores ao obtido com a rega superficial, 184 kg. ha<sup>-1</sup>. mm<sup>-1</sup>, mas significativamente, apenas em RI (Tab. 3.16). A cultivar e a interacção entre os tratamentos não afectaram a produção por unidade de água aplicada. Em 1998, os resultados não apresentaram o mesmo comportamento, pois a produção comercial por unidade de água aplicada foi afectada significativamente pela interacção entre os tratamentos, tendo a ‘H3044’ nas modalidades de rega enterrada apresentado valores mais elevados, cerca de 265 kg. ha<sup>-1</sup>. mm<sup>-1</sup>.

### 3.1.8 – Conclusões

Da análise conjunta dos dois anos de ensaio pode-se concluir que a rega subsuperficial, com o manejo e equipamento utilizado, funcionou adequadamente. A água e os adubos foram distribuídos de modo semelhante ao da rega superficial, pois os parâmetros de uniformidade medidos, tais como o coeficiente de uniformidade e de variação, a variação

## ***RESULTADOS E DISCUSSÃO***

---

do débito dos gotejadores e a uniformidade de distribuição, no fim do ciclo da cultura, não foram afectados pela profundidade de colocação do tubo de rega. Por outro lado, nunca se observou entupimento dos gotejadores por intrusão de raízes.

A mecanização do processo de colocação dos tubos de rega abaixo da superfície do solo, também não constituirá um obstáculo a este método de rega, pois o equipamento que foi utilizado mostrou-se adequado e eficaz, podendo ser ainda facilmente melhorado em outros aspectos.

Nas condições em que decorreu o ensaio para a maioria dos parâmetros medidos não houve interacção entre a profundidade de colocação dos gotejadores e a cultivar, pelo que as variáveis podem ser analisadas separadamente.

Quanto aos efeitos da rega subsuperficial com tubos a 20 e a 40 cm em relação à superficial as principais conclusões são que:

- As condições hídricas do solo à superfície foram afectadas, mas em profundidade apresentaram-se semelhantes. Para os locais de amostragem, correspondentes à linha de cultura e a 37,5 cm desta, verificou-se que com a rega subsuperficial a superfície do solo manteve-se seca, durante a maior parte do ciclo da cultura. A 75 cm da linha de cultura, a superfície do solo permaneceu seca ao longo do ciclo da cultura, não tendo sido afectada pela profundidade de colocação do tubo de rega.
- Na camada dos 40 cm aos 100 cm de profundidade, sob a linha de cultura, a 20 cm de um gotejador, o perfil hídrico do solo foi idêntico nos diferentes tratamentos.
- As perdas de N por percolação foram superiores, tendo ocorrido apenas no início do ciclo, o que sugere que se poderão reduzir as quantidades totais deste nutriente, principalmente nesse período, diminuindo a sua aplicação na adubação de fundo e/ou na fertirrega durante as primeiras semanas.
- Tendo por base os resultados obtidos através dos minirizotrótes, em diferentes estádios de desenvolvimento e em locais perpendiculares à linha de cultura (a 10, a 37,5 e a 75 cm), com algumas excepções, que não permitem estabelecer comportamentos distintos, não afectou significativamente a intensidade radical. Nestes locais, a maior parte das raízes das plantas, quer na rega gota-a-gota

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

---

superficial quer na subsuperficial, concentraram-se nos primeiros 40 cm. Embora quando se analisam separadamente os dados dos 20 cm superficiais do solo se verifique que, nos dois locais mais próximos da linha de cultura (10 e 37,5 cm) com a rega subsuperficial o enraizamento tende a ser menor à superfície.

- A distribuição do sistema radical, sob a linha de cultura (observação a partir de perfis abertos no final do ciclo cultural), foi diferente, dada a tendência observada, tanto na rega superficial como na subsuperficial, de as raízes se concentrarem num volume do solo à volta dos gotejadores. Na rega subsuperficial, ao longo do tubo de rega gota-a-gota, foi observado algum crescimento de raízes que oportunamente aproveitaram a menor resistência do solo na interface solo/tubo e água que poderá ter circulado exteriormente ao longo deste.
- De um modo geral não influenciou significativamente os parâmetros de crescimento (peso seco e índice de área foliar) nos diferentes estádios de desenvolvimento.
- Aumentou a produção total e comercial, mas apenas significativamente no primeiro ano de ensaio. Estes resultados podem ter sido devidos às condições climáticas distintas dos dois anos e/ou à metodologia de inserção dos tubos de rega (manual e mecânica), de que terá resultado um diferente volume de solo mobilizado. No tratamento com tubo de rega a 20 cm de profundidade as produções apresentaram sempre tendência a serem mais elevadas.
- Não influenciou a qualidade da produção comercial (frutos vermelhos + alaranjados), avaliada através do peso médio dos frutos e da percentagem em peso e em número de frutos sãos, rachados, escaldados e com antracnose.
- As características de qualidade do sumo de tomate, sólidos solúveis, pH e cor Gardner (a/b) e a matéria seca solúvel (t/ha), também não foram afectadas.
- Aumentou a eficiência do uso da água, em 21,6% no primeiro ano e em 14% no segundo mas as causas foram distintas. No primeiro ano atribui-se a um acréscimo na produção e no segundo a uma diminuição da ETR, a qual, nos tratamentos de rega subsuperficial, em anos sem precipitação na fase inicial do ciclo da cultura, devido a uma redução da evaporação, é menor do que na rega

## ***RESULTADOS E DISCUSSÃO***

---

superficial. No resto do ciclo, apesar dos teores de humidade à superfície do solo na rega superficial terem sido maiores, a evaporação pode ter sido semelhante à dos tratamentos de rega subsuperficial visto na primeira a área molhada ser pequena e o tomate desenvolver um canopeu amplo e denso, reduzindo a evaporação.

As cultivares, Brigade e H3044 em termos de pH, cor e produção de matéria seca solúvel (t/ha) apresentaram o mesmo comportamento. Em termos de produção comercial e total a 'H3044' teve melhor comportamento do que a 'Brigade' mas em relação aos sólidos solúveis o comportamento foi inverso.



### **3.2 – INFLUÊNCIA DA DOTAÇÃO E DA PROFUNDIDADE DE COLOCAÇÃO DO TUBO DE REGA GOTA-A-GOTA NO CRESCIMENTO RADICAL, NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA DO TOMATE DE INDÚSTRIA**

#### **3.2.1 – Funcionamento da rega gota-a-gota nas diferentes modalidades de dotação de rega**

Embora a rega deficitária seja apontada como a principal causa de entupimento dos gotejadores enterrados (Phene *et al.*,1983b; Conrad, 1993; Hanson, 1997a), no presente trabalho tal não se verificou visto que no tratamento com menor dotação de rega (DI) o tempo necessário para aplicar 1m<sup>3</sup> de água não se alterou ao longo do ciclo e também não se observou a intrusão de raízes nos gotejadores.

#### **3.2.2 – Água aplicada**

A quantidade total de água aplicada (rega + precipitação) à cultura, nas diversas modalidades de dotação de rega (DI = 0,6 ETm; DII = 0,9 ETm e DIII = 1,2 ETm) é apresentada na tabela 3.17 e na figura 3.29. Pode constatar-se que, em DI e DII, a cultura teve à sua disposição respectivamente cerca de 51 e 74% da água disponibilizada em DIII.

Tab. 3.17 – Valores de água aplicada (rega + precipitação) por modalidade de dotação de rega

|                             | Tratamentos |       |       |
|-----------------------------|-------------|-------|-------|
|                             | DI          | DII   | DIII  |
| Rega aspersão (mm)          | 7,0         | 7,0   | 7,0   |
| Precipitação (mm)           | 76,1        | 76,1  | 76,1  |
| Rega gota – a – gota (mm)   | 243,1       | 391,4 | 560,9 |
| Total de água aplicada (mm) | 326,2       | 474,5 | 644,0 |

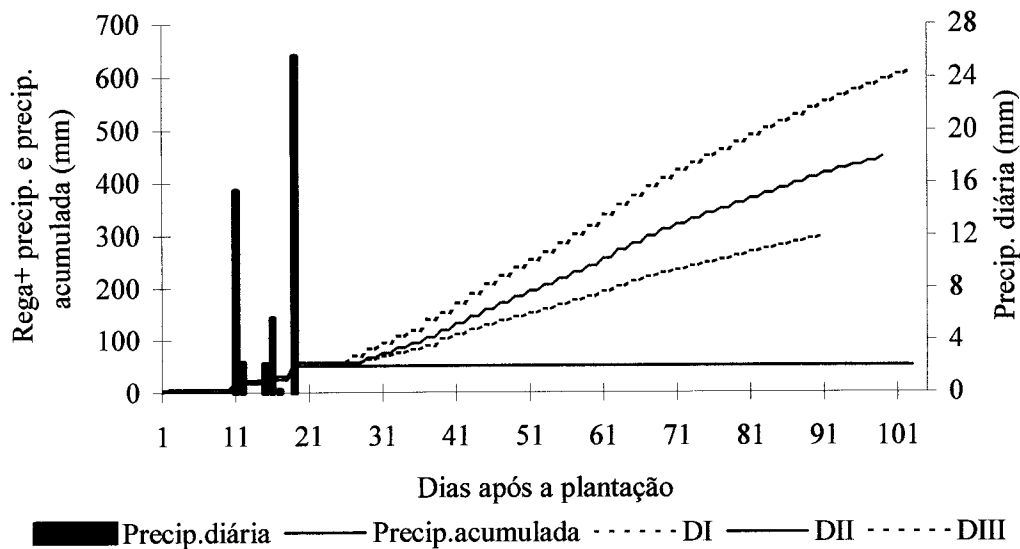


Fig. 3.29 – Valores acumulados de água aplicada diariamente à cultura (rega + precipitação) e de precipitação e valores diários de precipitação.

### 3.2.3 – Condições hídricas do solo

#### 3.2.3.1 – Humidade

A humidade volúmica, medida com a sonda de neutrões, é apresentada nas figuras 3.30 e 3.31 para os pares de factores relativos à dotação e profundidade de colocação dos gotejadores, visto que a interacção destes tratamentos, nas diferentes profundidades do solo e datas de medição, foi frequentemente significativa (Anexo IV).

De uma apreciação geral da evolução semanal da humidade, para cada dotação de rega nas diferentes profundidades de colocação dos gotejadores (Figs. 3.30 e 3.31), é evidente que as maiores diferenças ocorreram aos 20 cm de profundidade e particularmente em DII e DIII. Constata-se também que em todas as situações analisadas, ocorreu um aumento brusco da humidade aos 76 DAP, o qual pode estar relacionado com o facto de nesse período se ter feito a rega durante a tarde quando habitualmente a mesma era realizada durante a manhã. Assim, as leituras com a sonda de neutrões foram feitas com um intervalo menor, após a rega.

O teor de água a 20 cm variou muito com a modalidade de localização do tubo de rega, de uma forma menos pronunciada nos tratamentos onde se aplicou a menor dotação

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

(DI) (Fig. 3.30 e anexo IV). Em RII não houve uma resposta significativa da humidade do solo ao aumento da dotação, principalmente quando se compara DII com DIII.

Aos 40 cm de profundidade (Fig. 3.30) verifica-se que, de um modo geral, em cada dotação de rega, as condições de humidade, nas diferentes profundidades de colocação dos gotejadores foram próximas, com excepção de RII, que em DIII apresentou valores de humidade significativamente menores do que os dos outros tratamentos, nomeadamente entre os 27 e 55 DAP e aos 68 DAP.

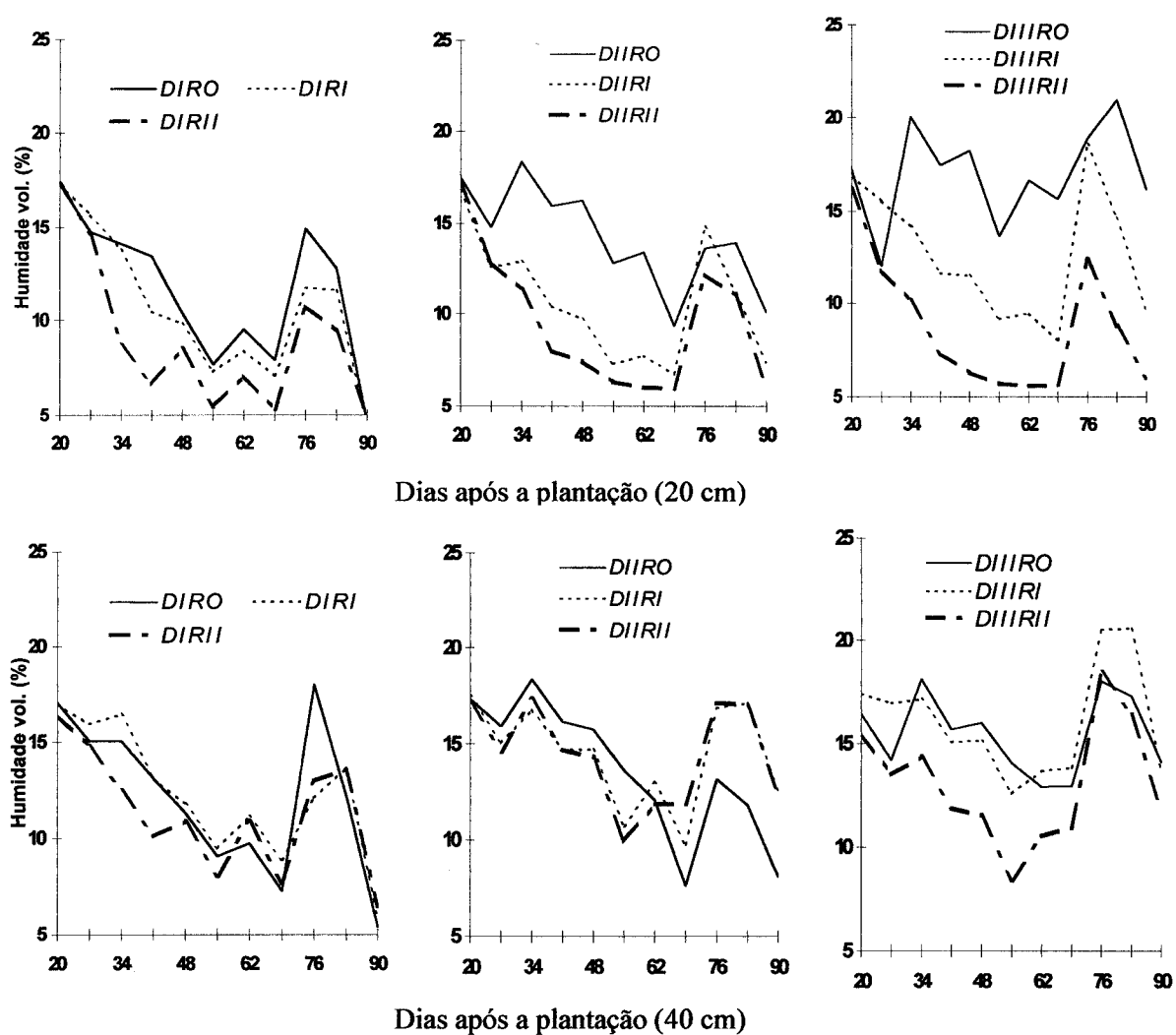


Fig. 3.30 – Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 20 e a 40 cm de profundidade.



**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

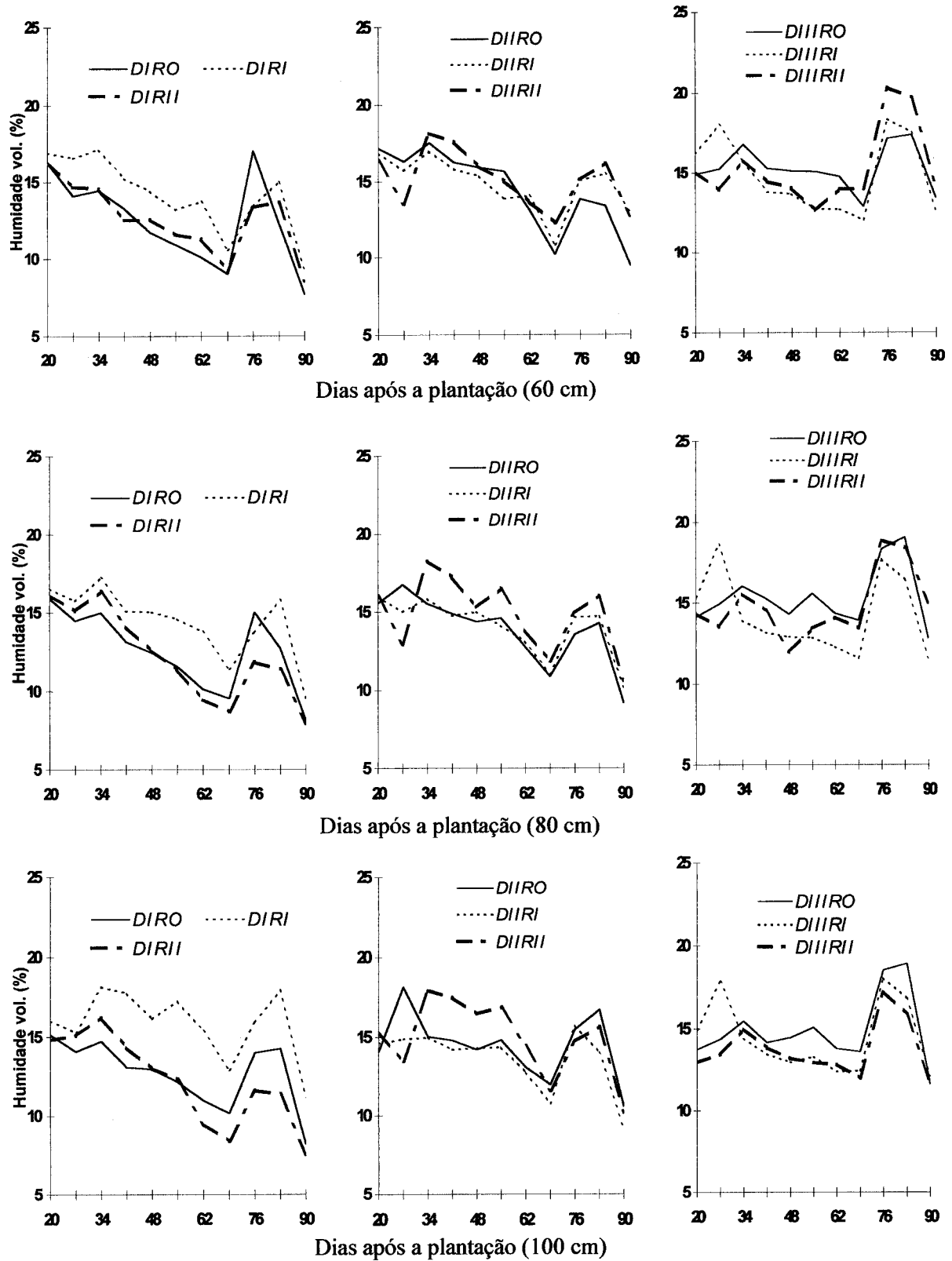


Fig. 3.31 – Evolução da humidade volúmica do solo (%), a 60, a 80 e a 100 cm de profundidade.

A 60, 80 e 100 cm de profundidade (Fig. 3.31 e anexo IV), entre DII e DIII de um modo geral não se registaram diferenças em termos de humidade do solo. Com a menor dotação (DI), a humidade aos 80 e 100 cm de profundidade nas datas compreendidas entre os 40 e os 62 DAP foi mais elevada em RI. A humidade do solo nas diferentes modalidades de dotação de rega e de colocação dos gotejadores esteve quase sempre acima dos valores correspondentes à humidade a pF 2 ( $\approx 9\%$ ) (Fig. 3.31), o que se atribui à frequência de rega (em dias alternados). Assim, mesmo com a dotação mais baixa, podem ter existido perdas de água por percolação. No ensaio realizado no mesmo ano e apresentado em 3.1.1, em que a dotação foi igual à ETm, ligeiramente superior à do tratamento 0,9 ETm (DII) e a aplicação da água foi diária, apenas foram frequentes valores de humidade superiores aos correspondentes a pF 2 no início do ciclo da cultura.

### 3.2.3.2 – Potencial de água do solo

A influência da dotação de rega na evolução do potencial de água do solo foi avaliada a 20 e a 60 cm de profundidade, em R0, RI e RII. Na situação com o tubo de rega gota-a-gota à superfície (R0) e a 20 cm de profundidade, o potencial ao longo do ciclo da cultura aumentou e a sua variação diminuiu com o aumento da dotação de rega (Fig. 3.32). A elevada variação do potencial hídrico à superfície do solo, observada em DI e DII numa área onde a densidade radical foi elevada, permite supor que as plantas terão sido eventualmente sujeitas a períodos de défice e de excesso de água. Outra consequência possível deste facto pode ter sido a ocorrência de perdas de água por percolação, pois em DI e DII, sobretudo na fase inicial, a 60 cm de profundidade ocorreram valores de potencial elevados e superiores aos observados a 20 cm.

A 60 cm de profundidade, em DI e DII (Fig. 3.32), o potencial vai diminuindo ao longo do ciclo, mas só a partir dos 55 e 61 DAP respectivamente, atinge valores inferiores a – 15 kPa. A partir do momento em que se utiliza o Kc correspondente ao estágio de completo desenvolvimento da primeira inflorescência, que em DI ocorre aos 69 DAP e em DII aos 70 DAP, o potencial apresentou valores muito baixos. Em DIII, os valores do potencial foram, nos dois pontos do perfil, de um modo geral muito elevados e a 20 cm estiveram sempre

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

muito próximos de zero o que significa que a cultura poderá ter sido afectada pelo excesso de água (Fig. 3.32).

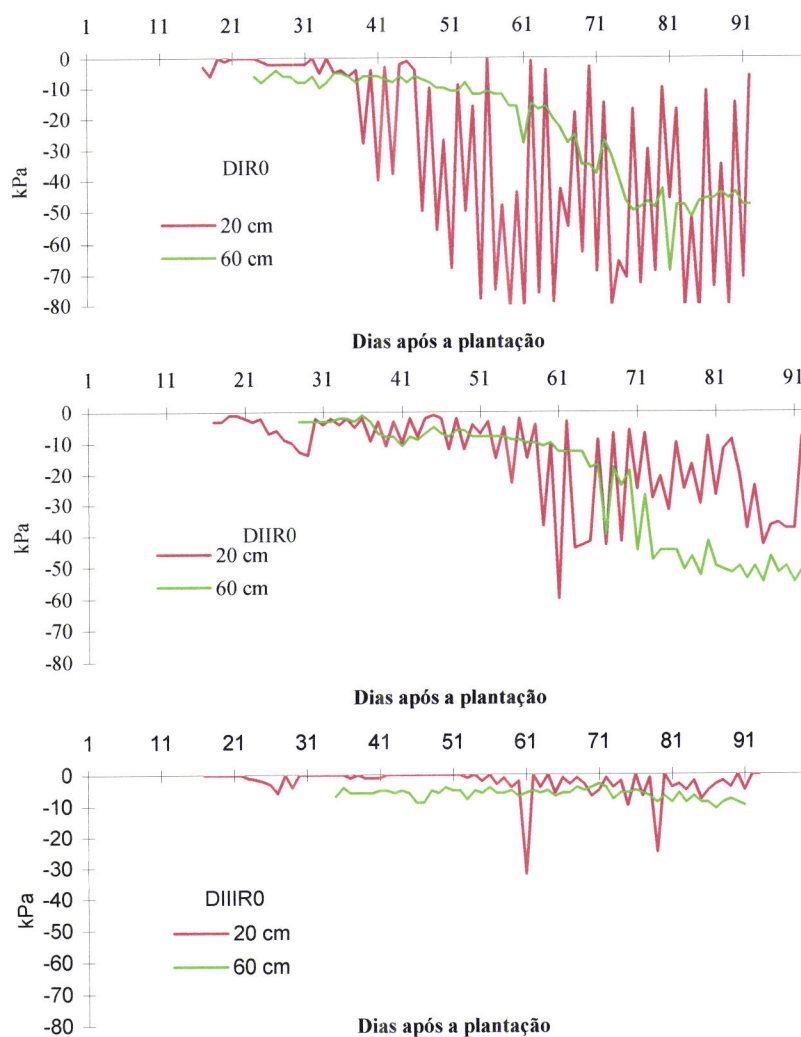


Fig. 3.32 – Evolução diária dos potenciais da água do solo a 20 e a 60 cm, no tratamento com tubo de rega gota-a-gota à superfície, sujeito às diferentes modalidades de dotação de rega (Cada valor é a média de três observações).

Nas condições de RI (tubo de rega gota-a-gota a 20 cm de profundidade) o potencial a 20 cm de profundidade, em DI, DII e DIII apresenta elevada variabilidade, sobretudo a partir dos 51 DAP, apresentado frequentemente valores inferiores a  $-40$  kPa (Fig. 3.33). A 60 cm de profundidade e até aos 61 DAP o potencial é elevado, menor ou igual a  $-10$  kPa e, de um modo geral, superior ao apresentado a 20 cm de profundidade, o que mais uma vez permite concluir que terá existido movimento descendente da água. Em DIII, a 20 cm de

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

profundidade, o potencial também apresentou elevada variabilidade. A 60 cm de profundidade, pelo contrário, os valores do potencial foram, de um modo geral, constantes e muito elevados, próximos de zero, excepto no período final em que o potencial diminuiu ligeiramente (Fig. 3.33).

Junto aos tubos de rega gota-a-gota o solo esteve sujeito a baixos potenciais, ou seja, ocorreram condições que segundo alguns autores, podiam levar à intrusão de raízes nos gotejadores.

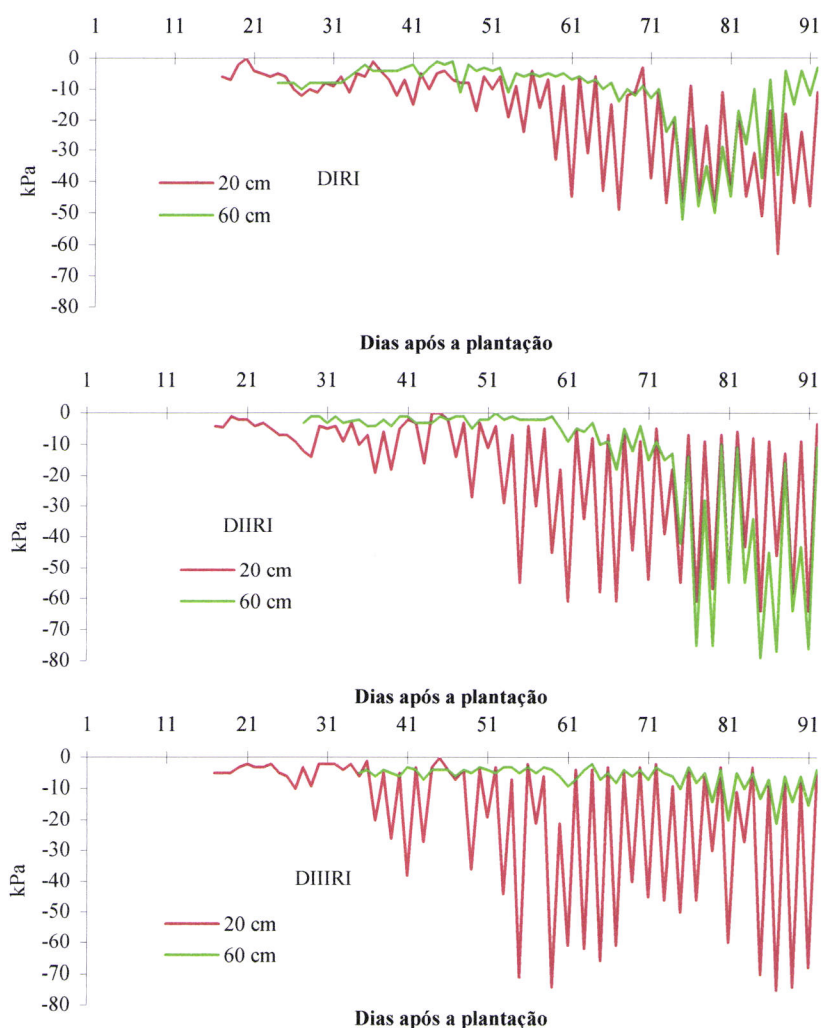


Fig. 3.33 – Evolução diária dos potenciais da água do solo a 20 e a 60 cm, no tratamento com tubo de rega gota-a-gota a 20 cm de profundidade, sujeito às diferentes modalidades de dotação de rega (Cada valor é a média de três observações).

Nas condições do tratamento em que o tubo de rega gota-a-gota se situava a 40 cm de profundidade (RII), o potencial a 20 cm de profundidade, com excepção do período inicial,



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

apresentou nas diferentes modalidades de dotação de rega valores baixos, inferiores a  $-40$  kPa (Fig. 3.34) e reflectiu pouco a frequência da aplicação da água de rega. Nestas condições, o potencial hídrico apresentou uma menor variação do que a registada nos outros tratamentos, o que demonstra que, mesmo com o aumento da dotação de rega, não houve movimento ascendente da água. A 60 cm de profundidade verifica-se que em DI e DII a frequência de aplicação da água aparece reflectida nos valores do potencial, uma vez que, com excepção do período inicial, a variabilidade dos valores do potencial é elevada, sobretudo em DI. Em DIII, o potencial hídrico ao longo do ciclo foi de um modo geral muito alto (Fig. 3.34).

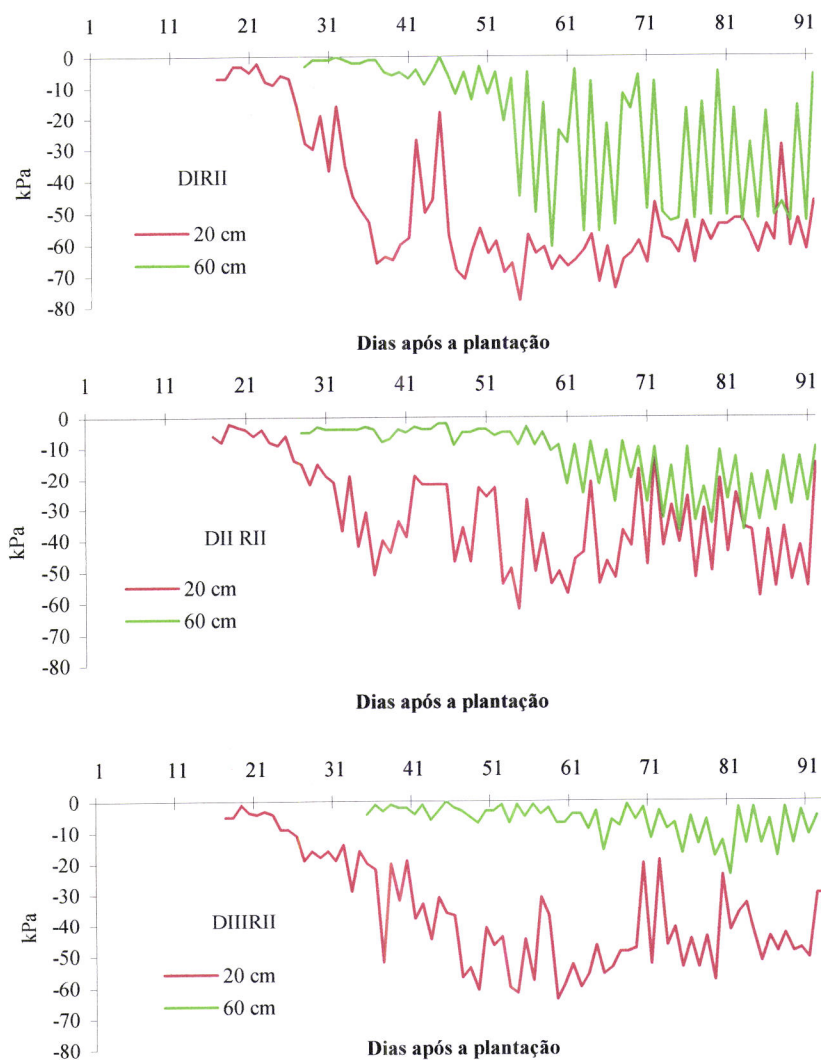


Fig. 3.34 – Evolução diária dos potenciais da água do solo a 20 e a 60 cm, no tratamento com tubo de rega gota-a-gota a 40 cm de profundidade sujeito às diferentes modalidades de dotação de rega (Cada valor é a média de três observações).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise conjunta da evolução do potencial, a 20 e a 60 cm, nos diferentes tratamentos, parece importante destacar que:

- Até ao estágio de 1º fruto vingado (36 DAP) o potencial da água do solo a 20 e a 60 cm de profundidade, nos diferentes tratamentos, foi semelhante e muito próximo de zero, excepto a 20 cm nos tratamentos com o tubo de rega a 40 cm de profundidade (Figs. 3.32, 3.33, 3.34 e 3.35). Este mesmo comportamento em rega gota-a-gota superficial foi observado também por Calado (1991) que o atribuiu ao reduzido crescimento das plantas nesta fase, o qual também foi observado no presente trabalho.

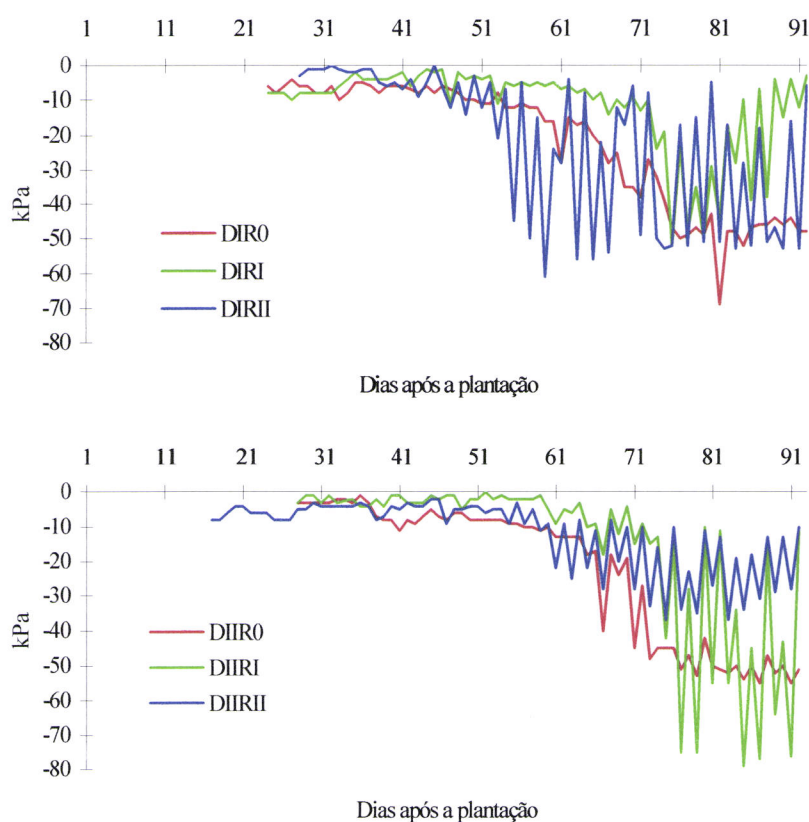


Fig. 3.35 – Evolução diária dos potenciais da água do solo a 60 cm, nas modalidades de dotação DI e DII e nos diferentes tratamentos de colocação do tubo de rega (Cada valor é a média de três observações).

- Entre os 36 DAP e os 61 DAP, nos tratamentos DI e DII em RI e RII os valores do potencial a 60 cm de profundidade são, de um modo geral, mais elevados do que em R0 (Fig. 3.35). Assim pode-se concluir que o movimento descendente da água a esta

profundidade foi superior nos tratamentos de rega enterrada. Em DIII, a 60 cm de profundidade, o potencial da água do solo nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores foi semelhante ao longo do ciclo, sendo em todas elas muito próximo de zero (Figs. 3.32, 3.33 e 3.34).

- A elevada variação do potencial da água solo, observada em alguns tratamentos, quer a 20 cm quer a 60 cm de profundidade, está relacionada com a frequência de rega pois nos ensaios realizados anteriormente (ver 3.1.4.2), em que os níveis de água aplicados foram semelhantes aos do tratamento DII (0,9 ETm), mas a rega foi diária, tal não se verificou.

### **3.2.4 – Intensidade e densidade radical**

O efeito conjugado da dotação e da colocação dos gotejadores, contribuiu para que o perfil hídrico do solo, nos primeiros 20 cm, fosse distinto nos diferentes tratamentos, estando assim reunidas condições que podiam afectar o crescimento radical.

A análise dos dados da tabela 3.18 relativos à intensidade radical (IRc), medida a 10 cm da linha de cultura, em diferentes estádios de desenvolvimento, mostra não haver uma influência marcada e constante dos tratamentos no enraizamento das cultura.

No estádio de 1º fruto vingado (Tab. 3.18), a IRc não foi afectada significativamente pela dotação de rega e a localização do tubo de rega apenas afectou a IRc na profundidade dos 50 a 60 cm, tendo a RII apresentado valores cerca de três vezes superiores aos observados em R0 e RI. A interacção dos tratamentos foi significativa na profundidade dos 10 aos 20 cm e nas duas camadas dos 30 aos 50 cm.

No estádio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência (Tab. 3.18) a IRc foi significativamente superior na camada dos 30 aos 40 cm e dos 50 aos 60 cm de profundidade, na primeira situação foi maior DI e na segunda em DIII. A profundidade de colocação do tubo apenas afectou a IRc dos 10 aos 30 cm, tendo R0 e RII apresentado valores mais elevados do que RI. A interacção dos tratamentos apenas foi significativa na profundidade de 40 a 50 cm.

No estádio de 75% de frutos vermelhos + alaranjados (Tab. 3.18) o efeito da rega apenas se fez sentir à superfície do solo (0-10 cm), apresentado DIII um valor mais baixo do



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

que DI e DII. A profundidade de colocação dos gotejadores afectou a IRc dos 90 aos 100 cm sendo mais elevada em RII do que em RI e R0. A interacção entre os tratamentos apenas foi significativa na profundidade de 10 a 20 cm, de 30 a 50 cm e de 80 a 90 cm.

Tab. 3.18 – Valor médio da IRc transformada ( $Y=\sqrt{IRc+1}$ ), a diferentes profundidades, nos diferentes estádios de desenvolvimento

| Factores                                             | Profundidade (cm) |         |         |         |        |        |        |        |        |         |
|------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                                                      | 0-10              | 10-20   | 20-30   | 30-40   | 40-50  | 50-60  | 60-70  | 70-80  | 80-90  | 90-100  |
| <b>1º fruto vingado</b>                              |                   |         |         |         |        |        |        |        |        |         |
| DI                                                   | 1,50              | 4,71    | 1,00    | 1,00    | 2,07   | 1,00   |        |        |        |         |
| DII                                                  | 1,00              | 1,80    | 1,00    | 3,24    | 3,79   | 1,50   |        |        |        |         |
| DIII                                                 | 1,00              | 3,88    | 2,53    | 5,25    | 2,43   | 2,23   |        |        |        |         |
| R0                                                   | 1,00              | 4,71    | 1,00    | 3,48    | 2,97   | 1,00 b |        |        |        |         |
| RI                                                   | 1,50              | 2,16    | 1,50    | 2,77    | 2,43   | 1,00 b |        |        |        |         |
| RII                                                  | 1,00              | 3,52    | 2,03    | 3,24    | 2,89   | 2,73 a |        |        |        |         |
| F(D)                                                 | 1,00NS            | 1,09NS  | 1,00NS  | 4,00NS  | 0,50NS | 1,23NS |        |        |        |         |
| F(R)                                                 | 1,00NS            | 1,99NS  | 1,00NS  | 0,15NS  | 0,11NS | 4,77*  |        |        |        |         |
| F(D*R)                                               | 1,00NS            | 3,81*   | 1,00NS  | 5,92**  | 3,78*  | 1,83NS |        |        |        |         |
| <b>Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência</b> |                   |         |         |         |        |        |        |        |        |         |
| DI                                                   | 2,49              | 1,83    | 1,36    | 4,34 a  | 1,30   | 1,36 b | 4,45   |        |        |         |
| DII                                                  | 2,18              | 3,46    | 2,87    | 1,00 b  | 2,49   | 1,83 b | 5,83   |        |        |         |
| DIII                                                 | 5,43              | 3,44    | 1,60    | 1,41 b  | 3,70   | 6,69 a | 5,18   |        |        |         |
| R0                                                   | 3,81              | 5,18 a  | 2,67 a  | 3,03    | 1,30   | 4,11   | 4,75   |        |        |         |
| RI                                                   | 5,58              | 1,00 b  | 1,00 b  | 2,72    | 3,70   | 2,12   | 4,88   |        |        |         |
| RII                                                  | 4,71              | 2,55 ab | 2,16 a  | 1,00    | 2,49   | 3,66   | 5,83   |        |        |         |
| F(D)                                                 | 5,20NS            | 5,19NS  | 1,59NS  | 22,70** | 2,07NS | 2,66** | 0,21NS |        |        |         |
| F(R)                                                 | 3,35NS            | 4,72*   | 4,63*   | 0,73NS  | 1,75NS | 0,80NS | 0,14NS |        |        |         |
| F(D*R)                                               | 7,14**            | 2,10NS  | 2,47NS  | 0,54NS  | 4,96*  | 0,56NS | 2,89NS |        |        |         |
| <b>75% de frutos vermelhos + alaranjados</b>         |                   |         |         |         |        |        |        |        |        |         |
| DI                                                   | 6,19 a            | 4,22    | 5,48    | 3,82    | 3,74   | 2,69   | 6,28   | 4,93   | 5,99   | 6,60    |
| DII                                                  | 5,37 a            | 3,46    | 2,12    | 2,49    | 4,24   | 7,08   | 7,08   | 3,38   | 6,77   | 6,81    |
| DIII                                                 | 1,72 b            | 5,03    | 5,60    | 5,69    | 5,06   | 4,74   | 3,02   | 3,41   | 4,40   | 4,73    |
| R0                                                   | 4,02              | 3,46    | 4,04    | 5,82 a  | 2,37   | 3,42   | 5,28   | 4,23   | 3,57b  | 3,17 c  |
| RI                                                   | 3,28              | 6,28    | 5,11    | 2,54 b  | 5,40   | 5,88   | 3,46   | 3,58   | 5,35b  | 6,09 b  |
| RII                                                  | 5,98              | 2,97    | 4,05    | 3,64 ab | 5,27   | 5,21   | 7,64   | 3,91   | 8,25a  | 8,88 a  |
| F(D)                                                 | 22,11**           | 0,42NS  | 3,59NS  | 3,74NS  | 0,07NS | 1,09NS | 2,09NS | 3,25NS | 0,45NS | 0,18NS  |
| F(R)                                                 | 1,60NS            | 3,88NS  | 0,18NS  | 4,50*   | 2,82NS | 1,08NS | 0,75NS | 0,05NS | 9,18*  | 12,86** |
| F(D*R)                                               | 3,09NS            | 7,20**  | 1,75NS  | 7,27**  | 4,98*  | 2,42NS | 0,28NS | 1,81NS | 3,91*  | 3,17NS  |
| <b>Colheita</b>                                      |                   |         |         |         |        |        |        |        |        |         |
| DI                                                   | 2,35 b            | 2,31    | 1,51 b  | 6,12    | 2,91   | 2,57   | 5,03   | 1,89   | 4,12   | 4,47    |
| DII                                                  | 8,13 a            | 2,66    | 3,33 ab | 3,29    | 1,58   | 3,98   | 3,58   | 1,86   | 4,38   | 5,01    |
| DIII                                                 | 6,79 a            | 5,63    | 6,34 a  | 5,21    | 3,10   | 7,07   | 7,93   | 6,26   | 4,78   | 6,66    |
| R0                                                   | 6,21              | 4,90    | 2,70    | 4,91    | 2,67   | 4,05   | 5,01   | 1,89   | 2,49   | 3,76    |
| RI                                                   | 6,20              | 2,94    | 3,92    | 5,37    | 2,54   | 5,29   | 5,57   | 3,82   | 4,58   | 5,91    |
| RII                                                  | 4,85              | 2,76    | 4,55    | 4,34    | 2,38   | 4,28   | 5,95   | 4,30   | 6,21   | 6,47    |
| F(D)                                                 | 27,15**           | 4,52NS  | 7,96*   | 0,70NS  | 0,92NS | 3,81NS | 2,51NS | 4,32NS | 0,13NS | 0,42NS  |
| F(R)                                                 | 0,27NS            | 1,27NS  | 0,86NS  | 0,12NS  | 0,02NS | 0,23NS | 0,11NS | 1,86NS | 1,98NS | 0,63NS  |
| F(D*R)                                               | 0,98NS            | 0,43NS  | 1,24NS  | 1,54NS  | 0,20NS | 0,21NS | 0,59NS | 4,67*  | 0,58NS | 1,74NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).



À colheita (Tab. 3.18) apenas nas camadas mais superficiais, de 0 a 10 cm e de 20 a 30 cm de profundidade, foram registadas diferenças significativas entre níveis de água aplicada, tendo DI apresentado valores mais baixos do que DII e DIII. A profundidade de colocação do tubo não afectou a IRc e a interacção dos tratamentos apenas foi significativa para a profundidade de 70 a 80 cm, tendo o valor mais elevado ocorrido no tratamento DIIIRII.

Pode-se assim concluir que, à semelhança do verificado no ensaio anterior (ver 3.1.5), a IRc medida em diferentes estádios de desenvolvimento, a 10 cm da linha de cultura, salvo algumas excepções que não permitem estabelecer a existência de comportamentos distintos, não foi, em termos estatísticos, afectada pelos tratamentos estudados nem pela sua interacção. Mais uma vez o coeficiente de variação deste parâmetro radical, à semelhança dos resultados do ensaio anterior, apresentou, dependendo da situação, valores compreendidos entre 8 e 90%, tendo prevalecido os mais elevados.

Apesar dos diferentes níveis de água aplicados à cultura através de gotejadores a diferentes profundidades, terem conduzido a distintos perfis hídricos do solo, em especial nos 20 cm superficiais, a distribuição do sistema radical a 10 cm da linha de cultura, foi idêntica.

Num outro ensaio (Machado *et al.*, 2000), realizado no mesmo solo, com técnicas culturais idênticas e com rega gota-a-gota superficial, a densidade radical do tomate na linha de cultura, avaliada em três datas ao longo do ciclo, através de amostras do solo + raízes, também não foi afectada pela quantidade de água aplicada. Tal como no presente estudo, o tomate foi transplantado. Contudo, em tomate implantado através de sementeira directa, o aumento da quantidade de água aplicada terá levado a um maior crescimento radical nos primeiros 30 cm de solo, conforme observaram Bar-Yosef *et al.* (1980), Maynard *et al.* (1980) e Oliveira *et al.* (1996). Resultados contrários foram obtidos por Sanders *et al.* (1989b) num ensaio onde foram aplicados 0,35, 0,70 e 1,05 da ETo, com um sistema de rega localizada móvel ("Traveling Trickle Irrigation System"), onde a densidade radical foi maior nos primeiros 30 cm da modalidade onde se aplicou a menor dotação.

Sobre a resposta do sistema radical à aplicação de diferentes dotações de rega, através de tubos colocados abaixo da superfície do solo, não se encontraram referências bibliográficas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando, mais uma vez, as equações de regressão com maior grau de significância e coeficiente de determinação, apresentadas em 3.4, estimaram-se os valores da densidade radical, com os quais se fez a representação gráfica da variação do enraizamento com a profundidade (Figs. 3.36 e 3.37). A sua observação permite concluir que a maior parte do sistema radical nos diferentes tratamentos se concentrou nos 40 cm superficiais do perfil cultural.

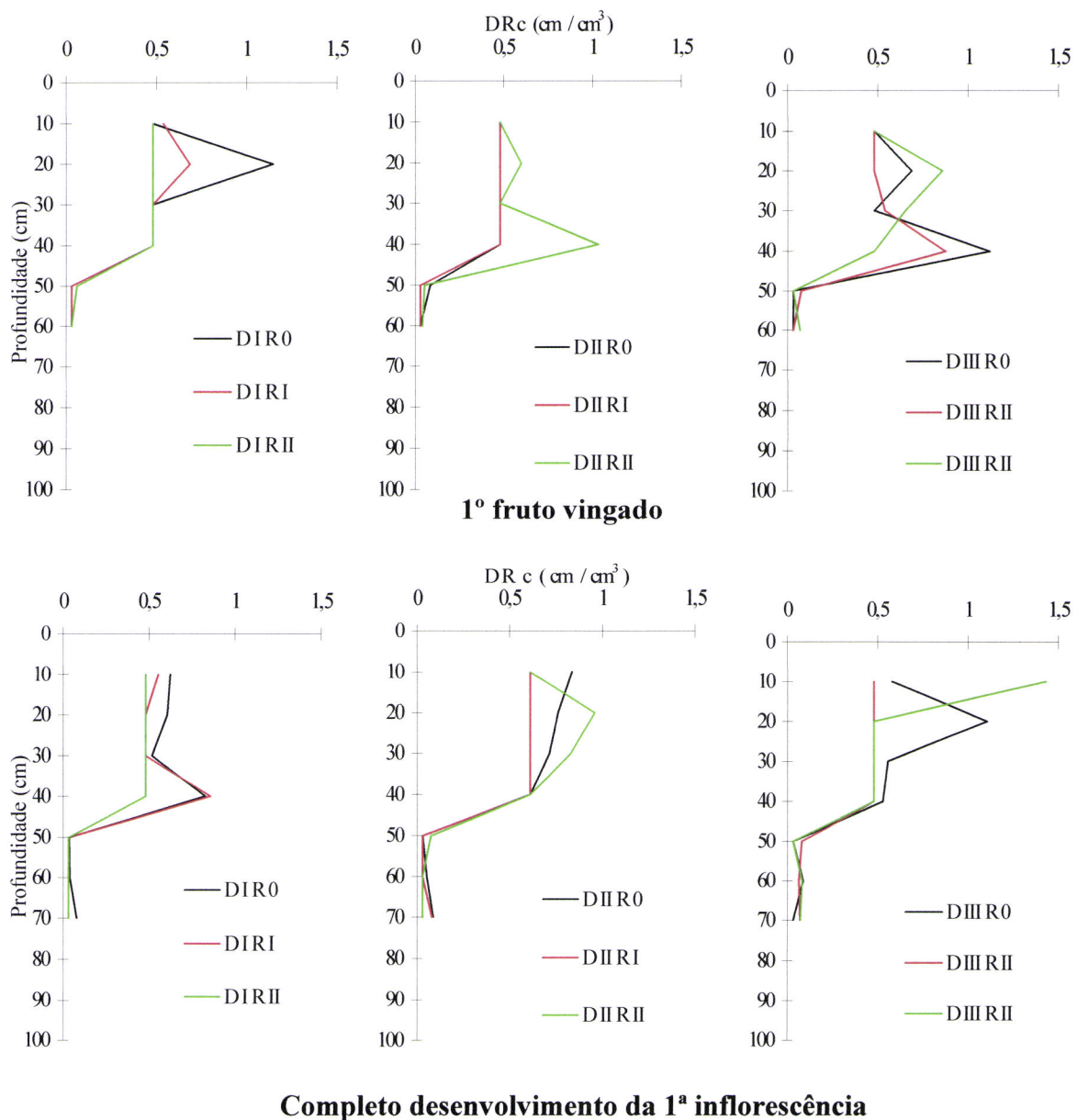


Fig. 3.36 – Densidade radical em profundidade, a 10 cm da linha de cultura, em diferentes fases de desenvolvimento, nos diferentes tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A profundidade radical máxima, a 10 cm da linha de cultura, foi semelhante nos diferentes tratamentos e foi alcançada entre o estágio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência e o de 75% de frutos vermelhos + alaranjados (Figs. 3.36 e 3.37).

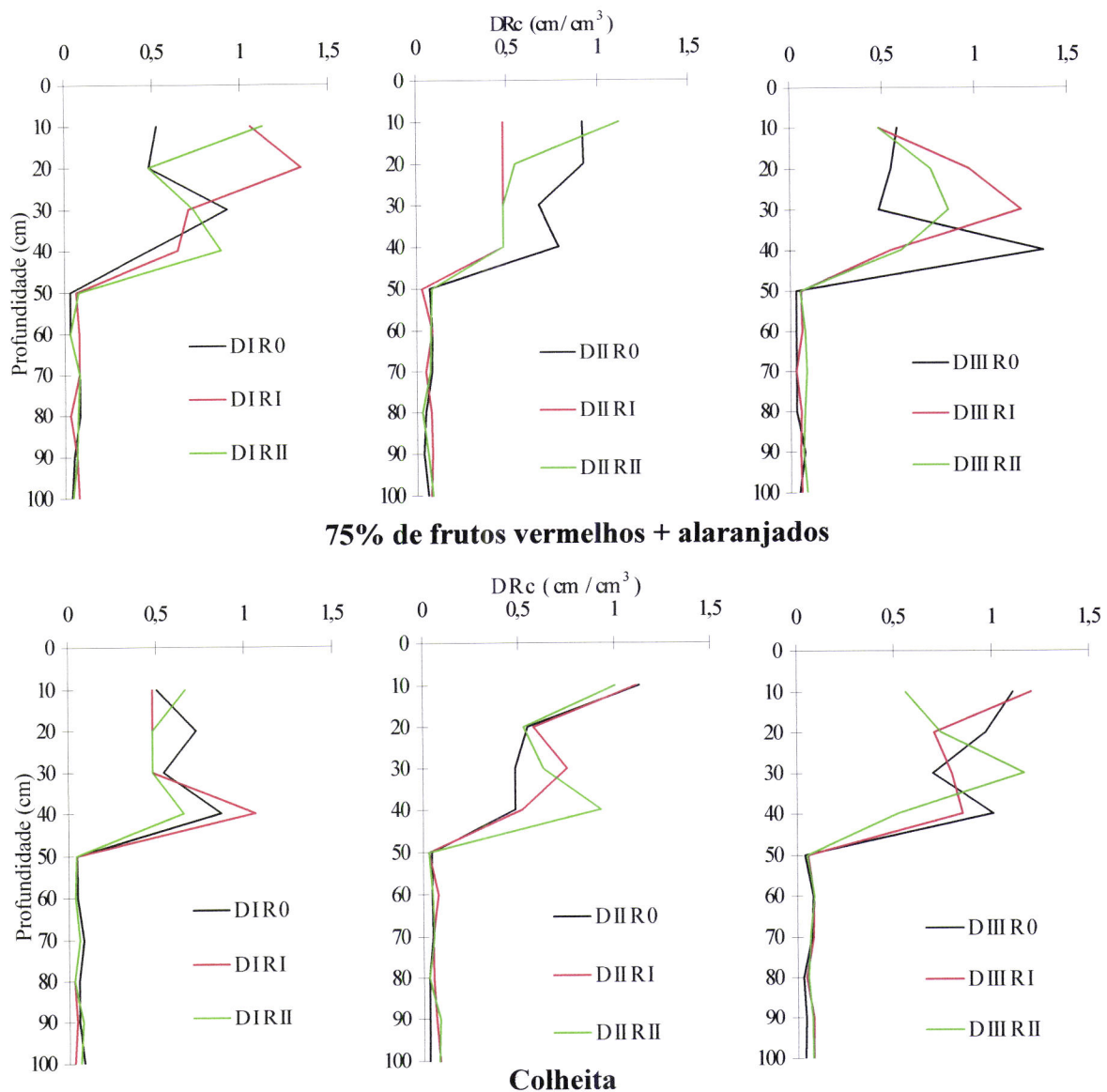


Fig. 3.37 – Densidade radical em profundidade, a 10 cm da linha de cultura, em diferentes fases de desenvolvimento, nos diferentes tratamentos.



### 3.2.5 – Na parte aérea

#### 3.2.5.1 – Fases de desenvolvimento do ciclo cultural

As datas em que ocorreram as fases de desenvolvimento, por modalidade de rega e por profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota são apresentadas na tabela 3.19. A sua análise permite constatar que o ciclo cultural foi maior com o aumento da dotação de rega, mas não foi afectado pela profundidade de colocação do tubo. Foi fundamentalmente a partir do estágio de 1º fruto vingado (36 DAP) que o ciclo cultural aumentou com a quantidade de água aplicada, tendo em DII e DIII sido respectivamente 7 e 12 dias mais prolongado do que em DI (Tab. 3.19).

Em rega gota-a-gota superficial, Calado (1991) também observou este comportamento, tendo verificado que, até ao estágio de primeiro fruto vingado, a dotação de rega não afectava o peso da matéria seca da parte aérea. Apesar de não se ter avaliado a influência da dotação no peso da matéria seca, a constatação de que, até ao estágio referido, a duração do ciclo não foi afectada pela dotação de rega, leva a que se considere, como estratégia futura, a aplicação da menor dotação de rega (DI) neste período.

Tab. 3.19– Data de plantação e de ocorrência das diferentes fases de desenvolvimento

|                                                       | DI   |      |      | DII  |      |      | DIII |      |      |
|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                       | R0   | RI   | RII  | R0   | RI   | RII  | R0   | RI   | RII  |
| Plantação                                             | 14/5 | 14/5 | 14/5 | 14/5 | 14/5 | 14/5 | 14/5 | 14/5 | 14/5 |
| 1º fruto vingado                                      | 18/6 | 18/6 | 18/6 | 18/6 | 18/6 | 18/6 | 18/6 | 18/6 | 18/6 |
| 1º fruto vermelho                                     | 11/7 | 11/7 | 11/7 | 12/7 | 12/7 | 12/7 | 14/7 | 14/7 | 14/7 |
| Completo desenvolvimento da 1ª inflorescência         | 21/7 | 21/7 | 21/7 | 22/7 | 22/7 | 22/7 | 24/7 | 24/7 | 24/7 |
| 75% de frutos vermelhos + alaranjados (corte de rega) | 12/8 | 12/8 | 12/8 | 20/8 | 20/8 | 20/8 | 24/8 | 24/8 | 24/8 |
| 80 a 85% de frutos vermelhos + alaranjados (colheita) | 17/8 | 17/8 | 17/8 | 24/8 | 24/8 | 24/8 | 29/8 | 29/8 | 29/8 |

### 3.2.5.2 – Rendimento físico

#### 3.2.5.2.1 – Produção total e comercial e produção por classe de frutos

Os resultados do ensaio anterior (ver 3.1) mostraram que a produção e a ETR foram semelhantes nas diferentes modalidades de colocação do tubo de rega, à excepção do verificado no período inicial para a ETR. Esse comportamento foi considerado como indicador de que a evaporação, a partir do momento em que se fez sentir o efeito de cobertura do canopeu, teria sido idêntica nos diferentes tratamentos. Contudo, como a relação entre o consumo da água e a produção é sigmoideal, mantinha-se a hipótese de uma resposta distinta, consoante a quantidade de água aplicada.

A hipótese não foi no entanto comprovada, pois a resposta em termos de rendimento físico, à quantidade de água aplicada ao longo do ciclo, através da rega subsuperficial, foi semelhante à da superficial, visto a interacção dos tratamentos não ter sido significativa (Tab. 3.20). Pode assim concluir-se que a rega subsuperficial não conduziu a uma economia de água, o que, tendo em consideração os resultados do ensaio anterior, também poderia acontecer devido a um aumento da água disponível na fase inicial. Contudo, nesta fase a sensibilidade ao défice de água durante o crescimento vegetativo é pequena (Doorembos e Kassam, 1986) e os baixos potenciais de água no solo, observados durante este período, não afectam o rendimento comercial (Calado, 1991). Como já foi referenciado, a evolução do potencial da água do solo desde a plantação até ao estágio de primeiro fruto vingado, a 20 e a 60 cm de profundidade foi em geral semelhante nas diferentes modalidades de colocação do tubo de rega (excepto a 20 cm nos tratamentos com o tubo de rega a 40 cm) quer onde se aplicou a dotação DI, DII ou DIII. Este facto reforça mais uma vez a ideia de que a aplicação da menor dotação de rega (DI) neste período não afectará a produção.

À semelhança dos resultados encontrados por outros autores a produção aumentou com a quantidade de água aplicada. Em rega gota-a-gota superficial Bar-Yosef *et al.* (1980), Sanders *et al.* (1989a), Calado *et al.* (1990), Calado (1991), Branthôme *et al.* (1994), Oliveira *et al.* (1996) e Machado *et al.* (2000) também observaram um aumento do rendimento com a quantidade de água aplicada, até determinados níveis desta (Calado, 1991). Estes níveis não foram atingidos no presente estudo pois a produção total, comercial e de frutos vermelhos

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

aumentou com a dotação de rega (Tab. 3.20 e fig. 3.39). Contudo, deve-se ter em consideração que a regressão apresentada na figura 3.39 tem como variável independente a ET<sub>m</sub>, não tendo assim em conta as perdas de água por percolação, as quais, devido à frequência de rega utilizada, ocorreram ao longo do ciclo da cultura, sobretudo em DIII, conforme os dados apresentados em 3.2.3.2 mostram.

Tab. 3.20 – Produção total e comercial e produção por classe de frutos

| Factores  | Produção (t/ha) |           | Frutos (t/ha) |        |         |         |                 |
|-----------|-----------------|-----------|---------------|--------|---------|---------|-----------------|
|           | Total           | Comercial | Vermelhos     | Alar.  | Verdes  | Podres  | Podridão apical |
| Dot. (D)  |                 |           |               |        |         |         |                 |
| DI        | 78,75 c         | 69,84 c   | 66,18 c       | 3,65   | 6,91 b  | 1,21 b  | 0,80            |
| DII       | 123,75 b        | 108,14 b  | 102,36 b      | 5,78   | 12,41 a | 1,92 b  | 1,10            |
| DIII      | 141,67 a        | 130,05 a  | 126,18 a      | 3,87   | 7,58 b  | 3,51 a  | 0,53            |
| Prof. (R) |                 |           |               |        |         |         |                 |
| R0        | 118,76          | 105,49    | 100,36        | 5,14   | 10,26   | 2,54    | 0,46            |
| RI        | 117,76          | 106,69    | 102,17        | 4,52   | 8,03    | 2,07    | 0,97            |
| RI        | 107,47          | 95,84     | 92,20         | 3,65   | 8,60    | 2,03    | 0,99            |
| F (D)     | 40,48***        | 37,01***  | 39,9***       | 1,81NS | 5,76*   | 21,09** | 1,72NS          |
| F (R)     | 1,48NS          | 1,43NS    | 1,12NS        | 1,82NS | 1,11NS  | 1,07NS  | 1,15NS          |
| F (D*R)   | 1,79NS          | 1,73NS    | 1,63NS        | 0,61NS | 0,83NS  | 0,82NS  | 0,38NS          |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P < 0,05).

Os níveis de água aplicados não afectaram a produção de frutos alaranjados e com podridão apical, o que, em relação aos últimos, não seria de esperar, pois a tendência é para aumentarem com a diminuição do potencial hídrico do solo, conforme salientam Pill e Lambeth (1980), Grieson e Kader (1986), Calado (1991) e Machado (1993b). O facto pode estar relacionado com a cultivar, pois a susceptibilidade à podridão apical varia com a cultivar (Adams e Ho, 1992).

A produção de frutos podres foi significativamente maior no tratamento onde se aplicou mais água ao longo do ciclo (Tab. 3.20). Resultados idênticos foram encontrados por Rudich *et al.* (1977), Williams e Sistrunk (1979), Sanders *et al.* (1989a) e Calado (1991).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.2.5.2.2 – Caracterização da produção comercial

Os resultados incluídos na tabela 3.21 dizem respeito à caracterização da produção comercial, destacando-se como aspectos mais relevantes os seguintes:

- O peso médio dos frutos aumentou com a quantidade de água aplicada, de acordo com a equação de ajustamento apresentada na figura 3.38. Resultados idênticos foram obtidos por Bar–Yosef *et al.* (1980), Calado (1991) e Oliveira *et al.* (1996).
- A percentagem, em número e em peso, de frutos são não foi afectada significativamente pela profundidade de localização do tubo de rega gota-a-gota.
- A percentagem em número e em peso de frutos escaldados foi maior no tratamento de rega gota-a-gota superficial, o que se atribuí ao facto de neste tratamento, os caules das plantas apresentarem maior tendência para tombarem sobre o solo, ficando o canopeu aberto e os frutos mais expostos aos raios solares.
- Para os parâmetros medidos, a interacção dos tratamentos não foi significativa.

Tab. 3.21 – Caracterização da produção comercial

| Factores | Peso médio do fruto (g) | Número de frutos (%) |              |          | Peso de frutos (%) |              |          |
|----------|-------------------------|----------------------|--------------|----------|--------------------|--------------|----------|
|          |                         | Sãos                 | Quei. e esc. | Rachados | Sãos               | Quei. e esc. | Rachados |
| Dot.(D)  |                         |                      |              |          |                    |              |          |
| DI       | 59,23 c                 | 89,92 ab             | 8,67 a       | 1,42 b   | 91,39              | 6,65 a       | 1,98 b   |
| DII      | 71,46 b                 | 88,08 b              | 7,92 a       | 4,00 a   | 88,21              | 6,98 a       | 4,79 a   |
| DIII     | 88,46 a                 | 91,42 a              | 3,50 b       | 5,08 a   | 90,15              | 3,22 b       | 6,58 a   |
| Prof.(R) |                         |                      |              |          |                    |              |          |
| R0       | 74,39                   | 87,42                | 10,50 a      | 2,08 b   | 88,05              | 9,04 a       | 2,93 b   |
| RI       | 72,64                   | 92,25                | 5,08 b       | 2,67 b   | 92,39              | 4,11 b       | 3,40 b   |
| RII      | 74,74                   | 89,75                | 4,50 b       | 5,75 a   | 89,30              | 3,71 b       | 7,03 a   |
| F (D)    | 19,31**                 | 5,94 **              | 15,10 **     | 7,68 *   | 3,55 NS            | 9,02*        | 6,87*    |
| F (R)    | 0,19 NS                 | 3,50 NS              | 9,27 *       | 8,80 **  | 3,07 NS            | 10,33**      | 4,73*    |
| F (D*R)  | 0,44 NS                 | 2,63 NS              | 2,51 NS      | 0,48 NS  | 1,15 NS            | 2,48NS       | 0,20NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

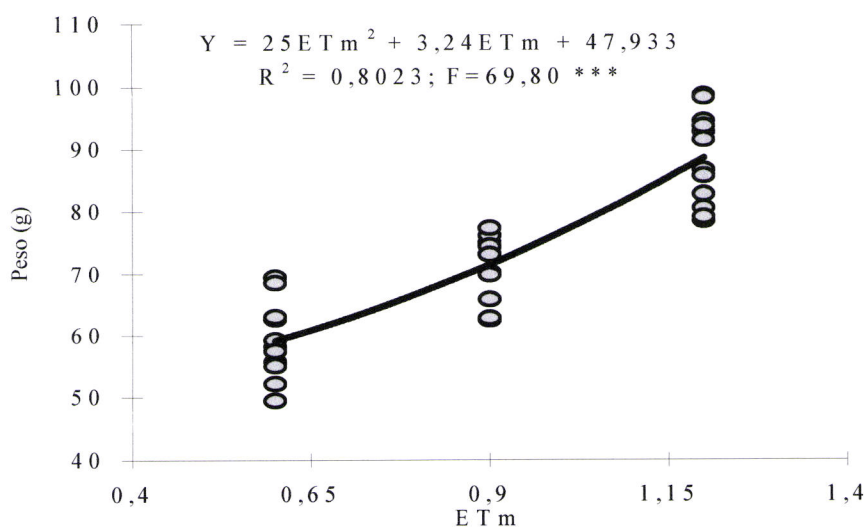


Fig. 3.38 – Evolução do peso médio dos frutos em função da ETm.

### 3.2.5.3 – Características tecnológicas da matéria-prima

Os dados relativos à influência da dotação e da profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota nos sólidos solúveis, no pH e na produção de matéria seca solúvel (t/ha) constam da tabela 3.22. Quer a interacção dos tratamentos quer a profundidade de colocação do tubo de rega não afectaram nenhum dos parâmetros medidos.

Tab. 3.22 – Características de qualidade do sumo de tomate e matéria seca solúvel (t/ha)

| Factores  | Características tecnológicas |        | Mat. seca solúvel (t/ha) |
|-----------|------------------------------|--------|--------------------------|
|           | "°brix"                      | pH     |                          |
| Dot. (D)  |                              |        |                          |
| DI        | 6,07 a                       | 4,37   | 4,20 b                   |
| DII       | 5,10 b                       | 4,36   | 5,48 a                   |
| DIII      | 4,51 c                       | 4,32   | 5,85 a                   |
| Prof. (R) |                              |        |                          |
| R0        | 5,14                         | 4,37   | 5,20                     |
| RI        | 5,28                         | 4,30   | 5,48                     |
| RII       | 5,25                         | 4,38   | 4,87                     |
| F (D)     | 127,87 ***                   | 0,28NS | 8,49 *                   |
| F (P)     | 0,03 NS                      | 0,82NS | 1,89 NS                  |
| F (D*P)   | 0,29 NS                      | 0,65NS | 1,40 NS                  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P < 0,05).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito da dotação, foi significativo em termos de sólidos solúveis e matéria seca solúvel (t/ha) tendo apresentado a mesma tendência dos resultados encontrados por outros autores (Vittum, 1962; Wight *et al.*, 1962; Rudich *et al.*, 1977; Sanders *et al.*, 1989; May *et al.*, 1990; Calado, 1991; Santos, 1993; Dumas *et al.*, 1994; Branthôme *et al.*, 1994; Rodríguez *et al.*, 1994; Candido *et al.*, 2000; Machado *et al.*, 2000), quando utilizaram diferentes métodos de rega. O teor em sólidos solúveis diminuiu com a quantidade de água aplicada ao longo do ciclo (Tab. 3.22 e fig. 3.39). Pela análise da figura 3.39 verifica-se que os sólidos solúveis e a produção comercial variaram inversamente com a ETm.

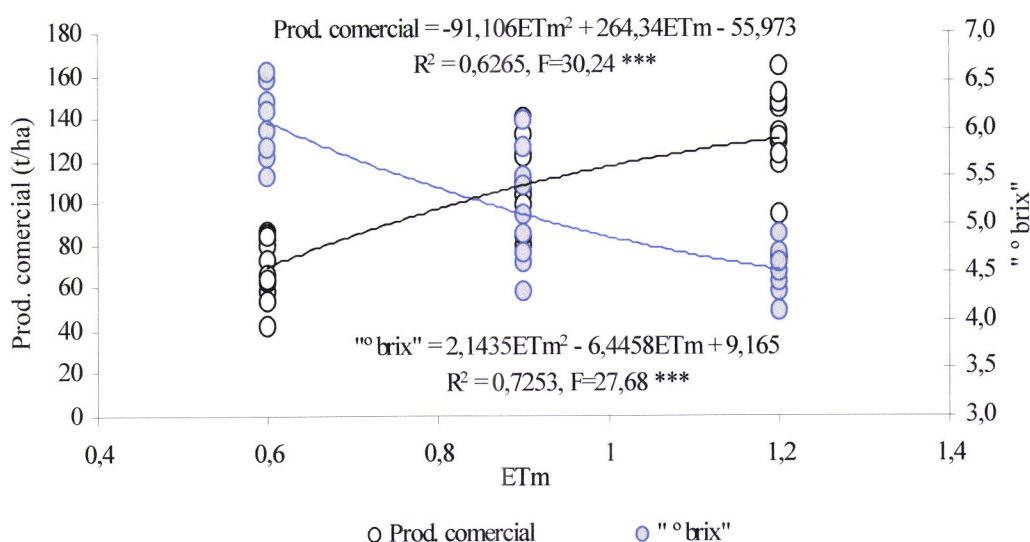


Fig. 3.39 – Evolução da produção comercial e do "°brix" em função da ETm.

O pH não foi afectado pela dotação de rega. Calado (1991), num estudo em que utilizou rega gota-a-gota de alta frequência, verificou que o pH apenas diminuiu significativamente quando os níveis de água aplicada foram inferiores aos do tratamento menos regado (DI).

A matéria seca solúvel (t/ha) foi significativamente inferior em DI, tendo os tratamentos com maior dotação de rega um comportamento idêntico (Tab. 3.22). Para a indústria, quando o tomate se destina à produção de concentrado, a quantidade de água a aplicar poderia ser igual a DII, pois permitiria a obtenção da mesma quantidade de matéria seca solúvel que DIII, com redução dos custos e melhoria da qualidade da matéria-prima. As

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

características bioquímicas mais importantes para a qualidade do tomate de indústria, nomeadamente a concentração de sólidos solúveis (SSC), os sólidos totais (TS) e a acidez estão inversamente relacionadas com os aumentos de produção causados pela água (Rudich *et al.*, 1977; Stevens e Rudich, 1978; Sanders *et al.*, 1989; Calado, 1991).

Para o agricultor, tendo apenas em consideração a variação do rendimento bruto com a ETm (Fig. 3.40), a quantidade de água a aplicar deverá ser igual à dotação máxima, pois, apesar da produção de matéria seca solúvel em DII e DIII ter sido semelhante, o preço pago pelo acréscimo do "°brix", nas modalidades menos regadas, não compensa as perdas de produção (Figs. 3.39 e 3.40 e tab. 3.23).

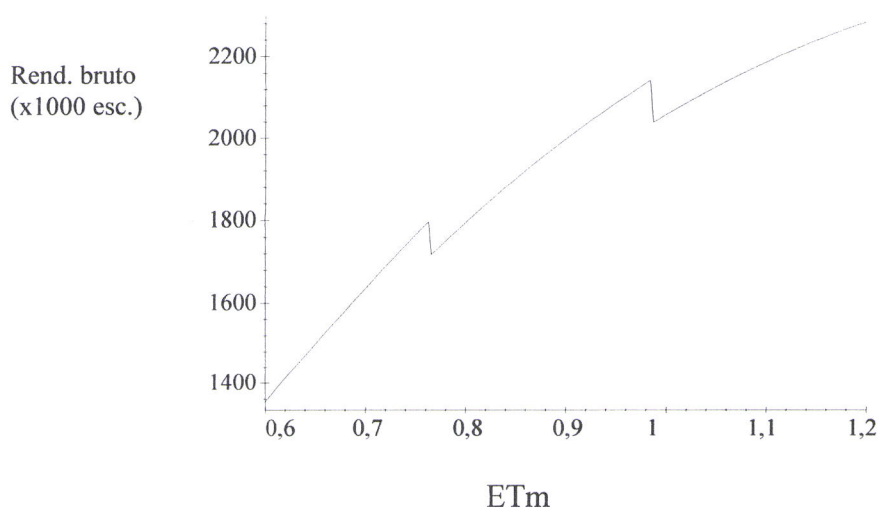


Fig. 3.40 – Variação do rendimento bruto (Produção comercial média x preço corrigido em função do "°brix") em função da ETm.

Tab. 3.23 – Tabela de preços de acordo com o extracto seco ("°brix").

| "°brix"                            | Correcção do preço (%) | Preço(esc./kg) (1) |
|------------------------------------|------------------------|--------------------|
| $4,0 \leq \text{"°brix"} \leq 4,7$ | -5                     | 17,521             |
| $4,8 \leq \text{"°brix"} \leq 5,4$ | preço base             | 18,443             |
| $\text{"°brix"} > 5,4$             | +5                     | 19,365             |

1- (Regulamento (CE) n.º 1513/1999)

### **3.2.6 – Conclusões**

As principais conclusões sobre a influência no crescimento radical, na produção e na qualidade da matéria-prima do tomate, da aplicação de diferentes dotações de rega (0,6, 0,9 e 1,2 da ETm), através de rega gota-a-gota superficial e subsuperficial, a 20 e a 40 cm de profundidade, são as seguintes:

- A rega gota-a-gota subsuperficial funcionou adequadamente, mesmo no tratamento menos regado, onde era maior o risco de entupimento dos gotejadores por intrusão de raízes, uma das principais causas de uma rega deficitária. No presente estudo o tempo necessário para aplicar uma determinada quantidade de água não se alterou ao longo do ciclo e não se observou intrusão de raízes.
- A IRc, comprimento de raízes por unidade de superfície do minirizotróo ( $\text{cm}/\text{cm}^2$ ) medida em diferentes estádios ao longo do ciclo, a 10 cm da linha de cultura, com algumas excepções que não permitem delinear comportamentos distintos, não foi, em termos estatísticos, afectada pela dotação de rega ou pela profundidade de colocação do tubo de rega. A concentração do sistema radical nos 40 cm superficiais do solo foi uma constante em todos os tratamentos.
- Nas condições em que decorreu o ensaio, o rendimento e a qualidade da produção não foram afectados significativamente pela interacção da dotação e da profundidade de colocação dos gotejadores.
- A resposta da cultura do tomate ao aumento da quantidade de água aplicada em termos quantitativos e qualitativos foi semelhante, em todos os tratamentos de colocação do tubo de rega.
- A produção total, comercial, de frutos vermelhos e o peso médio dos frutos aumentou significativamente com a quantidade de água aplicada.
- O teor em sólidos solúveis diminuiu com o aumento da dotação de rega.
- O pH não foi afectado pela dotação de rega.
- A produção de sólidos solúveis por hectare aumentou com a dotação de rega, embora não tenha apresentado diferenças significativas entre as duas modalidades mais regadas, isto é, entre 0,9 e 1,2 da ETm.



## *RESULTADOS E DISCUSSÃO*

---

Nas condições do presente estudo e em particular em solos arenosos, quer se utilize rega gota-a-gota superficial ou subsuperficial, a frequência de rega deverá ser diária e não em dias alternados, para reduzir as perdas de água por percolação.

Por outro lado, qualquer que seja a localização do tubo de rega, à superfície, a 20 ou a 40 cm de profundidade, a dotação aconselhada será diferente do ponto de vista da indústria e dos agricultores. No primeiro caso, quando o tomate se destina à produção de concentrado, poderá ser igual a DII (0,9 da ETm), pois permitirá a obtenção da mesma quantidade de matéria seca solúvel (t/ha) que DIII, com redução dos custos e melhoria da qualidade da matéria-prima. Para o agricultor, tendo apenas em consideração a variação do rendimento bruto, a quantidade de água a aplicar deverá ser igual à dotação máxima (1,2 da ETm), pois apesar da produção de matéria seca solúvel em DII e DIII ter sido semelhante, o preço pago pelo acréscimo dos sólidos solúveis, nas modalidades menos regadas não compensa as perdas de produção.



**3.3 – ESTUDO DA FIABILIDADE DA INSTALAÇÃO PERMANENTE DA REGA GOTA-A-GOTA SUBSUPERFICIAL**

**3.3.1 – Funcionamento da rega gota-a-gota nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores**

Embora não se tivesse medido a uniformidade de rega nas diferentes modalidades de colocação dos gotejadores conclui-se que a rega subsuperficial, com gotejadores a 20 e a 40 cm, funcionou adequadamente. Esta conclusão resulta do facto de se ter constatado que o tempo necessário para aplicar 1 m<sup>3</sup> de água nos diferentes tratamentos manteve-se semelhante ao longo do ciclo da cultura e de que, nalguns gotejadores enterrados que foram destapados, não se observou intrusão de raízes.

**3.3.2 – Água aplicada**

Apenas como indicação das quantidades de água aplicada no presente ensaio, apresentam-se na tabela 3.24 e figura 3.41 os valores relativos à rega + precipitação e os valores acumulados de rega + precipitação, de precipitação e de rega, os quais foram idênticos nos diferentes tratamentos.

Os valores diários da ET<sub>m</sub>, da precipitação, da rega e os acumulados da ET<sub>m</sub> são indicados na figura 3.42.

Tab. 3.24 – Valores de água aplicada (rega + precipitação) (1)

|                             | Tratamentos |       |       |
|-----------------------------|-------------|-------|-------|
|                             | R0          | RI    | RII   |
| Precipitação (mm)           | 119,9       | 119,9 | 119,9 |
| Rega gota-a-gota (mm)       | 495,7       | 495,7 | 495,7 |
| Total de água aplicada (mm) | 615,6       | 615,6 | 615,6 |

(1) – Não se fez rega por aspersão, porque choveu antes e durante a implantação da cultura

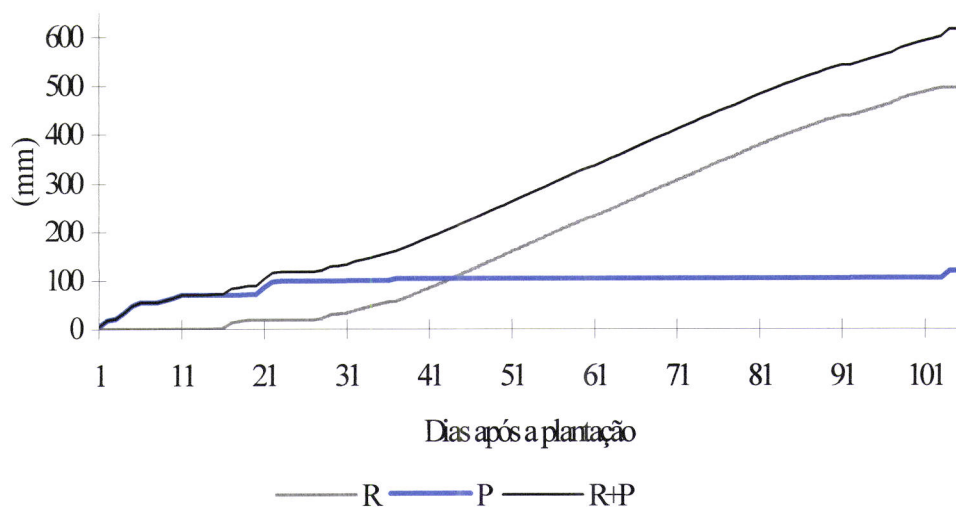


Fig. 3.41 – Valores acumulados de água aplicada diariamente à cultura (rega + precipitação) (R + P), de precipitação (P) e de rega (R) durante o seu ciclo.

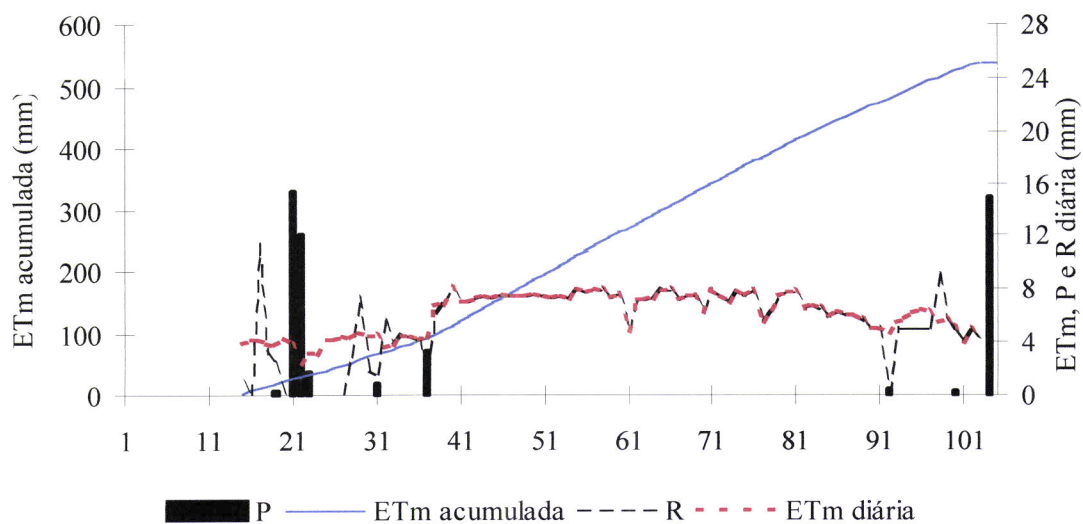


Fig. 3.42 – Valores diários da ETm, da precipitação (P) e os valores acumulados da ETm diária ao longo do ciclo da cultura, desde o início da rega gota-a-gota.

### 3.3.3 – Rendimento físico

A análise dos resultados relativos ao rendimento físico, apresentados na tabela 3.25 (Anexo V) permite concluir que, com o tubo de rega enterrado no ano anterior, quer em RI como em RII, se alcançaram produções estatisticamente semelhantes às obtidas com a rega superficial (R0) com tubo utilizado pela primeira vez. É ainda de salientar que, com o tubo colocado a 20 cm de profundidade (RI) quer a produção total quer a comercial foram mais elevadas.

O elevado valor das produções obtidas (Tab. 3.25) também permite afirmar que a reduzida mobilização do solo não comprometeu o rendimento da cultura.

Tab. 3.25 – Produção total e comercial e produção por classe de frutos.

| Factores | Produção (t/ha) |           | Frutos (t/ha) |        |        |        |                 |
|----------|-----------------|-----------|---------------|--------|--------|--------|-----------------|
|          | Total           | Comercial | Vermelhos     | Alara. | Verdes | Podres | Podridão apical |
| R0       | 137,2           | 124,38    | 110,69        | 13,63  | 10,63  | 2,00   | 0,19            |
| RI       | 143,1           | 131,61    | 117,98        | 13,65  | 9,34   | 2,10   | 0,26            |
| RII      | 125,8           | 118,21    | 109,59        | 8,61   | 6,50   | 0,96   | 0,16            |
| F (P)    | 5,14NS          | 4,22NS    | 1,23NS        | 2,22NS | 5,00NS | 0,64NS | 0,62NS          |

R0 – tubo instalado no ano do ensaio, RI e RII – tubo instalado no ano anterior.

### 3.3.4 – Características tecnológicas da matéria-prima

Os parâmetros de qualidade medidos sólidos solúveis, pH e matéria seca solúvel (t/ha) também não foram influenciados significativamente pelos tratamentos (Tab. 3.26), o que está de acordo com os resultados dos ensaios anteriores, nos quais a rega subsuperficial não contribuiu para os alterar.

Tab.3.26 – Características de qualidade do sumo de tomate e matéria seca solúvel (t/ha)

| Factores | Características tecnológicas |        | Mat. seca solúvel (t/ha) |
|----------|------------------------------|--------|--------------------------|
|          | "°brix"                      | pH     |                          |
| R0       | 4,78                         | 4,59   | 5,94                     |
| RI       | 4,75                         | 4,58   | 6,25                     |
| RII      | 4,58                         | 4,58   | 5,41                     |
| F (P)    | 0,50NS                       | 0,01NS | 3,24 NS                  |



### **3.3.5 – Conclusões da fiabilidade**

A rega gota-a-gota subsuperficial a 20 e a 40 cm de profundidade funcionou adequadamente, quando utilizada em dois anos consecutivos com a cultura do tomate. No segundo ano, a produção total e a comercial destes tratamentos, quando comparadas com a obtida na rega superficial, com gotejadores novos, não apresentaram diferenças significativas. Ainda que não tenha alcançado valores significativamente diferentes, a maior produção foi obtida no tratamento com o tubo colocado 20 cm abaixo da superfície do solo.

### 3.4 – CALIBRAÇÃO DO MINIRIZOTRÃO PARA O SOLO E CULTURA ESTUDADOS

A análise da densidade radical, determinada nas amostras de solo + raízes, colhidas com sonda nos buracos BI (junto ao local de inserção do minirizotrão) e BII (a 15 cm do local de inserção do minirizotrão, junto à face do minirizotrão oposta à linha de plantas), para a mesma profundidade, permite constatar a grande dispersão dos valores obtidos, sendo as médias (teste t) raramente significativas (Tabs. 3.27 a 3.29).

Assim, para fazer a calibração, optou-se por, para cada local de instalação dos minirizotrões (TI – a 10 cm da linha de cultura, TII – na entrelinha, a 37,5 cm da linha de cultura e TIII – na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura), estabelecer a relação entre a densidade radical (DRc), determinada para cada um dos buracos BI e BII e para a sua média e a intensidade radical, expressa em termos de IRc e de IRn. Numa primeira fase usaram-se todos os valores mas quando não se encontrou relação entre as observações, optou-se por tratar os valores das profundidades de 0 a 40 cm e de 40 a 100 cm separadamente.

Upchurch e Ritchie (1983), Sanders e Brown (1987), Vos e Groenwold (1987) e Samson e Sinclair (1994), em experiências de campo, só encontraram relações entre as observações a partir dos minirizotrões e as da densidade radical média, obtidas em amostras de solo + raízes, quando os dados das camadas superficiais foram excluídos. A exclusão dos dados dos 10 aos 30 cm, segundo Vos e Groenwold (1987) melhora muito o coeficiente de correlação. Na cultura do milho, Rasquilha (1997) obteve resultados idênticos.

Uma dificuldade sentida aquando da determinação do número de intersecções e do número de raízes, a que poderá ter introduzido algum erro na relação entre as amostras de solo + raízes e as determinações através dos minirizotrões, foi saber se algumas raízes, devido ao seu aspecto (acastanhado ou negro), estavam vivas ou mortas. Esta é uma dificuldade, também referida por All-Amoud e Kay (1985) e Merrill e Upchurch (1994), que contribui para uma sobrevalorização da densidade radical determinada por este método.

Seguidamente apresentam-se as equações de calibração para cada local de observação.

Tab. 3.27 – Significância da média da densidade radical (teste t) a 10 cm da linha de cultura, no estágio de completo desenvolvimento da 1ª inflorescência

| Trat. | Prof. (cm) | Densidade radical (cm/cm <sup>3</sup> ) |           | $\bar{X}$ | Valor calculado de |        |
|-------|------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|--------------------|--------|
|       |            | Buraco I                                | Buraco II |           | t[1]               | P ≤ 5% |
| ROCI  | 0 – 10     | 4,055                                   | 1,352     | 2,703     | 2,000              | NS     |
|       | 10 – 20    | 1,612                                   | 1,140     | 1,376     | 5,834              | NS     |
|       | 20 – 30    | 2,729                                   | 1,534     | 2,132     | 3,565              | NS     |
|       | 30 – 40    | 0,260                                   | 0,910     | 0,585     | 1,800              | NS     |
|       | 40 – 50    | 2,054                                   | 0,286     | 1,170     | 1,324              | NS     |
|       | 50 – 60    | 0,546                                   | 0,078     | 0,312     | 1,333              | NS     |
|       | 60 – 70    | 0,208                                   | 0,026     | 0,117     | 1,286              | NS     |
|       | 70 – 80    | 0,104                                   | 0,026     | 0,065     | 1,667              | NS     |
|       | 80 – 90    | 0,026                                   | 0,026     | 0,026     |                    |        |
|       | 90 – 100   | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| ROCH  | 0 – 10     | 3,327                                   | 0,650     | 1,989     | 1,485              | NS     |
|       | 10 – 20    | 2,573                                   | 0,728     | 1,651     | 1,789              | NS     |
|       | 20 – 30    | 3,275                                   | 0,728     | 2,002     | 1,571              | NS     |
|       | 30 – 40    | 1,170                                   | 1,196     | 1,183     | 91,000             | *      |
|       | 40 – 50    | 0,364                                   | 0,468     | 0,416     | 8,000              | NS     |
|       | 50 – 60    | 0,312                                   | 0,286     | 0,299     | 23,000             | *      |
|       | 60 – 70    | 0,234                                   | 0,260     | 0,247     | 19,000             | *      |
|       | 70 – 80    | 0,208                                   | 0,026     | 0,117     | 1,286              | NS     |
|       | 80 – 90    | 0,026                                   | 0,000     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|       | 90 – 100   | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| RICI  | 0 – 10     | 0,546                                   | 0,806     | 0,676     | 5,200              | NS     |
|       | 10 – 20    | 1,586                                   | 0,832     | 1,209     | 3,207              | NS     |
|       | 20 – 30    | 3,535                                   | 2,132     | 2,833     | 4,037              | NS     |
|       | 30 – 40    | 0,468                                   | 1,066     | 0,767     | 2,565              | NS     |
|       | 40 – 50    | 0,546                                   | 0,208     | 0,377     | 2,231              | NS     |
|       | 50 – 60    | 0,208                                   | 0,052     | 0,130     | 1,667              | NS     |
|       | 60 – 70    | 0,208                                   | 0,026     | 0,117     | 1,286              | NS     |
|       | 70 – 80    | 0,052                                   | 0,052     | 0,052     |                    |        |
|       | 80 – 90    | 0,026                                   | 0,000     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|       | 90 – 100   | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| RICH  | 0 – 10     | 0,728                                   | 0,182     | 0,455     | 1,667              | NS     |
|       | 10 – 20    | 0,598                                   | 0,364     | 0,481     | 4,111              | NS     |
|       | 20 – 30    | 1,170                                   | 0,806     | 0,988     | 5,429              | NS     |
|       | 30 – 40    | 0,468                                   | 1,326     | 0,897     | 2,091              | NS     |
|       | 40 – 50    | 0,104                                   | 0,104     | 0,104     |                    |        |
|       | 50 – 60    | 0,026                                   | 0,052     | 0,039     | 3,000              | NS     |
|       | 60 – 70    | 0,078                                   | 0,026     | 0,052     | 2,000              | NS     |
|       | 70 – 80    | 0,052                                   | 0,000     | 0,026     | 1,000              | NS     |
|       | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|       | 90 – 100   | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| RIICI | 0 – 10     | 0,182                                   | 0,494     | 0,338     | 2,167              | NS     |
|       | 10 – 20    | 0,650                                   | 0,338     | 0,494     | 3,167              | NS     |
|       | 20 – 30    | 1,716                                   | 0,364     | 1,040     | 1,539              | NS     |
|       | 30 – 40    | 2,158                                   | 0,468     | 1,313     | 1,554              | NS     |
|       | 40 – 50    | 0,156                                   | 0,026     | 0,091     | 1,400              | NS     |
|       | 50 – 60    | 0,052                                   | 0,026     | 0,039     | 3,000              | NS     |
|       | 60 – 70    | 0,026                                   | 0,078     | 0,052     | 2,000              | NS     |
|       | 70 – 80    | 0,312                                   | 0,000     | 0,156     | 1,000              | NS     |
|       | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|       | 90 – 100   | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| RIICH | 0 – 10     | 0,728                                   | 0,234     | 0,481     | 1,947              | NS     |
|       | 10 – 20    | 1,014                                   | 0,286     | 0,650     | 1,786              | NS     |
|       | 20 – 30    | 3,405                                   | 0,962     | 2,184     | 1,787              | NS     |
|       | 30 – 40    | 5,225                                   | 1,534     | 3,379     | 1,831              | NS     |
|       | 40 – 50    | 1,055                                   | 0,598     | 2,327     | 1,346              | NS     |
|       | 50 – 60    | 0,104                                   | 0,052     | 0,078     | 3,000              | NS     |
|       | 60 – 70    | 0,078                                   | 0,026     | 0,052     | 2,000              | NS     |
|       | 70 – 80    | 0,078                                   | 0,026     | 0,052     | 2,000              | NS     |
|       | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|       | 90 – 100   | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |

Tab. 3.28 – Significância da média da densidade radical (teste t) a 37,5 cm da linha de cultura, no estágio de completo desenvolvimento de 1ª inflorescência

| Trat. | Prof. (cm) | Densidade radical (cm/cm <sup>3</sup> ) |           | X     | Valor calculado de |        |
|-------|------------|-----------------------------------------|-----------|-------|--------------------|--------|
|       |            | Buraco I                                | Buraco II |       | t[1]               | P ≤ 5% |
| ROCI  | 0-10       | 0,884                                   | 1,352     | 1,118 | 4,778              | NS     |
|       | 10-20      | 1,482                                   | 1,118     | 1,300 | 7,143              | NS     |
|       | 20-30      | 0,650                                   | 1,560     | 1,105 | 2,427              | NS     |
|       | 30-40      | 0,312                                   | 0,338     | 0,325 | 25,000             | *      |
|       | 40-50      | 0,182                                   | 0,078     | 0,130 | 2,500              | NS     |
|       | 50-60      | 0,104                                   | 0,234     | 0,169 | 2,600              | NS     |
|       | 60-70      | 0,026                                   | 0,000     | 0,013 | 1,000              | NS     |
|       | 70-80      | 0,026                                   | 0,000     | 0,013 | 1,000              | NS     |
|       | 80-90      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 90-100     | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
| ROCH  | 0-10       | 0,702                                   | 2,313     | 1,508 | 1,872              | NS     |
|       | 10-20      | 1,456                                   | 1,378     | 1,417 | 36,333             | *      |
|       | 20-30      | 0,754                                   | 2,106     | 1,430 | 2,115              | NS     |
|       | 30-40      | 0,858                                   | 3,093     | 1,976 | 1,768              | NS     |
|       | 40-50      | 0,156                                   | 0,338     | 0,247 | 2,714              | NS     |
|       | 50-60      | 0,078                                   | 0,286     | 0,182 | 1,750              | NS     |
|       | 60-70      | 0,026                                   | 0,312     | 0,169 | 1,182              | NS     |
|       | 70-80      | 0,000                                   | 0,364     | 0,182 | 1,000              | NS     |
|       | 80-90      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 90-100     | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
| RICI  | 0-10       | 0,988                                   | 0,390     | 0,689 | 2,304              | NS     |
|       | 10-20      | 0,494                                   | 0,702     | 0,598 | 5,750              | NS     |
|       | 20-30      | 1,664                                   | 1,378     | 1,521 | 10,636             | NS     |
|       | 30-40      | 1,144                                   | 3,353     | 2,249 | 2,036              | NS     |
|       | 40-50      | 0,468                                   | 0,286     | 0,377 | 4,143              | NS     |
|       | 50-60      | 0,104                                   | 0,078     | 0,091 | 7,000              | NS     |
|       | 60-70      | 0,052                                   | 0,078     | 0,065 | 5,000              | NS     |
|       | 70-80      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 80-90      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 90-100     | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
| RICII | 0-10       | 0,156                                   | 0,130     | 0,143 | 11,000             | NS     |
|       | 10-20      | 0,416                                   | 0,104     | 0,260 | 1,667              | NS     |
|       | 20-30      | 0,572                                   | 0,988     | 0,780 | 3,750              | NS     |
|       | 30-40      | 0,806                                   | 0,728     | 0,767 | 19,667             | *      |
|       | 40-50      | 0,078                                   | 0,104     | 0,091 | 7,000              | NS     |
|       | 50-60      | 0,078                                   | 0,026     | 0,052 | 2,000              | NS     |
|       | 60-70      | 0,130                                   | 0,000     | 0,065 | 1,000              | NS     |
|       | 70-80      | 0,026                                   | 0,078     | 0,052 | 2,000              | NS     |
|       | 80-90      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 90-100     | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
| RIICI | 0-10       | 0,650                                   | 0,884     | 0,767 | 6,556              | NS     |
|       | 10-20      | 1,482                                   | 0,806     | 1,144 | 3,385              | NS     |
|       | 20-30      | 1,300                                   | 0,494     | 0,897 | 2,226              | NS     |
|       | 30-40      | 1,040                                   | 0,468     | 0,754 | 2,636              | NS     |
|       | 40-50      | 0,078                                   | 0,078     | 0,078 |                    |        |
|       | 50-60      | 0,026                                   | 0,000     | 0,013 | 1,000              | NS     |
|       | 60-70      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 70-80      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 80-90      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 90-100     | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
| RHCH  | 0-10       | 0,468                                   | 0,078     | 0,273 | 1,400              | NS     |
|       | 10-20      | 1,638                                   | 1,170     | 1,404 | 6,000              | NS     |
|       | 20-30      | 1,144                                   | 1,118     | 1,131 | 87,000             | **     |
|       | 30-40      | 0,338                                   | 0,650     | 0,494 | 3,167              | NS     |
|       | 40-50      | 0,156                                   | 0,052     | 0,104 | 2,000              | NS     |
|       | 50-60      | 0,078                                   | 0,026     | 0,052 | 2,000              | NS     |
|       | 60-70      | 0,078                                   | 0,026     | 0,052 | 2,000              | NS     |
|       | 70-80      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 80-90      | 0,000                                   | 0,000     | 0,000 |                    |        |
|       | 90-100     | 0,026                                   | 0,000     | 0,013 | 1,000              | NS     |

Tab. 3.29 – Significância da média da densidade radical (teste t) a 75 cm da linha de cultura, no estágio completo de desenvolvimento da 1ª inflorescência

| Trat.    | Prof. (cm) | Densidade radical (cm/cm <sup>3</sup> ) |           | $\bar{X}$ | Valor calculado de |        |
|----------|------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|--------------------|--------|
|          |            | Buraco I                                | Buraco II |           | t[1]               | P ≤ 5% |
| ROCI     | 0 – 10     | 0,130                                   | 0,234     | 0,182     | 3,500              | NS     |
|          | 10 – 20    | 0,104                                   | 0,078     | 0,091     | 7,000              | NS     |
|          | 20 – 30    | 0,208                                   | 0,468     | 0,338     | 2,600              | NS     |
|          | 30 – 40    | 0,052                                   | 0,052     | 0,052     |                    |        |
|          | 40 – 50    | 0,000                                   | 0,026     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 50 – 60    | 0,000                                   | 0,026     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 60 – 70    | 0,000                                   | 0,026     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 70 – 80    | 0,000                                   | 0,026     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| 90 – 100 | 0,000      | 0,000                                   | 0,000     |           |                    |        |
| ROCH     | 0 – 10     | 0,000                                   | 1,690     | 0,845     | 1,000              | NS     |
|          | 10 – 20    | 0,052                                   | 0,338     | 0,195     | 1,364              | NS     |
|          | 20 – 30    | 0,052                                   | 0,234     | 0,143     | 1,571              | NS     |
|          | 30 – 40    | 0,210                                   | 0,286     | 0,247     | 6,333              | NS     |
|          | 40 – 50    | 0,026                                   | 0,078     | 0,052     | 2,000              | NS     |
|          | 50 – 60    | 0,000                                   | 0,026     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 60 – 70    | 0,000                                   | 0,026     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 70 – 80    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| 90 – 100 | 0,000      | 0,000                                   | 0,000     |           |                    |        |
| RICI     | 0 – 10     | 0,286                                   | 0,208     | 0,247     | 6,333              | NS     |
|          | 10 – 20    | 0,078                                   | 0,104     | 0,091     | 7,000              | NS     |
|          | 20 – 30    | 0,078                                   | 2,156     | 1,118     | 1,075              | NS     |
|          | 30 – 40    | 0,026                                   | 0,338     | 0,182     | 1,167              | NS     |
|          | 40 – 50    | 0,000                                   | 0,026     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 50 – 60    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 60 – 70    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 70 – 80    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| 90 – 100 | 0,000      | 0,000                                   | 0,000     |           |                    |        |
| RICII    | 0 – 10     | 0,052                                   | 0,026     | 0,039     | 3,000              | NS     |
|          | 10 – 20    | 0,052                                   | 0,078     | 0,065     | 5,000              | NS     |
|          | 20 – 30    | 0,026                                   | 0,104     | 0,065     | 1,667              | NS     |
|          | 30 – 40    | 0,026                                   | 0,208     | 0,117     | 1,286              | NS     |
|          | 40 – 50    | 0,000                                   | 0,052     | 0,026     | 1,000              | NS     |
|          | 50 – 60    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 60 – 70    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 70 – 80    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| 90 – 100 | 0,000      | 0,000                                   | 0,000     |           |                    |        |
| RIICI    | 0 – 10     | 1,040                                   | 0,416     | 0,728     | 2,333              | NS     |
|          | 10 – 20    | 0,546                                   | 0,208     | 0,377     | 2,231              | NS     |
|          | 20 – 30    | 0,494                                   | 0,104     | 0,299     | 1,533              | NS     |
|          | 30 – 40    | 0,390                                   | 0,130     | 0,260     | 2,000              | NS     |
|          | 40 – 50    | 0,156                                   | 0,052     | 0,104     | 2,000              | NS     |
|          | 50 – 60    | 0,026                                   | 0,026     | 0,026     |                    |        |
|          | 60 – 70    | 0,026                                   | 0,026     | 0,026     |                    |        |
|          | 70 – 80    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| 90 – 100 | 0,000      | 0,000                                   | 0,000     |           |                    |        |
| RIICH    | 0 – 10     | 0,182                                   | 0,052     | 0,112     | 1,800              | NS     |
|          | 10 – 20    | 0,208                                   | 0,234     | 0,221     | 17,000             | *      |
|          | 20 – 30    | 0,078                                   | 0,052     | 0,065     | 5,000              | NS     |
|          | 30 – 40    | 0,026                                   | 0,026     | 0,026     |                    |        |
|          | 40 – 50    | 0,026                                   | 0,000     | 0,013     | 1,000              | NS     |
|          | 50 – 60    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 60 – 70    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 70 – 80    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
|          | 80 – 90    | 0,000                                   | 0,000     | 0,000     |                    |        |
| 90 – 100 | 0,000      | 0,000                                   | 0,000     |           |                    |        |

### 3.4.1 – A 10 cm da linha de cultura (TI)

Esta é uma situação em que, quando se usaram todos os valores não se obteve uma boa relação entre as observações do endoscópio e a densidade radical medida nas amostras de solo + raízes.

A análise da tabela 3.30 permite-nos constatar que, para a profundidade de 0 a 40 cm, o par de variáveis DRc/IRc apresentou relações significativas para as três equações de ajustamento, linear, quadrática e cúbica, apenas em relação ao buraco BII. Esta situação pode estar relacionada com o facto da densidade radical em culturas em linha, variar não só em profundidade, como também na lateral, perpendicularmente à linha de cultura (Bucland *et al.*, s/d; Oliveira *et al.*, 1996; Machado *et al.*, 2000) e ao longo desta.

Tab. 3.30 – Relação entre densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X) na linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRc \leq 184$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                    | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | $DRc = 1,464 + 0,0066 IRc$                                           | 24       | 0,061                |          | 1,33          | NS          |
|              | $DRc = 1,569 - 0,0030 IRc + 5 \times 10^{-5} IRc^2$                  | 24       | 0,080                |          | 0,87          | NS          |
|              | $DRc = 1,331 + 0,0112 IRc - 0,0002 IRc^2 + 1,1 \times 10^{-6} IRc^3$ | 24       | 0,089                |          | 0,62          | NS          |
| <i>BII</i>   | $DRc = 0,5425 + 0,0061 IRc$                                          | 24       | 0,508                | 0,71     | 21,68         | ***         |
|              | $DRc = 0,4812 + 0,0116 IRc - 4 \times 10^{-5} IRc^2$                 | 24       | 0,575                | 0,76     | 13,57         | ***         |
|              | $DRc = 0,4820 + 0,0113 IRc - 0,00003 IRc^2 - 2 \times 10^{-8} IRc^3$ | 24       | 0,576                | 0,76     | 8,60          | **          |
| <i>Média</i> | $DRc = 1,0380 + 0,0060 IRc$                                          | 24       | 0,140                |          | 3,41          | NS          |
|              | $DRc = 1,067 + 0,0033 IRc + 1,8 \times 10^{-5} IRc^2$                | 24       | 0,144                |          | 1,68          | NS          |
|              | $DRc = 1,051 + 0,0095 IRc - 0,0001 IRc^2 + 4,9 \times 10^{-7} IRc^3$ | 24       | 0,149                |          | 1,11          | NS          |

O coeficiente de correlação das equações de ajustamento linear ( $r = 0,71$ ), quadrática ( $r = 0,76$ ) e cúbica ( $r = 0,76$ ) (Tab. 3.30) foi elevado. Vos e Groenwold (1987) para este tipo de estudos consideram valores de  $r$  superiores a 0,70 como elevados.

A relação entre o par de variáveis DRc/IRn (Tab. 3.31) também só foi significativa em relação ao buraco BII, mas o grau de significância e o coeficiente de determinação foram menores do que quando se utilizou a variável independente IRc.

As relações em que se utilizou a DRc do buraco BI e a DRc média não foram significativas (Tabs. 3.30 e 3.31).

Tab. 3.31 – Relação entre densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRn=X) na linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRn \leq 31,9$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                   | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | $DRc = 1,51 + 0,0221 IRn$                                           | 24       | 0,031                |          | 0,50          | NS          |
|              | $DRc = 1,57 - 0,0097 IRn + 0,0012 IRn^2$                            | 24       | 0,038                |          | 0,40          | NS          |
|              | $DRc = 1,6831 - 0,3620 IRn + 0,0366 IRn^2 - 0,0008 IRn^3$           |          | 0,172                |          | 1,31          | NS          |
| <i>BII</i>   | $DRc = 0,5270 + 0,0265 IRn$                                         | 24       | 0,447                | 0,66     | 16,95         | ***         |
|              | $DRc = 0,4693 + 0,0556 IRn - 0,0011 IRn^2$                          | 24       | 0,511                | 0,71     | 10,47         | **          |
|              | $DRc = 0,4813 + 0,0176 IRn - 0,0028 IRn^2 - 8 \times 10^{-5} IRn^3$ | 24       | 0,527                | 0,73     | 7,06          | **          |
| <i>Média</i> | $DRc = 1,1457 + 0,0202 IRn$                                         | 24       | 0,063                |          | 1,04          | NS          |
|              | $DRc = 1,1310 + 0,0273 IRn - 0,0003 IRn^2$                          | 24       | 0,064                |          | 0,72          | NS          |
|              | $DRc = 1,1713 - 0,0687 IRn - 0,0095 IRn^2 - 0,0002 IRn^3$           | 24       | 0,092                |          | 0,68          | NS          |

Tab. 3.32 – Relação entre densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X) na linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRc \leq 230$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                                | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | $DRc = 0,0497 + 0,0075 IRc$                                                      | 36       | 0,308                | 0,55     | 15,13         | ***         |
|              | $DRc = 0,2533 - 0,0144 IRc + 0,0001 IRc^2$                                       | 36       | 0,693                | 0,83     | 37,24         | ***         |
|              | $DRc = 0,1874 + 0,0045 IRc - 0,0002 IRc^2 + 9,5 \times 10^{-7} IRc^3$            | 36       | 0,772                | 0,88     | 36,09         | ***         |
| <i>BII</i>   | $DRc = 0,0528 + 0,0008 IRc$                                                      | 36       | 0,106                |          | 4,04          | NS          |
|              | $DRc = 0,0851 - 0,0026 IRc + 2 \times 10^{-5} IRc^2$                             | 36       | 0,381                | 0,62     | 10,16         | ***         |
|              | $DRc = 0,0759 - 10^{-5} IRc - 2 \times 10^{-5} IRc^2 + 1,3 \times 10^{-7} IRc^3$ | 36       | 0,425                | 0,65     | 7,87          | ***         |
| <i>Média</i> | $DRc = 0,0513 + 0,0041 IRc$                                                      | 36       | 0,287                | 0,54     | 13,65         | ***         |
|              | $DRc = 0,1692 - 0,0085 IRc - 0,000072 IRc^2$                                     | 36       | 0,677                | 0,82     | 34,54         | ***         |
|              | $DRc = 0,1317 + 0,0022 IRc - 9 \times 10^{-5} IRc^2 + 5,4 \times 10^{-7} IRc^3$  | 36       | 0,754                | 0,87     | 32,70         | ***         |

No que diz respeito à profundidade de 40 a 100 cm os melhores coeficientes de determinação foram encontrados quando a DRc considerada foi a do buraco BI, onde a equação de ajustamento cúbica tem um coeficiente de determinação elevado ( $R^2 = 0,772$ ) (Tab. 3.32).

A utilização da variável independente IRc permitiu também uma melhor relação com a DRc do que a IRn (Tabs. 3.32 e 3.33).

Tab. 3.33 – Relação entre densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRn=X) na linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRn \leq 48,0$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | $DRc = 0,0833 + 0,0231IRn$                                       | 36       | 0,175                | 0,42     | 7,2           | *           |
|              | $DRc = 0,2577 - 0,0567 IRn + 0,021IRn^2$                         | 36       | 0,428                | 0,65     | 12,34         | ***         |
|              | $DRc = 0,1791 + 0,0706IRn - 0,0073IRn^2 + 0,0001IRn^3$           | 36       | 0,586                | 0,77     | 15,09         | ***         |
| <i>BII</i>   | $DRc = 0,061 + 0,0021IRn$                                        | 36       | 0,043                |          | 1,51          | NS          |
|              | $DRc = 0,0878 - 0,0106 IRn + 0,0003IRn^2$                        | 36       | 0,224                | 0,47     | 4,78          | *           |
|              | $DRc = 0,0773 + 0,0065IRn - 0,0009IRn^2 + 2 \times 10^{-5}IRn^3$ | 36       | 0,305                | 0,55     | 4,69          | **          |
| <i>Média</i> | $DRc = 0,717 + 0,126IRn$                                         | 36       | 0,158                | 0,40     | 6,36          | *           |
|              | $DRc = 0,1728 - 0,336 IRn + 0,012IRn^2$                          | 36       | 0,414                | 0,64     | 11,69         | ***         |
|              | $DRc = 0,1282 + 0,386IRn - 0,041IRn^2 + 8,5 \times 10^{-5}IRn^3$ | 36       | 0,568                | 0,75     | 14,61         | ***         |

### 3.4.2 – Na entrelinha, a 37,5 cm da linha de cultura (TII)

No local TII, os coeficientes de determinação foram baixos, quando se utilizaram todos os valores. Na profundidade de 0 a 40 cm as equações de ajustamento quadrática e cúbica foram significativas, apenas em relação ao buraco BI, quer para a IRc, quer para a IRn (Tabs. 3.34 e 3.35).

Para a profundidade de 40 a 100 cm obtiveram-se equações de ajustamento altamente significativas para o par de varáveis DRc/IRc e DRc/IRn do buraco BI e da



média, tendo o primeiro apresentado coeficientes de determinação mais elevados para o buraco BI (Tabs. 3.36 e 3.37).

Tab. 3.34 – Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X), a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRc \leq 263,4$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                                                  | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | DRc = 0,8262+ 0,031 IRc                                                                            | 24       | 0,087                |          | 1,99          | NS          |
|              | DRc = 0,5738+ 0,0245 IRc -10 <sup>-4</sup> IRc <sup>2</sup>                                        | 24       | 0,576                | 0,76     | 13,59         | ***         |
|              | DRc = 0,6109 + 0,0181IRc -10 <sup>-5</sup> IRc <sup>2</sup> - 2x10 <sup>-7</sup> IRc <sup>3</sup>  | 24       | 0,589                | 0,77     | 9,08          | **          |
| <i>BII</i>   | DRc = 1,0813-0,0014IRc                                                                             | 24       | 0,014                |          | 0,29          | NS          |
|              | DRc = 1,0469+ 0,0016 IRc -10 <sup>-5</sup> IRc <sup>2</sup>                                        | 24       | 0,021                |          | 0,21          | NS          |
|              | DRc = 1,1417-0,0148IRc+0,0002IRc <sup>2</sup> -6x10 <sup>-7</sup> IRc <sup>3</sup>                 | 24       | 0,091                |          | 0,63          | NS          |
| <i>Média</i> | DRc = 0,9539+ 0,0008IRc                                                                            | 24       | 0,01                 |          | 0,21          | NS          |
|              | DRc = 0,8105+ 0,0130 IRc- 5x10 <sup>-5</sup> IRc <sup>2</sup>                                      | 24       | 0,25                 |          | 3,31          | NS          |
|              | DRc = 0,8769+0,0016IRc+9,5x10 <sup>-5</sup> IRc <sup>2</sup> - 4x10 <sup>-7</sup> IRc <sup>3</sup> | 24       | 0,312                |          | 2,88          | NS          |

Tab. 3.35 – Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRn=X), a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 40 cm ( $0 \leq IRn \leq 48$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                                  | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | DRc = 0,7788+ 0,0186IRn                                                            | 24       | 0,128                |          | 3,08          | NS          |
|              | DRc = 0,5869+ 0,1017 IRn -0,0022IRn <sup>2</sup>                                   | 24       | 0,475                | 0,69     | 9,04          | **          |
|              | DRc =0,6225+0,0622IRn+0,0005IRn <sup>2</sup> - 4x10 <sup>-5</sup> IRn <sup>3</sup> | 24       | 0,491                | 0,70     | 6,12          | **          |
| <i>BII</i>   | DRc = 1,0775-0,0052IRn                                                             | 24       | 0,008                |          | 0,17          | NS          |
|              | DRc = 1,0409+0,106 IRn -0,0004IRn <sup>2</sup>                                     | 24       | 0,018                |          | 0,19          | NS          |
|              | DRc = 1,1065-0,0621IRn+0,0045IRn <sup>2</sup> -7x10 <sup>-7</sup> IRn <sup>3</sup> | 24       | 0,064                |          | 0,43          | NS          |
| <i>Média</i> | DRc = 0,9284+ 0,0066IRn                                                            | 24       | 0,024                |          | 0,53          | NS          |
|              | DRc = 0,8141+ 0,0561 IRn- 0,0013IRn <sup>2</sup>                                   | 24       | 0,210                |          | 2,67          | NS          |
|              | DRc = 0,8651-0,0005IRn+0,0025IRn <sup>2</sup> -6x10 <sup>-5</sup> IRn <sup>3</sup> | 24       | 0,261                |          | 2,24          | NS          |

Tab. 3.36 – Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X), a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRc \leq 242,5$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                                                  | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | DRc = 0,0319+ 0,0009IRc                                                                            | 36       | 0,434                | 0,66     | 26,02         | ***         |
|              | DRc = 0,0337+ 0,0007 IRc +1,4x10 <sup>-6</sup> IRc <sup>2</sup>                                    | 36       | 0,440                | 0,66     | 12,94         | ***         |
|              | DRc = 0,0310+0,0024IRc-3x10 <sup>-5</sup> IRc <sup>2</sup> +9,7x10 <sup>-8</sup> IRc <sup>3</sup>  | 36       | 0,485                | 0,70     | 10,03         | ***         |
| <i>BII</i>   | DRc = 0,0491+0,0012IRc                                                                             | 36       | 0,214                | 0,49     | 9,25          | **          |
|              | DRc = 0,0604-0,0005 IRc +8,8x10 <sup>-6</sup> IRc <sup>2</sup>                                     | 36       | 0,282                | 0,53     | 6,47          | **          |
|              | DRc = 0,0576+0,0013IRc-2x10 <sup>-5</sup> IRc <sup>2</sup> +9,8x10 <sup>-8</sup> IRc <sup>3</sup>  | 36       | 0,295                | 0,54     | 4,46          | *           |
| <i>Média</i> | DRc = 0,0405+ 0,0011IRc                                                                            | 36       | 0,349                | 0,59     | 18,21         | ***         |
|              | DRc = 0,0470+ 8,7x10 <sup>-5</sup> IRc + 5,1x10 <sup>-6</sup> IRn <sup>2</sup>                     | 36       | 0,397                | 0,63     | 10,87         | ***         |
|              | DRc = 0,0443+0,0018IRc-3x10 <sup>-5</sup> IRc <sup>2</sup> + 9,7x10 <sup>-8</sup> IRc <sup>3</sup> | 36       | 0,424                | 0,65     | 7,86          | ***         |

Tab. 3.37 – Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade de radical (IRn=X) a 37,5 cm da linha de cultura, na profundidade de 40 a 100 cm ( $0 \leq IRn \leq 53,2$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                                      | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | DRc = 0,0321+ 0,0040IRn                                                                | 36       | 0,414                | 0,64     | 23,98         | ***         |
|              | DRc = 0,0346+0,0021 IRn +4,4x10 <sup>-5</sup> IRn <sup>2</sup>                         | 36       | 0,429                | 0,65     | 12,37         | ***         |
|              | DRc = 0,0313 +0,0121IRn-0,0007IRn <sup>2</sup> +10 <sup>-5</sup> IRn <sup>3</sup>      | 36       | 0,484                | 0,70     | 9,99          | ***         |
| <i>BII</i>   | DRc = 0,0482+ 0,0056IRn                                                                | 36       | 0,223                | 0,47     | 9,77          | **          |
|              | DRc = 0,0582-0,0019 IRn +0,00002IRn <sup>2</sup>                                       | 36       | 0,290                | 0,54     | 6,75          | **          |
|              | DRc = 0,0561 +0,0045IRn-0,0003IRn <sup>2</sup> + 6,6x10 <sup>-6</sup> IRn <sup>3</sup> | 36       | 0,297                | 0,54     | 4,50          | *           |
| <i>Média</i> | DRc = 0,0402+ 0,0048IRn                                                                | 36       | 0,350                | 0,59     | 18,34         | ***         |
|              | DRc = 0,0464+0,0001 IRn +0,0001IRn <sup>2</sup>                                        | 36       | 0,406                | 0,64     | 11,29         | ***         |
|              | DRc = 0,0437+0,0083IRn-0,0005IRn <sup>2</sup> +8,4x10 <sup>-6</sup> IRn <sup>3</sup>   | 36       | 0,428                | 0,65     | 7,99          | ***         |

### 3.4.3 – Na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura (TIII)

Apenas para o local a 75 cm da linha de cultura (TIII), a utilização de todos os valores permitiu a obtenção de equações de ajustamento significativas para o par de variáveis DRc/IRc do buraco BI, do BII e da média, sendo as melhores obtidas em relação ao buraco BI (Tab. 3.38).

Tab. 3.38 – Relação entre a densidade radical (DRc=Y) e a intensidade radical (IRc=X), a 75 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 100 cm ( $0 \leq IRc \leq 271,8$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                              | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | $DRc = 0,0498 + 0,0031IRc$                                                     | 60       | 0,478                | 0,69     | 53,01         | ***         |
|              | $DRc = 0,0585 - 0,0003 IRc + 1,4 \times 10^{-5} IRc^2$                         | 60       | 0,542                | 0,74     | 33,69         | ***         |
|              | $DRc = 0,0578 + 0,0015IRc - 2 \times 10^{-5} IRc^2 + 9,5 \times 10^{-8} IRc^3$ | 60       | 0,543                | 0,74     | 22,17         | ***         |
| <i>BII</i>   | $DRc = 0,1250 + 0,0014IRc$                                                     | 60       | 0,022                |          | 1,31          | NS          |
|              | $DRc = 0,1173 + 0,0044 IRc - 1 \times 10^{-5} IRc^2$                           | 60       | 0,034                |          | 1,00          | NS          |
|              | $DRc = 0,1009 + 0,0510IRc - 0,0008IRn^2 + 2,4 \times 10^{-6} IRc^3$            | 60       | 0,215                | 0,46     | 5,11          | **          |
| <i>Média</i> | $DRc = 0,0874 + 0,0022IRc$                                                     | 60       | 0,168                | 0,41     | 11,74         | **          |
|              | $DRc = 0,0879 + 0,0021 IRc + 8,1 \times 10^{-7} IRn^2$                         | 60       | 0,168                | 0,41     | 5,77          | **          |
|              | $DRc = 0,0794 + 0,0262IRc - 0,0004IRc^2 + 1,3 \times 10^{-6} IRc^3$            | 60       | 0,309                | 0,56     | 8,36          | ***         |

Tab. 3.39 – Relação entre a densidade radical (DRc= Y) e a intensidade radical (IRn=X), a 75 cm da linha de cultura, na profundidade de 0 a 100 cm ( $0 \leq IRn \leq 53,2$ )

|              | <i>Equações<br/>(Linear, quadrática e cúbica)</i>                   | <i>n</i> | <i>R<sup>2</sup></i> | <i>r</i> | <i>F Cal.</i> | <i>Sig.</i> |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|----------|----------------------|----------|---------------|-------------|
| <i>BI</i>    | $DRc = 0,0522 + 0,0054IRn$                                          | 60       | 0,133                | 0,36     | 8,92          | **          |
|              | $DRc = 0,0682 - 0,0106 IRn + 0,0004IRn^2$                           | 60       | 0,254                | 0,50     | 9,70          | ***         |
|              | $DRc = 0,0570 + 0,0238IRn - 0,0019IRn^2 + 3,3 \times 10^{-5} IRn^3$ | 60       | 0,412                | 0,64     | 13,08         | ***         |
| <i>BII</i>   | $DRc = 0,1303 + 0,0015IRn$                                          | 60       | 0,002                |          | 0,14          | NS          |
|              | $DRc = 0,1224 + 0,0094 IRn - 0,0002IRn^2$                           | 60       | 0,009                |          | 0,27          | NS          |
|              | $DRc = 0,1050 + 0,0625IRn - 0,0037IRn^2 + 5 \times 10^{-5} IRn^3$   | 60       | 0,098                |          | 2,02          | NS          |
| <i>Média</i> | $DRc = 0,0913 + 0,0034IRn$                                          | 60       | 0,037                |          | 2,21          | NS          |
|              | $DRc = 0,0953 - 0,0006 IRn + 9,6 \times 10^{-5} IRn^2$              | 60       | 0,042                |          | 1,24          | NS          |
|              | $DRc = 0,0810 + 0,0432IRn - 0,0028IRn^2 + 4 \times 10^{-5} IRn^3$   | 60       | 0,215                | 0,46     | 5,11          | **          |

A relação entre o par de variáveis DRc/IRn também foi significativa, mas os coeficientes de determinação foram mais baixos do que quando se utilizou a IRc (Tab. 3.39).

#### **3.4.4 – Comparação entre os valores de densidade radical estimada e a observada**

Nas figuras 3.43, 3.44 e 3.45 apresenta-se a variação da densidade radical em profundidade, estimada através da utilização das equações de regressão com maior grau de significância e coeficiente de determinação e a observada, determinada a partir de amostras de solo + raízes. Apesar de algumas diferenças pontuais, as curvas da densidade radical estimada e observada mostram comportamentos semelhantes, com um padrão normal de distribuição em profundidade.

A partir da comparação das curvas apresentadas nas figuras 3.43, 3.44 e 3.45 constata-se que a profundidade de enraizamento observada pelos dois métodos apresenta algumas diferenças. Assim, a 10 cm da linha de cultura é possível observar a presença de raízes a uma profundidade cerca de 10 a 20 cm maior quando se utilizou o método da sonda. Já a 37,5 cm da linha de cultura a situação inverteu-se e são as observações feitas através do minirizotróo que correspondem a uma maior profundidade de enraizamento, cerca de 20 a 30 cm mais profundas. A 75 cm da linha de cultura em R0 e RI não há diferenças entre os dois métodos, sendo a profundidade de enraizamento em RII maior, cerca de 10 cm, nas determinações feitas com o método da sonda. Tendo em consideração que a partir dos 50 cm de profundidade a densidade radical é extremamente reduzida e o comportamento das raízes apresenta elevada variabilidade, estão justificadas as diferenças mencionadas.

Na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura, a densidade radical foi, como era de esperar, muito baixa (Fig. 3.45) tendo os valores estimados através do endoscópio coincido com os valores observados pelo método da sonda + raízes, bem como com as observações feitas a partir dos perfis abertos (ver 3.1.5). O método do minirizotróo parece ser bastante fiável na avaliação da distribuição lateral das raízes.

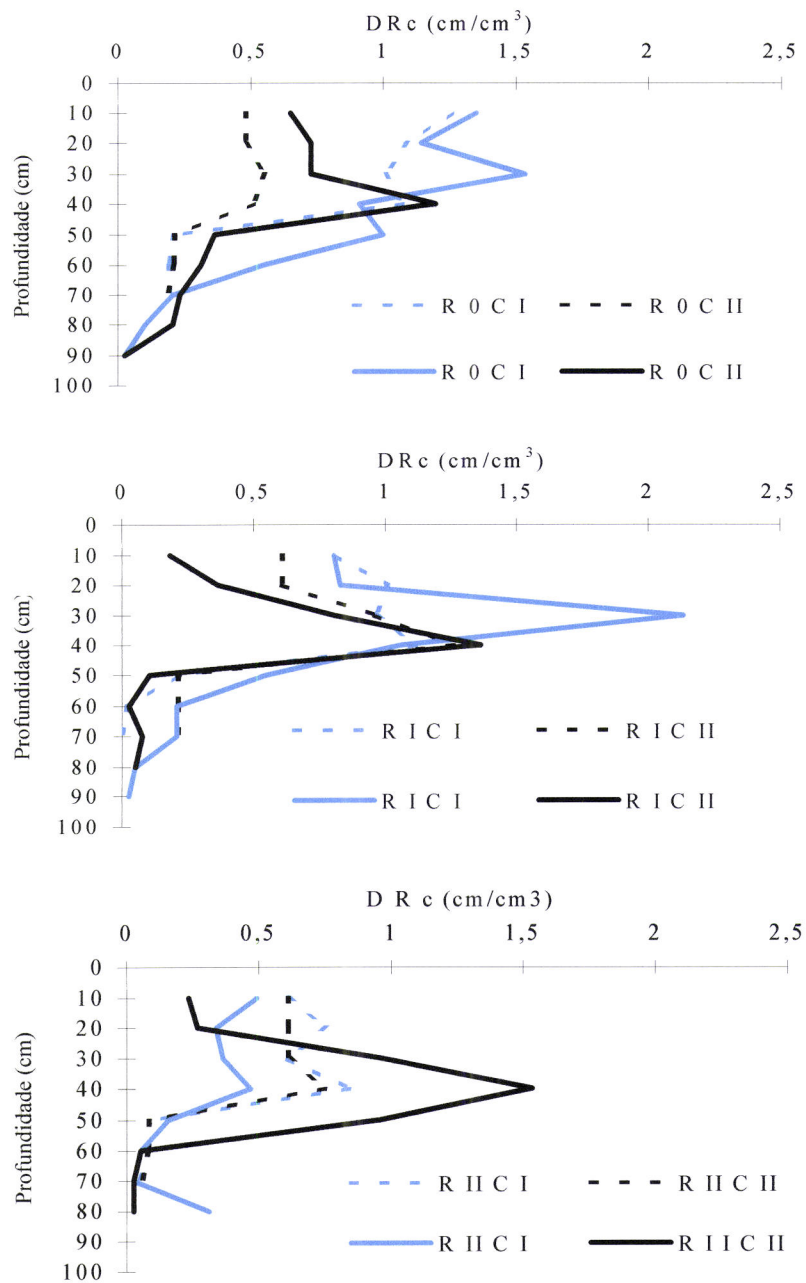


Fig. 3.43 – Comparação dos valores da densidade radical estimados com o endoscópio e observados pelo método da sonda, para as três modalidades de colocação dos gotejadores (R) e para as duas cultivares (C) (CI - estimado ----, observado —) (CII - estimado ---, observado —) (A 10 cm da linha de cultura) (75 DAP).

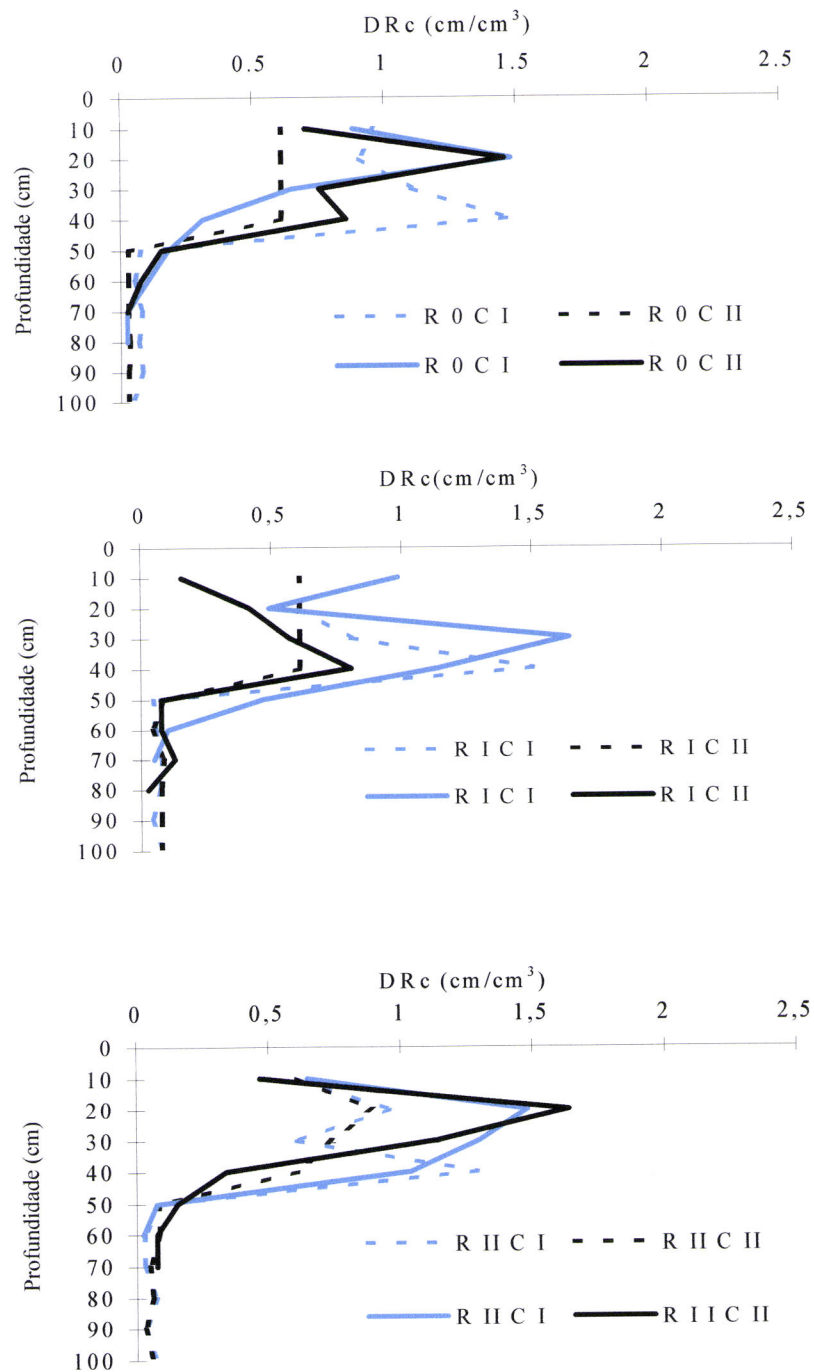


Fig. 3.44 – Comparação dos valores da densidade radical estimados com o endoscópio e observados pelo método da sonda, para as três modalidades de colocação dos gotejadores (R) e para as duas cultivares (C) (CI - estimado ----, observado —) (CII - estimado ---, observado —) (Na entrelinha, a 37,5 cm da linha de cultura) (75 DAP).

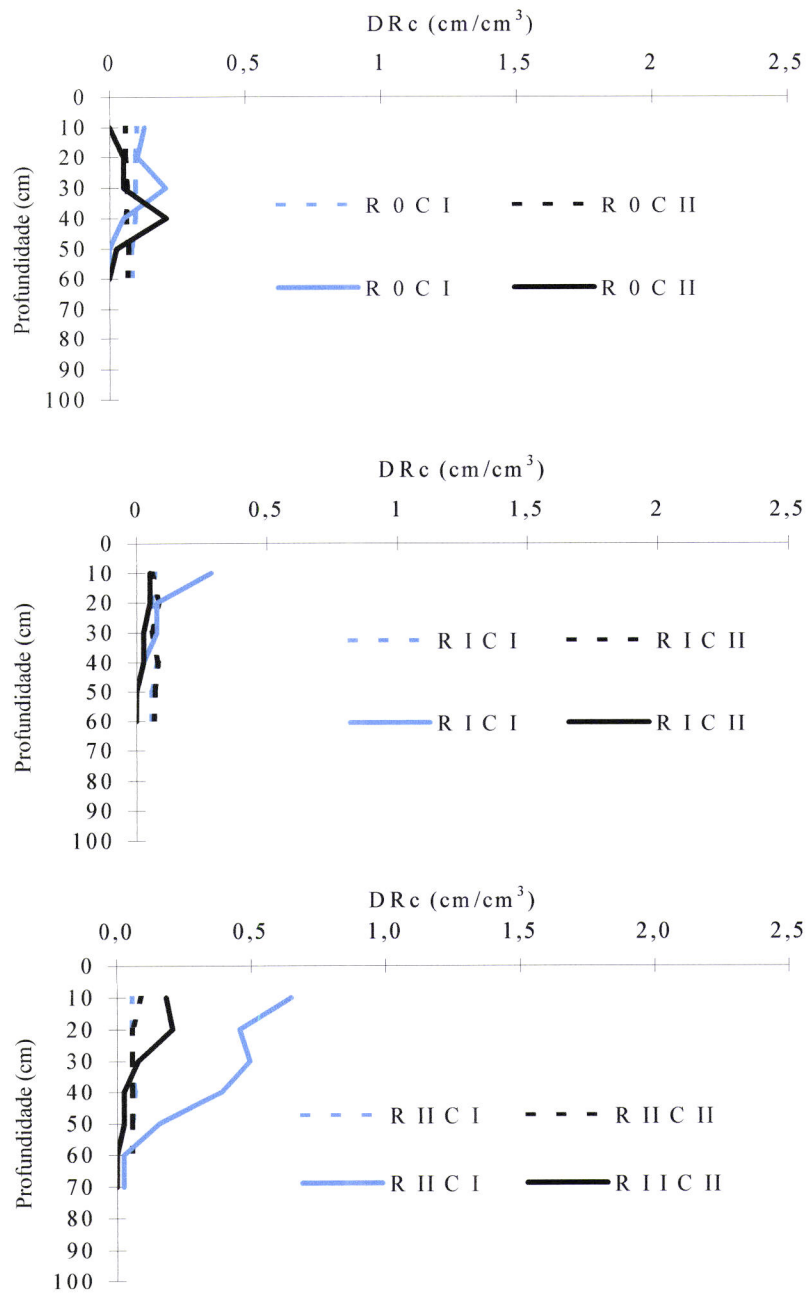


Fig. 3.45 – Comparação dos valores da densidade radical estimados com o endoscópio e observados pelo método da sonda, para as três modalidades de colocação dos gotejadores (R) e para as duas cultivares (C) (CI - estimado ----, observado —) (CII - estimado ---, observado —) (Na entrelinha, a 75 cm da linha de cultura) (75 DAP).

### 3.4.5 – Conclusões da calibração

1. As observações feitas através de minirizotróes podem ser relacionadas quantitativamente com as determinações feitas em amostras de solo + raízes.
2. A calibração do método do minirizotróo, a partir das determinações feitas em amostras de solo + raízes, conduziu a equações de ajustamento lineares, quadráticas e cúbicas, apresentando estas últimas, de um modo geral, coeficientes de determinação mais elevados.
3. Para todas as situações estudadas foi com o par de variáveis DRc/IRc que se obtiveram os coeficientes de determinação mais elevados.
4. Existiram diferenças, da ordem dos 10 a 30 cm, no que se refere à profundidade máxima de enraizamento observada através dos minirizotróes e obtida com o método da sonda, as quais não foram no mesmo sentido para os três locais observados. Essas diferenças podem ser devidas à elevada heterogeneidade das condições do solo, associada a uma menor densidade radical em profundidade.
5. O método do minirizotróo parece ser bastante fiável na avaliação da distribuição lateral das raízes.
6. Nalgumas situações, caso dos locais junto à linha de cultura e a 37,5 cm desta, para se obter uma boa correlação entre os dados das observações provenientes do minirizotróo e das amostras de solo + raízes, é aconselhável considerar separadamente os valores das camadas de 0 a 40 e de 40 a 100 cm de profundidade. A 75 cm da linha de cultura o coeficiente de correlação já é satisfatório quando se usam todos os valores, de 0 a 100 cm de profundidade.
7. A relação entre as duas variáveis, densidade radical (DRc) e intensidade radical (IRc), foi fortemente afectada pelo local de amostragem feita com sonda. Assim e com o objectivo de melhorar os coeficientes de determinação das equações, as amostras de solo + raízes devem ser colhidas, o mais próximo possível do local de observação com o minirizotróo, o que implica uma amostragem em diferentes buracos, acompanhado a inclinação com que o minirizotróo é introduzido no solo.





### ***3 - CONCLUSÕES FINAIS***

---

---



### **4 – CONCLUSÕES FINAIS**

Em termos gerais pode-se concluir que a rega gota-a-gota subsuperficial, com tubos a 20 e a 40 cm de profundidade, com o maneio (frequência de rega diária ou em dias alternados e aplicação de parte do azoto, fósforo e potássio na água de rega, de acordo com as necessidades da cultura) e com o equipamento (gotejadores "RAM" e válvulas anti-vácuo colocadas ao longo das condutas secundárias) usados, funciona adequadamente. Esta conclusão resulta do facto de o débito dos gotejadores não ter sido alterado pela sua colocação em profundidade e não se ter observado intrusão de raízes nestes. É de salientar que, mesmo nos gotejadores enterrados, sujeitos a baixa dotação de rega e aplicação de água em dias alternados, não se verificou entupimento por intrusão de raízes.

A colocação mecânica dos gotejadores em profundidade é possível com o recurso a equipamento semelhante ao utilizado, o qual se revela adequado e eficaz, podendo ser ainda facilmente melhorado.

No que diz respeito ao comportamento dos gotejadores, a 20 e a 40 cm de profundidade, instalados permanentemente no solo, outra conclusão que se pode adiantar é de que o seu funcionamento se mantém adequado ao fim de dois anos consecutivos de sujeição à cultura do tomate. As produções comercial e total, obtidas nos tratamentos de rega enterrada com tubos utilizados em dois anos consecutivos, não apresentaram diferenças significativas, em relação às obtidas com a rega superficial, com tubo utilizado pela primeira vez.

A manutenção dos tubos de rega gota-a-gota permanentemente enterrados obriga no entanto a alterações nas técnicas culturais. Para os não danificar é importante identificar o local onde estão inseridos, mantendo-se o camalhão de um ano para o outro. Com esta prática é possível definir o trabalho a realizar pelas máquinas, mobilizando-se superficialmente apenas a zona média do camalhão, o que exige que as infestantes e os resíduos da cultura anterior sejam cortados com um cultivador, antes da implantação das plantas. Estas alterações técnicas são de fácil execução e, pelas elevadas produções totais alcançadas, entre 125,8 e 143,1 t/ha, não afectam o rendimento da cultura.

## *CONCLUSÕES FINAIS*

---

Sobre a influência da profundidade de colocação dos gotejadores e da cultivar na dinâmica de enraizamento, no rendimento da cultura e na qualidade da matéria-prima, as principais conclusões a salientar são:

- A colocação subsuperficial (a 20 e 40 cm) dos gotejadores provoca diferenças no teor de água do solo, sobretudo à superfície. Em relação à superficial, este método de rega gota-a-gota, mantém a superfície do solo seca, durante a maior parte do ciclo cultural.
- Sob a linha de cultura, o perfil hídrico do solo, a 20 cm dos gotejadores e na camada dos 40 cm aos 100 cm de profundidade, não mostra diferenças entre tratamentos.
- A intensidade radical  $IR_c$  ( $cm/cm^2$ ), medida em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e em três locais da entrelinha, não é afectada pela profundidade de colocação do tubo nem pela cultivar. Nestes locais a maior parte das raízes da cultura, quer na rega gota-a-gota superficial, quer na subsuperficial concentram-se nos primeiros 40 cm.
- O padrão de enraizamento foi no entanto diferente entre tratamentos, o que foi posto em evidência pelos perfis abertos perpendicularmente à linha de cultura, onde foi possível constatar a maior concentração de raízes à profundidade correspondente à da localização do tubo de rega. Nos tratamentos com rega subsuperficial (a 20 e 40 cm de profundidade) foi observado que algumas raízes cresciam ao longo do tubo de rega gota-a-gota, aproveitando oportunamente a menor resistência do solo na interface solo tubo e a água que provavelmente circulou ao longo deste.
- Nas condições do ensaio, o rendimento e a qualidade da produção não são afectados pela interacção entre a profundidade de colocação do tubo de rega e a cultivar, pelo que as variáveis podem ser estudadas separadamente.
- A quantidade total de azoto a aplicar à cultura pode ser menor nos tratamentos de rega enterrada do que na superficial. A redução das quantidades a aplicar deverá passar por uma diminuição da sua aplicação na adubação de fundo e/ou na fertirrega, nas primeiras semanas de aplicação.

## **CONCLUSÕES FINAIS**

---

- As produções total e comercial, no primeiro ano de ensaio foram significativamente superiores nos tratamentos de rega enterrada. No segundo ano, embora não tenham existido diferenças significativas entre os tratamentos de colocação do tubo de rega, manteve-se a tendência para serem mais elevadas no tratamento com o tubo de rega a 20 cm de profundidade.
- As características de qualidade do sumo de tomate sólidos solúveis, pH e cor (Gardner, a/b) e a matéria seca solúvel (t/ha) não são afectadas pela profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota.
- A colocação subsuperficial dos tubos leva a um acréscimo da eficiência do uso da água, em média 18%, acima da observada com o tratamento de rega superficial, quer através do aumento da produção, para a mesma quantidade de água evapotranspirada, quer através duma redução da ETR que ocorre na fase inicial do ciclo da cultura. A maior evaporação de água a partir da superfície do solo, no início do ciclo cultural, no tratamento de rega superficial, deve-se ao canopeu pouco desenvolvido que as plantas apresentam e aos teores de água, elevados à superfície do solo. No resto do ciclo, o tomate desenvolve um canopeu amplo e denso e a evaporação é semelhante.
- Em relação aos parâmetros de qualidade, as duas cultivares mostram um comportamento idêntico, com excepção do "°brix" que é mais elevado na 'Brigade'. A 'H3044' conduz no entanto a um maior rendimento, em termos de produção comercial e total.

Relativamente ao efeito da aplicação de diferentes dotações de rega (0,6, 0,9 e 1,2 da ET<sub>m</sub>) através de tubos de rega gota-a-gota instalados a diferentes profundidades (à superfície, a 20 e a 40 cm abaixo da superfície do solo) e com a rega efectuada em dias alternados, as principais conclusões a salientar são:

- A intensidade radical IR<sub>c</sub> (cm/cm<sup>2</sup>) medida em vários estádios de desenvolvimento da cultura não é afectada em termos significativos pela dotação de rega nem pela profundidade de colocação do tubo.

## *CONCLUSÕES FINAIS*

---

- Nas condições do ensaio o rendimento e a qualidade da produção não são afectados pela interacção dos tratamentos, dotação de rega e profundidade de colocação do tubo.
- A rega subsuperficial não permite uma redução da dotação. A resposta da cultura do tomate, em termos de rendimento e qualidade, à quantidade de água aplicada ao longo do ciclo da cultura foi semelhante para todos os tratamentos em que se fez variar a profundidade de colocação do tubo de rega gota-a-gota.
- A produção total e comercial aumenta com a quantidade de água aplicada embora o "°brix" diminua.
- A matéria seca solúvel (t/ha) aumenta com a quantidade de água aplicada, embora nos tratamentos com maiores dotações de rega (0,9 e 1, 2 da ETm) não tenha apresentado diferenças significativas. Para a indústria, em que o objectivo é a produção de concentrado, a quantidade de água a aplicar poderá ser igual a 0,9 da ETm, porque permite a obtenção da mesma quantidade de matéria seca solúvel e diminui os custos. Para o agricultor, tendo apenas em consideração a variação do rendimento bruto com a ETm, a quantidade de água a aplicar deverá ser igual à dotação máxima, pois o aumento do "°brix", nos tratamentos menos regados, ao preço pago actualmente, não compensa a diminuição da produção comercial.
- Em solos arenosos, quer se utilize rega gota-a-gota superficial ou subsuperficial, é possível reduzir as perdas de água por percolação desde que a frequência de rega seja mais elevada, pelo menos uma vez por dia, do que a utilizada neste ensaio, dia sim dia não.

A aplicação prática do método do minirizotrão, na observação e quantificação das raízes para a cultura e solo estudados, mostrou-se fiável havendo no entanto a realçar os seguintes aspectos:

- O método do minirizotrão permite a avaliação da distribuição lateral das raízes. Já em relação à profundidade máxima de enraizamento, entre os valores observados através dos minirizotrões e os obtidos com o método da sonda, existem diferenças, da ordem dos 10 a 30 cm. Essas diferenças podem ser

## *CONCLUSÕES FINAIS*

---

atribuídas à elevada heterogeneidade das condições do solo, associada a uma menor densidade radical em profundidade.

- O par de variáveis DRc/IRc permite obter coeficientes de determinação mais elevados, como se comprovou em todas as situações estudadas.
- As observações com o endóscopio estão melhor correlacionadas com a densidade radical, obtida a partir de amostras de solo mais raízes, quando se analisam separadamente os dados das camadas do solo de 0 a 40 cm e de 40 a 100 cm de profundidade.
- Uma das conclusões a tirar em relação à calibração do método do minirizotrão, para melhorar os coeficientes de determinação das equações, é que as amostras de solo+raízes deverão ser colhidas o mais próximo possível do local de observação com o minirizotrão, o que implica uma amostragem em diferentes buracos, acompanhando a inclinação do tubo.
- A elevada variabilidade das observações com este método dificulta o estudo da influência dos tratamentos. O mesmo acontece aliás com as determinações feitas a partir amostras de solo+raízes pois, como é salientado na bibliografia da especialidade, essa é uma constante dos trabalhos sobre sistemas radicais.
- Tal como acontece com outros métodos indirectos, os minirizotrões contrabalançam uma maior rapidez e facilidade de obtenção de dados com um acompanhamento menos rigoroso das situações estudadas. Assim, a inserção cuidadosa dos minirizotrões no solo é de primordial importância para a redução da variabilidade observada, para evitar algum crescimento de raízes ao longo da interface solo/tubo, o que pode ocorrer mesmo quando os tubos são colocados com alguma inclinação em relação à superfície do solo.





## ***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

---

---



**Referências bibliográficas**

- ADAMS, P.; HO, L. C. (1992). The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom - end rot in relation to salinity. *J. Hort. Sci.*, 67: 827 - 839
- All-AMOUD, A.; KAY, M. G. (1985). Monitoring root development under trickle irrigation. *Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress*, Vol. 2, Fresno, pp 695 – 701.
- ALLEN, R. G.; SMITH, M.; PEREIRA, L. S.; PERRIER, A. (1994). An update for the calculation of reference evapotranspiration. *ICID*, Vol. 43, nº2: 35-92.
- ALVES, I. L. (1990). Modelos água/produção. Aproximações simplificadas com interesse na gestão da rega. *Agros*, 2:16-21.
- ALBUQUERQUE, J. C. D. (1980). A influência de diversas técnicas de mobilização do solo no desenvolvimento das raízes de beterraba (*Beta vulgaris* L. var. Conditiva Alef.). Universidade de Évora, Évora (Mimeografado)
- ANDRÉN, O.; HANSSON, A.; VÉGA, K. (1993). Barley nutrient uptake, root growth and depth distribution in two soil types in a rhizotron with vertical and horizontal minirhizotrons. *Swedish, J. Agric. Res.*, 23: 115 – 126.
- ASAE (1989). Field evaluation of micro-irrigation system. ASAE Ep459, ASAE Standards
- ASAE (1996). Standards soil and water terminology, 34 th Ed.
- ATKINSON, D. (1985). Spatial and temporal aspects of root distribution as indicated by the use of a root observation laboratory. In: Litter, A.H. (Ed.) *Ecological Interactions in Soil*, British Ecol. Soc. Spec., Publ. 4, London, pp 43 – 65.
- ATKINSON, D. (1980). A survey of field methods available for the study of the effects of trickle irrigation of fruit tree root growth and distribution. *Seminar of localized irrigation*, Naples, pp 61-64.
- AYARS, J. E.; PHENE, C. J.; SHONEMAN, R. A.; MESO, B.; DALE, F.; PENLAND, J. (1995). Impact of bed location on the operation of subsurface drip irrigation systems. *Proc. 5th Int. Microirrigation Congress*, St. Joseph, pp 141-146.
- AYARS, J. E.; PHENE, C. J.; HUTMACHER, R. B.; DAVIS, R. R.; SCHONEMAN, R. A.; VAIL, S. S.; MEAD, R. M. (1999). Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agric. Water Management*, 42: 1-27.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (1976). *Calidad del agua para la agricultura*, Estudio FAO: Riego y Drenaje. Roma, 29, 85 p.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- BAR-YOSEF, B. (1977). Trickle irrigation and fertilization of tomatoes in sand dunes: water, N and P distributions in the soil and uptake by Plants. *Agron. J.*, 69: 486 – 491.
- BAR-YOSEF, B.; MARTINEZ, H. J. J.; SAGIV, B.; LEVKOVITCH, I.; MARKOVITCH, T.; PHENE, C. J. (1991a). Processing tomato response to surface and subsurface drip phosphorus fertigation. Bard project, Scientific report, Bet Dagan, Israel, pp 175-191.
- BAR-YOSEF, B.; PHENE, C. J.; HUTMACHER, R. B.; DAVIS, K. R.; MEAD, R.; VAIL, S. S.; CLARK, D. A.; PFLAUN, T. J. (1991b). Processing tomato responses to phosphorus fertigation and drip irrigation frequency and lateral placement. Bard project, Scientific report, Bet Dagan, Israel, pp 148-173.
- BAR-YOSEF, B.; SAGIV, B.; MARKOVITCH, T. (1989). Sweet corn response to surface and subsurface trickle phosphorus fertigation. *Agron. J.*, 81(3): 443 – 447.
- BAR-YOSEF, B.; SAGIV, B.; MARKOVITCH, T.; PHENE, C. J. (1991c). Late season sweet corn response to phosphorus applied via surface and subsurface drip irrigation. Bard project, Scientific report, Bet Dagan, Israel, pp 40-57.
- BAR-YOSEF, B.; STAMMERS, C.; SAGIV, B. (1980). Growth of trickle – irrigated tomato as related to rooting volume and uptake of N and water. *Agron. J.* 72: 815 – 822.
- BATCHELOR, C. H.; LOVELL, C. J.; MURATA, M.; MCGRATH, S. P. (1994). Improving water use effectiveness by subsurface irrigation. *Aspects of Appl. Bio.*, 38: 269 – 278.
- BELFORD, R. K.; HENDERSON, F. K. G. (1985). Measurement of the growth of wheat roots using a TV camera system in the field. In: Day, W.; Atkin, R. K. (Eds.) *Wheat growth and modelling*, Plenum Press, New York, pp 99-105.
- BLACK, J. D. F.; WEST, D. W. (1974). Water uptake by an apple tree with proportions of the root system supplied with water. *Proc. 2nd Int. Drip Irrigation Congr.*, San Diego, pp 432-433.
- BOGLE, C. R.; HARTZ, T. K.; NUNEZ, C. (1989). Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 114 (1): 40 – 43.
- BÖHM, W. (1979). *Methods of studying root system*. “Ecological Studies”, 33, Springer-Verlag, New York.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- BORDAS, J.; MATHIEU, G. (1930). Recherches sur la force de succion des sols et l'irrigation souterraine. *Annales de la Science Agronomique*, 47: 192 – 235.
- BORDAS, J.; MATHIEU, G. (1931). Résultats de deux années d'irrigation souterraine. *Annales de la Science Agronomique*, 48: 186 – 194.
- BOX, J.E. (1996). Modern methods of root investigation. In: Waisel, Y.; Eshel, A; Kafkafi, U., (Eds.) *Plant roots: The hidden half*, New York, pp 193-217.
- BRACY, R. P.; EDLING R. J.; MOSER, E. B. (1995). Drip-irrigation management and fertilization of bell pepper in a humid area. *Proc. 5th Int. Microirrigation Congress*, St. Joseph, pp 181-186.
- BRAGG, P. L.; GOVI, G.; CANNELL, R. Q. (1983). A comparison of methods, including angled and vertical minirhizotrons, for studying root growth and distribution in a spring oat crop. *Plant Soil*, 73: 435 – 440.
- BRALTS, V. F.; KESNER, C. D. (1983). Drip irrigation field uniformity estimation, *Transactions of the ASAE*, 26: 1369 –1374.
- BRANTHÔME, X.; PLÉ, Y.; MACHADO, R. M. A. (1994). Influence of drip-irrigation on the technological characteristics of processing tomatoes. *Acta Horticulturae*, 376: 285-290.
- BROWN, D. A.; UPCHURCH, D. R. (1987). Minirhizotrons: A summary of methods and instruments in current use. In: Taylor, H. M.(Ed.) *Minirhizotron observation tubes: Methods and application for measuring rhizosphere dynamics*, ASA Special Publication n° 50, pp 15 – 30.
- BROWN, D. A.; SCOTT, H. D. (1984). Dependence of crop growth and yield on root development and activity. In: Barber, S. A.; Bouldin, D. R. (Eds.) *Roots, Nutrient and Water Influx and Plant Growth*, ASA Special Publication n° 49, pp 101-135.
- BUCKLAND, S. T.; HORGAN, G. W.; DAWSON-MACKIE, L. A. s/data. Design consideration for monitoring root systems using minirhizotrons. (Mimeografado)
- BUCKS, D. A.; ERIE, L. J.; FRENCH, Q. F.; NAKAYAMA, F. S.; PEW, W. D. (1981). Subsurface trickle irrigation management with multiple cropping. *Transactions of the ASAE*, 24 (6): 1482 – 1489.
- BUCKS, D. A. (1993). Subsurface drip irrigation the need for improving irrigation. In: Jorgensen G.S.; Norum, K.N. (Eds.) *Subsurface drip irrigation theory, practices and application*, Visalia, California, pp. 121-126.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- BUCKS, D. A.; NAKAYAMA, F. S.; GILBERT, R. G. (1979). Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. *Agric. Water Management*, 2: 149
- BURT, C. M.; STYLES, S. W. (1994). Drip and microirrigation for trees, vines, and row crops with special sections on buried drip. *Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, California*, pp 181- 184.
- CALADO, A. M. (1998). Cultivo del tomate de industria en Portugal. *Jornadas técnicas, El Tomate de Industria, Navarra*, pp 27-37.
- CALADO, A. M. (1991). Estudos sobre a influência da rega localizada no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima em tomate a sul do Tejo. Tese de doutoramento, Universidade de Évora, Évora
- CALADO, A. M.; PORTAS, C. M.; FERREIRA, A. G. (1992). Percolation lost of macronutrientes in processing tomatoes cultivated in sandy soils. *Acta Horticulturae*, 301: 151 – 158.
- CALADO, A. M.; MONZON, A.; CLARK, D. A.; PHENE, C. J.; MA, C.; WANG, Y. (1990). Monitoring and control of plant water stress in processing tomatoes. *Acta Horticulturae*, 277: 129-136.
- CALDWELL, D. S.; SPURGEON, W. E.; MANGES, H. L. (1994). Frequency of irrigation for subsurface drip irrigated corn. *Transactions of the ASAE*, 37 (4): 1099-1103.
- CALDWELL, M. M.; VIRGINIA, R. A. (1991). Root systems, In: Percy, R. W.; Ehleringer, J.; Mooney, H. A.; Rundel, P. W. (Eds.) *Plant physiological ecology, field methods and instrumentation*. Chapman and Hall, London, pp 377 – 379.
- CAMP, C. R. (1998). Subsurface drip irrigation: a review. *Transactions of the ASAE*, 41 (5): 1353-1367.
- CAMP, C. R.; BAUER, P. J.; HUNT, P. G. (1997a). Subsurface drip irrigation lateral spacing and management for cotton in the southeastern Coastal Plain. *Transactions of the ASAE*, 40(4): 993-999.
- CAMP, C. R.; GARRETT, J. T.; SADLER, E. J., BUSSCHER, W. J.(1993). Microirrigation management for double-cropped vegetables in a humid area. *Transactions of the ASAE*, 36(6): 1639-1644.
- CAMP, C. R.; SADLER, E. J.; BUSSCHER, W. J. (1997b). A comparison of uniformity measures for drip irrigation systems. *Transactions of the ASAE*, 40 (4): 1013-1020.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- CAMP, C. R.; SADLER, E. J.; BUSSCHER, W. J. (1989). Subsurface and alternate-middle microirrigation for the southeastern Coastal Plain. Transactions of the ASAE 32(2): 451-456.
- CANDIDO, V.; MICCOLIS, V.; PERNIOLA, M. (2000). Effects of irrigation regime on yield and quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivars. Third Int. Symposium, Irrigation of Horticultural Crops, Estoril, Portugal, Acta Horticulturae, 537: 779-788.
- CHASE, R. G. (1985). Subsurface trickle irrigation in a continuous cropping system. Proc. Third Int. Drip/trickle Irrigation Congress, vol. 2, St. Joseph, pp 909-914.
- CHENG, W.; COLEMAN, D. C.; BOX, J. E. (1990). Root dynamics, production and distribution in agroecosystems on the Georgia piedmont using minirhizotrons. J. Appl. Ecol., 27: 592 –604.
- CLARK, G. A.; STANLEY, C. D.; MAYNARD, D. N.; HOCHMUTH, G. J.; HANLON, E. A.; HAMAN, D. Z. (1991). Water and fertilizer management of microirrigated fresh market tomatoes. Transactions of the ASAE, 34 (2): 429 – 435.
- CLARK, G. A.; STANLEY, C. L.; MAYNARD, D. N. (1993). Surface vs. subsurface drip irrigation of tomatoes on a sandy soil. Proc. Fla. State Hort. Soc., 106: 210 – 212.
- CONRAD, M. (1993). Field applications In: Jorgensen G.S.; Norum, K.N., (Eds.) Subsurface drip irrigation theory, practices and application, Visalia, California, pp 58 – 64.
- CASTILLA, N. (1995). Manejo del cultivo intensivo con suelo. In: Nuez, F. (Ed.) El cultivo del tomate, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp 190-225.
- COSTA, J. B. (1985). Caracterização e constituição do solo. 3 ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa
- DAVIS, K. R.; PHENE, C. J.; McCORMICK, R.L.; HUTMACHER, R. B.; MEEK, D. W. (1985). Trickle frequency and installation depth effects on tomatoes. Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress, Vol. 2, Fresno, pp 896- 901.
- DAVIS, K. R. (1993). Subsurface drip irrigation: Management for longevity, In: Jorgensen G.S.; Norum, K.N., (Eds.) Subsurface drip irrigation theory, practices and applications, Visalia, California, pp 141-144.



## *BIBLIOGRAFIA*

---

- DETAR, W. R.; BROWNE, G.T.; PHENE, C. J.; SANDEN, B. L. (1996). Real-time irrigation scheduling of potatoes with sprinkler and subsurface drip systems. Proc. Int. Conf. On Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, St. Joseph, pp 812-824.
- DOORRENBOS, J.; KASSAM, A. H. (1986). Yield response to water. FAO, Irrigation and Drainage Paper, 33, Rome
- DUMAS, Y.; BUSSIÉRES, P.; BATTILANI, A.; CORNILLON, P.; LOSADA, H.; BRANTHÔME, X.; DI LUCCA, BUES, R.; DADOMO, M.; MACHADO, R. M. A., CHRISTOU, M.; SAN MARTIN, C.; LYANNAZ J. P.; KOUTSOS, T.; HO, L. C. (1998). Qualitom, a European research programme to build and test technical itineraries in processing tomato cropping. Acta Horticulturae, 487: 151-157.
- DUMAS, Y.; LEONI, C.; PORTAS, C. A. M.; BIÉCHE, B. J. (1994). Influence of water and nitrogen availability on yield and quality of processing tomato in the European Union countries. Acta Horticulturae, 376: 185 – 192.
- EDWARDS, D. M.; EASTIN, J. D.; OLSON, R.A.; GERMAN, R. (1970). Subsurface irrigation today and tomorrow in the Midwest. Proc. Nat. Irrigation, Symp., St. Joseph, pp 1–11.
- ELFVING, D. C. (1982). Crop response to trickle irrigation. In: Janick, J. (Ed.) Horticultural reviews, Purdue University, Avi, Connecticut, p.16
- EL-GINDY, A. M.; EL-ARABY, A. M. (1996). Vegetable crop to response to surface and subsurface drip under calcareous soil. Proc. Int. Conf. On Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, St. Joseph, pp 1021-1028.
- EPHRATH, J. E.; SILBERBUSH, M.; BERLINER, P. R. (1999). Calibration of minirhizotron readings against root length density data obtained from soil cores. Plant soil, 2: 201-208.
- FANGMEIER, D. D.; GARROT, D. J.; HUSMAN, S. H.; PEREZ, J. (1989). Cotton water stress under trickle irrigation. Transactions of the ASAE, 32 (6): 1955 – 1959
- GAMA, M. I. F. (1987). Evapotranspiração real. Estudo realizado na cultura do tomate em região de clima mediterrânico. Tese de Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa
- GEISENBERG, C.; STEWART, K. (1986). Field crop management. In: Atherton, J. G.; Rudich, J. (Eds.) The tomato crop, Chapman and Hall, Ltd., New York, pp 527-592.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- GLENN, D. M.; BROWN, M. W.; TAKEDA, F. (1987). Statistical analysis of root count data from minirhizotrons. In: Taylor, H.M. (Ed.) Minirhizotron Observation Tubes: Methods and Applications for Measuring Rhizosphere Dynamics, ASA Special Publication n° 50, p. 81-87.
- GOLDBERG, D.; GORNAT, B.; RIMON, D. (1976). Drip irrigation - principles, design, and agricultural practices. Drip Irrigation Scientific Publication, Kfar Shmaryalu, Israel, p. 10 –11.
- GOLDBERG, D.; SHMUELI, M. (1970) Drip irrigation. A method used under arid and desert conditions of high water and soil salinity. Transactions of ASAE, 13 (1): 38-41
- GRATTAN, S. R.; SCHWANKL, L. J.; LANINI, W. T. (1988). Weed control by subsurface drip irrigation. California Agric., 42 (3): 22 – 24
- GREGORY, P. J. (1979). A periscope method for observing root growth and distribution in field soil. J. of Exp. Bot., 30: 205 – 214
- GRIERSON, D.; KADER, A. A. (1986). Fruit ripening and quality. In: Atherton, J.G.; Rudich, J. (Eds.) The Tomato Crop, Chapman and Hall, Ltd., New York, pp 241-280
- HALBROOKS, D.; WILCOX, G. E. (1980). Tomato plant development and elemental accumulation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. , 105(6): 828-835.
- HAMBLIN, A. (1985). The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. Adv. Agron., 38: 95-158.
- HANSON, B. (1977a). Root intrusion. In: Hanson, B.; Schwankl, L.J.; Grattan, S.; Prichard, T. (Eds.) Drip irrigation for row crops, University of California, Davis, pp191-192.
- HANSON, B. (1977b). Soil Ingestion. In: Hanson, B.; Schwankl, L. J; Grattan, S.; Prichard, T. (Eds.) Drip irrigation for row crops, University of California, Davis, pp 194-195.
- HANSON, B. (1997c). Assessing water quality. In: Hanson, B.; Schwankl, L.J; Grattan, S.; Prichard, T. (Eds.) Drip irrigation for row crops, University of California, Davis, pp 159-160.
- HANSON, B. (1997d). Monitoring the system, In: Hanson, B.; Schwankl, L.J; Grattan, S.; Prichard, T. (Eds.) Drip irrigation for row Crops, University of California, Davis, pp 189-190.

## *BIBLIOGRAFIA*

---

- HANSON, B. (1997e). Salt patterns under drip irrigation In: Hanson, B.; Schwankl, L. J.; Grattan, S.; Prichard, T. (Eds.) Drip irrigation for row Crops, University of California, Davis, pp 115-119.
- HANSON, B.; MAY, D. (2000). Subsurface drip irrigation of processing tomatoes under saline, shallow groundwater. Third Int. Symposium, Irrigation of Horticultural Crops, Estoril, Portugal, *Acta Horticulturae*, 537: 671-677.
- HANSON, B. R.; MAY, D. M.; SCHWANKL, L. J. (1997b). Drip irrigation of processing tomatoes. Annual International Meeting, Minneapolis, Minnesota, pp 10-14.
- HANSON, B. R.; SCHWANKL, L. J.; SCHULBACH, K. F.; PETTYGROVE, G. S. (1997a). A comparison of furrow, surface drip and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. *Agric. Water Management*, 33 (2-3): 139-157.
- HORÁNSZKY, Z. (1986). Development, fields of applications and practice of subsurface irrigation in Hungary. International Round-table Conference on Microirrigation, vol. 3, pp 5-10.
- HOWELL, T. A.; SCHNEIDER, A. D.; EVETT, S. R. (1997). Subsurface and surface microirrigation of corn – Southern High Plains. *Transactions of the ASAE*, 40(3): 635 – 641.
- HUTMACHER, R. B.; PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; KERBY, T. A. (1993). Acala and pima cotton responses to subsurface drip irrigation: Water use, plant water relations, and yield. *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, Memphis, pp 1221 –1224.
- HUTMACHER, R. B.; PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; VAIL, S. S.; KERBY, T. A.; PETERS, M.; HAWK, C. A.; KEELEY, M.; CLARK, D. A.; BALLARD, D.; HUDSON, N. (1995). Evapotranspiration, fertility management for subsurface drip acala and pima cotton. *Proc. 5th Int. Microirrigation Congress*, St. Joseph, pp 147-154.
- HUTMACHER, R. B.; VAIL, S. S.; MUTHAMIA, J. G.; MWAJA, V.; LIU, R. C. (1985). Effect of trickle irrigation frequency and installation depth on tomato growth and water status. *Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress*, Vol. 2, Fresno, pp 798 – 803.
- HUTMACHER, R. B.; DAVIS, K. R.; VAIL, S. S.; PETERS, M. S.; DUGGER, P. (1998). Root distribution of cotton: effects of water application amounts under subsurface drip irrigation. *Proc. Beltwide cotton Conferences*, California, vol.2, pp. 1491-1495.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- KAMARA, L.; ZARTMAN, R.; RAMSEY, R. H. (1991). Cotton-root as a function of trickle irrigation emitter depth. *Irrigation Sci.*, 12: 141-144
- KOPKE, U. (1981). A comparison of methods for measuring root growth of field crops, *Acker und Pflanzkultur*, 150: 39-49.
- KORNEFF, B. J. (1926). La capacité d'absorption du sol, appareil pour la mesurer, arrosage automatique. *Annales de la Science Agronomique*, 43: 353-385.
- KRUSE, E. G.; ISRAELI, I. (1987). Evaluation of a subsurface drip irrigation system. ASAE Paper N° 87-2034, St. Joseph
- KRUSE, E. G. (1978). Describing irrigation efficiency and uniformity. *J. Irrig. Drain*, 104: 35-41.
- LANTING, S. (1975). Subsurface irrigation – Engineering research. 34th Report Hawaii Sugar Technol. Annual Conf., Honolulu, Hawaii, pp 57-62.
- LINDSAY, C. A.; SUTTON, B. G.; COLLIS-GEORGE, N. (1989). Irrigation scheduling of subsurface drip-irrigated salad tomatoes. *Acta Horticulturae*, 247: 229 – 232.
- LOBMEYER, D. (1993). Use and management of subsurface drip irrigation. In: Jorgensen, G. S.; Norum, R. N., (Eds) *Subsurface drip irrigation, theory, practices and application*, Visalia, California, pp 151 – 152.
- LOCASCIO, S. J.; OLSON, S. M.; RHOADS, F. M. (1989). Water quantity and time of N e K application for trickle - irrigated tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114 (2): 265-268.
- LOCASCIO, S. J.; SMAJSTRLA, A. G. (1989). Drip irrigated tomato as affected by water quantity and N and a K application timing. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 102: 307-309.
- MACHADO, R. M. A.; MACHADO, A. P. (1997). Results of variety trial carried out in 1996, *Tomato News*, 9 (8,9): 46-49.
- MACHADO, R. M. A.; OLIVEIRA, M. R. G.; PORTAS, C. A. M. (2000). Effect of drip irrigation and fertilization on tomato rooting patterns. Third Int. Symposium, *Irrigation of Horticultural Crops*, Estoril, Portugal, *Acta Horticulturae*, 537: 313-320.
- MACHADO, R. M. A.; RODRÍGUEZ, A.; PORTAS, C. A. M. (1998). Mechanical harvest of processing tomatoes: influence on percentage of damaged fruit and

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- importance of the relation green fruits/rotten fruits. *Acta Horticulturae*, 487: 237-241.
- MACHADO, R. M. A.; TABORDA, M. L.; CALADO, A. M.; PORTAS, C. A. (1994). Two decades of evaluation of processing tomatoes cultivars in Portugal: programmes Meti, Metiber, and EC – Amiton trials. *Acta Horticulturae*, 376: 123-126.
- MACHADO, R. M. A. (1993a). Nutrição e adubação mineral do tomate de indústria. Universidade de Évora, Évora, 84 p.
- MACHADO, R. M. A. (1993b). A rega em olericultura ao ar livre aspectos pertinentes para a qualidade. Universidade de Évora, Évora, 41 p.
- MARTIN, E. C.; SLACK, D. C.; PEGELOW, E. J. (1996). Crop coefficients for vegetables in Central Arizona. *Proc. Int. Conf. on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*, St. Joseph, pp. 381 – 386.
- MAY, D. M.; WALCOTT, T.; PETERS, D.; GRIMES, D. (1990). Moisture stress as it affects yields, soluble solids and viscosity of tomatoes. *Acta Horticulturae*, 277: 123-128.
- MAYNARD, D. N.; LORENZ, O. A.; MAGNIFICO, V. (1980). Growth and potassium partitioning in tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105: 79-82.
- McMICHAEL, B. L.; TAYLOR, H. M. (1987). Applications and limitation of rhizotron and minirhizotrons. In: Taylor, H.M. (Ed.) *Minirhizotron observation tubes: Methods and applications for measuring rhizosphere dynamics*, ASA, Special Publication nº 50, pp 1 – 13.
- MERRIL, S. D.; DOERING, E. J.; REICHMAN, G. A. (1987). Application of a minirhizotron with flexible, pressurized walls to a study of corn root growth. In: Taylor, H.M. (Ed.) *Minirhizotron observations tubes: Methods and applications for measuring rhizosphere Dynamics*, ASA, Special Publication nº 50, pp 131-143.
- MERRIL, S. D.; UPCHURCH, D. R. (1994). Converting root numbers observed at minirhizotrons equivalent root length density. *Soil Sci, Soc. Amer. J.*, 58: 1061-1067.
- MEYER, W. S.; BARRS, H. D. (1985). Non-destructive measurement of wheat roots, in large undisturbed and repacked clay soil cores. *Plant Soil*, 85: 237-247.
- MITCHELL, W. H.; TILMON, H. D. (1982). Underground trickle irrigation: The best system for small farms. *Crop Soils*, 34: 9-13.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- MITCHELL, W. H. (1981). Subsurface irrigation and fertilization of field corn. *Agron. J.*, 73 (6): 913-916.
- MITCHELL, W. H.; SPARKS, D. L. (1982). Influence of subsurface irrigation and organic additions on top and root growth of field corn. *Agron. J.*, 74 (6): 1084-1088.
- MOORE, R. C.; FITSCHEN, J. C (1990). The drip irrigation revolutions in the Hawaiian sugarcane industry. *Proc. Third Nat. Irrigation Symp.*, St. Joseph, pp 223-227.
- NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. (1985). Temperature effect on calcium carbonate precipitate clogging of trickle emitter. *Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress*, Vol. 1, Fresno, p. 45.
- NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. (1991). Water quality in drip/trickle irrigation: A review. *Irrigation Sci.*, 12: 187-192
- NETAFIM, s/data. Publicações diversas.
- NEWMAN, E. I. (1966). A method of estimating the total length of root in a sample. *J. Appl. Ecol.* 3: 139-145.
- NIGHTINGALE, H. I.; PHENE C. J.; PATTON, S. H. (1985). Trickle irrigation effects on soil chemical properties. *Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress*, Vol. 2 , St. Joseph, pp 730 – 735.
- OLIVEIRA, M. R. G.; CALADO, A. M.; PORTAS, M. A. C. (1996). Tomato root distribution under drip irrigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 121 (4): 644-648.
- OLIVEIRA, M. R. G. (1988). Comportamento do sistema radical de algumas espécies forrageiras e pratenses com interesse para a modernização, dos sistemas de agricultura no Alentejo, Tese de doutoramento, Universidade de Évora, Évora
- OLIVEIRA, M. R. G. (1991). Comportamento de algumas cultivares de trigo em condições de encharcamento do solo. *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. XIV, 4:53-58.
- OLIVEIRA, M. R.G.; PORTAS, C. A. M. (1989). A influência de algumas culturas forrageiras e pratenses na melhoria das condições do solo. *Actas da II Reunião Ibérica de Pastagens e Forragens*, Badajoz-Elvas, pp 245-256.
- OLIVEIRA, M. R.G.; PORTAS, C. A. M. (1990). Root growth and development in a subclover pasture. *Proc. 6th Meeting of the FAO European Sub-network on Mediterranean Pastures and Fodder Crops*, Bari, pp 33-36.

## *BIBLIOGRAFIA*

---

- OLIVEIRA, M. R.G.; PORTAS, C. A. M. (1993). Enraizamento de plantas cultivadas, aspectos pertinentes às culturas olerícolas. In: Ferreira, M.E.; Castellane, P.; Cruz, M.C., (Eds.) *Nutrição e adubação de hortaliças*, Piracicaba, pp 15-49.
- OLIVEIRA, M. R. G.; RASQUILHA, M. P.; SANTOS, F. L.; SANTOS, A. M.; SERRALHEIRO, R. P.; BAETA, J. (1998a). Maize rooting pattern as affected by different irrigation water supply strategies. *International Conference on Agricultural Engineering*, Oslo, pp 957-958.
- OLIVEIRA, M. R.G.; SERRALHEIRO, R. P.; REIS, M. P. Z.; SANTOS, F. L. (1998b). Maize root system response to surface irrigation in a Mediterranean Brown Soil: Root growth related to water distribution. *Journal of agricultural Engineering research*, 71(1): 13-17.
- OLIVEIRA, M. R.G.; SERRALHEIRO, R. P.; REIS, M. P. Z.; SANTOS, F. L. (1994). Maize root system response to surface irrigation in a Mediterranean Brown Soil: Root growth related to water distribution along furrow. *Proc. Int. Conference on Agricultural Engineering*, Milão, pp 41-42.
- OLIVEIRA, M. R. G. (1994). A bio-obtenção: o papel do sistema radical e afins comunicação apresentada no Curso Internacional Água e Ambiente. Évora, (Mimeografado)
- OLIVEIRA, M. R.G. (2001). Ambiente físico do solo e enraizamento das plantas cultivadas, Universidade de Évora, Évora, (para publicação).
- OLIVEIRA, M. R. G.; VAN NOORDWIJK, M.; GAZE, S. R.; BROUWER, G.; BONA, S.; MOSCA, G.; HAIRIAH, K. (2000). Auger sampling, ingrowth cores and pinboard methods. In: Smit, A. L.; Bengough, A G.; Engles, C.; Van Noordwijk, M.; Pellerin, S.; Van de Geijn, S.C. (Eds.) *Roots methods: A handbook*, Springer-Verlag, pp 175-210.
- ORON, G.; DEMALACH, Y.; GILLERMAN, L.; DAVID, I. (1995). Pear response to saline water application under subsurface drip irrigation. *Proc. 5th Int. Microirrigation Congress*, St. Joseph, pp 97-103.
- ORON, G.; DEMALACH, Y.; HOFFMAN, Z.; CIBOTARU, R. (1991). Subsurface microirrigation with effluent. *J. Irrig. Drain. Engng.*, 117 (1): 25-36.
- PHENE C. J.; McCORMICK, R. L.; MIYAMOTO, J. M.; MEEK, D. W.; DAVIS, K. R. (1985a). Evapotranspiration and crop coefficient of trickle irrigated tomatoes. *Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress*, Vol. 2, Fresno, pp 823-831.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- PHENE, C. J. (1990). Drip irrigation saves water. Proc. of Conserv 90, The National Conference and Exposition Offering Water Supply Solutions for the 1990's, Phoenix, pp 645-650.
- PHENE, C. J.; BAR-YOSEF, B.; HUTMACHER, R. B.; PATTON, S. H.; DAVIS, K. R.; McCORMICK, R. L. (1986). Fertilization of high yielding subsurface trickle irrigated tomatoes. Proc. 34th Annual California Fertilizer Conference, pp 33-43.
- PHENE, C. J.; BLUME, M. F.; HILE, M. M. S.; MEEK, D.W.; RE, J.V. (1983a). Management of subsurface trickle irrigation systems. ASAE Paper No. 83-2598, 23 p.
- PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; HUTMACHER, R. B.; McCORMICK R. L.(1987). Advantages of subsurface irrigation for processing tomatoes. *Acta Horticulturae*, 200: 101-113.
- PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; MCCORNICK, R. L.; HUTMACHER, R. B.; PIERRO, J. (1988). Water-fertility management for subsurface drip irrigated tomatoes. Proc. Int. Symp. On Integrated Management Practices for Tomato and Pepper Production in the Tropics, Shanhua, Taiwan, pp 325-338.
- PHENE, C. J.; DAVIS, K. R.; HUTMACHER, R. B.; BAR-YOSEF. B.; MEEK, D.W., MISAKI, J. (1991). Effect of high frequency surface and subsurface drip irrigation on root distribution of sweet corn. *Irrigation Sci.*, 12: 135-140.
- PHENE, C. J.; HUTMACHER, R. B.; AYARS, J. E.; DAVIS, K. R.; MEAD, R. M.; SCHONEMAN, R. A. (1992a). Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation, International Summer Meeting, Charlotte, 20 p.
- PHENE, C. J.; HUTMACHER, R. B.; McCORMICK, R. L. (1990). Water-fertilizer management of processing tomatoes. *Acta Horticulturae*, 277: 137-143.
- PHENE, C. J.; McCORMICK, R. L.; DAVIS, K. R.; PIERRO, J.; MEEK, D. W. (1989). A lysimeter feedback system for precise evapotranspiration measurement and irrigation control. *Transactions of ASAE*, 32(2): 477-484.
- PHENE, C. J.; MEEK, D. W.; DAVIS, K. R.; McCORMICK, R. L.; HUTMACHER, R. B. (1985b). Real time crop evapotranspiration and determination of crop coefficients. Proc. National Conference on Advances in Evapotranspiration, Chicago, pp 122-128.
- PHENE, C. J.; PHENE, R. C. (1986). Drip irrigation systems and management. Proc. Asian and Pacific Council Symposium on Efficient Use of Water of Upland Crops, Seweon, Korea, pp 7 – 12.



## *BIBLIOGRAFIA*

---

- PHENE, C. J.; ROSE, J. L.; HILE, M. M. S.; CHAVEZ, R. L., ROBB, D. J. (1981). Subsurface trickle irrigation and fertilization of processing tomatoes. *Winter*, 5-10.
- PHENE, C. J.; SANDERS, D. C. (1976). High-frequency trickle irrigation and row spacing effects on yield and quality of potatoes. *Agron. J.*, 68(4): 602-607.
- PHENE, C. J.; YUE, R.; WU, I. P.; AYARS, J. E.; SCHONEMAN, R. A.; MESO, B. (1992b). Distribution uniformity of subsurface drip irrigation systems, International Winter Meeting, Nashville, 14 p.
- PHENE, C. J. (1991). Advances in irrigation under water shortage conditions. Proc. Conference on Collaborative Research and Development Applications in Arid Lands, Santa Barbara, California, pp 93-110.
- PHENE, C. J. (1998). Efficient irrigation systems and irrigation scheduling for processing tomato: the challenge. *Acta Horticulturae*, 487: 479-484.
- PHENE, C. J. (1974). High-frequency porous tube irrigation for water-nitrogen management in humid regions. Proc. 2nd Int. Drip Irrigation Congress, University of California, California, pp 166-171.
- PHENE, C. J.; HUTMACHER, R. B.; AYARS, J. E. (1993). Subsurface drip irrigation: Realizing the full potential. In: Jorgensen, G.S.; Norum, R. N., (Eds.) Subsurface drip irrigation theory, practices and application, Visalia, California, pp 97 – 118.
- PHENE, C. J.; HUTMACHER, R. B.; DAVIS, K. R. (1992c). Two hundred tons per hectare of processing tomatoes - can we reach it?, *HortTechnol.*, 2(1): 16-22.
- PHENE, C. J.; BLUME, M. F.; HILE, M. M. S.; MEEK, D.W.; RE, J.V. (1983b). Study made of subsurface trickle irrigated tomatoes. *California-Arizona Farm Express*, 5 (40): 28-29.
- PHENE, C. J. (1985). Using drip irrigation on saline soils, Proc. of Western Cotton Production Conference, Fresno, pp 62-67.
- PILL, W. G.; LAMBETH, V. N. (1980). Effects of soil water regime and nitrogen form on blossom - end rot, yield, water relations, and elemental composition of tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105 (5): 730 – 734.
- PIZARRO, F. (1996). Riegos localizados de alta frecuencia, goteo, microaspersión, exudación. 3 ed., Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 471p.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- PLAUT, Z.; CARMI, A.; GRAVA, A. (1996). Cotton root and shoot responses to subsurface drip irrigation and partial wetting of the upper soil profile. *Irrigation Sci.*, 16 (3): 107 – 113.
- PLAUT, Z.; ROM, A.; MEIRI, A. (1985). Cotton response to subsurface trickle irrigation. *Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrigation Congress*, Vol. 2, Fresno, pp 916-920.
- PORTAS, C. A. M., OLIVEIRA, W., STIWELL, M. R.; CALADO, A. M.; DIAS, V. M. B.; ALTISENT, M. R. (1986). The tomato processing industry in Portugal. *HortScience*, 21 (1): 18-20.
- PORTAS, C. A. M. (1984). Estudos del sistema radical de cultivos hortícolas. XXIV Congresso Brasileiro e I Reunião Latino-Americana de Olivicultura F.C.A.V., Jabotical, pp 16-50.
- PORTAS, C. A. M.; DORDIO, J. (1980). Tomato roots systems of short review with reference on tomatoes. *Acta Horticulturae*, 100: 113-124.
- PORTAS, C. A. M. (1970). *Acerca do sistema radical de algumas culturas hortícolas*, Universidade de Luanda, Luanda
- PORTAS, C. A. M.; MONTEIRO, A. (1985). *Lições de horticultura geral – Elementos auxiliares, quadros, tabelas e figuras*. Associação dos Estudantes de Agronomia, Lisboa
- PORTAS, C.A. M. (1980). Early growth of tomato roots: some parameters and techniques with relations with water use and direct seeding. *Proc. CEE Agrimed Seminar on Drips Irrigation*, Univ. Bologna
- PORTAS, C. A. M.; TAYLOR, H. M. (1976). Growth and survival of young plant roots in dry soil. *Soil Sci.*, 5: 170 – 175.
- PRIETO, I. S. (1998). Situación actual y perspectivas del cultivo del tomate de industria en la Unión Europea. *Jornadas Técnicas, El tomate de industria*, Navarra, p. 39 – 55.
- RAMOS, A. F.; OLIVEIRA, M.R.; SANTOS, F. L.; SANTOS A. M.; SERRALHEIRO, R. P. (1998). Morphological response of maize root system to water and nitrogen. 1st Inter-regional Conference on Environment-water: Innovative Issues in Irrigation and Drainage, Lisboa, pp 334-341.
- RASQUILHA, M. P. V. G. (1997). Dinâmica do enraizamento do milho (*Zea mays* L.) sob diferentes regimes hídricos com o recurso ao método do minirizotrão. Tese de Mestrado, Universidade de Évora, Évora

## BIBLIOGRAFIA

---

- RODRÍGUEZ, A.; LEONI, C.; BUSSIÈRES, P.; DADOMO, M., CHRISTOU, M., MACUA, J. I.; CORNILLON, P. (1994). The influence of water and nitrogen levels on the quality of the processing tomato grown in European Union Countries. *Acta Horticulturae*, 376: 275-278.
- ROMA, J. J. S. (1995). O método do minirizotróno no estudo do sistema radical das plantas utilização desta técnica num estudo sobre o efeito da subsolagem e drenagem no crescimento do sistema radical do milho (*Zea mays* L.) num solo argiluvado. Universidade de Évora, Trabalho de Fim de Curso, Évora
- ROSE, J.L.; CHAVEZ, R.L.; PHENE, C. J.; HILE, M. M. S.; ROBB, D. J. (1982). Subsurface drip irrigation of processing tomatoes. Proc. Specialty Conference on Environmental Sound Water and Soil Management, ASCE/Orlando, Florida, pp 20-23.
- RUDICH, J.; KALMAR, C.; GEIZENBERG, C.; HAREL, S. (1977). Low water tensions in defined growth stages of processing tomato plants and their effects on yield and quality. *J. Hort. Sci.*, 52: 391-399.
- RUDICH, J.; LUCHINSKY, V. (1986). Water economy, In: Atherton, J.G.; Rudich, J. (Eds.) *The tomato crop*, Chapman and Hall Ltd., New York, pp 335-361.
- RUSSEL, E. W. (1973). *Soil conditions and plant growth*. 10th Edition, Longman, London and New York, pp 532-533.
- SAMMIS, T. W. (1980). Comparison of sprinkler, trickle subsurface and furrow irrigation methods for row crops. *Agron. J.*, 72 (5): 701-704.
- SAMSON, B. K.; SINCLAIR, T. R. (1994). Soil core and minirhizotron comparison for the determination of root length density. *Plant Soil*, 161: 225-232.
- SANDERS, D. C.; HOWELL, T. A.; HILE, M. M. S.; HODGES, L.; MEKK, D.; PHENE, C. J., (1989a). Yield and quality of processing tomatoes in response to irrigation rate and schedule. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114(6): 904-908.
- SANDERS, D. C. (1992). Maintenance considerations for drip irrigation systems. *Hortechology*, 2(1): 38-39.
- SANDERS, D. C.; HOWELL, T. A.; HILE, M. M. S.; HODGES, L.; PHENE, C. J. (1989b). Tomato root development affected by travelling trickle irrigation rate. *HortScience*, 24(6): 930-933.
- SANDERS, J. L.; BROWN, D. A. (1978). A new fiber optic technique for measuring root growth of soybeans under field conditions. *Agron J.*, 70: 1073-1076.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- SANTOS, F.L. (1993). Optimização do rendimento e da produção de matéria seca em tomate para indústria com funções de produção dependentes da uniformidade de distribuição da água do sistema de rega. Anais da Universidade de Évora, Universidade de Évora, Évora, 3: pp 73-90.
- SERRALHEIRO, R. P. (1985). Necessidades de rega das culturas. Curso de hidrologia aplicada à região do Algarve, Universidade de Évora, Évora
- SERRALHEIRO, R. P. (1994). Necessidades de rega das culturas. Universidade de Évora, Évora
- SERRALHEIRO, R. P.; OLIVEIRA, M. R. G. (1994). Furrow irrigation on a subsoiled Mediterranean Brown Soil: water balance and root growth. Proc. International Conference on agricultural Engineering, Milão, pp. 41-42
- SHAINBERG, I.; OSTER, J. D. s/data. Quality of irrigation water III6 Publication N° 2 , International Irrigation Center, Volcani Center, Bet Dagan, Israel, 61p.
- SILVA, W. L. C.; GIORDANO, B.; MARQUEILI, W. A.; FONTES, R. R.; GORNAT, B. (1998). Response of six processing tomato cultivars to subsurface drip fertigation, *Acta Horticulturae*, 487: 569-573.
- SMIT, A. L.; GEORGE, E. GROENWOLD, J. (2000). Root observation and measurements at (transparent) interfaces with soil. In: Smit, A. L.; Bengough, A. G.; Engles, C.; Van Noordwijk, M.; Pellerin, S.; Van de Geijn, S.C. (Eds.) *Root Methods: A handbook*, Springer-Verlag, pp 236-249.
- SMITH, R. B.; OSTER, J. D.; PHENE, C. J. (1991). Subsurface drip produced highest net return in Westlands area study, *California Agric.*, 45(2): 8-10.
- SMUCKER, A. J. M.; McBURNEY, S. L.; SRIVASTAVA, A. K. (1982). Quantitative separation of roots from compacted soil profiles by the hydropneumatic elutriation system, *Agron. J.*, 74: 500-503.
- SOLOMON, K. H.; JORGENSEN, G. (1993). Subsurface drip irrigation, Center for Irrigation Technology, Research report, California State University, Fresno, 3 p.
- SOLOMON, K. H. (1993). Subsurface drip irrigation: product selection and performance. In: Jorgensen G.S.; Norum, K.N., (Eds.) *Subsurface drip irrigation theory, practices and applications*, Visalia, California, pp 3-25.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- STEVENS, M. A.; RUDICH, J. (1978). Genetic potential for overcoming physiological limitations on adaptability, yield and quality in the tomato. *J. Hort. Sci.*, 13: 673-678.
- SUTTON, B. G.; STIRZAKER, R. J.; DONEY, C. J.; ENGLISH, S. D. (1985). Solar powered drip irrigation for vegetables. *Proc. Third Int. Drip/Trickle Irrig. Congress, St. Joseph*, pp 589 – 593.
- TABORDA, M. L.; MACHADO, R. M. A. (1993). Portugal – 1993 Processing tomato varietal trial results, *Tomato News*, 5: 13-20.
- TAYLOR, H. M. (1983). Managing root systems for efficient water use: an overview. In: Taylor, H.M.; Jordan, W.R.; Sinclair, T.R., (Eds.) *Limitations to efficient water use in crop production*, Amer. Soc. Agron., pp 102 – 105.
- TAYLOR, H. M.; HUCK, M.G.; KLEPPER, B.; LUND, Z. F. (1970). Measurement of soil-grown roots in a rhizotron. *Agron. J.*, 62: 807-809.
- TENNANT, D. (1975). A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology*, 63: 995-1001.
- TOLLEFSON, S. (1985). Subsurface drip irrigation on cotton and small grains, *Proc. Third Int. Drip/trickle Irrigation Congress. Vol. 2, St. Joseph, 1985*, pp 887-895.
- TOMATO NEWS (1993). Back in balance: 92/93 season world production and forecasts for the 93/94 season. 5 (6): 4-19.
- TOMATO NEWS (1999). European Union: Final results of the 1998/99 season. 2 (9): 8 – 9.
- TOMATO NEWS (1999). European Union; Quotas for the season. 1999/2000, 11 (5): 23.
- TOMATO NEWS (1995). Processing tomatoes: 1995 final results (Southern Hemisphere) and preliminary results (Northern Hemisphere) forecasts for the 1996 season. 7 (12): 4-26.
- TOMATO NEWS (1996). Processing tomatoes: 1995/96 season final results (Northern Hemisphere) and preliminary results (Southern Hemisphere) 1996/97 season forecasts (Northern Hemisphere). 8 (6): 4-20.
- TOMATO NEWS (1999). World production: 1998's results and 1999's forecasts. 11 (7/8): 3-28.
- TOMATO NEWS (2000). World production: 1999's results and 2000's forecasts. 12 (1): 3-26.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- TOMATO NEWS (1999). World production 1998's results and 1999's forecasts. 11 (1): 4-6.
- TOMATO NEWS (1998). World production: 1997 results and 1998 forecasts. 10 (1): 5-7.
- TOMATO NEWS (1994). Worldwide production results 1993/94 and forecasts. 1994/95, 6 (6): 4-19.
- UE – Regulamento (CE) n° 1513/1999 da Comissão, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 10, Julho, 1999, N° L 175/35.
- UE – Regulamento (CE) n° 2201/96 do Conselho, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 21, Novembro, 1996, N° L 297/29.
- UNDERWOOD, A. J. (1981). Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. *Oceanogr, Mar. Biol. Ann. Ver.*, 19: 513-605.
- UPCHURCH, D. R. (1987). Conversion of minirhizotron-root intersections to root length density. In: Taylor, H.M. (Eds.) *Minirhizotron Observation Tubes: Methods and Applications for Measuring Rhizosphere Dynamics*, ASA Special Publication n° 50, p. 51-65.
- UPCHURCH, D. R. (1985). Relationship between observations in minirhizotrons and true root length density. PhD diss., Texas Tech Univ. (Diss. Abstr. 85-28594.)
- UPCHURCH, D. R.; RITCHIE, J. T. (1983). Root observations using a video recording system in minirhizotrons. *Agron. J.*, 75: 1009-1015.
- VAN NOORDWIJK, M.; JAYER, A.; FLORIS, J. (1985). A new dimension to observations in minirhizotrons: A stereoscopic view of root photographs. *Plant Soil*, 86: 447-453.
- VAN NOORDWIJK, M.; BROUWER, G.; MEIJBOOM, F.; OLIVEIRA, M. R. G.; BENGOUGH, A. G. (2000). Trench profile techniques and core break methods. In: Smit, A. L.; Bengough, A G.; Engles, C.; Van Noordwijk, M.; Pellerin, S.; Van de Geijn, S.C. (Eds.) *Roots methods: A handbook*, Springer-Verlag, pp 211-233.
- VAN NOORDWIJK, M.; WILLIGEN, W. (1987). Agricultural concepts of roots: from morphogenetic to functional equilibrium between root and shoot growth. *Netherlands Journal Agricultural Science*, 35: 487-496.
- VAN NOORDWIJK, M. (1993). Roots: length, biomass, production and mortality. Methods for root research. In: Anderson J.M., Ingram, J.S.I. (Eds.) *Tropical soil and biology and fertility, a handbook of methods*. CAB International, Wallingford, pp.132-144.

## *BIBLIOGRAFIA*

---

- VASCONCELOS, E. P. (1997). Quantidade máxima de adubos a aplicar por rega na fertirrega. *Ao Serviço da Lavoura*, 206: 3-6.
- VAZIRI, C. M.; GIBSON, W. (1972). Subsurface and drip irrigation for Hawaiian sugarcane. 31st Report Hawaii Sugar Technol. Annual Conf., Honolulu, Hawaii, pp 18-22.
- VITTUM, M. T.; ROBINSON, W. B.; MARX, G. A. (1962). Raw-product quality of vine-ripened processing tomatoes as influenced by irrigation, fertility level and variety. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 80: p. 535-543.
- VOS, J.; GROENWOLD, J. (1986). Root growth of potato crops on a marine-clay soil. *Plant Soil*, 94: 17-33.
- VOS, J.; GROENWOLD, J. (1987). The relation between root growth along observation tubes and in bulk soil. In: Taylor, H.M., (Eds.) *Minirhizotron Observation Tubes: Methods and Applications for Measuring Rhizosphere Dynamics*, ASA Special Publication n° 50, pp 39-49.
- WEST, D. W.; MERRIGAN, I. F.; JAYLOR, J. A.; COLLINS, G. M. (1979). Salinity gradients and growth of tomato plants under drip irrigation. *Soil Sci.*, 127 (5): p. 281-291.
- WIGHT, J. R.; LINGLE, J. C.; FLOCKER, W. J.; LEONARD, S. J. (1962). The effects of irrigation and nitrogen fertilization treatments on the yield, maturation, and quality of canning tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 81: 451-457.
- WILLIAMS, J.; SISTRUNK, W. (1979). Effects of cultivar, irrigation, ethephon and harvest date on the yield and quality of processing tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 104 (4): 435-439.
- WU, I. P.; HOWELL, T. A.; HILER, E. A. (1979). Hydraulic design of drip irrigation system, *Hawaii Agric. Expt. Stu.*, Univ. of Hawaii, Honolulu, 80 p.
- WUERTZ, H.; TOLLEFSON, S. (1993). Subsurface drip irrigation on Sundance Farms. In: Jorgensen, G.S.; Norum, R. N., (Eds.) *Subsurface drip irrigation theory, practices and application*, Visalia, California, pp 83-94.
- YUE, R.; PHENE, C. J.; DAKE, F.; AYARS, J. E.; SHONEMAN, R. A.; WU, I. P.; KONG, L. (1993). Field uniformity of subsurface drip irrigation. In: Jorgensen, G.S.; Norum, K.N., (Eds.) *Subsurface Drip Irrigation - Theory, Practices and Application*, Visalia, California, pp 181 - 182.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- ZOBEL, W. R. (1991). Genetic control of root systems. In: Waisel, Y.; Eshel, A; Kafkafi, U., (Eds.) Plant root systems, The hidden half, New York , pp 27 – 33.
- ZOLDOSKE, D. (1998). Selecting a drip irrigation system for vineyards. Center for Irrigation technology, Irrigation Notes, California State University, Fresno, 4p.
- ZOLDOSKE, D.; GENITO, S.; JORGENSEN, G. S. (1995). Subsurface drip irrigation (SDI) on turfgrass: A university experience. Center for Irrigation Technology, Irrigation Notes, California State University, Fresno, 4p.
- ZOLDOSKE, D.; SOLOMON, K. H. (1998). Coefficient of uniformity - what it tells us. Center for Irrigation Technology, Irrigation Notes, California State University, Fresno, 4p.
- ZOLDOSKE, D.; SOLOMON, K. H. (1990). Microirrigation scheduling and management. Center for Irrigation Technology, Irrigation Notes, California State University, California, 4 p.
- ZOLDOSKE, D.; STRIEGLER, R. K.; BERG, G. T.; JORGENSON, G.; LAKE, C. B.; GRAVES, S. G.; BURNETT, D. M. (1998). Evaluation of trellis system and subsurface drip irrigation for wine grape production. Center for Irrigation Technology, Viticulture and Enology Research Center, Research notes, California State University, Fresno, 6 p.
- ZOLDOSKE, D. F.; NORUM, E. M. (1997). A case study in the conversion of an old vineyard from flood to surface drip (SDI) and subsurface drip (SSDI) irrigation. Final report, Center for Irrigation Technology, California State University, Fresno, 5p.





## ***ANEXO I - Débito médio dos gotejadores***





**ANEXO I- DÉBITO MÉDIO DOS GOTEJADORES**

**Tab.1 - Débito médio (l/h) dos gotejadores amostrados (1997)**

| Gotejadores amostrados | Tratamentos |      |      |
|------------------------|-------------|------|------|
|                        | R0          | RI   | RII  |
| 1                      | 2,36        | 2,28 | 2,40 |
| 2                      | 2,40        | 2,34 | 2,34 |
| 3                      | 2,40        | 2,28 | 2,28 |
| 4                      | 2,34        | 2,34 | 2,28 |
| 5                      | 2,28        | 2,34 | 2,34 |
| 6                      | 2,30        | 2,34 | 2,34 |
| 7                      | 2,28        | 2,40 | 2,28 |
| 8                      | 2,36        | 2,28 | 2,28 |
| 9                      | 2,38        | 2,28 | 2,40 |
| 10                     | 2,28        | 2,40 | 2,30 |
| 11                     | 2,34        | 2,44 | 2,28 |
| 12                     | 2,34        | 2,34 | 2,40 |
| 13                     | 2,34        | 2,35 | 2,36 |
| 14                     | 2,34        | 2,34 | 2,40 |
| 15                     | 2,28        | 2,28 | 2,30 |
| 16                     | 2,28        | 2,34 | 2,40 |
| 17                     | 2,30        | 2,52 | 2,34 |
| 18                     | 2,40        | 2,40 | 2,40 |
| 19                     | 2,34        | 2,40 | 2,40 |
| 20                     | 2,40        | 2,40 | 2,34 |

**Tab.2 - Débito médio (l/h) dos gotejadores amostrados (1998)**

| Gotejadores amostrados | Tratamentos |      |      |
|------------------------|-------------|------|------|
|                        | R0          | RI   | RII  |
| 1                      | 2,34        | 2,58 | 2,16 |
| 2                      | 2,34        | 2,22 | 2,22 |
| 3                      | 2,34        | 2,34 | 2,40 |
| 4                      | 2,22        | 2,46 | 2,28 |
| 5                      | 2,22        | 2,40 | 2,40 |
| 6                      | 2,22        | 2,40 | 2,52 |
| 7                      | 2,28        | 2,40 | 2,40 |
| 8                      | 2,28        | 2,40 | 2,22 |
| 9                      | 2,16        | 2,34 | 2,40 |
| 10                     | 2,40        | 2,16 | 2,34 |
| 11                     | 2,28        | 2,34 | 2,34 |
| 12                     | 2,22        | 2,34 | 2,34 |
| 13                     | 2,34        | 2,40 | 2,40 |
| 14                     | 2,34        | 2,40 | 2,40 |
| 15                     | 2,22        | 2,40 | 2,28 |
| 16                     | 2,40        | 2,34 | 2,16 |
| 17                     | 2,34        | 2,16 | 2,22 |
| 18                     | 2,34        | 2,34 | 2,28 |
| 19                     | 2,40        | 2,34 | 2,22 |
| 20                     | 2,34        | 2,40 | 2,34 |



***ANEXO II - Valores médios de humidade  
volúmica do solo***



**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 1 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0-5 cm de profundidade) (TDR) (1997)**

| Factores         | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |          |
|------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                  | 15                    | 20      | 27      | 37      | 43      | 51      | 58       |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |         |         |         |         |         |          |
| R0               | 9,44 a                | 9,31 a  | 8,55    | 8,43    | 14,48   | 6,88    | 11,09 a  |
| RI               | 6,68 b                | 6,80 ab | 8,03    | 7,99    | 12,81   | 6,22    | 8,29 b   |
| RII              | 3,30 c                | 3,60 b  | 8,40    | 8,74    | 14,07   | 3,72    | 4,69 c   |
| <b>Cult. (C)</b> |                       |         |         |         |         |         |          |
| 'Brigade'        | 6,05                  | 6,10    | 7,66    | 8,17    | 13,62   | 5,83    | 7,23     |
| 'H3044'          | 6,89                  | 7,04    | 8,99    | 8,61    | 13,96   | 5,39    | 8,82     |
| <b>R* C</b>      |                       |         |         |         |         |         |          |
| 1 1              | 8,62                  | 8,66    | 7,96    | 8,16    | 13,95   | 6,57    | 11,24    |
| 1 2              | 10,26                 | 9,97    | 9,13    | 8,71    | 15,02   | 7,19    | 10,94    |
| 2 1              | 6,72                  | 6,29    | 7,36    | 8,11    | 12,30   | 7,00    | 8,08     |
| 2 2              | 6,63                  | 7,31    | 8,70    | 7,86    | 13,20   | 5,43    | 8,05     |
| 3 1              | 2,80                  | 3,35    | 7,68    | 8,23    | 14,61   | 3,91    | 2,35     |
| 3 2              | 3,78                  | 3,85    | 9,13    | 9,25    | 13,54   | 3,53    | 7,03     |
| F(R)             | 32,18 **              | 7,45 *  | 0,11 NS | 0,20 NS | 2,11 NS | 2,43 NS | 19,13 NS |
| F (C)            | 1,71 NS               | 1,19 NS | 5,56 NS | 0,45 NS | 0,26 NS | 0,40 NS | 1,91 NS  |
| F (R*C)          | 2,17 NS               | 0,08 NS | 0,02 NS | 0,32 NS | 1,13 NS | 0,82 NS | 1,81 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

**Tab. 2 – Continuação do quadro anterior**

| Factores         | Dias após a plantação |          |         |         |          |          |          |
|------------------|-----------------------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
|                  | 66                    | 73       | 79      | 87      | 91       | 99       | 106      |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |          |         |         |          |          |          |
| R0               | 12,18 a               | 8,65 a   | 10,47 a | 2,81    | 7,27a    | 7,41a    | 10,06 a  |
| RI               | 9,86 a                | 7,35 a   | 8,46 a  | 3,31    | 4,82a    | 4,17 b   | 5,74 b   |
| RII              | 2,76 b                | 1,89 b   | 1,37 b  | 3,65    | 0,89b    | 0,86 c   | 0,18 c   |
| <b>Cult. (C)</b> |                       |          |         |         |          |          |          |
| 'Brigade'        | 8,20                  | 5,11     | 6,72    | 3,88    | 5,23     | 3,95     | 4,74     |
| 'H3044'          | 8,33                  | 6,82     | 6,81    | 2,64    | 3,42     | 4,34     | 5,92     |
| <b>R* C</b>      |                       |          |         |         |          |          |          |
| 1 1              | 12,48                 | 8,31     | 9,97    | 2,63    | 8,02     | 5,20     | 8,74     |
| 1 2              | 11,88                 | 9,00     | 10,98   | 3,00    | 6,53     | 9,63     | 11,38    |
| 2 1              | 10,51                 | 6,05     | 9,07    | 4,08    | 6,88     | 5,12     | 5,44     |
| 2 2              | 9,21                  | 8,65     | 7,84    | 2,55    | 2,77     | 3,21     | 6,05     |
| 3 1              | 1,61                  | 0,97     | 1,13    | 4,94    | 0,81     | 1,53     | 0,03     |
| 3 2              | 3,91                  | 2,82     | 1,61    | 2,36    | 0,97     | 0,19     | 0,32     |
| F(R)             | 45,39 **              | 21,50 ** | 21,30** | 0,52 NS | 19,90 ** | 27,87 ** | 37,43 ** |
| F (C)            | 0,03 NS               | 10,84 NS | 0,01 NS | 1,04 NS | 1,88 NS  | 0,08 NS  | 0,89 NS  |
| F (R*C)          | 2,17 NS               | 1,14 NS  | 0,75 NS | 0,50 NS | 0,89 NS  | 2,12 NS  | 0,35 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).



**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 3 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0-10 cm de profundidade) (TDR) (1997)**

| Factores  | Dias após a plantação |         |         |         |          |         |         |
|-----------|-----------------------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
|           | 15                    | 20      | 32      | 38      | 43       | 51      | 58      |
| Prof. (R) |                       |         |         |         |          |         |         |
| R0        | 14,49 a               | 12,09   | 14,99   | 11,08   | 19,20    | 10,90 a | 18,41 a |
| RI        | 13,79 a               | 12,65   | 14,54   | 10,80   | 19,58    | 10,66 a | 15,53 a |
| RII       | 9,84 b                | 9,86    | 16,26   | 10,74   | 19,40    | 7,29 b  | 11,34 b |
| Cult. (C) |                       |         |         |         |          |         |         |
| ‘Brigade’ | 12,72                 | 10,97   | 14,88   | 10,63   | 17,82 b  | 9,63    | 15,39   |
| ‘H3044’   | 12,70                 | 12,09   | 15,64   | 11,11   | 20,97 a  | 9,61    | 14,79   |
| R * C     |                       |         |         |         |          |         |         |
| 1 1       | 14,48                 | 11,98   | 14,80   | 10,70   | 17,85    | 10,63   | 18,30   |
| 1 2       | 14,50                 | 12,20   | 15,18   | 11,48   | 20,55    | 11,18   | 18,53   |
| 2 1       | 14,45                 | 12,03   | 13,73   | 10,75   | 17,00    | 11,00   | 16,35   |
| 2 2       | 13,14                 | 13,28   | 15,35   | 10,85   | 22,15    | 10,33   | 14,70   |
| 3 1       | 9,23                  | 8,91    | 16,13   | 10,45   | 18,60    | 7,25    | 11,53   |
| 3 2       | 10,45                 | 10,80   | 16,40   | 11,03   | 20,00    | 7,33    | 11,15   |
| F(R)      | 14,83 **              | 3,28 NS | 0,74 NS | 0,07 NS | 0,04NS   | 7,68 *  | 9,28 *  |
| F (C)     | 0,00                  | 1,70 NS | 0,52 NS | 0,24 NS | 34,04*** | 0,00 NS | 0,13 NS |
| F (R*C)   | 3,20 NS               | 0,32 NS | 0,17 NS | 0,04 NS | 3,78 NS  | 0,14 NS | 0,11 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 4 – Continuação do quadro anterior**

| Factores  | Dias após a plantação |         |           |         |          |           |
|-----------|-----------------------|---------|-----------|---------|----------|-----------|
|           | 66                    | 73      | 79        | 87      | 91       | 101       |
| Prof. (R) |                       |         |           |         |          |           |
| R0        | 19,58 a               | 15,13 a | 16,22 a   | 10,62   | 13,52 a  | 17,83 a   |
| RI        | 18,07 a               | 13,08 a | 13,00 a   | 11,22   | 12,05 a  | 15,05 a   |
| RII       | 10,38 b               | 6,71 b  | 5,88 b    | 8,40    | 5,73 b   | 6,00 b    |
| Cult. (C) |                       |         |           |         |          |           |
| ‘Brigade’ | 16,01                 | 11,05   | 12,57     | 9,64    | 10,66    | 12,04     |
| ‘H3044’   | 16,01                 | 12,22   | 10,83     | 10,52   | 10,21    | 13,88     |
| R * C     |                       |         |           |         |          |           |
| 1 1       | 19,45                 | 14,03   | 16,15     | 9,70    | 13,68    | 16,13     |
| 1 2       | 19,70                 | 16,23   | 16,30     | 11,53   | 13,38    | 19,53     |
| 2 1       | 18,10                 | 12,58   | 14,95     | 11,08   | 12,93    | 15,20     |
| 2 2       | 18,05                 | 13,58   | 11,08     | 11,38   | 11,18    | 14,90     |
| 3 1       | 10,48                 | 6,55    | 6,62      | 8,15    | 5,38     | 4,80      |
| 3 2       | 10,28                 | 6,88    | 5,13      | 8,65    | 6,08     | 7,20      |
| F(R)      | 16,07 **              | 9,96 *  | 33,84 *** | 2,44 NS | 11,70 ** | 39,95 *** |
| F (C)     | 0,01 NS               | 3,33 NS | 2,19 NS   | 0,97 NS | 0,08 NS  | 1,38 NS   |
| F (R*C)   | 2,70 NS               | 0,73 NS | 0,98 NS   | 0,29 NS | 0,21 NS  | 0,50 NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 5 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0-5 cm de profundidade) (TDR) (1998)**

| Factores  | Dias após a plantação |         |           |           |           |           |
|-----------|-----------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | 20                    | 27      | 36        | 41        | 48        | 55        |
| Prof.(R)  |                       |         |           |           |           |           |
| R0        | 12,83                 | 9,85 a  | 9,71 a    | 12,21 a   | 9,85 a    | 11,65 a   |
| RI        | 11,80                 | 4,68 b  | 2,43 b    | 1,24 b    | 0,79 b    | 0,67 b    |
| RII       | 11,10                 | 4,09 b  | 0,66 c    | 0,75 b    | 0,86 b    | 0,91 b    |
| Cult.(C)  |                       |         |           |           |           |           |
| 'Brigade' | 12,08a                | 5,75    | 4,00      | 5,14      | 4,04      | 4,19      |
| 'H3044'   | 11,73b                | 6,66    | 4,53      | 4,33      | 3,63      | 4,63      |
| R * C     |                       |         |           |           |           |           |
| 1 1       | 12,80                 | 7,90 b  | 9,78      | 12,65     | 10,10     | 10,65     |
| 1 2       | 12,85                 | 11,80 a | 9,65      | 11,78     | 9,60      | 12,65     |
| 2 1       | 12,13                 | 3,69 cd | 2,13      | 1,38      | 0,43      | 0,64      |
| 2 2       | 11,48                 | 5,67 bc | 2,73      | 1,10      | 1,15      | 0,69      |
| 3 1       | 11,33                 | 5,65 bc | 0,10      | 1,40      | 1,60      | 1,28      |
| 3 2       | 10,88                 | 2,53 d  | 1,23      | 0,10      | 0,13      | 0,55      |
| F (R)     |                       |         |           |           |           |           |
|           | 1,45NS                | 35 ***  | 295,50*** | 225,13*** | 59,00 *** | 65,94 *** |
| F (C)     |                       |         |           |           |           |           |
|           | 5,44 *                | 2,09 NS | 0,84 NS   | 1,44 NS   | 0,32 NS   | 0,51 NS   |
| F(R * C)  |                       |         |           |           |           |           |
|           | 1,93NS                | 10,91** | 0,39 NS   | 0,19 NS   | 0,74 NS   | 1,71 NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 6 – Continuação do tabela anterior**

| Factores  | Dias após a plantação |         |          |           |         |          |
|-----------|-----------------------|---------|----------|-----------|---------|----------|
|           | 60                    | 69      | 76       | 84        | 91      | 97       |
| Prof.(R)  |                       |         |          |           |         |          |
| R0        | 9,00 a                | 7,93 a  | 5,15 a   | 0,93 a    | 3,13 a  | 4,95 a   |
| RI        | 0,35 b                | 1,36 b  | 0,00 b   | 0,00 b    | 0,00 b  | 0,15 b   |
| RII       | 1,03 b                | 0,00 b  | 0,00 b   | 0,00 b    | 0,00 b  | 0,26 b   |
| Cult.(C)  |                       |         |          |           |         |          |
| 'Brigade' | 3,14                  | 2,61    | 2,20     | 0,48      | 0,72    | 1,85     |
| 'H3044'   | 3,78                  | 3,59    | 1,23     | 0,14      | 1,37    | 1,72     |
| R * C     |                       |         |          |           |         |          |
| 1 1       | 8,98                  | 7,58    | 6,60     | 1,45      | 2,16    | 5,25     |
| 1 2       | 9,03                  | 8,30    | 3,70     | 0,42      | 4,10    | 4,65     |
| 2 1       | 0,16                  | 0,25    | 0,00     | 0,00      | 0,00    | 0,26     |
| 2 2       | 0,55                  | 2,48    | 0,00     | 0,00      | 0,00    | 0,03     |
| 3 1       | 0,30                  | 0,00    | 0,00     | 0,00      | 0,00    | 0,04     |
| 3 2       | 1,75                  | 0,00    | 0,00     | 0,00      | 0,00    | 0,48     |
| F (R)     |                       |         |          |           |         |          |
|           | 17,51**               | 11,35** | 14,32 ** | 30,81 *** | 5,41 *  | 16,76 ** |
| F (C)     |                       |         |          |           |         |          |
|           | 2,39 NS               | 1,12 NS | 1,44 NS  | 2,03 NS   | 0,35 NS | 0,02 NS  |
| F(R * C)  |                       |         |          |           |         |          |
|           | 1,07 NS               | 0,50 NS | 1,44 NS  | 2,03 NS   | 0,35 NS | 0,11 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 7 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), na linha de cultura (0-10 cm de profundidade) (TDR) (1998)**

| Factores        | Dias após plantação |           |           |            |           |           |
|-----------------|---------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
|                 | 21                  | 28        | 35        | 42         | 48        | 56        |
| <b>Prof.(R)</b> |                     |           |           |            |           |           |
| R0              | 9,94                | 8,36 a    | 15,70 a   | 9,8 a      | 8,83 a    | 10,98 a   |
| RI              | 10,64               | 6,36 b    | 4,86 b    | 3,05 b     | 2,74 b    | 2,12 b    |
| RII             | 10,15               | 6,30 b    | 3,25 b    | 0,63 c     | 1,20 b    | 0,53 b    |
| <b>Cult.(C)</b> |                     |           |           |            |           |           |
| ‘Brigade’       | 10,21               | 6,59      | 7,67      | 4,42       | 3,99      | 4,09      |
| ‘H3044’         | 10,28               | 7,43      | 8,21      | 4,57       | 4,26      | 4,98      |
| <b>R * C</b>    |                     |           |           |            |           |           |
| 1 1             | 10,15               | 7,90      | 15,00     | 9,43       | 7,63      | 10,60     |
| 1 2             | 9,73                | 8,83      | 16,40     | 2,65       | 10,03     | 11,35     |
| 2 1             | 10,50               | 5,88      | 4,65      | 3,45       | 2,40      | 1,56      |
| 2 2             | 10,78               | 6,85      | 5,08      | 0,43       | 3,08      | 2,68      |
| 3 1             | 9,98                | 6,00      | 3,35      | 0,83       | 1,93      | 0,13      |
| 3 2             | 10,33               | 6,60      | 3,15      |            | 0,48      | 0,93      |
| <b>F (R)</b>    |                     |           |           |            |           |           |
|                 | 0,73 NS             | 19,38 *** | 48,87 *** | 135,57 *** | 28,99 *** | 27,29 *** |
| <b>F (C)</b>    |                     |           |           |            |           |           |
|                 | 0,12 NS             | 4,08 NS   | 1,56 NS   | 1,05 NS    | 0,48 NS   | 3,25 NS   |
| <b>F(R * C)</b> |                     |           |           |            |           |           |
|                 | 1,71 NS             | 0,08 NS   | 1,15 NS   | 0,48 NS    | 2,07 NS   | 0,05 NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 8 – Continuação do tabela anterior**

| Factores        | Dias após plantação |           |          |        |          |         |
|-----------------|---------------------|-----------|----------|--------|----------|---------|
|                 | 60                  | 69        | 76       | 84     | 91       | 98      |
| <b>Prof.(R)</b> |                     |           |          |        |          |         |
| R0              | 8,26 a              | 8,35 a    | 4,90 a   | 2,89 a | 2,89 a   | 4,86 a  |
| RI              | 2,24 b              | 1,68 b    | 0,52 b   | 0,02 b | 0,00 b   | 0,29 b  |
| RII             | 1,25 b              | 0,51 b    | 0,15 b   | 0,00 b | 0,00 b   | 0,07 b  |
| <b>Cult.(C)</b> |                     |           |          |        |          |         |
| ‘Brigade’       | 4,11                | 3,03      | 1,93     | 1,16   | 1,12     | 1,59    |
| ‘H3044’         | 3,73                | 4,00      | 1,78     | 0,78   | 0,81     | 1,89    |
| <b>R * C</b>    |                     |           |          |        |          |         |
| 1 1             | 8,33                | 7,20      | 5,05     | 3,44   | 3,35     | 4,65    |
| 1 2             | 8,20                | 9,50      | 4,74     | 2,34   | 2,43     | 5,08    |
| 2 1             | 2,20                | 1,25      | 0,48     | 0,04   | 0,00     | 0,13    |
| 2 2             | 2,28                | 2,13      | 0,56     | 0,00   | 0,00     | 0,45    |
| 3 1             | 1,80                | 0,65      | 0,25     | 0,00   | 0,00     | 0,00    |
| 3 2             | 0,70                | 0,38      | 0,05     | 0,00   | 0,00     | 0,14    |
| <b>F (R)</b>    |                     |           |          |        |          |         |
|                 | 29,34 ***           | 40,91 *** | 10,51 ** | 5,72 * | 19,76 ** | 12,59** |
| <b>F (C)</b>    |                     |           |          |        |          |         |
|                 | 0,19 NS             | 1,03 NS   | 0,02 NS  | 0,24   | 0,59 NS  | 0,05 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                     |           |          |        |          |         |
|                 | 0,17 NS             | 0,61 NS   | 0,02 NS  | 0,22   | 0,59 NS  | 0,00 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 9 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), 37,5 cm da linha de cultura (0-10 cm de profundidade) (TDR) (1998)**

| Factores  | Dias após plantação |         |         |         |         |         |
|-----------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|           | 21                  | 28      | 35      | 42      | 48      | 56      |
| Prof.(R)  |                     |         |         |         |         |         |
| R0        | 10,81               | 9,91    | 7,18 a  | 3,51    | 3,25    | 3,19    |
| RI        | 10,74               | 9,29    | 5,65 b  | 2,29    | 1,80    | 0,59    |
| RII       | 11,00               | 9,01    | 5,13 b  | 1,05    | 1,10    | 0,26    |
| Cult.(C)  |                     |         |         |         |         |         |
| ‘Brigade’ | 10,93               | 9,62    | 6,14    | 2,18    | 1,88    | 0,95    |
| ‘H3044’   | 10,78               | 9,19    | 5,83    | 2,38    | 2,22    | 1,74    |
| R * C     |                     |         |         |         |         |         |
| 1 1       | 11,23               | 10,23   | 7,20    | 3,85    | 2,80    | 2,85    |
| 1 2       | 10,40               | 9,60    | 7,15    | 3,18    | 3,71    | 3,53    |
| 2 1       | 11,18               | 9,45    | 6,15    | 1,38    | 1,42    | 0,00    |
| 2 2       | 10,30               | 9,13    | 5,15    | 3,20    | 2,18    | 1,18    |
| 3 1       | 10,38               | 9,18    | 5,07    | 1,33    | 1,43    | 0,00    |
| 3 2       | 11,63               | 8,85    | 5,18    | 0,78    | 0,78    | 0,53    |
| F (R)     |                     |         |         |         |         |         |
|           | 0,09 NS             | 1,41 NS | 10,47 * | 4,08 NS | 2,00 NS | 2,66 NS |
| F (C)     |                     |         |         |         |         |         |
|           | 0,12 NS             | 2,22 NS | 0,49 NS | 0,07 NS | 0,09 NS | 1,77 NS |
| F(R * C)  |                     |         |         |         |         |         |
|           | 2,63 NS             | 0,12 NS | 0,57 NS | 1,27 NS | 0,20 NS | 0,11 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 10 – Continuação da tabela anterior**

| Factores  | Dias após plantação |         |         |         |         |         |
|-----------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|           | 60                  | 69      | 76      | 84      | 91      | 98      |
| Prof.(R)  |                     |         |         |         |         |         |
| R0        | 2,84 a              | 3,14 a  | 1,95    | 0,83    | 0,06    | 0,91    |
| RI        | 0,78 b              | 0,46 b  | 0,06    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| RII       | 0,53 b              | 0,00 b  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| Cult.(C)  |                     |         |         |         |         |         |
| ‘Brigade’ | 1,33                | 1,15    | 0,53    | 0,28    | 0,17    | 0,07    |
| ‘H3044’   | 1,43                | 1,25    | 0,82    | 0,28    | 0,23    | 0,54    |
| R * C     |                     |         |         |         |         |         |
| 1 1       | 2,65                | 3,08    | 1,53    | 0,83    | 0,50    | 0,20    |
| 1 2       | 3,03                | 3,20    | 2,33    | 0,83    | 0,70    | 0,63    |
| 2 1       | 0,73                | 0,38    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| 2 2       | 0,83                | 0,55    | 0,13    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| 3 1       | 0,60                | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| 3 2       | 0,45                | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| F (R)     |                     |         |         |         |         |         |
|           | 6,61 *              | 10,32 * | 4,15 NS | 3,81 NS | 3,84 NS | 1,35 NS |
| F (C)     |                     |         |         |         |         |         |
|           | 0,04 NS             | 0,11 NS | 0,27 NS | 0,00 NS | 0,04 NS | 0,70 NS |
| F(R * C)  |                     |         |         |         |         |         |
|           | 0,08 NS             | 0,03 NS | 0,16 NS | 0,00 NS | 0,04 NS | 0,70 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLUMICA DO SOLO**

**Tab. 11 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 75 cm da linha de cultura (0-10 cm de profundidade) (TDR) (1998)**

| Factores        | Dias após plantação |         |         |         |         |         |
|-----------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                 | 21                  | 28      | 35      | 42      | 48      | 56      |
| <b>Prof.(R)</b> |                     |         |         |         |         |         |
| R0              | 10,93               | 9,39    | 6,56    | 4,58    | 2,91    | 2,20    |
| RI              | 10,93               | 8,79    | 6,01    | 3,94    | 1,34    | 0,36    |
| RII             | 11,04               | 8,26    | 5,70    | 2,59    | 1,34    | 0,28    |
| <b>Cult.(C)</b> |                     |         |         |         |         |         |
| 'Brigade'       | 11,28               | 9,18    | 5,89    | 3,28    | 1,48    | 0,34    |
| 'H3044'         | 10,64               | 8,45    | 6,29    | 4,13    | 2,24    | 1,55    |
| <b>R * C</b>    |                     |         |         |         |         |         |
| 1 1             | 11,25               | 9,73    | 5,98    | 3,83    | 1,90    | 1,03    |
| 1 2             | 10,60               | 9,05    | 7,15    | 5,35    | 3,93    | 3,38    |
| 2 1             | 11,03               | 9,00    | 5,40    | 3,03    | 0,53    | 0,00    |
| 2 2             | 10,83               | 8,58    | 6,63    | 4,85    | 2,15    | 0,73    |
| 3 1             | 11,58               | 8,80    | 6,30    | 2,98    | 2,03    | 0,00    |
| 3 2             | 10,50               | 7,73    | 5,10    | 2,20    | 0,65    | 0,55    |
| <b>F (R)</b>    |                     |         |         |         |         |         |
|                 | 0,02 NS             | 1,62 NS | 2,46 NS | 4,74 NS | 1,64 NS | 1,85 NS |
| <b>F (C)</b>    |                     |         |         |         |         |         |
|                 | 0,62 NS             | 1,35 NS | 0,49 NS | 0,86 NS | 0,44 NS | 3,74 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                     |         |         |         |         |         |
|                 | 0,09 NS             | 0,09 NS | 1,94 NS | 0,79 NS | 0,89 NS | 0,84 NS |

**Tab. 12 – Continuação da tabela anterior**

| Factores        | Dias após plantação |      |      |      |      |      |
|-----------------|---------------------|------|------|------|------|------|
|                 | 60                  | 69   | 76   | 84   | 91   | 98   |
| <b>Prof.(R)</b> |                     |      |      |      |      |      |
| R0              | 0,53                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| RI              | 0,15                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| RII             | 0,09                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <b>Cult.(C)</b> |                     |      |      |      |      |      |
| 'Brigade'       | 0,12                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 'H3044'         | 0,39                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <b>R * C</b>    |                     |      |      |      |      |      |
| 1 1             | 0,18                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 1 2             | 0,88                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2 1             | 0,00                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2 2             | 0,30                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 3 1             | 0,18                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 3 2             | 0,00                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <b>F (R)</b>    |                     |      |      |      |      |      |
|                 | 0,68 NS             | 0 NS | 0 NS | 0 NS | 0 NS | 0 NS |
| <b>F (C)</b>    |                     |      |      |      |      |      |
|                 | 1,11 NS             | 0 NS | 0 NS | 0 NS | 0 NS | 0 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                     |      |      |      |      |      |
|                 | 0,94 NS             | 0 NS | 0 NS | 0 NS | 0 NS | 0 NS |

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 13 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 20 cm de profundidade (método neutrónico) (1997)**

| Factores         | Dias após a plantação |         |         |          |         |          |
|------------------|-----------------------|---------|---------|----------|---------|----------|
|                  | 20                    | 26      | 36      | 42       | 48      | 56       |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |         |         |          |         |          |
| R0               | 13,41 a               | 14,48   | 13,33   | 16,13 a  | 11,97 a | 15,51 a  |
| RI               | 13,65 a               | 14,75   | 13,92   | 15,96 a  | 12,24 a | 14,99 a  |
| RII              | 10,40 b               | 14,48   | 13,11   | 14,87 b  | 11,02 b | 10,56 b  |
| <b>Cult. (C)</b> |                       |         |         |          |         |          |
| 'Brigade'        | 12,57                 | 14,74   | 13,47   | 15,36    | 11,72   | 13,53    |
| 'H3044'          | 12,40                 | 14,40   | 13,43   | 15,94    | 11,77   | 13,85    |
| <b>R * C</b>     |                       |         |         |          |         |          |
| 1 1              | 14,23                 | 14,72   | 13,35   | 16,13    | 11,95   | 15,19    |
| 1 2              | 12,59                 | 14,25   | 13,31   | 16,12    | 11,98   | 15,83    |
| 2 1              | 13,14                 | 14,73   | 13,85   | 15,84    | 12,20   | 15,27    |
| 2 2              | 14,16                 | 14,77   | 13,98   | 16,08    | 12,28   | 14,70    |
| 3 1              | 10,35                 | 14,76   | 13,21   | 14,11    | 11,00   | 10,12    |
| 3 2              | 10,44                 | 14,19   | 13,01   | 15,63    | 11,05   | 11,01    |
| <b>F(R)</b>      |                       |         |         |          |         |          |
| F(R)             | 7,44 *                | 0,13 NS | 4,15 NS | 12,90 ** | 6,75 *  | 64,84*** |
| <b>F(C)</b>      |                       |         |         |          |         |          |
| F(C)             | 0,06 NS               | 0,67 NS | 0,00 NS | 0,95 NS  | 0,02 NS | 0,26 NS  |
| <b>F(R*C)</b>    |                       |         |         |          |         |          |
| F(R*C)           | 1,26 NS               | 0,22 NS | 0,06 NS | 0,62 NS  | 0,00 NS | 0,52 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 14 – Continuação da tabela anterior**

| Factores         | Dias após a plantação |           |           |           |           |           |           |
|------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 61                    | 69        | 79        | 84        | 91        | 98        | 105       |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |           |           |           |           |           |           |
| R0               | 15,64 a               | 16,60 a   | 13,84 a   | 13,91 a   | 12,08 a   | 11,72 a   | 14,05 a   |
| RI               | 15,20 a               | 16,16 a   | 12,95 a   | 13,61 a   | 11,83 a   | 12,06 a   | 14,02 a   |
| RII              | 10,17 b               | 10,75 b   | 7,98 b    | 10,54 b   | 7,47 b    | 6,91 b    | 7,35 b    |
| <b>Cult. (C)</b> |                       |           |           |           |           |           |           |
| 'Brigade'        | 13,53                 | 14,34     | 10,89     | 12,14     | 9,59      | 9,16      | 10,49     |
| 'H3044'          | 13,81                 | 14,67     | 12,28     | 13,23     | 11,32     | 11,29     | 13,12     |
| <b>R * C</b>     |                       |           |           |           |           |           |           |
| 1 1              | 15,34                 | 16,26     | 13,10     | 13,01     | 10,68     | 9,57      | 11,32     |
| 1 2              | 15,94                 | 16,94     | 14,57     | 14,81     | 13,47     | 13,88     | 16,77     |
| 2 1              | 15,37                 | 16,28     | 11,98     | 13,08     | 11,06     | 11,31     | 13,30     |
| 2 2              | 15,03                 | 16,05     | 13,91     | 14,14     | 12,59     | 12,81     | 14,75     |
| 3 1              | 9,88                  | 10,49     | 7,59      | 10,35     | 7,03      | 6,61      | 6,86      |
| 3 2              | 10,44                 | 11,01     | 8,37      | 10,74     | 7,91      | 7,20      | 7,84      |
| <b>F(R)</b>      |                       |           |           |           |           |           |           |
| F(R)             | 82,25 ***             | 72,19 *** | 20,93 *** | 15,60 *** | 17,41 *** | 13,39 *** | 39,85 *** |
| <b>F(C)</b>      |                       |           |           |           |           |           |           |
| F(C)             | 0,17 NS               | 0,25 NS   | 1,85 NS   | 2,45 NS   | 2,30 NS   | 3,83 NS   | 8,11 NS   |
| <b>F(R*C)</b>    |                       |           |           |           |           |           |           |
| F(R*C)           | 0,21 NS               | 0,19 NS   | 0,11 NS   | 0,35 NS   | 0,24 NS   | 1,06 NS   | 2,36 NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 15 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 40 cm de profundidade (método neutrónico) (1997)**

| Factores         | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |
|------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 20                    | 26      | 36      | 42      | 48      | 56      |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| R0               | 15,21 b               | 16,16   | 15,61   | 15,34   | 13,96   | 16,38   |
| RI               | 16,54 a               | 16,18   | 15,39   | 15,78   | 14,37   | 17,03   |
| RII              | 16,52 a               | 17,25   | 15,92   | 16,08   | 14,08   | 15,22   |
| <b>Cult. (C)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| ‘Brigade’        | 16,04                 | 15,86   | 15,60   | 15,59   | 14,24   | 15,59   |
| ‘H3044’          | 16,14                 | 17,19   | 15,68   | 15,87   | 14,51   | 16,83   |
| <b>R * C</b>     |                       |         |         |         |         |         |
| 1 1              | 15,37                 | 16,00   | 15,77   | 15,54   | 13,97   | 15,72   |
| 1 2              | 15,05                 | 16,31   | 15,46   | 15,14   | 13,94   | 17,04   |
| 2 1              | 16,57                 | 14,99   | 16,22   | 15,75   | 14,29   | 17,03   |
| 2 2              | 16,52                 | 17,37   | 14,57   | 15,80   | 14,45   | 17,03   |
| 3 1              | 16,18                 | 16,60   | 14,81   | 15,49   | 14,46   | 14,03   |
| 3 2              | 16,85                 | 17,89   | 17,02   | 16,67   | 15,14   | 16,42   |
| <b>F (R)</b>     |                       |         |         |         |         |         |
| F (R)            | 5,58 *                | 2,09 NS | 0,36 NS | 1,17 NS | 2,21 NS | 2,76 NS |
| <b>F (C)</b>     |                       |         |         |         |         |         |
| F (C)            | 0,07 NS               | 2,53 NS | 0,02 NS | 0,51 NS | 1,01 NS | 3,09 NS |
| <b>F(R*C)</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| F(R*C)           | 0,60 NS               | 0,52 NS | 2,97 NS | 1,49 NS | 0,64 NS | 0,97 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P < 0,05).

**Tab. 16 – Continuação da tabela anterior**

| Factores         | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |         |
|------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 61                    | 69      | 79      | 84      | 91      | 98      | 105     |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |         |         |         |         |         |         |
| R0               | 16,15                 | 17,41   | 13,70   | 13,90   | 11,07   | 11,45   | 12,53   |
| RI               | 17,11                 | 17,53   | 13,78   | 13,56   | 11,46   | 12,58   | 13,63   |
| RII              | 15,23                 | 16,44   | 13,74   | 12,39   | 12,77   | 12,31   | 13,82   |
| <b>Cult. (C)</b> |                       |         |         |         |         |         |         |
| ‘Brigade’        | 16,34                 | 16,77   | 13,08   | 12,59   | 10,96   | 11,50 b | 12,32   |
| ‘H3044’          | 15,99                 | 17,48   | 14,40   | 13,98   | 12,57   | 12,72 a | 14,33   |
| <b>R * C</b>     |                       |         |         |         |         |         |         |
| 1 1              | 16,75                 | 17,15   | 13,35   | 13,13   | 10,10   | 11,29   | 12,06   |
| 1 2              | 15,55                 | 17,67   | 14,06   | 14,67   | 12,04   | 11,61   | 13,01   |
| 2 1              | 17,05                 | 17,47   | 12,76   | 12,57   | 10,68   | 11,37   | 12,16   |
| 2 2              | 17,19                 | 17,59   | 14,80   | 14,56   | 12,23   | 13,80   | 15,09   |
| 3 1              | 15,24                 | 15,69   | 13,13   | 12,07   | 12,10   | 11,84   | 12,75   |
| 3 2              | 15,23                 | 17,19   | 14,35   | 12,72   | 13,44   | 12,77   | 14,90   |
| <b>F (R)</b>     |                       |         |         |         |         |         |         |
| F (R)            | 2,14 NS               | 1,25 NS | 0,00 NS | 0,81 NS | 1,65 NS | 0,47 NS | 0,62 NS |
| <b>F (C)</b>     |                       |         |         |         |         |         |         |
| F (C)            | 0,14 NS               | 2,54 NS | 3,34 NS | 4,11 NS | 4,07 NS | 4,09 NS | 4,02 NS |
| <b>F(R*C)</b>    |                       |         |         |         |         |         |         |
| F(R*C)           | 0,21 NS               | 0,84 NS | 0,29 NS | 0,32 NS | 0,05 NS | 1,12 NS | 1,89 NS |

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 17– Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 60 cm de profundidade (método neutrónico) (1997)**

| Factores  | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |
|-----------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|           | 20                    | 26      | 36      | 42      | 48      | 56      |
| Prof. (R) |                       |         |         |         |         |         |
| R0        | 9,18                  | 11,52   | 10,55   | 9,84    | 9,32    | 10,53   |
| RI        | 10,85                 | 12,16   | 11,51   | 10,71   | 10,24   | 11,47   |
| RII       | 11,36                 | 12,30   | 11,90   | 11,13   | 10,58   | 11,81   |
| Cult.(C)  |                       |         |         |         |         |         |
| 'Brigade' | 10,62                 | 12,08   | 11,36   | 10,50   | 9,95    | 11,26   |
| 'H3044'   | 10,31                 | 11,91   | 11,28   | 10,62   | 10,14   | 11,28   |
| R * C     |                       |         |         |         |         |         |
| 1 1       | 9,14                  | 11,45   | 10,42   | 9,69    | 9,06    | 10,12   |
| 1 2       | 9,23                  | 11,59   | 10,69   | 10,00   | 9,59    | 10,94   |
| 2 1       | 10,88                 | 12,56   | 11,88   | 10,86   | 10,35   | 11,78   |
| 2 2       | 10,83                 | 11,76   | 11,14   | 10,56   | 10,13   | 11,16   |
| 3 1       | 11,86                 | 12,22   | 11,78   | 10,97   | 10,45   | 11,88   |
| 3 2       | 10,87                 | 12,38   | 12,01   | 11,29   | 10,71   | 11,73   |
| F (R)     |                       |         |         |         |         |         |
| F (R)     | 4,21 NS               | 0,69 NS | 2,42 NS | 1,85 NS | 1,90 NS | 1,60 NS |
| F (C)     |                       |         |         |         |         |         |
| F (C)     | 0,31 NS               | 0,27 NS | 0,12 NS | 0,39 NS | 1,11 NS | 0,00 NS |
| F(R* C)   |                       |         |         |         |         |         |
| F(R* C)   | 0,36 NS               | 0,97 NS | 2,22 NS | 1,32 NS | 1,40 NS | 3,56 NS |

**Tab. 18 – Continuação da tabela anterior**

| Factores  | Dia após a plantação |         |         |         |         |         |         |
|-----------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|           | 61                   | 69      | 79      | 84      | 91      | 98      | 105     |
| Prof. (R) |                      |         |         |         |         |         |         |
| R0        | 10,06                | 10,65   | 8,64    | 8,04    | 7,01    | 7,07    | 6,92    |
| RI        | 11,43                | 11,70   | 9,59    | 9,02    | 7,62    | 7,85    | 7,95    |
| RII       | 11,74                | 11,73   | 9,95    | 8,77    | 8,42    | 8,74    | 9,55    |
| Cult.(C)  |                      |         |         |         |         |         |         |
| 'Brigade' | 11,25                | 11,20   | 9,24    | 8,34    | 7,22    | 7,41    | 7,58    |
| 'H3044'   | 10,91                | 11,52   | 9,55    | 8,85    | 8,14    | 8,36    | 8,69    |
| R * C     |                      |         |         |         |         |         |         |
| 1 1       | 10,31                | 10,27   | 8,22    | 7,51    | 6,46    | 6,57    | 5,91    |
| 1 2       | 9,81                 | 11,02   | 9,07    | 8,58    | 7,56    | 7,58    | 7,42    |
| 2 1       | 11,66                | 11,69   | 9,41    | 8,65    | 7,05    | 7,31    | 7,10    |
| 2 2       | 11,19                | 11,71   | 9,77    | 9,39    | 8,19    | 8,39    | 8,80    |
| 3 1       | 11,76                | 11,64   | 10,09   | 8,95    | 8,16    | 8,37    | 9,24    |
| 3 2       | 11,72                | 11,83   | 9,81    | 8,60    | 8,68    | 9,12    | 9,85    |
| F (R)     |                      |         |         |         |         |         |         |
| F (R)     | 2,84 NS              | 1,19 NS | 1,31 NS | 0,60 NS | 1,69 NS | 2,60 NS | 3,64 NS |
| F (C)     |                      |         |         |         |         |         |         |
| F (C)     | 0,77 NS              | 0,99 NS | 0,70 NS | 1,66 NS | 4,72 NS | 3,88 NS | 3,99 NS |
| F(R* C)   |                      |         |         |         |         |         |         |
| F(R* C)   | 0,16 NS              | 0,45 NS | 0,78 NS | 1,29 NS | 0,22 NS | 0,73 NS | 0,62 NS |



**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLUMICA DO SOLO**

**Tab. 19 – Valores médios de humidade volumica do solo (%), a 80 cm de profundidade (método neutrónico) (1997)**

| Factores         | Dias após a maturação |         |         |         |         |          |         |
|------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
|                  | 20                    | 26      | 36      | 42      | 48      | 56       | 61      |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |         |         |         |         |          |         |
| R0               | 7,42                  | 9,76    | 10,05   | 9,51    | 9,07    | 9,45 b   | 9,66    |
| RI               | 8,62                  | 10,77   | 11,27   | 10,51   | 10,15   | 10,40 ab | 10,68   |
| RII              | 9,89                  | 11,17   | 11,52   | 10,76   | 10,38   | 1,60 a   | 11,42   |
| <b>Cult.(C)</b>  |                       |         |         |         |         |          |         |
| ‘Brigade’        | 8,24                  | 10,64   | 10,94   | 10,21   | 9,81    | 10,30    | 10,45   |
| ‘H3044’          | 9,04                  | 10,49   | 10,96   | 10,32   | 9,93    | 10,67    | 10,72   |
| <b>R * C</b>     |                       |         |         |         |         |          |         |
| 1 1              | 6,97                  | 9,71    | 9,85    | 9,29    | 8,81    | 8,94     | 9,19    |
| 1 2              | 7,87                  | 9,81    | 10,26   | 9,73    | 9,33    | 9,97     | 10,12   |
| 2 1              | 8,38                  | 11,31   | 11,74   | 10,87   | 10,53   | 10,78    | 11,00   |
| 2 2              | 8,86                  | 10,23   | 10,79   | 10,16   | 9,76    | 10,03    | 10,35   |
| 3 1              | 9,38                  | 10,92   | 11,22   | 10,46   | 10,07   | 11,18    | 11,16   |
| 3 2              | 10,40                 | 11,43   | 11,83   | 11,07   | 10,68   | 12,01    | 11,69   |
| <b>F (R)</b>     |                       |         |         |         |         |          |         |
| F (R)            | 2,96 NS               | 2,65 NS | 3,16 NS | 1,98 NS | 2,36 NS | 10,73 *  | 4,92 NS |
| <b>F (C)</b>     |                       |         |         |         |         |          |         |
| F (C)            | 1,58 NS               | 0,11 NS | 0,00 NS | 0,06 NS | 0,08 NS | 0,65 NS  | 0,34 NS |
| <b>F(R* C)</b>   |                       |         |         |         |         |          |         |
| F(R* C)          | 0,07 NS               | 1,06 NS | 1,07 NS | 0,86 NS | 1,03 NS | 1,52 NS  | 1,04 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P < 0,05).

**Tab. 20 – Continuação do tabela anterior**

| Factores         | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |
|------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 69                    | 79      | 84      | 91      | 98      | 105     |
| <b>Prof. (R)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| R0               | 9,72                  | 8,49    | 7,79    | 7,38    | 7,06    | 6,97    |
| RI               | 10,61                 | 9,44    | 8,54    | 7,83    | 7,44    | 7,48    |
| RII              | 11,20                 | 9,49    | 8,47    | 7,27    | 7,19    | 7,31    |
| <b>Cult.(C)</b>  |                       |         |         |         |         |         |
| ‘Brigade’        | 10,32                 | 9,04    | 8,04    | 7,32    | 6,99    | 6,86    |
| ‘H3044’          | 10,69                 | 9,24    | 8,49    | 7,67    | 7,47    | 7,63    |
| <b>R * C</b>     |                       |         |         |         |         |         |
| 1 1              | 9,16                  | 8,21    | 7,29    | 6,94    | 6,63    | 6,48    |
| 1 2              | 10,28                 | 8,77    | 8,29    | 7,83    | 7,50    | 7,45    |
| 2 1              | 10,87                 | 9,65    | 8,61    | 8,07    | 7,65    | 7,35    |
| 2 2              | 10,35                 | 9,23    | 8,47    | 7,59    | 7,24    | 7,60    |
| 3 1              | 10,35                 | 9,27    | 8,22    | 6,94    | 6,72    | 6,76    |
| 3 2              | 11,45                 | 9,72    | 8,71    | 7,61    | 7,67    | 7,85    |
| <b>F (R)</b>     |                       |         |         |         |         |         |
| F (R)            | 2,91 NS               | 1,25 NS | 1,00 NS | 0,55 NS | 0,24 NS | 0,21 NS |
| <b>F (C)</b>     |                       |         |         |         |         |         |
| F (C)            | 0,61 NS               | 0,16 NS | 0,66 NS | 0,46 NS | 0,74 NS | 1,62 NS |
| <b>F(R* C)</b>   |                       |         |         |         |         |         |
| F(R* C)          | 1,04 NS               | 0,40 NS | 0,35 NS | 0,65 NS | 0,65 NS | 0,19 NS |

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 21 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 100 cm de profundidade (método neutrónico) (1997)**

| Factores        | Dias após a plantação |         |          |          |          |         |         |
|-----------------|-----------------------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|
|                 | 20                    | 26      | 36       | 42       | 48       | 56      | 61      |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |          |          |          |         |         |
| R0              | 7,26                  | 8,93 b  | 9,93 b   | 9,46 b   | 9,35 b   | 9,74 b  | 9,14    |
| RI              | 7,86                  | 9,70 ab | 10,76 ab | 10,26 ab | 10,05 ab | 9,89 b  | 9,33    |
| RII             | 8,96                  | 10,72 a | 11,83 a  | 11,26 a  | 10,94 a  | 11,87 a | 10,79   |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |         |          |          |          |         |         |
| 'Brigade'       | 8,35                  | 10,09   | 11,15    | 10,59    | 10,34    | 10,86   | 9,38    |
| 'H3044'         | 7,71                  | 9,48    | 10,53    | 10,06    | 9,87     | 10,14   | 10,13   |
| <b>R * C</b>    |                       |         |          |          |          |         |         |
| 1 1             | 6,44                  | 8,89    | 9,88     | 9,30     | 9,13     | 9,91    | 8,24    |
| 1 2             | 8,08                  | 8,97    | 9,98     | 9,61     | 9,56     | 9,57    | 10,03   |
| 2 1             | 8,13                  | 10,17   | 11,49    | 11,03    | 10,77    | 10,50   | 9,89    |
| 2 2             | 7,60                  | 9,24    | 10,03    | 9,48     | 9,33     | 9,29    | 8,76    |
| 3 1             | 10,48                 | 11,20   | 12,07    | 11,44    | 11,12    | 12,16   | 9,99    |
| 3 2             | 7,44                  | 10,25   | 11,59    | 11,08    | 10,75    | 11,58   | 11,59   |
| <b>F (R)</b>    |                       |         |          |          |          |         |         |
| F (R)           | 1,32 NS               | 6,16 *  | 7,71*    | 7,09 *   | 7,93 *   | 4,75 *  | 3,33 NS |
| <b>F (C)</b>    |                       |         |          |          |          |         |         |
| F (C)           | 0,83 NS               | 1,30 NS | 1,90 NS  | 1,20 NS  | 0,90 NS  | 1,83 NS | 0,72 NS |
| <b>F(R* C)</b>  |                       |         |          |          |          |         |         |
| F(R* C)         | 3,71 NS               | 0,41 NS | 1,03 NS  | 1,27 NS  | 1,23 NS  | 0,24 NS | 1,14 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 22 – Continuação da tabela anterior**

| Factores        | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |
|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                 | 69                    | 79      | 84      | 91      | 98      | 105     |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| R0              | 9,71 b                | 9,04 b  | 8,53    | 7,85    | 7,27    | 7,43    |
| RI              | 10,30 b               | 9,46 ab | 8,63    | 7,94    | 7,47    | 7,38    |
| RII             | 11,72 a               | 10,27 a | 9,20    | 7,89    | 7,27    | 7,14    |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| 'Brigade'       | 10,72                 | 9,59    | 8,80    | 7,93    | 7,33    | 7,19    |
| 'H3044'         | 10,44                 | 9,59    | 8,77    | 7,86    | 7,34    | 7,44    |
| <b>R * C</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| 1 1             | 9,21                  | 8,64    | 8,13    | 7,60    | 7,10    | 7,10    |
| 1 2             | 10,21                 | 9,44    | 8,92    | 8,10    | 7,44    | 7,75    |
| 2 1             | 10,86                 | 9,97    | 9,23    | 8,54    | 8,01    | 7,77    |
| 2 2             | 9,74                  | 8,96    | 8,04    | 7,34    | 6,93    | 6,98    |
| 3 1             | 12,09                 | 10,17   | 9,05    | 7,65    | 6,89    | 6,70    |
| 3 2             | 11,34                 | 10,38   | 9,34    | 8,14    | 7,65    | 7,58    |
| <b>F (R)</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| F (R)           | 16,61 **              | 6,83 *  | 2,62 NS | 0,02 NS | 0,08 NS | 0,25 NS |
| <b>F (C)</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| F (C)           | 0,50 NS               | 0,00 NS | 0,00 NS | 0,02 NS | 0,00 NS | 0,25 NS |
| <b>F(R* C)</b>  |                       |         |         |         |         |         |
| F(R* C)         | 2,48 NS               | 1,71 NS | 1,84 NS | 1,14 NS | 1,45 NS | 1,13 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab.23 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 20 cm de profundidade (método neutrónico) (1998)**

| Factores  | Dias após a plantação |         |           |          |           |          |
|-----------|-----------------------|---------|-----------|----------|-----------|----------|
|           | 18                    | 25      | 32        | 39       | 48        | 53       |
| Prof.(R)  |                       |         |           |          |           |          |
| R0        | 20,32                 | 15,41   | 17,85 a   | 17,68 a  | 16,55 a   | 16,87 a  |
| RI        | 19,58                 | 14,01   | 14,65 b   | 13,03 b  | 12,47 b   | 11,50 b  |
| RII       | 19,50                 | 13,62   | 10,13 c   | 7,41 c   | 6,54 c    | 6,23 c   |
| Cult.(C)  |                       |         |           |          |           |          |
| ‘Brigade’ | 19,54                 | 14,41   | 14,43     | 13,06    | 12,24     | 12,24    |
| ‘H3044’   | 20,06                 | 14,28   | 13,99     | 12,35    | 11,47     | 10,83    |
| R * C     |                       |         |           |          |           |          |
| 1 1       | 20,42                 | 15,72   | 17,99     | 17,88    | 17,15     | 17,84    |
| 1 2       | 20,22                 | 15,10   | 17,70     | 17,48    | 15,95     | 15,90    |
| 2 1       | 19,46                 | 14,36   | 15,66     | 14,14    | 13,51     | 12,84    |
| 2 2       | 19,69                 | 13,65   | 13,64     | 11,92    | 11,45     | 10,16    |
| 3 1       | 18,73                 | 13,15   | 9,63      | 7,16     | 6,08      | 6,03     |
| 3 2       | 20,27                 | 14,09   | 10,63     | 7,65     | 7,00      | 6,43     |
| F (R)     | 3,38 NS               | 6,76 NS | 120,9 *** | 132,3*** | 101,3 *** | 69,67*** |
| F (C)     | 0,95 NS               | 0,03 NS | 0,27 NS   | 0,56 NS  | 0,35 NS   | 1,32 NS  |
| F(R * C)  | 0,96 NS               | 0,54NS  | 1,09 NS   | 0,71 NS  | 0,45NS    | 0,58 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 24 – Continuação da tabela anterior**

| Factores  | Dias após a plantação |          |         |         |         |         |
|-----------|-----------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
|           | 61                    | 67       | 74      | 82      | 88      | 96      |
| Prof.(R)  |                       |          |         |         |         |         |
| R0        | 14,54 a               | 14,30 a  | 12,45   | 7,78    | 6,22    | 7,32    |
| RI        | 10,60 b               | 9,14 b   | 12,65   | 6,63    | 5,57    | 7,07    |
| RII       | 5,87 c                | 6,88 b   | 13,05   | 5,96    | 5,15    | 6,09    |
| Cult.(C)  |                       |          |         |         |         |         |
| ‘Brigade’ | 10,90                 | 10,68    | 12,40   | 6,73    | 5,66    | 6,76    |
| ‘H3044’   | 9,77                  | 9,54     | 13,01   | 6,85    | 5,63    | 6,90    |
| R * C     |                       |          |         |         |         |         |
| 1 1       | 15,94                 | 16,18    | 14,90   | 8,43    | 6,81    | 8,09    |
| 1 2       | 13,14                 | 12,42    | 10,00   | 7,12    | 5,62    | 6,55    |
| 2 1       | 11,41                 | 9,81     | 13,12   | 6,39    | 5,55    | 6,86    |
| 2 2       | 9,79                  | 8,47     | 12,17   | 6,87    | 5,58    | 7,28    |
| 3 1       | 5,36                  | 6,04     | 9,17    | 5,38    | 4,62    | 5,32    |
| 3 2       | 6,37                  | 7,72     | 16,87   | 6,55    | 5,68    | 6,86    |
| F (R)     | 56,18 ***             | 22,92*** | 0,62 NS | 5,47 NS | 5,09 NS | 5,71 NS |
| F (C)     | 0,52 NS               | 0,51 NS  | 0,05 NS | 0,04 NS | 0,003NS | 0,03 NS |
| F(R * C)  | 0,51 NS               | 0,97 NS  | 1,67 NS | 1,51 NS | 1,37 NS | 1,25 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 25 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 40 cm de profundidade (método neutrónico) (1998)**

| Factores  | Dias após a plantação |         |         |          |          |         |
|-----------|-----------------------|---------|---------|----------|----------|---------|
|           | 18                    | 25      | 32      | 39       | 48       | 53      |
| Prof.(R)  |                       |         |         |          |          |         |
| R0        | 17,82                 | 15,41   | 17,73 a | 16,83 a  | 15,72 a  | 15,83 a |
| RI        | 18,05                 | 14,01   | 17,28 a | 15,96 a  | 15,23 a  | 14,84 a |
| RII       | 16,96                 | 13,62   | 15,20 b | 13,01 b  | 12,10 b  | 10,64 b |
| Cult.(C)  |                       |         |         |          |          |         |
| 'Brigade' | 17,34                 | 14,41   | 16,46   | 15,00    | 14,18    | 13,93   |
| 'H3044'   | 17,86                 | 14,28   | 17,02   | 15,54    | 14,52    | 13,62   |
| R * C     |                       |         |         |          |          |         |
| 1 1       | 18,25                 | 15,72   | 18,02   | 17,18    | 16,30    | 16,34   |
| 1 2       | 17,40                 | 15,10   | 17,45   | 16,47    | 15,13    | 15,32   |
| 2 1       | 17,66                 | 14,36   | 16,98   | 15,87    | 15,09    | 15,18   |
| 2 2       | 18,45                 | 13,65   | 17,58   | 16,05    | 15,36    | 14,53   |
| 3 1       | 16,19                 | 13,15   | 14,39   | 11,94    | 11,14    | 10,26   |
| 3 2       | 17,33                 | 14,09   | 16,02   | 14,08    | 13,05    | 11,02   |
| F (R)     | 2,59 NS               | 6,75 NS | 6,99 *  | 13,67 ** | 16,43 ** | 26,81** |
| F (C)     | 1,00 NS               | 0,03 NS | 0,63 NS | 0,77 NS  | 0,13 NS  | 0,14 NS |
| F(R * C)  | 2,05 NS               | 0,54 NS | 0,83 NS | 1,88 NS  | 0,93NS   | 0,43 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 26 – Continuação da tabela anterior**

| Factores  | Dias após a plantação |         |         |         |         |          |
|-----------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
|           | 61                    | 67      | 74      | 82      | 88      | 96       |
| Prof.(R)  |                       |         |         |         |         |          |
| R0        | 13,22 a               | 13,07   | 9,82    | 7,98    | 7,02    | 7,56 b   |
| RI        | 13,29 a               | 12,02   | 8,81    | 8,16    | 7,15    | 9,10 a   |
| RII       | 10,75 b               | 12,05   | 9,22    | 9,30    | 7,71    | 9,69 a   |
| Cult.(C)  |                       |         |         |         |         |          |
| 'Brigade' | 12,41                 | 12,17   | 9,14    | 8,16    | 6,70    | 8,22     |
| 'H3044'   | 12,43                 | 12,55   | 9,42    | 8,79    | 7,58    | 9,34     |
| R * C     |                       |         |         |         |         |          |
| 1 1       | 14,20                 | 13,99   | 10,80   | 8,79    | 7,54    | 8,22     |
| 1 2       | 12,24                 | 12,04   | 8,84    | 7,17    | 6,49    | 6,89     |
| 2 1       | 13,24                 | 11,85   | 8,44    | 7,42    | 6,59    | 7,79     |
| 2 2       | 13,34                 | 12,18   | 9,17    | 8,90    | 7,71    | 10,41    |
| 3 1       | 9,79                  | 10,66   | 8,18    | 8,28    | 6,86    | 8,66     |
| 3 2       | 11,71                 | 13,44   | 10,25   | 10,32   | 8,55    | 10,72    |
| F (R)     | 25,13 ***             | 0,76 NS | 1,20 NS | 3,73 NS | 2,21 NS | 19,35 ** |
| F (C)     | 0,00 NS               | 0,11 NS | 0,14 NS | 1,51 NS | 2,41 NS | 2,74 NS  |
| F(R * C)  | 1,40 NS               | 1,42 NS | 2,43 NS | 4,91,NS | 4,95 NS | 3,36 NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 27 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 60 cm de profundidade (método neutrónico) (1998)**

| Factores        | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |
|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                 | 18                    | 25      | 32      | 39      | 48      | 53      |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| R0              | 11,46                 | 12,57 a | 12,71   | 12,17   | 11,08   | 11,85   |
| RI              | 10,44                 | 11,08 b | 12,27   | 11,39   | 10,61   | 10,95   |
| RII             | 10,51                 | 11,41 b | 12,43   | 11,34   | 10,16   | 10,39   |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| 'Brigade'       | 10,91                 | 11,77   | 12,52   | 11,71   | 10,56   | 11,06   |
| 'H3044'         | 10,70                 | 11,60   | 12,42   | 11,57   | 10,68   | 11,12   |
| <b>R * C</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| 1 1             | 12,22                 | 13,13   | 13,52   | 12,88   | 11,46   | 12,38   |
| 1 2             | 10,70                 | 12,00   | 11,89   | 11,47   | 10,70   | 11,32   |
| 2 1             | 10,41                 | 11,31   | 12,14   | 11,57   | 10,65   | 11,02   |
| 2 2             | 10,46                 | 10,85   | 12,40   | 11,22   | 10,56   | 10,88   |
| 3 1             | 10,09                 | 10,87   | 11,89   | 10,67   | 9,55    | 9,62    |
| 3 2             | 10,92                 | 11,95   | 12,96   | 12,01   | 10,77   | 11,16   |
| <b>F (R)</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| F (R)           | 1,91 NS               | 8,24 *  | 0,28 NS | 1,65 NS | 1,32 NS | 3,56 NS |
| <b>F (C)</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| F (C)           | 0,08 NS               | 0,04 NS | 0,02 NS | 0,05 NS | 0,06 NS | 0,04 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| F(R * C)        | 0,79 NS               | 0,64 NS | 1,29 NS | 1,63 NS | 1,44 NS | 1,71NS  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 28 – Continuação da tabela anterior**

| Factores        | Dias após a plantação |         |         |         |          |         |
|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|----------|---------|
|                 | 61                    | 67      | 74      | 82      | 88       | 96      |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |         |         |          |         |
| R0              | 9,58                  | 9,85    | 7,87    | 10,38   | 5,83     | 6,02 b  |
| RI              | 8,87                  | 9,11    | 6,89    | 10,60   | 4,83     | 5,63 b  |
| RII             | 9,32                  | 10,66   | 8,33    | 10,86   | 6,72     | 8,04 a  |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |         |         |         |          |         |
| 'Brigade'       | 9,23                  | 9,74    | 7,60    | 10,36   | 5,69     | 6,28    |
| 'H3044'         | 9,27                  | 10,00   | 7,79    | 10,87   | 5,90     | 6,84    |
| <b>R * C</b>    |                       |         |         |         |          |         |
| 1 1             | 10,28                 | 10,93   | 8,82    | 10,44   | 6,64     | 6,61    |
| 1 2             | 8,87                  | 8,77    | 6,91    | 10,31   | 5,02     | 5,43    |
| 2 1             | 8,74                  | 8,44    | 6,51    | 10,48   | 4,31     | 4,87    |
| 2 2             | 8,99                  | 9,78    | 7,27    | 10,73   | 5,35     | 6,40    |
| 3 1             | 8,68                  | 9,85    | 7,48    | 10,15   | 6,11     | 7,37    |
| 3 2             | 9,96                  | 11,46   | 9,19    | 11,58   | 7,33     | 8,71    |
| <b>F (R)</b>    |                       |         |         |         |          |         |
| F (R)           | 0,74 NS               | 2,48 NS | 2,04 NS | 0,26 NS | 4,31 NS  | 9,26 *  |
| <b>F (C)</b>    |                       |         |         |         |          |         |
| F (C)           | 0,006 NS              | 0,15 NS | 0,09 NS | 1,00 NS | 0,56 NS  | 1,35 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                       |         |         |         |          |         |
| F(R * C)        | 2,87 NS               | 3,24 NS | 3,29 NS | 0,83 NS | 10,42 NS | 3,28 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 29 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 80 cm de profundidade (método neutrónico) (1998)**

| Factores        | Dias após a plantação |        |         |         |         |         |
|-----------------|-----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                 | 18                    | 25     | 32      | 39      | 48      | 53      |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |        |         |         |         |         |
| R0              | 11,31                 | 12,65  | 12,58   | 11,85   | 11,04   | 11,67   |
| RI              | 9,17                  | 10,59  | 12,50   | 10,54   | 9,58    | 10,34   |
| RII             | 10,27                 | 11,76  | 12,70   | 11,96   | 10,70   | 11,06   |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |        |         |         |         |         |
| 'Brigade'       | 10,26                 | 11,78  | 12,71   | 11,54   | 10,45   | 10,98   |
| 'H3044'         | 10,24                 | 11,56  | 12,50   | 11,36   | 10,44   | 11,07   |
| <b>R * C</b>    |                       |        |         |         |         |         |
| 1 1             | 12,26                 | 13,66  | 13,70   | 12,87   | 12,08   | 12,71   |
| 1 2             | 10,35                 | 11,64  | 11,46   | 10,82   | 10,00   | 10,63   |
| 2 1             | 9,15                  | 10,70  | 12,60   | 10,84   | 9,74    | 10,60   |
| 2 2             | 9,18                  | 10,49  | 12,40   | 10,24   | 9,43    | 10,08   |
| 3 1             | 9,36                  | 10,96  | 11,84   | 10,90   | 9,52    | 9,63    |
| 3 2             | 11,18                 | 12,56  | 13,56   | 13,02   | 11,88   | 12,49   |
| <b>F (R)</b>    |                       |        |         |         |         |         |
| F (R)           | 3,65 NS               | 3,64NS | 0,51 NS | 2,06 NS | 1,95 NS | 1,33 NS |
| <b>F (C)</b>    |                       |        |         |         |         |         |
| F (C)           | 0,00 NS               | 0,06NS | 0,09 NS | 0,08 NS | 0,00 NS | 0,01 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                       |        |         |         |         |         |
| F(R * C)        | 1,39 NS               | 1,58NS | 1,21 NS | 3,83 NS | 3,63 NS | 4,00 NS |

**Tab. 30 – Continuação da tabela anterior**

| Factores        | Dias após a plantação |          |         |         |           |          |
|-----------------|-----------------------|----------|---------|---------|-----------|----------|
|                 | 61                    | 67       | 74      | 82      | 88        | 96       |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |          |         |         |           |          |
| R0              | 9,62                  | 10,65    | 8,79    | 10,07   | 6,66      | 6,65     |
| RI              | 8,38                  | 8,70     | 6,61    | 10,49   | 4,39      | 4,67     |
| RII             | 9,68                  | 10,85    | 9,02    | 10,78   | 7,12      | 7,96     |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |          |         |         |           |          |
| 'Brigade'       | 9,06                  | 10,09    | 8,04    | 10,16   | 6,04      | 6,26     |
| 'H3044'         | 9,39                  | 10,05    | 8,24    | 10,72   | 6,08      | 6,59     |
| <b>R * C</b>    |                       |          |         |         |           |          |
| 1 1             | 10,44 ab              | 12,21 a  | 10,25 a | 10,13   | 7,62 a    | 7,47 b   |
| 1 2             | 8,81 bc               | 9,08 b   | 7,33 b  | 10,00   | 5,71b     | 5,82 c   |
| 2 1             | 8,42 c                | 8,42 b   | 6,15 b  | 10,33   | 4,20 c    | 4,32 e   |
| 2 2             | 8,33 c                | 8,97 b   | 7,07 b  | 10,64   | 4,59 c    | 5,02 d   |
| 3 1             | 8,33 c                | 9,63 ab  | 7,73 b  | 10,02   | 6,30 b    | 6,99 b   |
| 3 2             | 11,02 a               | 12,08 a  | 10,31 a | 11,53   | 7,95 a    | 8,93 a   |
| <b>F (R)</b>    |                       |          |         |         |           |          |
| F (R)           | 1,06 NS               | 2,13 NS  | 2,24 NS | 0,14 NS | 4,36 NS   | 4,48 NS  |
| <b>F (C)</b>    |                       |          |         |         |           |          |
| F (C)           | 0,53 NS               | 0,004 NS | 0,13 NS | 0,76 NS | 0,03 NS   | 2,69 NS  |
| <b>F(R * C)</b> |                       |          |         |         |           |          |
| F(R * C)        | 8,12 *                | 6,30 *   | 8,84 *  | 0,56 NS | 15,99 *** | 26,94 ** |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P < 0,05).

**ANEXO II – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 31 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 100 cm de profundidade (método neutrónico) (1998)**

| Factores        | Dias após a plantação |         |         |         |          |         |
|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|----------|---------|
|                 | 18                    | 25      | 32      | 39      | 48       | 53      |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |         |         |          |         |
| R0              | 10,10                 | 11,82   | 12,14   | 11,26   | 10,65    | 11,46   |
| RI              | 8,86                  | 10,38   | 10,77   | 10,21   | 9,26     | 9,40    |
| RII             | 10,40                 | 12,24   | 13,35   | 12,58   | 11,68    | 12,06   |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |         |         |         |          |         |
| 'Brigade'       | 9,64                  | 11,47   | 12,25   | 11,39   | 10,48    | 11,06   |
| 'H3044'         | 9,94                  | 11,48   | 11,92   | 11,30   | 10,58    | 11,24   |
| <b>R * C</b>    |                       |         |         |         |          |         |
| 1 1             | 10,75                 | 12,39   | 13,09   | 12,23   | 11,44    | 12,43   |
| 1 2             | 9,46                  | 11,25   | 11,18   | 10,28   | 9,85     | 10,50   |
| 2 1             | 9,31                  | 11,42   | 11,74   | 11,12   | 11,18    | 11,13   |
| 2 2             | 8,41                  | 9,35    | 9,81    | 9,30    | 8,35     | 8,75    |
| 3 1             | 8,86                  | 10,65   | 11,92   | 10,83   | 9,81     | 9,64    |
| 3 2             | 11,94                 | 13,84   | 14,78   | 14,33   | 13,54    | 14,48   |
| <b>F (R)</b>    |                       |         |         |         |          |         |
| F (R)           | 1,78 NS               | 3,20 NS | 3,77 NS | 3,85 NS | 3,05 NS  | 2,43 NS |
| <b>F (C)</b>    |                       |         |         |         |          |         |
| F (C)           | 0,13 NS               | 0,00 NS | 0,11 NS | 0,00 NS | 0,008 NS | 0,03 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                       |         |         |         |          |         |
| F(R * C)        | 2,87 NS               | 3,26 NS | 2,66 NS | 2,40 NS | 2,44 NS  | 4,20 NS |

**Tab. 32 – Continuação do quadro anterior**

| Factores        | Dias após a plantação |         |         |         |         |         |
|-----------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                 | 61                    | 67      | 74      | 82      | 88      | 96      |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| R0              | 9,43                  | 10,22   | 8,72    | 10,04   | 7,13    | 7,14    |
| RI              | 8,11                  | 8,42    | 6,56    | 10,90   | 4,80    | 4,86    |
| RII             | 10,20                 | 11,24   | 9,71    | 10,65   | 7,77    | 8,27    |
| <b>Cult.(C)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| 'Brigade'       | 9,15                  | 9,73    | 8,02    | 10,89   | 6,38    | 6,59    |
| 'H3044'         | 9,34                  | 10,20   | 8,63    | 10,17   | 6,75    | 6,93    |
| <b>R * C</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| 1 1             | 10,09                 | 10,86   | 9,53    | 10,72   | 7,71    | 7,83    |
| 1 2             | 8,78                  | 9,59    | 7,89    | 9,35    | 6,55    | 6,45    |
| 2 1             | 9,02                  | 9,08    | 6,93    | 10,42   | 5,29    | 5,30    |
| 2 2             | 7,20                  | 7,75    | 6,18    | 11,38   | 4,31    | 4,42    |
| 3 1             | 8,36                  | 9,24    | 7,59    | 11,54   | 6,13    | 6,62    |
| 3 2             | 12,05                 | 13,25   | 11,83   | 9,76    | 9,41    | 9,92    |
| <b>F (R)</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| F (R)           | 1,63 NS               | 1,97 NS | 2,54 NS | 0,10 NS | 4,60 NS | 3,77 NS |
| <b>F (C)</b>    |                       |         |         |         |         |         |
| F (C)           | 0,06 NS               | 0,26 NS | 0,39 NS | 0,42 NS | 0,13 NS | 0,11 NS |
| <b>F(R * C)</b> |                       |         |         |         |         |         |
| F(R * C)        | 5,11 NS               | 3,76 NS | 3,45 NS | 0,58 NS | 1,97 NS | 2,02 NS |

***ANEXO III - Distribuição percentual de  
frutos***





**ANEXO III – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE FRUTOS**

**Tab. 1 – Valores médios da percentagem em número de frutos vermelhos + alaranjados, verdes e podres nas diferentes fases de desenvolvimento (1997).**

| Factores  | Fases de desenvolvimento |        |        |                          |         |         |                 |         |         |
|-----------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|
|           | 1º fruto vermelho        |        |        | 75% frutos verm. + alar. |         |         | Colheita (1)    |         |         |
|           | Frutos (%)               |        |        |                          |         |         |                 |         |         |
|           | (verm. + alar.)          | verdes | podres | (verm. + alar.)          | verdes  | podres  | (verm. + alar.) | verdes  | podres  |
| Prof. (R) |                          |        |        |                          |         |         |                 |         |         |
| R0        | 1,91                     | 97,61  | 0,48   | 68,76                    | 27,07   | 4,17    | 77,92           | 11,06   | 11,03   |
| RI        | 1,28                     | 98,03  | 0,69   | 75,29                    | 21,60   | 3,12    | 79,85           | 11,51   | 8,63    |
| RII       | 0,92                     | 97,73  | 1,35   | 70,28                    | 26,34   | 3,39    | 84,76           | 9,33    | 5,91    |
| Cult. (C) |                          |        |        |                          |         |         |                 |         |         |
| 'Brigade' | 1,25                     | 98,01  | 0,74   | 76,19 a                  | 20,80 b | 3,01    | 81,57           | 10,10   | 8,33    |
| 'H3044'   | 1,49                     | 97,57  | 0,95   | 71,36 b                  | 24,53 a | 4,11    | 80,11           | 11,18   | 8,71    |
| R*C       |                          |        |        |                          |         |         |                 |         |         |
| 11        | 1,68                     | 98,32  | 0,00   | 77,64                    | 19,60   | 2,77    | 76,62           | 13,49   | 9,89    |
| 12        | 2,14                     | 96,91  | 0,96   | 70,89                    | 23,54   | 5,57    | 79,21           | 8,63    | 10,16   |
| 21        | 1,14                     | 98,10  | 0,76   | 77,70                    | 19,27   | 3,02    | 83,51           | 10,53   | 5,95    |
| 22        | 1,42                     | 97,95  | 0,63   | 72,88                    | 23,91   | 3,21    | 76,19           | 12,50   | 11,31   |
| 31        | 0,93                     | 97,62  | 1,45   | 73,24                    | 23,52   | 3,24    | 84,58           | 8,27    | 9,16    |
| 32        | 0,90                     | 97,84  | 1,26   | 70,31                    | 26,15   | 3,54    | 84,92           | 12,40   | 2,66    |
| F (R)     | 2,26NS                   | 0,14NS | 1,19NS | 0,86 NS                  | 0,61 NS | 0,33 NS | 1,79 NS         | 0,35 NS | 1,08 NS |
| F (C)     | 0,59NS                   | 2,93NS | 0,99NS | 7,90*                    | 8,94 *  | 1,95 NS | 0,19 NS         | 0,13 NS | 0,04 NS |
| F (R*C)   | 0,22NS                   | 3,59NS | 3,08NS | 2,32 NS                  | 1,36 NS | 1,18 NS | 0,79 NS         | 1,17 NS | 3,46 NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05). (1) – Para evitar a sobreposição de tarefas a amostragem realizou-se dois dias antes da colheita para apurar o rendimento final.

**Tab. 2 – Valores médios da percentagem em número de frutos vermelhos + alaranjados, verdes e podres nas diferentes fases de desenvolvimento (1998).**

| Factores  | Fases de desenvolvimento |         |        |                          |        |        |                 |        |                    |
|-----------|--------------------------|---------|--------|--------------------------|--------|--------|-----------------|--------|--------------------|
|           | 1º fruto vermelho        |         |        | 75% frutos verm. + alar. |        |        | Colheita(1)     |        |                    |
|           | Frutos (%)               |         |        |                          |        |        |                 |        |                    |
|           | (verm. + alar.)          | verdes  | podres | (verm. + alar.)          | verdes | podres | (verm. + alar.) | verdes | podres             |
| Prof. (R) |                          |         |        |                          |        |        |                 |        |                    |
| R0        | 1,52                     | 98,25   | 0,22   | 75,22                    | 21,40  | 3,38   | 80,20           | 7,85   | 11,95              |
| RI        | 3,05                     | 96,67   | 0,21   | 71,04                    | 26,01  | 2,95   | 88,94           | 6,58   | 4,48               |
| RII       | 2,11                     | 97,54   | 0,34   | 76,93                    | 20,80  | 2,27   | 78,68           | 15,32  | 6,00               |
| Cult. (C) |                          |         |        |                          |        |        |                 |        |                    |
| 'Brigade' | 1,30b                    | 98,61a  | 0,14   | 72,69                    | 24,26  | 3,05   | 77,34b          | 9,85   | 12,81 <sup>a</sup> |
| 'H3044'   | 3,15a                    | 96,38b  | 0,39   | 75,09                    | 21,22  | 2,69   | 86,27a          | 10,99  | 2,74b              |
| R*C       |                          |         |        |                          |        |        |                 |        |                    |
| 11        | 0,47                     | 99,35   | 0,18   | 70,29                    | 27,36  | 2,34   | 76,76           | 5,64   | 17,60              |
| 12        | 2,57                     | 97,16   | 0,27   | 80,13                    | 15,44  | 4,42   | 83,64           | 10,05  | 6,31               |
| 21        | 2,70                     | 97,43   | 0,00   | 73,77                    | 22,17  | 3,06   | 82,77           | 9,17   | 8,06               |
| 22        | 3,40                     | 95,92   | 0,43   | 67,30                    | 29,85  | 2,85   | 94,09           | 5,00   | 0,91               |
| 31        | 0,72                     | 99,04   | 0,24   | 73,10                    | 23,24  | 3,76   | 74,30           | 13,74  | 12,00              |
| 32        | 3,50                     | 96,05   | 0,45   | 80,83                    | 18,37  | 0,80   | 81,10           | 17,90  | 1,00               |
| F (R)     | 2,88NS                   | 1,96NS  | 0,55NS | 0,33NS                   | 0,21NS | 0,29NS | 3,52NS          | 3,24NS | 2,19NS             |
| F (C)     | 12,29**                  | 22,08** | 1,89NS | 0,31NS                   | 0,18NS | 0,04NS | 5,98*           | 0,64NS | 16,28**            |
| F (R*C)   | 1,33NS                   | 0,82NS  | 0,30NS | 0,81NS                   | 0,66NS | 0,71NS | 0,11NS          | 0,99NS | 0,87NS             |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05). (1) – Para evitar a sobreposição de tarefas a amostragem realizou-se dois dias antes da colheita para apurar o rendimento final.



***ANEXO IV - Valores médios de humidade  
volúmica do solo***



**ANEXO IV – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 1 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 20 cm de profundidade**

| Fact.           | Dias após a plantação |         |          |          |          |
|-----------------|-----------------------|---------|----------|----------|----------|
|                 | 20                    | 27      | 34       | 40       | 48       |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |         |          |          |          |
| DI              | 17,31                 | 15,03   | 12,17b   | 10,18b   | 9,57b    |
| DII             | 17,19                 | 13,40   | 14,19a   | 11,46a   | 11,12a   |
| DIII            | 16,77                 | 13,11   | 14,79a   | 12,13a   | 11,99a   |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |          |          |          |
| R0              | 17,34                 | 13,85   | 17,49a   | 15,61a   | 14,95a   |
| RI              | 16,98                 | 14,59   | 13,59b   | 10,83b   | 10,33b   |
| RII             | 16,94                 | 13,10   | 10,07c   | 7,32c    | 7,41c    |
| <b>DxR</b>      |                       |         |          |          |          |
| 1.1             | 17,30                 | 14,74ab | 14,08    | 13,42    | 10,38bc  |
| 1.2             | 17,30                 | 15,67a  | 13,74    | 10,46    | 9,81bc   |
| 1.3             | 17,34                 | 14,67ab | 8,70     | 6,66     | 8,53bc   |
| 2.1             | 17,52                 | 14,80a  | 18,35    | 15,95    | 16,24a   |
| 2.2             | 16,80                 | 12,57c  | 12,86    | 10,42    | 9,70bc   |
| 2.3             | 17,26                 | 12,85bc | 11,36    | 8,00     | 7,41bc   |
| 3.1             | 17,21                 | 12,00c  | 20,04    | 17,47    | 18,24a   |
| 3.2             | 16,87                 | 15,54a  | 14,19    | 11,62    | 11,47b   |
| 3.3             | 16,21                 | 11,78c  | 10,15    | 7,31     | 6,28c    |
| F(D)            | 0,53NS                | 5,34NS  | 17,06*   | 27,68**  | 27,98**  |
| F(R)            | 0,27NS                | 4,29NS  | 26,89*** | 24,34*** | 22,79*** |
| F(D*R)          | 0,23NS                | 5,89*   | 1,96NS   | 0,50NS   | 3,78*    |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 2 – Continuação da tabela anterior.**

| Fact.           | Dias após a plantação |          |          |        |          |          |
|-----------------|-----------------------|----------|----------|--------|----------|----------|
|                 | 55                    | 62       | 68       | 76     | 82       | 90       |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |          |          |        |          |          |
| DI              | 6,82b                 | 8,35b    | 6,77b    | 12,48  | 11,28    | 4,64c    |
| DII             | 8,78a                 | 9,05b    | 7,34b    | 13,51  | 12,01    | 7,84b    |
| DIII            | 9,48a                 | 10,55a   | 9,76a    | 16,61  | 14,79    | 10,58a   |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |          |          |        |          |          |
| R0              | 11,36a                | 13,19a   | 10,97a   | 15,80  | 15,87a   | 10,28a   |
| RI              | 7,90b                 | 8,53b    | 7,28b    | 15,04  | 12,46b   | 7,12b    |
| RII             | 5,81b                 | 6,23c    | 5,63c    | 11,76  | 9,75c    | 5,67c    |
| <b>DxR</b>      |                       |          |          |        |          |          |
| 1.1             | 7,69                  | 9,55c    | 7,93bc   | 14,92  | 12,78bc  | 4,62d    |
| 1.2             | 7,31                  | 8,41cd   | 7,09cd   | 11,75  | 11,60bcd | 4,36d    |
| 1.3             | 5,45                  | 7,09cd   | 5,31d    | 10,75  | 9,46d    | 4,94d    |
| 2.1             | 12,78                 | 13,37b   | 9,33b    | 13,59  | 13,89bc  | 10,08b   |
| 2.2             | 7,27                  | 7,75cd   | 6,74cd   | 14,79  | 11,14cd  | 7,39c    |
| 2.3             | 6,30                  | 6,02d    | 5,96cd   | 12,15  | 11,00cd  | 6,05cd   |
| 3.1             | 13,62                 | 16,63a   | 15,65a   | 18,88  | 20,94a   | 16,14a   |
| 3.2             | 9,14                  | 9,43c    | 8,01bc   | 18,58  | 14,66b   | 9,59b    |
| 3.3             | 5,70                  | 5,59d    | 5,63d    | 12,38  | 8,79d    | 6,02cd   |
| F(D)            | 10,32*                | 20,30**  | 10,72*   | 5,46NS | 3,51NS   | 28,05**  |
| F(R)            | 21,37***              | 39,53*** | 44,72*** | 1,81NS | 27,15*** | 33,98*** |
| F(D*R)          | 2,67NS                | 5,29*    | 9,89***  | 0,40NS | 6,84**   | 14,19*** |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**ANEXO IV – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 3 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 40 cm de profundidade**

| Fact.           | Dias após a plantação |          |          |        |          |
|-----------------|-----------------------|----------|----------|--------|----------|
|                 | 20                    | 27       | 34       | 40     | 48       |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |          |          |        |          |
| DI              | 16,79                 | 15,25    | 14,64b   | 12,12b | 11,30b   |
| DII             | 17,32                 | 15,18    | 17,48a   | 15,17a | 14,89a   |
| DIII            | 16,42                 | 14,88    | 16,53a   | 14,20a | 14,20a   |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |          |          |        |          |
| R0              | 16,92                 | 15,05ab  | 17,16a   | 14,98a | 14,34a   |
| RI              | 17,28                 | 15,97a   | 16,78a   | 14,29a | 13,85ab  |
| RII             | 16,34                 | 14,29b   | 14,71b   | 12,21b | 12,21b   |
| <b>DxR</b>      |                       |          |          |        |          |
| 1.1             | 17,05                 | 15,04bc  | 15,04d   | 13,12  | 11,30    |
| 1.2             | 16,94                 | 15,94ab  | 16,42c   | 13,13  | 11,77    |
| 1.3             | 16,40                 | 14,78c   | 12,47e   | 10,09  | 10,84    |
| 2.1             | 17,31                 | 15,90ab  | 18,33a   | 16,14  | 15,72    |
| 2.2             | 17,50                 | 15,05bc  | 16,79c   | 14,67  | 14,67    |
| 2.3             | 17,14                 | 14,60c   | 17,31abc | 14,68  | 14,29    |
| 3.1             | 16,41                 | 14,21cd  | 18,11ab  | 15,67  | 15,99    |
| 3.2             | 17,39                 | 16,93a   | 17,13bc  | 15,08  | 15,11    |
| 3.3             | 15,47                 | 13,49d   | 14,35d   | 11,86  | 11,49    |
| F(D)            | 1,33NS                | 0,87NS   | 29,14**  | 16,58* | 63,50*** |
| F(R)            | 1,11NS                | 16,20*** | 35,65*** | 8,11** | 5,23**   |
| F(D*R)          | 0,33NS                | 7,48**   | 11,02*** | 1,15NS | 1,91NS   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

**Tab. 4 – Continuação da tabela anterior.**

| Fact.           | Dias após a plantação |        |         |        |         |          |
|-----------------|-----------------------|--------|---------|--------|---------|----------|
|                 | 55                    | 62     | 68      | 76     | 82      | 90       |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |        |         |        |         |          |
| DI              | 9,07b                 | 10,58  | 7,94b   | 15,38  | 13,14   | 5,90c    |
| DII             | 11,43a                | 12,29  | 9,73b   | 15,71  | 15,30   | 10,98b   |
| DIII            | 11,68a                | 19,03  | 12,57a  | 18,98  | 18,08   | 13,12a   |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |        |         |        |         |          |
| R0              | 12,46a                | 18,23  | 9,27b   | 17,41  | 13,74b  | 9,18b    |
| RI              | 10,93a                | 12,60  | 10,82a  | 16,49  | 17,12a  | 10,65a   |
| RII             | 8,80b                 | 11,07  | 10,15ab | 16,18  | 15,66a  | 10,17ab  |
| <b>DxR</b>      |                       |        |         |        |         |          |
| 1.1             | 9,70                  | 9,75   | 7,26f   | 18,00  | 12,18c  | 5,39c    |
| 1.2             | 9,47                  | 11,13  | 8,88ef  | 12,09  | 13,67c  | 5,84bc   |
| 1.3             | 8,04                  | 10,87  | 7,67f   | 12,98  | 13,57c  | 6,48bc   |
| 2.1             | 13,63                 | 12,06  | 7,60f   | 13,18  | 11,79c  | 8,07b    |
| 2.2             | 10,72                 | 12,99  | 9,75df  | 16,85  | 17,10b  | 12,51a   |
| 2.3             | 9,95                  | 11,83  | 11,83bc | 17,10  | 17,02b  | 12,35a   |
| 3.1             | 14,05                 | 12,89  | 12,94ab | 18,00  | 17,26b  | 14,09a   |
| 3.2             | 12,59                 | 13,69  | 13,82a  | 20,52  | 20,58a  | 13,62a   |
| 3.3             | 8,40                  | 10,51  | 10,93cd | 18,43  | 16,39b  | 11,67a   |
| F(D)            | 16,61*                | 1,59NS | 17,11*  | 1,52NS | 8,09NS  | 28,05**  |
| F(R)            | 11,06**               | 1,24NS | 4,71*   | 0,09NS | 11,21** | 33,98*** |
| F(D*R)          | 1,65NS                | 1,52NS | 7,23**  | 1,17NS | 4,08*   | 14,19*** |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

**ANEXO IV – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 5 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 60 cm de profundidade**

| Fact.           | Dias após a plantação |         |          |          |          |
|-----------------|-----------------------|---------|----------|----------|----------|
|                 | 20                    | 27      | 34       | 40       | 48       |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |         |          |          |          |
| DI              | 16,49                 | 15,10   | 15,39    | 13,68    | 12,91    |
| DII             | 16,77                 | 15,17   | 17,53    | 16,51    | 15,71    |
| DIII            | 15,37                 | 15,73   | 16,10    | 14,51    | 14,34    |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |          |          |          |
| R0              | 16,10                 | 15,20b  | 16,24    | 14,93    | 14,23    |
| RI              | 16,62                 | 16,74a  | 16,61    | 14,93    | 14,54    |
| RII             | 15,90                 | 14,06b  | 16,17    | 14,84    | 14,19    |
| <b>DxR</b>      |                       |         |          |          |          |
| 1.1             | 16,27                 | 14,10   | 14,45b   | 13,30dc  | 11,71c   |
| 1.2             | 16,87                 | 16,52   | 17,13ab  | 15,23bc  | 14,43bc  |
| 1.3             | 16,32                 | 14,69   | 14,58dc  | 12,52c   | 12,59dc  |
| 2.1             | 17,14                 | 16,27   | 17,51ab  | 16,23b   | 15,89ab  |
| 2.2             | 16,83                 | 15,69   | 16,97abc | 15,75b   | 15,31abc |
| 2.3             | 16,33                 | 13,54   | 18,12a   | 17,55a   | 15,93a   |
| 3.1             | 14,89                 | 15,23   | 16,78bc  | 15,26bc  | 15,10abc |
| 3.2             | 16,17                 | 18,02   | 15,72cde | 13,81d   | 13,67cd  |
| 3.3             | 15,06                 | 13,95   | 15,80cd  | 14,45d   | 14,06cd  |
| F(D)            | 1,41NS                | 5,65NS  | 3,36NS   | 3,54NS   | 4,91NS   |
| F(R)            | 0,44NS                | 11,45** | 0,98NS   | 0,05NS   | 0,46NS   |
| F(D*R)          | 6,18NS                | 2,68NS  | 8,16**   | 10,54*** | 5,14*    |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 6 – Continuação da tabela anterior.**

| Fact.           | Dias após a plantação |          |          |        |        |         |
|-----------------|-----------------------|----------|----------|--------|--------|---------|
|                 | 55                    | 62       | 68       | 76     | 82     | 90      |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |          |          |        |        |         |
| DI              | 11,89                 | 11,70b   | 9,60b    | 18,28  | 13,66b | 8,46c   |
| DII             | 14,84                 | 13,63a   | 11,12b   | 14,63  | 14,98b | 11,74b  |
| DIII            | 13,48                 | 13,82a   | 12,98a   | 18,60  | 18,20a | 13,40a  |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |          |          |        |        |         |
| R0              | 13,86                 | 12,65    | 10,71    | 19,66  | 14,35b | 10,19b  |
| RI              | 13,26                 | 13,52    | 11,14    | 15,61  | 15,99a | 11,62a  |
| RII             | 13,09                 | 12,99    | 11,84    | 16,25  | 16,50a | 11,78a  |
| <b>DxR</b>      |                       |          |          |        |        |         |
| 1.1             | 10,90e                | 10,08c   | 9,01f    | 17,00  | 12,29  | 7,67b   |
| 1.2             | 13,19bcd              | 13,75ab  | 10,55def | 13,42  | 14,99  | 9,21b   |
| 1.3             | 11,58dc               | 11,29c   | 9,22f    | 13,37  | 13,69  | 8,50b   |
| 2.1             | 15,64a                | 13,14b   | 10,22ef  | 13,82  | 13,40  | 9,46b   |
| 2.2             | 13,86abc              | 14,07ab  | 10,83cde | 15,02  | 15,46  | 13,01a  |
| 2.3             | 15,02ab               | 13,68ab  | 12,30bc  | 15,06  | 16,10  | 12,73a  |
| 3.1             | 15,05ab               | 14,74a   | 12,90ab  | 17,12  | 17,36  | 13,44a  |
| 3.2             | 12,73cde              | 12,73b   | 12,04bcd | 18,34  | 17,52  | 12,64a  |
| 3.3             | 12,66cde              | 14,00ab  | 14,00a   | 20,31  | 19,72  | 14,11a  |
| F(D)            | 5,02NS                | 16,63**  | 15,24*   | 0,53NS | 8,53*  | 36,13** |
| F(R)            | 1,11NS                | 2,76NS   | 3,74NS   | 0,45NS | 6,56*  | 6,20*   |
| F(D*R)          | 3,01*                 | 10,19*** | 3,52**   | 0,96NS | 1,53NS | 3,68*   |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).



**ANEXO IV – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 7 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 80 cm de profundidade**

| Fact.           | Dias após a plantação |         |          |         |         |
|-----------------|-----------------------|---------|----------|---------|---------|
|                 | 20                    | 27      | 34       | 40      | 48      |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |         |          |         |         |
| DI              | 16,19                 | 15,11   | 16,19    | 14,34   | 13,38   |
| DII             | 15,87                 | 14,91   | 16,55    | 15,65   | 14,88   |
| DIII            | 14,59                 | 15,68   | 15,16    | 14,32   | 13,06   |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |         |          |         |         |
| R0              | 15,18                 | 15,38ab | 15,52    | 14,48   | 13,71ab |
| RI              | 15,97                 | 16,45a  | 15,66    | 14,53   | 14,30a  |
| RII             | 15,50                 | 13,86b  | 16,72    | 15,29   | 13,30b  |
| <b>DxR</b>      |                       |         |          |         |         |
| 1.1             | 15,90                 | 14,49   | 14,98cd  | 13,18c  | 12,49b  |
| 1.2             | 16,53                 | 15,73   | 17,23ab  | 15,70ab | 15,03a  |
| 1.3             | 16,14                 | 15,11   | 16,37abc | 14,13bc | 12,63b  |
| 2.1             | 15,54                 | 16,76   | 15,53bcd | 14,98b  | 14,38a  |
| 2.2             | 16,03                 | 14,99   | 15,86bc  | 14,72bc | 14,99a  |
| 2.3             | 16,04                 | 12,98   | 18,25a   | 17,24a  | 15,27a  |
| 3.1             | 14,10                 | 14,90   | 16,04bc  | 15,27b  | 14,26a  |
| 3.2             | 15,35                 | 18,62   | 13,89d   | 13,18c  | 12,90b  |
| 3.3             | 14,31                 | 13,50   | 15,54bcd | 14,51bc | 12,01b  |
| F(D)            | 1,50NS                | 6,08NS  | 0,93NS   | 1,15NS  | 2,62NS  |
| F(R)            | 0,38NS                | 5,78*   | 3,36NS   | 2,13NS  | 5,16*   |
| F(D*R)          | 0,06NS                | 3,36NS  | 4,50*    | 6,89**  | 9,38**  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

**Tab. 8 – Continuação da tabela anterior.**

| Fact.           | Dias após a plantação |          |         |        |        |        |
|-----------------|-----------------------|----------|---------|--------|--------|--------|
|                 | 55                    | 62       | 68      | 76     | 82     | 90     |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |          |         |        |        |        |
| DI              | 12,51                 | 11,13b   | 9,88b   | 20,20  | 13,15b | 8,52   |
| DII             | 15,06                 | 13,27a   | 11,25b  | 14,37  | 14,99b | 9,96   |
| DIII            | 13,95                 | 13,57a   | 12,98a  | 18,27  | 17,95a | 16,49  |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |          |         |        |        |        |
| R0              | 13,93                 | 12,42    | 11,44   | 15,63  | 15,37  | 10,02  |
| RI              | 13,85                 | 13,08    | 11,33   | 15,34  | 15,47  | 10,43  |
| RII             | 13,76                 | 12,47    | 11,33   | 15,19  | 15,25  | 11,16  |
| <b>DxR</b>      |                       |          |         |        |        |        |
| 1.1             | 11,59e                | 10,13d   | 9,54dc  | 15,00  | 12,79  | 8,10   |
| 1.2             | 14,57bcd              | 13,78ab  | 11,42c  | 13,73  | 15,28  | 9,54   |
| 1.3             | 11,40e                | 9,48d    | 8,68e   | 11,85  | 11,39  | 7,91   |
| 2.1             | 14,61bc               | 12,80bc  | 10,88cd | 13,57  | 14,28  | 9,15   |
| 2.2             | 14,11bcd              | 13,16abc | 11,00cd | 14,64  | 14,69  | 10,17  |
| 2.3             | 16,47a                | 13,85ab  | 11,87bc | 14,89  | 16,01  | 10,57  |
| 3.1             | 15,59ab               | 14,33a   | 13,91a  | 18,32  | 19,04  | 12,81  |
| 3.2             | 12,86dc               | 12,31c   | 11,59c  | 17,66  | 16,43  | 11,59  |
| 3.3             | 13,40cd               | 14,07ab  | 13,43ab | 18,84  | 18,37  | 15,00  |
| F(D)            | 6,57NS                | 11,41*   | 17,63*  | 0,45NS | 16,21* | 3,23NS |
| F(R)            | 0,07NS                | 2,04NS   | 0,04NS  | 0,85NS | 0,04NS | 1,39NS |
| F(D*R)          | 10,76***              | 15,99*** | 6,66**  | 1,00NS | 4,49NS | 1,44NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

**ANEXO IV – VALORES MÉDIOS DE HUMIDADE VOLÚMICA DO SOLO**

**Tab. 9 – Valores médios de humidade volúmica do solo (%), a 100 cm de profundidade**

| Fact.           | Dias após a plantação |          |        |         |        |
|-----------------|-----------------------|----------|--------|---------|--------|
|                 | 20                    | 27       | 34     | 40      | 48     |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |          |        |         |        |
| DI              | 15,32                 | 14,80    | 16,36  | 15,04   | 14,02  |
| DII             | 14,68                 | 15,46    | 15,96  | 15,47   | 14,96  |
| DIII            | 13,85                 | 15,21    | 14,95  | 13,80   | 13,51  |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |          |        |         |        |
| R0              | 14,32                 | 15,51ab  | 15,07  | 14,00   | 15,86  |
| RI              | 15,17                 | 15,99a   | 15,82  | 15,11   | 14,44  |
| RII             | 14,36                 | 13,97b   | 16,38  | 15,20   | 14,20  |
| <b>DxR</b>      |                       |          |        |         |        |
| 1.1             | 15,15                 | 14,07b   | 14,73  | 13,06b  | 12,94b |
| 1.2             | 16,00                 | 15,26abc | 18,11  | 17,73a  | 16,14a |
| 1.3             | 14,80                 | 15,08abc | 16,23  | 14,33b  | 12,98b |
| 2.1             | 14,08                 | 18,12a   | 15,02  | 14,78ab | 14,19b |
| 2.2             | 14,59                 | 14,86bc  | 14,95  | 14,18b  | 14,26b |
| 2.3             | 15,36                 | 13,41c   | 17,92  | 17,44a  | 16,45a |
| 3.1             | 13,73                 | 14,35c   | 15,45  | 14,16b  | 14,45b |
| 3.2             | 14,91                 | 17,85ab  | 14,40  | 13,42b  | 12,93b |
| 3.3             | 12,92                 | 13,41c   | 15,00  | 13,82b  | 13,16b |
| F(D)            | 3,28NS                | 0,52NS   | 5,31NS | 4,14NS  | 6,40NS |
| F(R)            | 0,68NS                | 5,20*    | 1,84NS | 1,38NS  | 0,48NS |
| F(D*R)          | 0,54NS                | 0,45**   | 3,29NS | 3,93*   | 5,08*  |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).

**Tab. 10 – Continuação da tabela anterior.**

| Fact.           | Dias após a plantação |          |         |        |        |        |
|-----------------|-----------------------|----------|---------|--------|--------|--------|
|                 | 55                    | 62       | 68      | 76     | 82     | 90     |
| <b>Dot.(D)</b>  |                       |          |         |        |        |        |
| DI              | 13,89                 | 11,94b   | 10,49b  | 14,96  | 14,51  | 8,96b  |
| DII             | 15,33                 | 13,41a   | 11,44ab | 15,29  | 15,43  | 9,97b  |
| DIII            | 13,74                 | 12,97a   | 12,64a  | 17,94  | 17,20  | 11,75a |
| <b>Prof.(R)</b> |                       |          |         |        |        |        |
| R0              | 14,00                 | 12,61    | 11,91   | 16,00  | 16,62  | 10,14  |
| RI              | 14,95                 | 13,49    | 12,00   | 16,56  | 16,25  | 10,79  |
| RII             | 14,01                 | 12,22    | 10,65   | 14,50  | 14,28  | 9,75   |
| <b>DxR</b>      |                       |          |         |        |        |        |
| 1.1             | 12,14d                | 10,99dc  | 10,18dc | 14,00  | 14,26  | 8,21   |
| 1.2             | 17,23a                | 15,37a   | 12,88c  | 15,92  | 17,91  | 11,18  |
| 1.3             | 12,29d                | 9,48c    | 8,41e   | 11,57  | 11,36  | 7,50   |
| 2.1             | 14,82bc               | 13,06bc  | 11,96cd | 15,47  | 16,66  | 10,59  |
| 2.2             | 14,35cd               | 12,75bc  | 10,74cd | 15,70  | 14,02  | 9,13   |
| 2.3             | 16,84ab               | 14,42ab  | 11,61bc | 14,71  | 15,62  | 10,19  |
| 3.1             | 15,05abc              | 13,78abc | 13,59a  | 18,53  | 18,94  | 11,62  |
| 3.2             | 13,27cd               | 12,35cd  | 12,39c  | 18,05  | 16,81  | 12,08  |
| 3.3             | 12,90cd               | 12,77bc  | 11,94ab | 17,23  | 15,86  | 11,55  |
| F(D)            | 4,54NS                | 15,46**  | 8,29*   | 0,57NS | 2,55NS | 7,07*  |
| F(R)            | 1,61NS                | 4,90NS   | 3,19NS  | 1,11NS | 2,48NS | 1,23NS |
| F(D*R)          | 9,62**                | 15,19*** | 4,16*   | 0,97NS | 2,69NS | 2,64NS |

Em cada coluna as médias seguidas por letras diferentes diferem significativamente (P< 0,05).



## ***ANEXO V - Fotografia***





Aspecto geral dos três tratamentos na altura da colheita. (R0 –tubo instalado no ano de ensaio, RI e RII – tubo instalado no ano anterior, submetido em dois anos consecutivos à cultura do tomate)

f. U. E.  
BIBLIOTECA  
OFERTA

DE Autor  
5/06/02