

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**ESTUDOS SOBRE A INFLUÊNCIA DA REGA
LOCALIZADA NO RENDIMENTO FÍSICO E NA
QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA EM TOMATE
PARA INDÚSTRIA**

António Manuel Calado



54 341

ÉVORA

1991

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**ESTUDOS SOBRE A INFLUÊNCIA DA REGA
LOCALIZADA NO RENDIMENTO FÍSICO E NA
QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA EM TOMATE
PARA INDÚSTRIA**



António Manuel Calado

54 341

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

ÉVORA
1991

I - INTRODUÇÃO

1 - IMPORTANCIA DO TEMA	9
2 - INSERÇÃO NOS PROGRAMAS E PROJECTOS DO DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA	13

II - ENSAIOS REALIZADOS EM PORTUGAL DE 1988 A 1990

1 - CARACTERIZAÇÃO. MÉTODOS E SISTEMAS DE REGA	17
1.1 - As condições climáticas durante os ensaios	18
1.2 - Solo	21
1.3 - Método e sistema de rega utilizados	23
1.4 - Ensaios realizados	29
2 - ENSAIOS SOBRE A INFLUÊNCIA DE DIVERSOS POTENCIAIS DE AGUA NO SOLO SOBRE O RENDIMENTO FÍSICO E QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA	31
2.1 - Objectivos	31
2.2 - Material e métodos	31
2.2.1 - Duração. Material vegetal	31
2.2.2 - Delineamento experimental, tratamentos e amostragem	34
2.2.3 - Instalação e condução do ensaio	35
2.2.4 - Controlo da rega	41
2.2.5 - Observações efectuadas	43
2.2.5.1 - Elementos climáticos. Cálculo da evapotranspiração de referência - ETo	43
2.2.5.2 - No solo	46
2.2.5.2.1 - Observação das condições hídricas do solo ao longo do ensaio	46
2.2.5.2.2 - Controlo diário da água aplicada pela rega e perda por percolação. Determinação da evapotranspiração real - ETR	50
2.2.5.3 - No sistema radical	52
2.2.5.3.1 - Distribuição do sistema radical	52
2.2.5.4 - Na parte aérea da planta	55
2.2.5.4.1 - Fases de desenvolvimento - ciclo cultural	55

2.2.5.4.2 - Peso da matéria verde e seca do canopeu; área foliar e índice de área foliar (I.A.F.)	58
2.2.5.4.3 - Potencial de água na planta (Φ_L)	59
2.2.5.4.4 - A floração e a frutificação	60
2.2.5.4.5 - Rendimento físico	61
2.2.5.4.6 - Características tecnológicas da matéria-prima	62
2.3 - Resultados e discussão	67
2.3.1 - Resultados de 1989	67
2.3.1.1 - Elementos edafo-climáticos observados ao longo do ensaio.....	67
2.3.1.1.1 - Água aplicada e água perdida por percolação	67
2.3.1.1.2 - Caracterização hídrica do solo ao longo do ciclo cultural	70
2.3.1.1.3 - Evapotranspiração real (ETR) e suas relações com a evapotranspiração de referência (ET _o) e com a evaporação	75
2.3.1.1.4 - Perda por percolação dos principais macronutrientes	78
2.3.1.2 - Comportamento do sistema radical	80
2.3.1.3 - Elementos relativos à parte aérea das plantas	86
2.3.1.3.1 - Fases de desenvolvimento - ciclo cultural	86
2.3.1.3.2 - Evolução da matéria verde e seca do canopeu	87
2.3.1.3.3 - Evolução do índice de área foliar (I.A.F.)	91
2.3.1.3.4 - Evolução do potencial de água na planta (Φ_L)	95
2.3.1.3.5 - Floração e frutificação	97
2.3.1.3.6 - Rendimento físico por classe de frutos	100
2.3.1.3.7 - Características tecnológicas da matéria-prima	104
2.3.1.3.8 - Relações entre o consumo de água e a produção	107
2.3.2 - Resultados de 1990	120
2.3.2.1 - Elementos edafo-climáticos observados ao longo do ensaio	120
2.3.2.1.1 - Água aplicada e água perdida por percolação	120
2.3.2.1.2 - Caracterização hídrica do solo ao longo do ciclo cultural	122
2.3.2.1.3 - Evapotranspiração real (ETR) e suas relações com a evapotranspiração de referência (ET _o) e com a evaporação na tina	128
2.3.2.1.4 - Perda por percolação dos principais macronutrientes	130

2.3.2.2 - Comportamento do sistema radical	133
2.3.2.3 - Elementos relativos à parte aérea das plantas	137
2.3.2.3.1 - Fases de desenvolvimento - ciclo cultural	137
2.3.2.3.2 - Evolução da matéria verde e seca da canopeu	138
2.3.2.3.3 - Evolução do índice de área foliar (I.A.F.)	142
2.3.2.3.4 - Evolução do potencial de água na planta (Ψ_L)	146
2.3.2.3.5 - Floração e frutificação	146
2.3.2.3.6 - Rendimento físico por classe de frutos	148
2.3.2.3.7 - Características tecnológicas da matéria-prima	154
2.3.2.3.8 - Relações entre o consumo de água e a produção	157
2.4 - CONCLUSÕES DE 1989 E 1990	164
3 - ENSAIOS COMPLEMENTARES SOBRES A INFLUÊNCIA CONJUGADA DE POTENCIAIS DE AGUA NO SOLO, DENSIDADES DE POPULAÇÕES E CULTIVARES NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA	
3.1 - Potenciais de água no solo e densidades de populações	171
3.1.1 - Objectivos	171
3.1.2 - Material e métodos	172
3.1.2.1 - Delineamento experimental, tratamentos e técnicas de amostragem	172
3.1.2.3 - Instalação e condução do ensaio	174
3.1.2.3 - Observações efectuadas	174
3.1.3 - Resultados e discussão	174
3.1.3.1 - Fases de desenvolvimento - ciclo cultural	174
3.1.3.2 - Rendimento físico por classe de frutos	176
3.1.4 - Conclusões	183
3.2 - Potenciais de água no solo e cultivares	184
3.2.1 - Objectivos	184
3.2.2 - Material e métodos	185
3.2.2.1 - Delineamento experimental, tratamentos e técnicas de amostragem.....	185
3.2.2.2 - Instalação e condução do ensaio	186

3.2.2.3 - Observações efectuadas	186
3.2.3 - Apresentação e discussão de resultados	187
3.2.3.1 - Fases de desenvolvimento. Ciclo cultural	187
3.2.3.2 - Rendimento físico por classes de frutos	187
3.2.3.3 - Características tecnológicas	196
3.2.4 - Conclusões	196
4 - RESPOSTA DA CULTURA DE TOMATE, EM DIFERENTES PERÍODOS DE DESENVOLVIMENTO, A REGIMES DE ELEVADOS POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO	199
4.1 - Objectivos	199
4.2. - Material e métodos	200
4.2.1 - Delineamento experimental, tratamentos e técnicas de amostragem	200
4.2.2 - Instalação e condução do ensaio	202
4.2.3 - Controlo da rega	203
4.2.4 - Observações efectuadas	204
4.2.4.1 - Controlo diário da água aplicada	204
4.2.4.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio	204
4.2.4.3 - Na parte aérea da planta	206
4.2.4.3.1 - Períodos de desenvolvimento. Ciclo cultural	206
4.2.4.3.2 - Potencial da água na planta (Ψ_L)	206
4.2.4.3.3 - Rendimento físico por classe de frutos	206
4.2.4.3.4 - Características tecnológicas da matéria-prima	206
4.3 - Apresentação e discussão de resultados	207
4.3.1 - Resultados de 1988	207
4.3.1.1 - Água aplicada à cultura	207
4.3.1.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio	208
4.3.1.3 - Elementos relativos à parte aérea	212
4.3.1.3.1 - Rendimento físico por classes de fruto	212
4.3.1.3.2 - Características tecnológicas da matéria-prima	219
4.3.2 - Resultados de 1989	221

4.3.2.1 - Água aplicada pela rega	221
4.3.2.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio	223
4.3.2.3 - Elementos relativos à parte aérea	226
4.3.2.3.1 - Evolução do potencial de água na planta (Ψ_L)	226
4.3.2.3.2 - Rendimento físico por classes de fruto	227
4.3.2.2.3 - Características tecnológicas da matéria-prima	234
4.3.3 - Resultados de 1990	238
4.3.3.1 - Água aplicada pela rega	238
4.3.3.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio	239
4.3.3.3 - Elementos relativos à parte aérea	242
4.3.3.3.1 - Evolução do potencial de água na planta (Ψ_L)	242
4.3.3.3.2 - Rendimento físico por classes de frutos	243
4.3.3.3.3 - Características tecnológicas da matéria-prima	249
4.3.4 - Conclusões dos anos de 1988, 1989 e 1990	254

III - ENSAIO REALIZADO NA CALIFÓRNIA (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA) - 1989

1 - Objectivos	261
2 - Material e métodos	261
2.1 - Localização dos ensaios	261
2.2 - Delineamento experimental geral	261
2.3 - Instalação e condução geral do ensaio	262
2.4 - Observações efectuadas	264
2.4.1 - Evaporação na tina classe A e controlo da rega	264
2.4.2 - Potencial de água no solo (Ψ_S)	266
2.4.3 - Temperatura do ar e da folha	267
2.4.4 - Variação do diâmetro do caule	268
2.4.5 - Potencial de água na folha, resistência estomática e transpiração.....	268
2.4.6 - Matéria verde e seca do canopeu	268
2.4.7 - Rendimento físico e qualidade da matéria-prima	269

2.5 - Resultados e discussão	269
2.5.1 - Evolução da evaporação da tina classe A e controlo da rega	269
2.5.2 - Evolução dos potenciais de água no solo	273
2.5.3 - Efeito da deficiência hídrica nos índices de "stress" hídrico da cultura (CWSI)	278
2.5.4 - Correlação entre a variação do diâmetro do caule e o potencial de água na planta	284
2.5.5 - Variação diurna do potencial de água na planta, transpiração e resistência estomática	288
2.5.6 - Matéria verde e seca do do canopeu	291
2.5.7 - Rendimento físico e qualidade da matéria-prima	291
IV - CONCLUSÕES GERAIS	295
RESUMO	309
SUMMARY	315
BIBLIOGRAFIA	321
NOTA FINAL	343
ANEXOS	345

I - INTRODUÇÃO

1 - IMPORTÂNCIA DO TEMA

Ao analisar-se a produção de tomate para indústria verifica-se que há uma certa identificação entre o clima mediterrânico C_s (Koppen) e a localização das principais zonas produtoras: cerca de 60% da produção encontra-se numa situação climática que não representa mais de 5% da superfície agrícola terrestre (PORTAS, 1971; PORTAS e PALHAVÁ, 1984). Dentro destes climas mediterrânicos, é na variante de Verão mais quente - a - que o tomate predomina. São de clima C_{sa} os grandes vales de depressão central da Califórnia - rios Sacramento e parte do S. Joaquim - o centro e sul de Portugal (PORTAS *et al.*, 1986), o centro e sul de Itália, as costas africanas e médio-oriental do Mediterrâneo, a Macedónia e as orlas norte e ocidental da Turquia.

Refira-se que não são zonas produtoras importantes as de clima C_{sb} que têm um Verão mais fresco. (PORTAS, 1971; PORTAS, s/d).

A precipitação anual é normalmente moderada (TREWARTHA, 1943; VIERS, 1974; CALADO, 1987 a), pois o que mais caracteriza os climas C_{sa} ¹ não é a quantidade de água mas sim a sua distribuição ao longo do ano. Existe uma precipitação elevada durante os meses mais frios (Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março), sendo o período de Verão quase seco (CALADO, 1987 a). Em Portugal a região mais importante na produção de tomate para indústria (PORTAS *et al.*, 1986; CALADO, 1987 a) com o

1 - Recorde-se que, segundo KOPPEN (1930) os climas C_s subdividem-se em: variante "a" - Temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e a variante "b" - Temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C.

seu clima C_{sa} apresenta quatro meses pouco chuvosos (Junho, Julho, Agosto e Setembro) com elevadas temperaturas e insolações e baixa humidade relativa, apropriadas para culturas hortícolas de estação quente muito sensíveis às geadas como é o caso do tomate (LORENZ e MAYNARD, 1980); formam o quadri-mestre de regadio (PORTAS, 1970) pois a água é factor limitante para as culturas e a sua ausência o parâmetro mais característico.

Como se disse anteriormente a maior parte da produção mundial de tomate para indústria é obtida em climas com precipitação relativamente reduzida na estação própria para a cultura, que não ultrapassa os 250 mm e muitas vezes não atinge os 100 mm (PORTAS s/d). Segundo DOORENBOS e KASSAM (1979) esta queda pluviométrica é claramente insuficiente (são necessários para a cultura do tomate implantado pelo sistema da transplantação cerca de 400 a 600 mm). Assim, como consequência, mais de dois terços do tomate para indústria produzidos no mundo são cultivados em sistema de regadio (PORTAS e PALHAVÁ, 1984).

A reduzida precipitação é uma vantagem, por aquela ser quase sempre um factor negativo na qualidade; raros são os produtos hortícolas em que esta não é afectada pelas chuvas, principalmente durante a fase de maturação. A água do solo vai ser fornecida e controlada pelo homem, pois a economia das explorações permite o sistema de regadio na cultura do tomate, em termos de rentabilidade (METI, 1979).

Por tudo o que se disse anteriormente escolheram-se para tema deste trabalho, por um lado a rega por se pensar que será uma prática cultural importante na definição do

rendimento e qualidade da matéria-prima das culturas hortícolas (PRASHAR *et al.*, 1976), e por outro o tomate de indústria por ser no nosso País a horto-industrial mais relevante. Portugal é o quarto exportador mundial de derivados de tomate (PORTAS *et al.*, 1986); só a exportação de concentrado de tomate representou anualmente nos últimos três anos mais de 11 milhões de contos (INGA, 1991).

Assim pela importância da cultura de tomate e da rega nos perímetros regados a Sul do Tejo procuram-se estudar algumas relações entre a quantidade de água aplicada e o rendimento físico e a qualidade da matéria-prima, tendo-se estabelecido para este trabalho os seguintes objectivos:

a) Contribuição para o aumento do rendimento físico da cultura em solos de textura grosseira do Vale do Sorraia (cerca de 4000 hectares - CALADO, 1987 a; GAMA, 1987) utilizando um sistema de rega eficiente em termos de uso de água a gota-a-gota em regime de elevada frequência de rega.

b) Estudo da relação entre água aplicada e rendimento físico de algumas cultivares de tomate com aceitação pelos agricultores.

c) Estudo da relação entre a água aplicada e a qualidade da matéria-prima, dado que as características tecnológicas dos frutos são cada vez mais importantes (*i.e.*, "brix", sólidos totais, fibra, viscosidade, cor e bolores).

Convém realçar que na campanha de 1991 a indústria portuguesa já começaria a pagar a matéria-prima de acordo com a

qualidade. A classificação tem vindo a ser feita não só atendendo aos aspectos exteriores do fruto (*i.e.* rachados, descolorados, queimados, etc.) mas também tendo em conta os teores de extracto seco dos mesmos (norma de classificação proveniente da C.E.E.).

d) Estudo da percolação de nutrientes, tendo em atenção a eutroficação da toalha freática.

e) Automatização da operação cultural rega, de acordo com as necessidades hídricas da cultura ao longo do ciclo cultural.

O estudo deste método em horticultura ao ar livre permitirá aumentar a área regada e a eficiência do uso da água em zonas em que este elemento possa ser um factor escasso ou caro e em solos com fraca retenção para a água, ou que apresentem impossibilidade técnica de nivelamento (BUCKS *et al.*, 1983; CALADO, 1987 a).

Dado que a mão-de-obra é cada vez mais cara e menos disponível no meio rural, a experimentação dum método de rega que permite a automatização permitirá no futuro grande poupança neste factor de produção.

Dum modo geral poderá dizer-se que à medida que aumentarem os custos dos factores água e mão-de-obra e os custos de adaptação da parcela ao regadio, mais o sistema de rega gota-a-gota se apresenta como um substituto real dos métodos de regas convencionais nas culturas implantadas em linhas.

2 - INSERÇÃO NOS PROGRAMAS E PROJECTOS DO DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA

O tema abordado nesta tese vem na sequência de trabalhos de investigação desenvolvidos no âmbito de vários projectos de investigação, liderados nos últimos anos a nível Nacional pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora.

Projecto de investigação da mecanização da cultura de tomate para indústria - METI

Este projecto foi estabelecido nos princípios dos anos 70 sob a liderança do Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora, com fundos provenientes principalmente da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica - JNICT, e também de algumas fábricas de derivados de tomate. Este projecto também teve a participação da empresa H.J. Heinz em Portugal, a qual mantinha na altura em actividade o único programa de melhoramento de tomate para indústria no país.

Vários trabalhos técnicos e científicos foram publicados periodicamente no boletim "Divulgando" (24 números até 1991). Em parte como consequência deste trabalho, o "Primeiro Simpósio Internacional sobre o Tomate de Indústria", organizado com o apoio da Sociedade Internacional de Horticultura - ISHS, foi realizado na Universidade de Évora em 1979.

O projecto METI visava o estudo da cultura mecanizada do tomate para indústria e as áreas estudadas foram fundamentalmente as seguintes: Definição das melhores áreas de produção; Avaliação agronómica e tecnológica de novas cultivares; Estudos sobre a sementeira directa, novas práticas culturais, herbicidas; Rega; Desenvolvimento de novo equi-

pamento (semeadores, sachadores, colhedoras mecânicas, etc.) (PORTAS *et al.*, 1986).

De 1982 a 1984, o âmbito nacional do projecto alargou-se com o desenvolvimento de trabalhos conjuntos com a Universidade Politécnica de Madrid. Estabeleceu-se então uma linha integrada denominada "Estudo da Cultura Mecanizada do Tomate para Indústria na Península Ibérica - METIBER". A ideia inicial desta acção conjunta proveio de duas considerações simples: Contiguidade geográfica dos seus produtores de tomate para indústria em Portugal e em Espanha; Complementaridade das linhas de investigação prosseguidas quanto a esta cultura na Universidade Politécnica de Madrid e na Universidade de Évora. Na primeira faziam-se a análise mecânica de frutos e a determinação da eficiência das alfaias agrícolas utilizadas na moderna tecnologia do tomate; na segunda a ênfase era para os aspectos biológicos mas também se contribuiu para a manufactura de protótipos de semeadores e duma colhedora mecânica.

As actividades deste projecto resumem-se actualmente à avaliação de novas cultivares de tomate para indústria provenientes de diversos centros mundiais de melhoramento. As instituições que continuam a suportar estes trabalhos de experimentação e divulgação são a Universidade de Évora, o Instituto Nacional de Investigação Científica, o Instituto Nacional de Investigação Agrária e algumas empresas de derivados de tomate.

Projecto "Estudo de Novas Tecnologias de Rega em Horticultura ao Ar Livre"

Os trabalhos de investigação deste projecto desenvolveram-se durante o período de 1988 a 1990. As suas actividades foram financiadas fundamentalmente pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, com a contribuição também valiosa da Universidade de Évora e do Instituto Nacional de Investigação Agrária (Departamento de Regadio). Este projecto teve como grande objectivo o estudo de novas tecnologias de rega em horticultura ao ar livre, visando sempre o aumento da produtividade e a melhoria das qualidades tecnológicas da matéria-prima. Este objectivo global foi dividido nos seguintes objectivos parcelares:

a) A resposta da cultura em diferentes períodos de desenvolvimento a elevados potenciais de água no solo.

b) Estudo sobre automatização do sistema de rega gota-a-gota superficial em regime de elevada frequência de rega: avaliação do rendimento e qualidade da matéria-prima, mobilidade de elementos fertilizantes no solo e outros parâmetros ligados à relação solo-planta-atmosfera.

Estes estudos realizaram-se quer em Portugal quer nos Estados Unidos da América do Norte. Assim, durante 1989 realizou-se um projecto de investigação comum no "Water Management Research Laboratory - ARS" de Fresno, Califórnia.

c) Calendarização da rega em condições mediterrânicas.

Chama-se a atenção para o facto dos resultados que constituem esta tese terem saído quase exclusivamente das actividades de investigação desenvolvidas no âmbito deste projecto.

II - ENSAIOS REALIZADOS EM PORTUGAL DE 1988 A 1990

1 - CARACTERIZAÇÃO. MÉTODOS E SISTEMAS DE REGA

Os ensaios decorreram na Estação Experimental António Teixeira do Departamento de Regadio do INIA em Coruche, em 1988, 1989 e 1990. Esta estação, localizada a $38^{\circ} 57' N$, $8^{\circ} 32' W$ e 30 m de altitude, situa-se em posição relativamente central no Perímetro de Rega do Sorraia que, conjuntamente com as Lezírias do Tejo, formam a zona mais importante para a produção de tomate para indústria em Portugal (PORTAS *et al.*, 1986).

A localização da parcela onde decorreu a execução dos ensaios está representada na Figura 1.

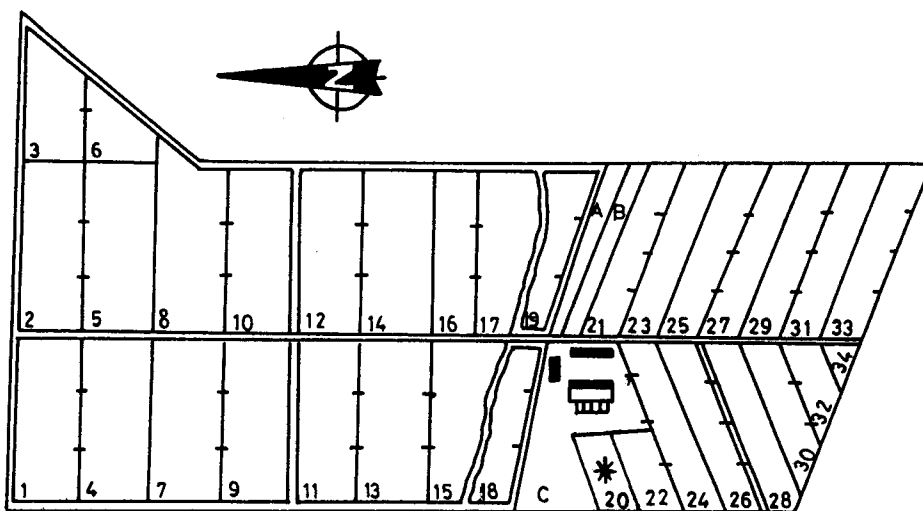


Fig. 1 - Planta da Estação Experimental António Teixeira, Coruche, com indicação do talhão 20 (*), utilizado durante os três anos para a execução da experimentação.

1.1 - As condições climáticas durante os ensaios

A Estação Experimental António Teixeira dispõe de uma estação meteorológica bem equipada desde 1980², com obtenção de dados regulares dos principais elementos climáticos a partir de 1982 (GAMA, 1987). Dada a proximidade geográfica da estação meteorológica de Salvaterra de Magos, optou-se por apresentar uma comparação entre os valores anuais da estação meteorológica de Coruche e os valores normais de Salvaterra de Magos.

Os valores da precipitação apresentam-se na Figura 2. Como se pode verificar, o ano de 1988 foi o mais chuvoso, tendo-se registado até ao mês de Julho valores bastante elevados. O segundo ano de ensaios mais chuvoso foi 1989 embora a precipitação tenha ocorrido durante os meses de Abril e Maio (princípio do ciclo cultural).

Relativamente à humidade relativa do ar (Figura 3), verifica-se que dum modo geral os valores de 1988 foram superiores aos valores normais (1941-1970) e que os de 1989 e 1990 foram inferiores.

Em relação às temperaturas do ar (Figura 4), verificou-se que os anos de 1989 e 1990 apresentaram valores superiores, principalmente durante os meses de Julho e Agosto, aos valores normais para o período de 1941 a 1970. O valor médio das temperaturas médias de Abril a Setembro foi de 19,1; 20,1; 21,5 e 19,1 respectivamente para 1988, 1989, 1990 e para o período de 1941-1970.

2 - Existem alguns registos anteriores (desde 1920 para a precipitação e desde 1969 para a temperatura e humidade), porém em local diferente.

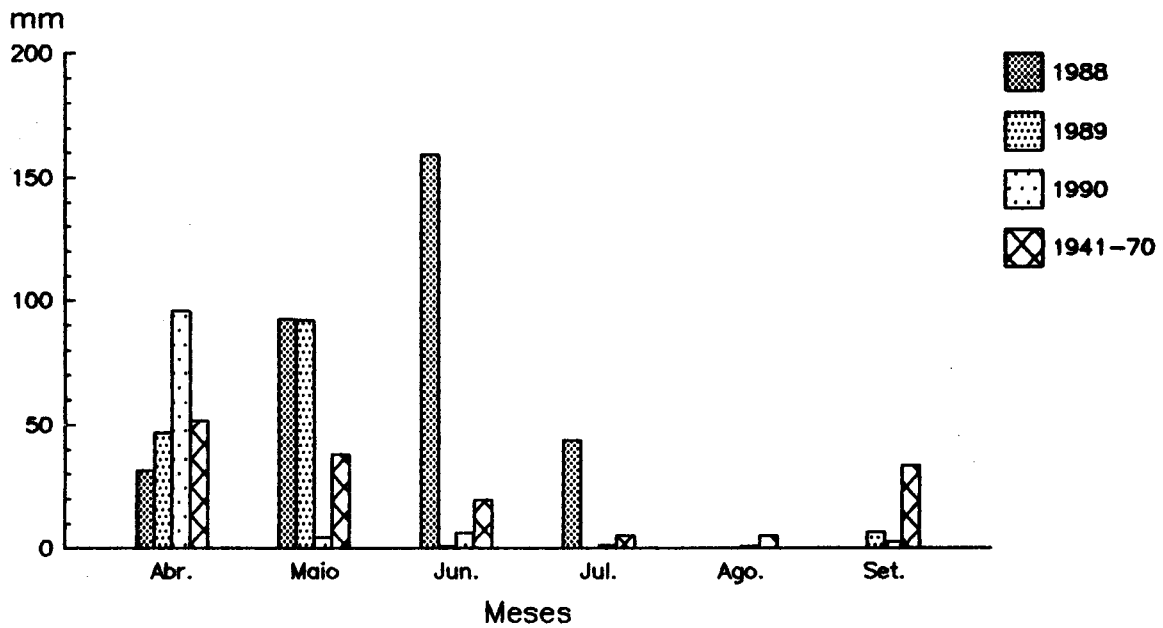


Fig. 2 - Precipitação nos anos de 1988, 1989 e 1990 em relação aos valores Normais de Salvaterra de Magos (1941 a 1970).

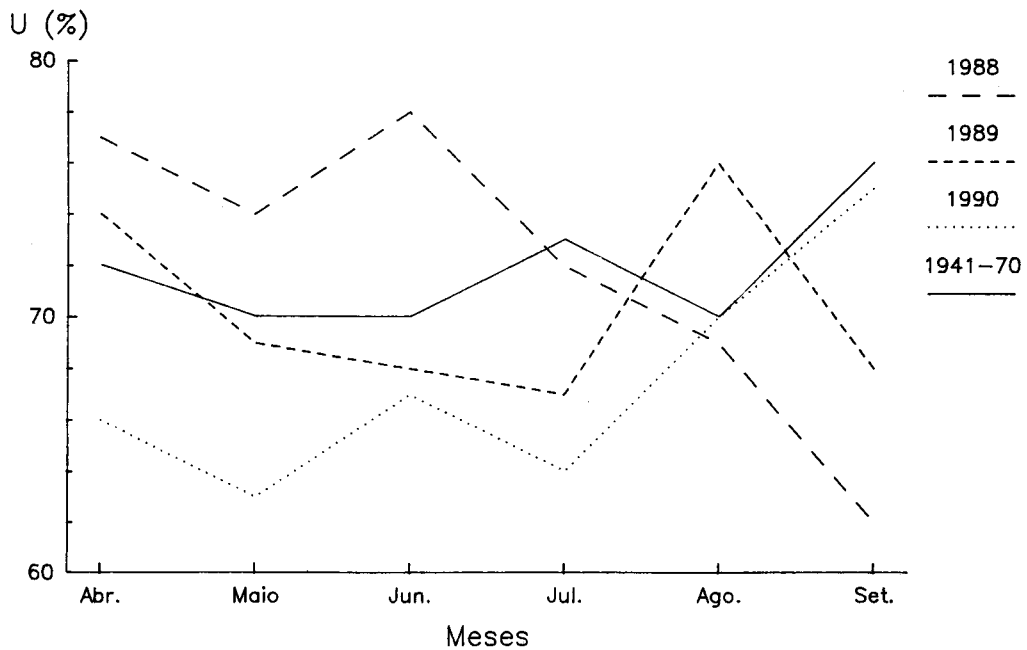


Fig. 3 - Humidade relativa (09 horas) nos anos de 1988, 1989 e 1990 em relação aos valores Normais de Salvaterra de Magos (1941 a 1970).

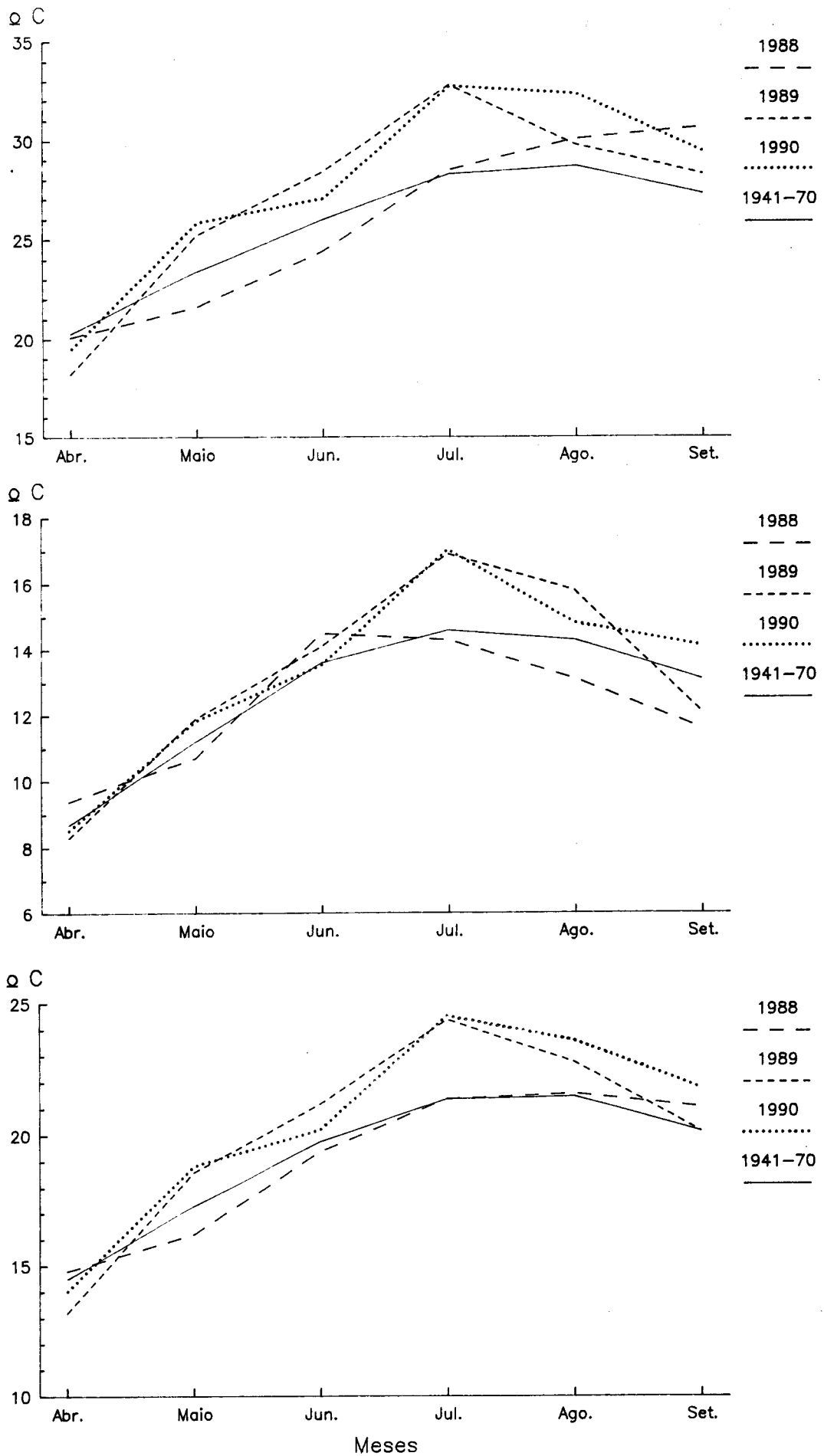


Fig. 4 - Temperaturas mensais do ar: Comparação entre a temperatura média das máximas - T_M (a), a temperatura média das mínimas - T_m (b) e a temperatura média das médias - T (c) da estação meteorológica de Coruche e os valores Normais de Salvaterra de Magos (1941 a 1970).

1.2 - Solo

Para caracterização física e química do talhão onde decorreu a experimentação, abriu-se um perfil de solo (ver Anexo 1).

Os ensaios realizaram-se em solos *Rg*, fase agropédica (*Rg(a)*) que pertencem à ordem dos *Solos Incipientes*, subordem dos *Regossolos*, grupo dos *Regossolos Psamíticos*, subgrupo dos *Regossolos Psamíticos Normais*, não húmidos da fase agropédica e à família *Rg*.

No Vale do Sorraia estes solos encontram-se por vezes associados, em cotas um pouco mais elevadas, a Solos Litólicos não Húmicos, Pouco Insaturados, Normais, de arenitos grosseiros da família *Vt*.

Dado serem solos desde há muito tempo intensamente utilizados agricolamente, verifica-se uma grande uniformidade no desenvolvimento do perfil, no qual a toalha freática se encontrou sempre a uma profundidade superior a 1 metro. Nota-se inclusivamente a existência de uma ténue formação de linha de pedras sub-roladas ou roladas a sugerir uma sobreposição de materiais terrosos movimentados.

Segundo a Carta de Solos de Portugal de 1/50000 do CNROA, na zona em estudo encontram-se cartografados solos *Vt* e *Vt + Rg* e ainda mais raramente *Vt + Rgc*.

Os materiais originários dos solos em análise estão incluídos na Carta Geológica de Portugal (1/50000), como depósitos de Terraços de 8-15 m pertencentes ao *Plistocénico*.

As curvas características da tensão de humidade no solo para a profundidade de 20 cm (ponto médio do horizonte de 0 a

40 cm de profundidade) e para a profundidade de 60 cm (ponto médio do horizonte de 41 a 74 cm de profundidade) são apresentados nas Figuras 5 e 6, respectivamente. As curvas foram determinadas utilizando a equação de VAN GENUCHTEN (VAN GENUCHTEN, 1980):

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (a |h|^n) \right]^m}$$

onde:

θ = Humidade volumétrica

θ_s = Humidade volumétrica em solo saturado

θ_r = Humidade volumétrica residual

a, n, m = Constantes numéricas

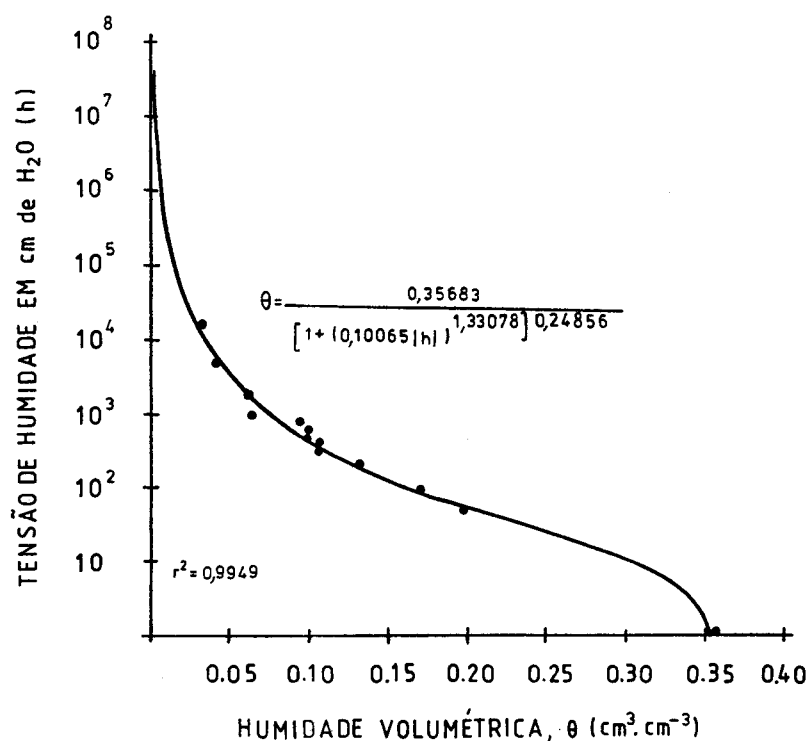


Fig. 5 - Curva de tensão de humidade para a profundidade de 20 cm.

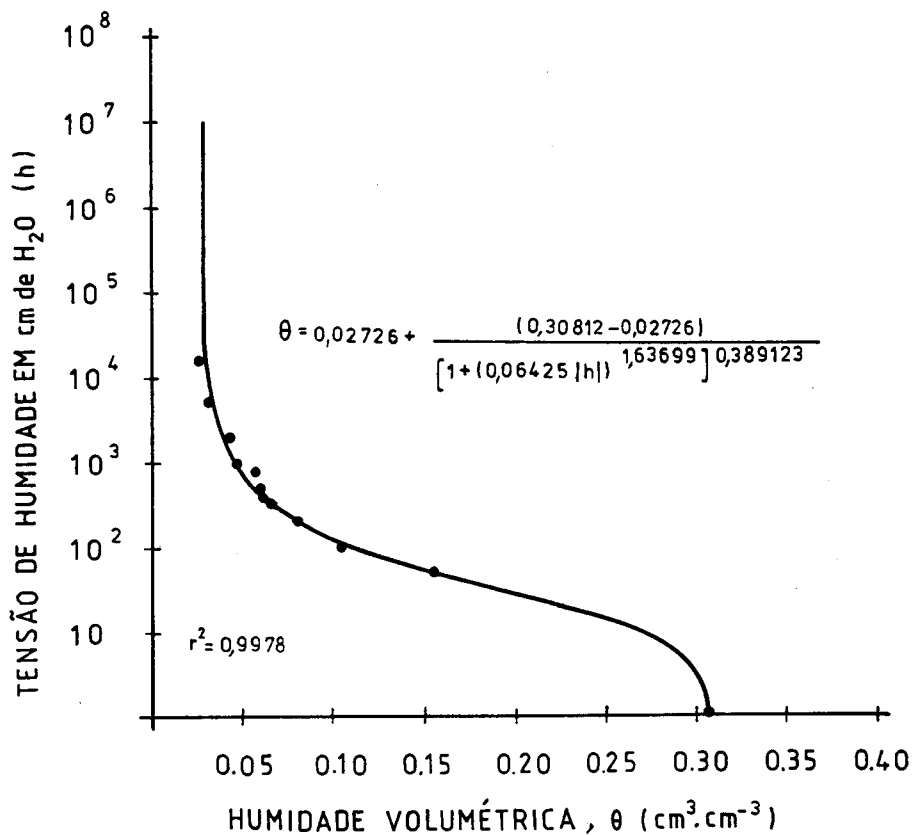


Fig. 6 - Curva de tensão de humidade para a profundidade de 60 cm.

As figuras anteriores confirmam o baixo poder de retenção para água, o que implica uma elevada frequência de rega para se obterem altas produções.

1.3 - Método e sistema de rega utilizados

Neste ponto pretende-se descrever o sistema de rega utilizado nas experiências realizadas neste trabalho mas também discutir e uniformizar a terminologia ligada a este método de rega.

O método de rega normalmente denominado por gota-a-gota corresponde à designação anglo-saxónica "drip irrigation" ou "Trickle irrigation". O significado de "drip" e "Trickle" é

igual (FURSTENAU, 1980), ambos significam gota, gotejar, pingar. ELVFING (1982) afirma mesmo que são dois termos sinónimos. Autores como HILLEL (1982) e NAKAYAMA e BUCKS (1986) utilizam mais o termo "Trickle" para definir o método de rega denominado por "gota-a-gota" embora quando fazem a descrição dos sistemas de rega superficial e sub-superficial referem que aqueles são mais conhecidos por "drip irrigation", o que se poderia traduzir por rega gota-a-gota propriamente dito.

O método de rega "gota-a-gota" ("Trickle irrigation"), segundo NAKAYAMA e BUCKS (1986), consiste na lenta aplicação de água sobre, sob ou por cima do solo. O que caracteriza o método são os seguintes elementos: (1) A água é aplicada em baixos caudais; (2) A água é aplicada durante longos períodos de tempo; (3) A água é aplicada em intervalos frequentes; (4) A água é aplicada perto ou na zona radical; e (5) A água é aplicada por um sistema de baixa pressão. Segundo os mesmos autores, existem vários sistemas dentro deste método, sendo a água aplicada no solo por gotas, por pulverização ou por pequenos caudais.

Pelo que se disse anteriormente, parece-nos que a designação de "Rega localizada de elevada frequência" é mais adequada que a de "Rega gota-a-gota" para definir este conjunto de modernos sistemas de rega. Aquele termo tem a vantagem de evitar algumas ambiguidades e ao mesmo tempo indicar as características fundamentais do método: localização e alta frequência (SERRALHEIRO, 1981; PIZARRO, 1987).

Na Tabela 1 apresenta-se uma tentativa de classificação de alguns sistemas do método de rega localizada de elevada frequência.

Tabela 1 - Alguns sistemas de rega localizada de elevada frequência.

Designação do sistema	Instalação	Caudais		Observações
		(1)	(2)	
gota-a-gota (superficial e sub-superficial)	Fixa	< 16 l/h/m	< 12 l/h/m	-
microaspersão	Fixa	16-150 l/h/m		Emissor com movimento giratório
Pulverização ("Spray")			< 175 l/h	Emissor sem movimento giratório
Difusão	Fixa	16-150 l/h/m		
por borbulhamento ("bubler")	Fixa	-	< 225 l/h	-
Pequenos caudais				Duração da rega:
Intermitente ("Pulse")	Fixa	-	4 a 10 vezes	5, 10 e 15 minutos
Rega localizada móvel ("Mechanical-move")	Móvel	-	-	Pode utilizar o sist. "bubler" ou o de difusão

(1) PIZARRO, 1987; (2) NAKAYAMA e BUCKS (1986)

O sistema de rega utilizado na experimentação (Figuras 7 e 8) era constituído sumariamente pelos seguintes componentes:

- a) Uma electrobomba com a potência de 20 cv
- b) Um mecanismo de bóia para desligar automaticamente a electrobomba quando o nível da água do poço era inferior ao do chupador.



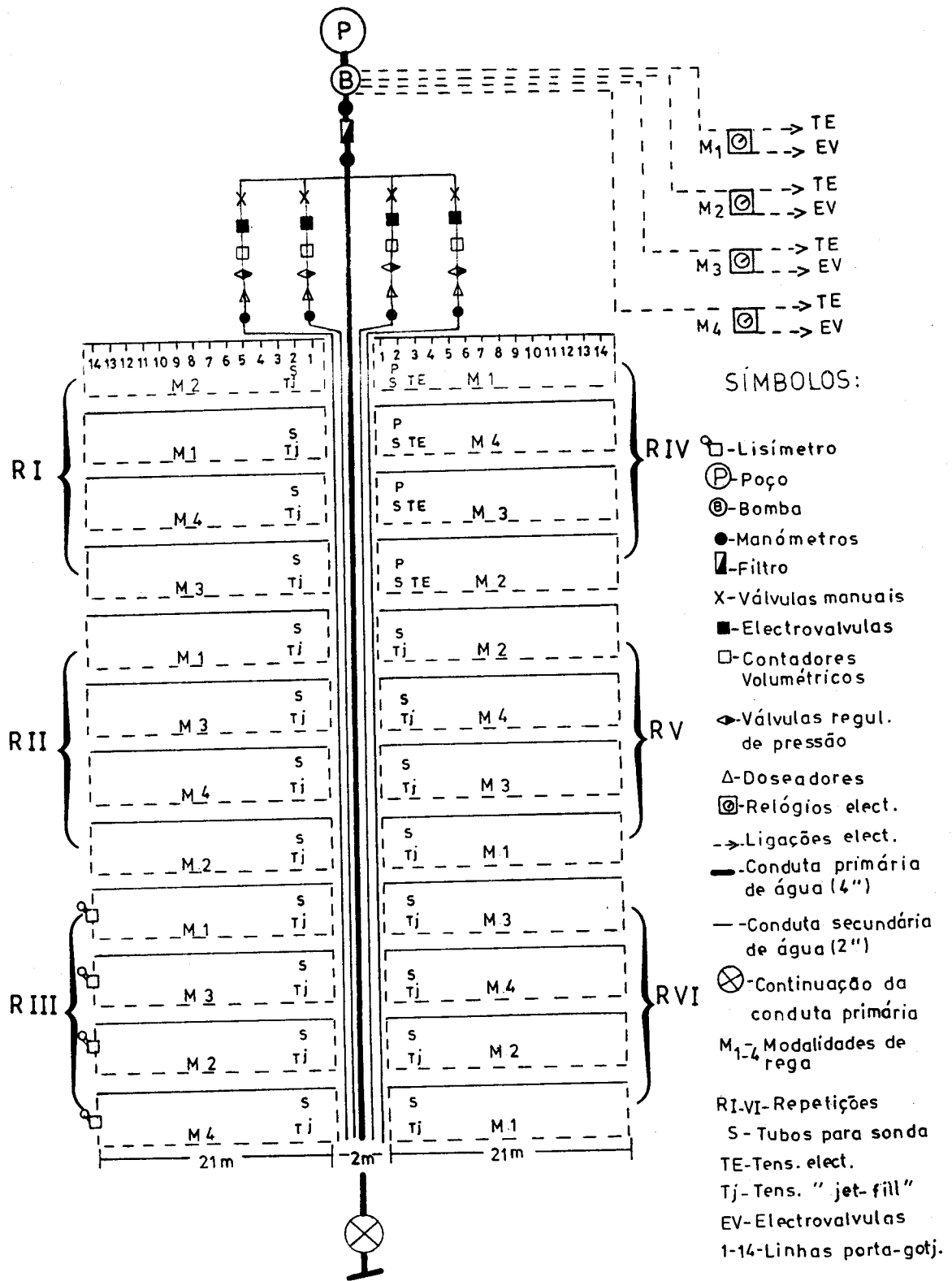


Fig. 7 - Esquema do sistema de rega, utilizado no ensaio "A influência de diversos potenciais de água no solo sobre o rendimento físico e qualidade da "matéria-prima" (linhas de 1 a 8) e nos ensaios complementares (linhas de 9 a 14).

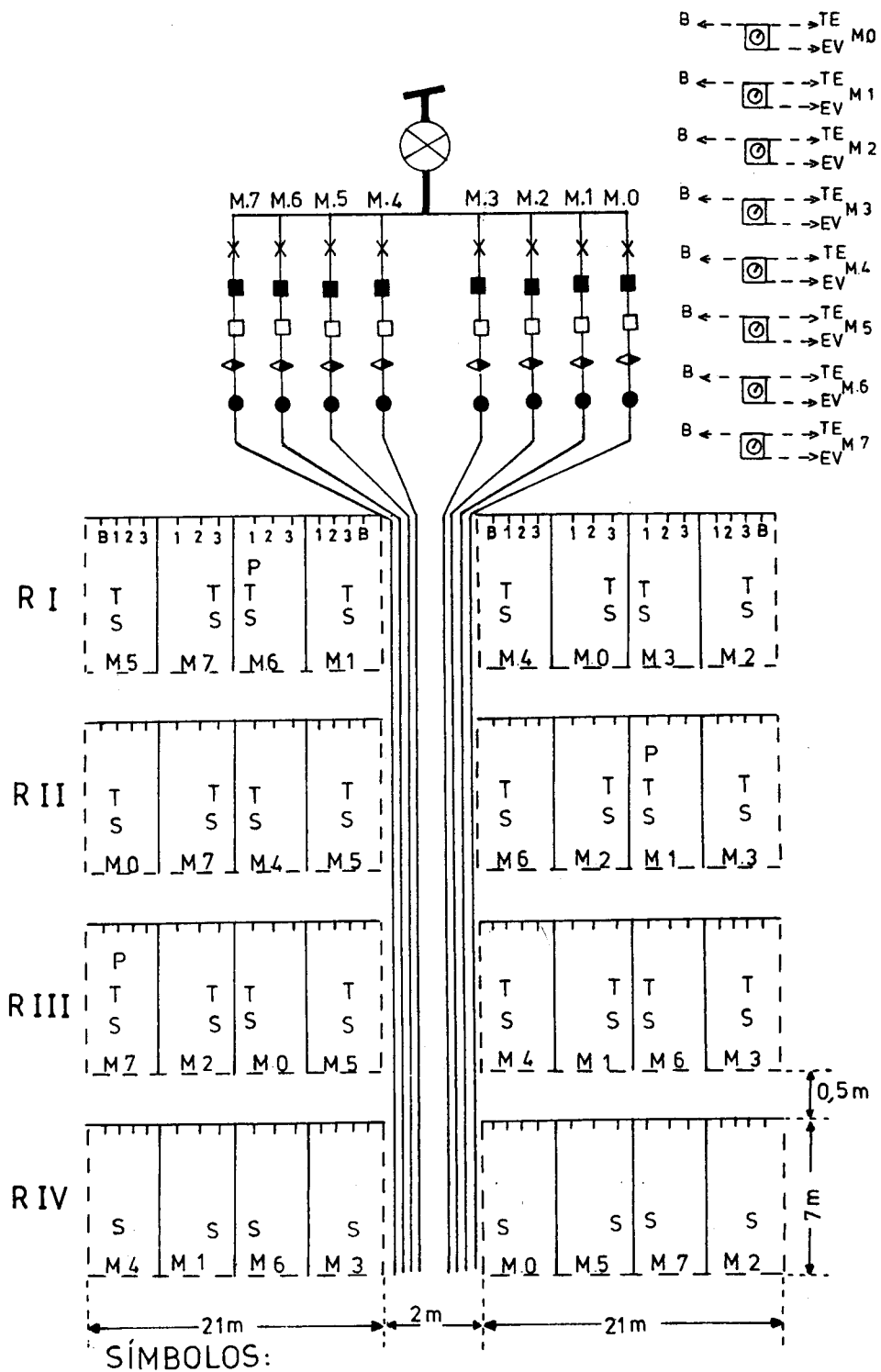


Fig. 8 - Esquema do sistema de rega utilizado no ensaio "Resposta da cultura de tomate, em diferentes períodos de desenvolvimento, a regimes de elevados potenciais de água no solo".

- c) Um filtro de malha de 200 meshes com 2'' de diâmetro.
- d) Um quadro eléctrico por ensaio com comandos manuais e automáticos, independentes para cada modalidade; cada modalidade dispunha ainda dum relógio eléctrico de palhetas (modelo W.E.G. - Legrand GmbH) correspondendo a um tempo de rega de 15 minutos (ver ensaio "A influência de diversos potenciais de água no solo sobre o rendimento físico e qualidade da matéria-prima"), ou 30 minutos (ver ensaios "Resposta da cultura do tomate, em diferentes períodos de desenvolvimento, a regimes de elevados potenciais de água no solo").
- e) Um medidor volumétrico modelo "Bruno Janz DN 20", com resolução de um litro; cada modalidade dispunha de uma unidade independente.
- f) Uma válvula de esfera para regular a pressão de funcionamento de cada modalidade.
- g) Uma válvula eléctrica SR-254 com diâmetro de uma polegada, com caudal admissível de 5 a 12 m³/hora, trabalhando com corrente eléctrica alterna - uma unidade para cada modalidade.
- i) Um doseador hidráulico modelo "Dosatron 200 D" com um doseamento de 2%, utilizámos uma unidade por modalidade de rega.
- j) Um manómetro de glicerina para verificar a pressão de funcionamento em cada modalidade.
- e) Gotejadores de labirinto turbulento, desmontáveis, modelo TD-315 com um caudal de 3 l/h a uma pressão de trabalho de 1,5 Kg/cm², a distância entre gotejadores na linha foi de 0,4 m.

m) Um tensiómetro eléctrico modelo "Nardeux DTR 1000" com resolução de 2 centibar; utilizou-se uma unidade por modalidade.

Os tensiómetros eléctricos estavam ligados em série com os relógios eléctricos. O tensiómetro definia o início e fim da série de regas, enquanto o relógio definia a duração de cada rega. Para que a válvula eléctrica (g) funcionasse e por consequência houvesse rega, era necessário que os dois mecanismos estivessem na posição de "ligado".

1.4 - Ensaios realizados

A experimentação em Portugal, de 1988 a 1990, compreendeu os seguintes ensaios:

a) Ensaio sobre a influência de diversos potenciais de água no solo sobre o rendimento físico e qualidade da matéria-prima.

Neste ensaio que decorreu em 1989 e 1990, pretendeu-se estudar a resposta quantitativa e qualitativa da cultura de tomate para indústria quando sujeita a diferentes potenciais de água no solo (-10, -20, -40 e -60 KPa).

Escolheu-se a cv. Rio Grande por ser a de maior utilização pelos agricultores no Vale do Sorraia e nas Lezírias do Tejo (METI, 1984).

b) Ensaio complementar sobre a "Interacção entre potenciais de água no solo e densidades de populações no rendimento físico e qualidade da matéria-prima".

Neste ensaio que se realizou em 1989, procurou-se estudar a resposta da cv. Rio Grande à influência de diversos potenciais de água do solo (-10, -20, -40 e -60 KPa), e a diversas densidades de populações por hectare (16 667, 33 333, 66 667 e 133 333 pl·ha⁻¹).

Neste ensaio os potenciais correspondem às modalidades, e as densidades populacionais às submodalidades.

O controlo da rega foi também automatizado sendo os tensiómetros eléctricos colocados nos talhões com 66 667 plantas por hectare.

c) Ensaio complementar sobre a "Interacção entre potenciais de água no solo e cultivares no rendimento físico e qualidade da matéria-prima".

Neste ensaio que decorreu durante a campanha de 1990, o objectivo foi estudar a resposta quantitativa e qualitativa de várias cultivares com grande aceitação entre os agricultores, à influência de diversos potenciais de água no solo.

d) Resposta da planta de tomate em diferentes períodos de desenvolvimento, a regimes de elevados potenciais de água no solo.

Os objectivos deste ensaio, que teve a duração de três anos (1988, 1989 e 1990), foram determinar a influência de elevados potenciais de água no solo em diferentes períodos de desenvolvimento, quer no rendimento físico quer nas características da qualidade do fruto com interesse tecnológico.

2 - ENSAIOS SOBRE A INFLUÊNCIA DE DIVERSOS POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO SOBRE O RENDIMENTO FÍSICO E QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

2.1 - Objectivos

Como se disse atrás, com este ensaio pretendeu-se estudar as respostas quantitativas e qualitativas da cultura de tomate para indústria - tecnologia representativa -, quando sujeita a diferentes níveis de potencial de água no solo ao longo do ciclo cultural, utilizando-se o sistema de rega gota-a-gota ("Twin-drop").

Procurou-se também observar a operacionalidade da automatização daquele sistema de rega em solos arenosos.

2.2 - Material e métodos

2.2.1 - Duração. Material vegetal

Os ensaios realizaram-se durante as campanhas de 1989 e 1990.

A origem da semente da cv. Rio Grande foi a "*Petoseed Italiana*".

Das características da cultura que mais nos interessam no âmbito deste trabalho são as de carácter agronómico e tecnológico.

Segundo aquela empresa (PETOSEED, 1978), a cv. Rio Grande apresenta as seguintes características:

- Adaptabilidade climática: Boa adaptação a uma vasta gama de condições climáticas.
- Ciclo cultural: Meio - tardia
- Canopeu e cobertura dos frutos: Grande, determinado e boa cobertura.
- Forma e aspecto do fruto: Quadrado - redondo; muito consistente.
- Peso aproximado do fruto médio: 120-150 g
- Cor do polo peduncular: vermelho
- Adaptabilidade à colheita mecânica: Própria para colheita mecânica
- Outras características: "jointless", elevada viscosidade, boa cor, boa para a colheita mecânica e transporte a granel.
- Tolerância a doenças: Resistente ao *Verticillium* e *Fusarium* raça 1 e 2.

Segundo a análise do METI³ (METI, 1986 e 1987) a c.v. Rio Grande apresenta, numa escala qualitativa de 1 a 5, relativamente às cultivares tradicionais 'Cal j' e 'H 30', as seguintes características gerais (ver anexo 2):

3 - Projecto Nacional de Investigação liderado desde 1975 pela Universidade de Évora (Departamento de Fitotecnia) com o financiamento da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica e de outras instituições públicas e de empresas cooperativas e privadas.

- Vigor da planta: 3,5 (Médio a bom vigor).
- Dimensão do canopeu: 3-4 (média a grande).
- Concentração da floração: 3-3,5 (média a boa concentração da floração).
- Concentração no vingamento: 2,5-3,5 (média concentração de vingamento de frutos).
- Pedúnculo: "jointless" - na colheita o fruto separa-se sem trazer o pedúnculo anexado.
- Forma do fruto: quadrado - redondo.
- Dimensão média do fruto: 3,5 (médio mais; cerca de 99-115 g nos frutos vermelhos).
- Coloração: 3 (média).
- Consistência do fruto: 3,5-4 (boa).
- Separação: 3 (média).
- Resistência à podridão: 4-4,5 (boa a muito boa resistência à podridão dos frutos).
- Resistência ao escaldão: 3,5-4 (boa resistência).
- Susceptibilidade à antracnose: 4 (bastante susceptível).
- Maturação: 3,5 (semi-tardia); Em sementeira directa o ciclo cultural é em média de 141-142 dias e quando instalado por transplantação é em média de 104 dias.
- "°brix": 4,7-4,9
- pH: 4,3
- Viscosidade no sumo: 5,8 cm/10 s
- Rendimento físico: 3,5 (média a boa).

Convém referir que os ensaios do METI foram executados em solos de aluvião, instalados por sementeira directa (CALADO, 1987) com 66 668 plantas/ha⁴.

2.2.2 - Delineamento experimental, tratamentos e amostragem

O ensaio foi delineado em blocos casualizados com quatro tratamentos de rega e seis repetições.

Modalidades de rega:

- M1 - Início de rega a - 10 KPa ($\theta = 17,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)⁵
- M2 - " " " " - 20 KPa ($\theta = 13,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
- M3 - " " " " - 40 KPa ($\theta = 10,6 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
- M4 - " " " " - 60 KPa ($\theta = 9,8 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

Cada talhão foi constituído por 9 camas de 5 metros de comprimento, distanciadas de 1,5 m o que corresponde a uma área bruta de 67,5 m². Das nove linhas em cultura, duas bordaduras, uma para colher plantas para observações diversas e as seis internas (linhas 3 a 8 da Figura 7) constituem a área que foi utilizada para determinações físicas e químicas.

A amostragem e a análise estatística de cada elemento medido serão analisados posteriormente numa forma individualizada. Dado o elevado número de dados tratados, a análise estatística é apresentada em quadros resumo, estando no

4 - Para informações mais detalhadas consultar os boletins "Divulgando" editados pela Universidade de Évora - Departamento de Fitotecnia (METI, 1975 a 1990).

5 - Humidade volumétrica à profundidade a 20 cm de profundidade.

entanto disponível para consulta todas as análises estatísticas completas referentes a esta tese.

2.2.3 - Instalação e condução do ensaio

a) Preparação do solo

O ensaio foi sempre instalado após uma lavoura com uma charrua de aivecas (à profundidade de 35 a 40 cm), seguida de duas gradagens com grade de discos (10 a 15 cm de profundidade).

b) Desinfecção do solo

Com a finalidade de controlar os nemátodos e alguns insectos de solo, foram respectivamente incorporados com as gradagens as substâncias activas fenamifos a 10% (Nemacur granulado - 100 kg/ha) e o lindano (Lindafor 90 - 2 kg/ha).

Houve uma preocupação especial com a desinfecção do solo visto que os ensaios foram precedidos por duas espécies hortícolas da família das Solanáceas; batata (1987) e o tomate (1988) e iriam permanecer no mesmo talhão durante mais dois anos.

c) Sementeira

A cultura foi instalada no local definitivo utilizando a tecnologia da sementeira directa à rasa (CALADO, 1987 b), com um compasso de 1,5 m entre as linhas de cultura. A

sementeira foi feita à profundidade de 3 cm, em covachos separados de 10 cm. Em cada covacho foram colocados manualmente 5 a 6 sementes.

d) Fertilização

As unidades fertilizantes a fornecer à cultura pelas adubações de fundo e de cobertura (fertirrigação), foram determinadas com base nas necessidades da cultura, utilizando resultados de experiências anteriores que utilizaram tecnologia semelhante de cultivo. (BAR-YOSEF, 1977; BAR-YOSEF *et al.*, 1980 e PHENE *et al.*, 1986, PHENE *et al.*, 1987).

A adubação de fundo foi aplicada manualmente antes da sementeira numa faixa localizada a 15 cm de profundidade, na vertical da linha de sementeira.

A partir da 6^a folha definitiva a adubação de cobertura foi feita diariamente de 2^a a 6^a feira através do sistema de rega. O adubo era dissolvido em água quente num recipiente de plástico com capacidade de 10 litros e injectado no sistema de rega através dum doseador "Dosatron 200 D" de modo a fazer um doseamento de 2%. Os adubos azotados e fosfatados foram ministrados separadamente, primeiro o azoto e depois o ácido fosfórico.

Os adubos e unidades fertilizantes utilizados em 1989 estão indicados na Tabela 2.

Em 1990 os adubos e unidades fertilizantes aplicados no ensaio constam da tabela 3.

Tabela 2 - Unidades fertilizantes (U.F.) aplicadas em 1989 na adubação de fundo e por fertirrigação

Tipo de Fertilizante	U.F./Ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Sulfato de Magnésio MgO = 49%	-	-	-	-	80
Nitrato de Cálcio N=15,5% CaO=19,5%	87	-	-	110	-
Superfosfato de Cálcio P ₂ O ₅ =18% CaO=21,2%	-	60	-	71	-
Sulfato de Potássio K ₂ O=50%	-	-	600	-	-
SUB-TOTAL (Fundo)	87	60	600	181	80
Nitrato de Cálcio ¹⁾ N=15,5% CaO=19,5%	112	-	-	142	-
Nitrato de Potássio ²⁾ N=13% K ₂ O=46%	40	-	140	-	-
Ácido Fosfórico ¹⁾ P ₂ O ₅ =85%	-	65	-	-	-
SUB-TOTAL (Fertirrigação)	152	65	140	142	-
TOTAL (Fundo + Fertirrigação)	239	125	740	323	80

NOTA: 1) Aplicação diária entre o 20º e 90º dias após a emergência.

2) Aplicação diária entre o 60º e 90º dias após a emergência

Tabela 3 - Unidades fertilizantes (U.F.) ministradas em 1990 na adubação de fundo e por fertirrigação

Tipo de adubo	U.F. /Ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Sulfato de Magnésio MgO=49%	-	-	-	-	80
Nitrato de Cálcio N=15,5% CaO=19,5%	44	-	-	55	-
Superfosfato de Cálcio P ₂ O ₅ =18% CaO=21,2%	-	60	-	71	-
Sulfato de Potássio K ₂ O=50%	-	-	100	-	-
SUB-TOTAL (Fundo)	44	60	100	126	80
Nitrato de Cálcio ¹⁾ N=15,5% CaO=19,5%	61	-	-	77	-
Nitrato de Potássio ²⁾ N=13% K ₂ O=46%	165	-	584	-	-
Acido Fosfórico ²⁾ P ₂ O ₅ =85%	-	59	-	-	-
SUB-TOTAL (Fertirrigação)	226	59	584	77	-
TOTAL (Fundo + Fertirrigação)	270	119	684	203	80

Nota: 1) Aplicação diária entre o 30º e 70º dias após a emergência.

2) Aplicação diária entre o 30º e 110º dias após a emergência.

A quantidade de unidades de fertilizantes azotadas e fosfatadas aplicadas na fertilização, foram calculadas para períodos de dez dias e de acordo com as curvas cumulativas de aplicação de azoto e fósforo usadas por BAR-YOSEF *et al.* (1980) e por PHENE, *et al.* (1987).

e) Desbaste e Retanचा

Esta operação efectuou-se entre a 4^a e 6^a folha definitiva, deixando uma planta por covacho (METI, 1987).

Quando se verificaram falhas de emergência em alguns covachos procedeu-se à retanचा dos mesmos com plantas provenientes do desbaste de outros tufos com excessivo número de plantas.

Imediatamente a seguir à retanचा fez-se uma rega de abicagem, por aspersão, para atenuar a crise de transplantação (THOMPSON e KELLY, 1957; EDMOND *et al.*, 1975; SPLITTOESSER, 1884).

f) Monda

Primeiramente aplicou-se em pré-emergência o herbicida metribuzina, vulgarmente conhecido por sencor, à razão de 600 g/ha de produto comercial. A aplicação foi executada com um pulverizador "MDM" de pressão constante, equipado com 8 bicos "Teejet" 8002 com sistema anti-gotejamento ("anti-drip"). A pressão de pulverização foi de 2 Kg/cm² e o débito atingiu os 175 l/ha.

Na altura do desbaste fez-se uma monda manual de infestantes na linha e uma sacha superficial numa faixa com cerca de 25 cm de largura de cada lado da linha de cultura.

No restante do ciclo cultural as infestantes na entre-linha foram controladas com o herbicida sistémico glifosato (Roundup) numa solução de um litro de produto para dez litros de água.

Esta mistura foi aplicada com um equipamento construído para o efeito (Ver Figura 9), para que a solução de "Roundup" não atingisse as extremidades do canopeu das plantas de tomate.

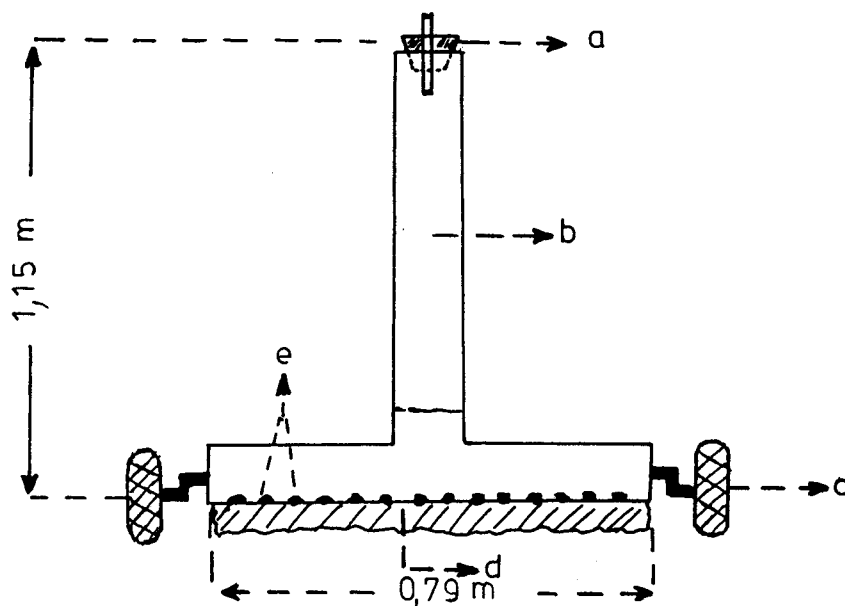


Fig.9 - Equipamento artesanal para aplicação dum herbicida sistémico na entre-linha.
a - tampa com respirador; b - tubo de PVC com \varnothing 50 mm; c - rodas; d - pano de linho (pedaço de cobertor velho); e - orifícios com \varnothing 1 mm.

A necessidade de se fazer a aplicação daquele herbicida deveu-se à existência de importantes populações de junça (*Cyperus rotundus* L.) e erva-moira (*Solanun nigrum* L.) (ROCHA, 1979) não controladas pela metribuzina (SIMS *et al.*, 1979).

g) Tratamentos fitossanitários

O controlo fitossanitário utilizado foi o normal para a região, de acordo com a evolução da cultura (ver Anexo 3).

h) Colheita

A colheita foi feita uma única vez quando a concentração de frutos vermelhos e alaranjados por modalidade atingiu 85 - 90% em relação ao número total de frutos.

A colheita fez-se individualmente para cada modalidade à medida que se atingia aquela percentagem de maturação (média das seis repetições).

2.2.4 - Controlo da rega

O controlo da rega foi comandado automaticamente por tensiómetros eléctricos como se disse anteriormente no ponto 1.3 deste capítulo.

Os tensiómetros depois de previamente calibrados foram colocados a 15 cm da linha de cultura e a 15 cm de profundidade na vertical do 5^o gotejador da linha nº 3 (Ver Fig. 7),

com uma inclinação de 45° (Figura 10). Cada modalidade de rega foi controlada por um único tensiómetro eléctrico.

A rega iniciava-se sempre que o tensiómetro marcava -10, -20, -40 e -60 KPa de acordo com potencial de água no solo desejado para cada modalidade.

A duração de cada rega foi controlada por relógio eléctrico com 96 patilhas, correspondendo a cada uma delas o tempo de quinze minutos. As patilhas foram ordenadas da seguinte forma: uma para fora (posição "ligada") e três para dentro (posição "desligada") o que permitia que em cada hora pudesse acontecer uma rega.

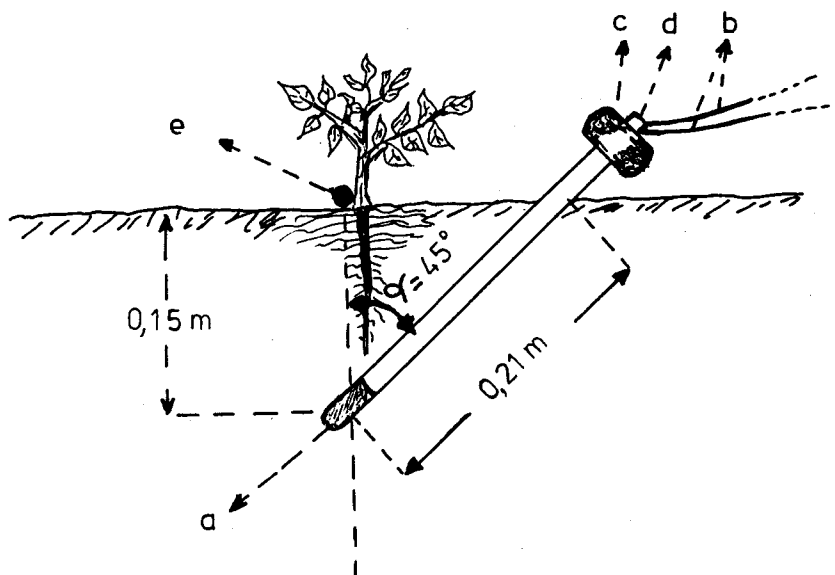


Fig.10 - Posição do tensiómetro eléctrico (modelo "Nardeux" DTR 1000). a - Cápsula cerâmica; b - fios eléctricos; c - Manómetro com escala de 0 a 90 KPa; d - Contacto "reed"; e - gotejador.

Esta ordenação de regas possíveis foi estabelecida para o período das oito às vinte horas de cada dia.

A dotação de cada rega foi aproximadamente de 1,25 mm (0,75 l por gotejador).

Em cada modalidade o período de rega ao longo do ciclo cultural processou-se entre a data do desbaste e a data correspondente a 75% de frutos vermelhos e alaranjados. Nesta altura efectuava-se o corte de rega que se mantinha até à colheita única (SIMS *et al.*, 1979; BRANTHOME e PLÉ, 1986; PHENE *et al.*, 1989).

2.2.5 - Observações efectuadas

2.2.5.1 - Elementos climáticos. Cálculo da evapotranspiração de referência - ETo

Os dados climáticos obtidos na estação foram os seguintes:

- Temperaturas diárias do ar máxima e mínima (termómetro de máximas e mínimas) (registo às 09:00 h);
- Precipitação diária (mm);
- Insolação;
- Humidade relativa do ar (%) (registo às 09:00 h);
- Velocidade diária do vento (km/h);
- Evaporação diária medida na tina classe A (mm);
- Evaporação diária medida no evaporímetro de Piche (mm)

Nos talhões da modalidade de rega M2 na repetição IV foram ainda colocados ao nível da planta dois termógrafos de

ar ("Darton Serial A 802" com rotação semanal), um descoberto e outro coberto com o canopeu. Instalou-se ainda neste local um termógrafo de solo ("Will Lambrecht", mod. 256) para medição das temperaturas a 5 cm de profundidade.

Evapotranspiração de referência (ET_o)

A definição de evapotranspiração de referência aqui adoptada refere-se à relva e correspondente à proposta por DOORENBOS e PRUITT (1977), referida em PEREIRA e FERREIRA (1983) e GAMA (1987): a taxa de evapotranspiração de uma superfície extensa de relva verde, com uma altura uniforme de 8 a 15 cm, crescendo activamente, cobrindo completamente o solo e sem restrições de água.

Os dados recolhidos na estação meteorológica foram utilizados fundamentalmente para cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o) pela seguinte fórmula de Penman (DOORENBOS e PRUITT, 1977; RAES *et al.*, 1986):

$$ET_o = c \left[W R_n + (1 - W) f(u) (e_s - e_a) \right]$$

em que:

ET_o = Evapotranspiração de referência na relva (mm/dia).

W = $\delta : (\delta + \tau)$; δ (mbar/°C) é o declive da função tensão de vapor saturante versus temperatura do ar para a temperatura considerada; τ é a constante psicrométrica.

R_n é a radiação líquida expressa no equivalente em mm/dia

f(u) é a função de vento (empírica) expressa em mm/mbar·dia

$e_s - e_a$ é o défice de pressão do vapor (ambos expressos em mbar)

c - Factor de ajustamento relacionado com a humidade relativa máxima, radiação solar, razão entre a velocidade do vento no período diurno e nocturno e velocidade do vento

Fazendo $c = 1$, podemos escrever a equação do seguinte modo:

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \tau} Rn + \frac{\tau}{\delta + \tau} f(u) (e_s - e_a)$$

O primeiro termo do segundo membro representa a contribuição da radiação para a evapotranspiração, enquanto que o segundo termo pretende tomar em consideração a turbulência da atmosfera. A importância relativa destes dois termos varia com as condições climáticas. Quando prevalecerem condições de estabilidade, o termo relativo à radiação é o que domina. Para condições de turbulência, o termo aerodinâmico torna-se importante.

Na estação meteorológica não se pode medir a radiação líquida (Rn), pelo que foi necessário recorrer à fórmula empírica baseada na insolação, como é o caso da fórmula proposta por DOORENBOS e PRUITT (1977):

$$Rn = Ra \left(a + b \frac{n}{N} \right) (1 - a) - \sigma T^4 (a' + b' \sqrt{e_a}) (a'' + b'' \frac{n}{N})$$

sendo Ra a radiação recebida no topo da atmosfera, n/N a insolação relativa, a o albedo da superfície, σ a constante de

Stefan - Boltzmann, T a temperatura absoluta e e_a a pressão de vapor da atmosfera.

Os quocientes a' , b' , a'' e b'' utilizados foram os propostos por SEGUIN (1974) que segundo GAMA (1987) são os mais adequados para o Vale do Sorraia. Para os restantes coeficientes e à falta de calibração para as condições locais, recorreu-se aos valores publicados por DOORENBOS e PRUITT (1977), tendo-se utilizado o programa de cálculo ETREF desenvolvido por FEYEN em 1986 na Universidade de Lovaina. Este entra com os valores diários da temperatura média ($^{\circ}\text{C}$), a insolação (horas), a velocidade do vento (m/s) e a humidade relativa média (%).

2.2.5.2 - No solo

2.2.5.2.1 - Observação das condições hídricas do solo ao longo do ensaio

Dos vários métodos existentes para a medição do teor de água no solo, optou-se nestes ensaios pelo uso de sonda de neutrões e de tensiómetros.

Durante os dois anos de ensaio foram feitas observações periódicas de modo a caracterizar o teor de água no solo, em cada modalidade de rega e dentro destas em cada repetição.

a) Controlo hídrico com a sonda de neutrões

A sonda utilizada era da marca DIDCOT, cuja fonte de neutrões é o $\text{Am}241\text{-Be}$, de fabrico inglês de tipo anelar e de intensidade 50 mCi (a que corresponde uma emissão de

12×10^4 neutrões/s), com um detector de trifloreto de boro. Possui um dispositivo de medição da profundidade da fonte de emissão da radiação com uma precisão de $\pm 0,5$ cm.

A calibração da sonda (obtenção da recta humidade volúmica vs. contagens normalizadas) foi feita *in situ* no início do primeiro ano de ensaios para as profundidades de solo $Z = 20$, $20 < Z \leq 50$ e $50 < Z \leq 80$ cm, colhendo-se a uma distância inferior a 10 cm do tubo de acesso, 3-4 amostras com anéis volumétricos de volume conhecido ($V = 100 \text{ cm}^3$). As amostras de solo foram secas em estufa a 105°C até peso constante, para a determinação da sua humidade (% de água relativa ao peso seco do solo) e densidade aparente (dap).

Para cada amostra calculou-se depois a humidade volúmica. A calibração da sonda foi ainda feita em função de tubos de acesso de alumínio e de PVC (ver anexo 4).

Para caracterização hídrica das repetições de cada modalidade foi instalado um tubo de alumínio por talhão (ver Fig. 7). Estes tubos de acesso possuíam 50 mm de diâmetro externo e 1 mm de espessura, eram fechados na extremidade inferior e munidos com uma tampa amovível na extremidade superior, para evitar a entrada de água. As leituras foram feitas semanalmente (sempre às 09:00 horas do mesmo dia da semana) e às profundidades de 20, 40, 60, 80 e 90 cm.

Em cada modalidade de rega da repetição IV foram também instalados quatro tubos de PVC, (ver Fig. 7). Utilizaram-se tubos com 50 mm de diâmetro externo e 2,5 mm de espessura, 2 m de comprimento, também fechados na extremidade inferior com uma tampa amovível. As leituras foram feitas semanalmente

(sempre às 09:00 horas do mesmo dia da semana) e a níveis sucessivos de 20 cm, desde os 20 aos 190 cm de profundidade.

A instalação dos tubos é um aspecto crítico deste método, pelo que mereceu cuidados especiais. Utilizou-se um dispositivo (sonda elicoidal) que permitiu a abertura dos furos na vertical e com um diâmetro ligeiramente inferior ao do tubo de acesso, para que o contacto fosse perfeito. Os tubos foram instalados na linha de cultura a 15 cm do 7º gotejador (ver Fig. 7).

Em cada profundidade (tubos de PVC e de alumínio) foram efectuadas duas leituras de 16 s. Caso diferissem mais de 5 unidades de contagem efectuava-se uma terceira leitura, fazendo-se então a média com três valores em vez de dois. Antes ou depois das medições de campo, eram feitas 10 leituras de 16 s num bidon com água e determinava-se a média (leitura padrão).

Este valor servia para normalizar as leituras de campo (leituras de campo / leitura média em água), evitando assim o efeito das flutuações electrónicas da fonte (BELL, 1976; HONDGNETT, 1986).

b) Controlo hídrico com tensiómetros

Com a finalidade de completar a informação obtida através da sonda de neutrões, principalmente no que diz respeito ao controlo da humidade do solo nas camadas superficiais, foram instalados em todos os talhões tensiómetros com manómetro de vácuo (modelo "Jet fill - 2725 AR") a 15 e 60 cm de

profundidade na vertical do gotejador (Figura 11). A sua posição no talhão pode ser observada na Figura 7.

Os valores de tensão da água no solo foram lidos diariamente (excepto sábados e domingos durante os meses de Abril, Maio e Junho) às 09:00 horas da manhã.

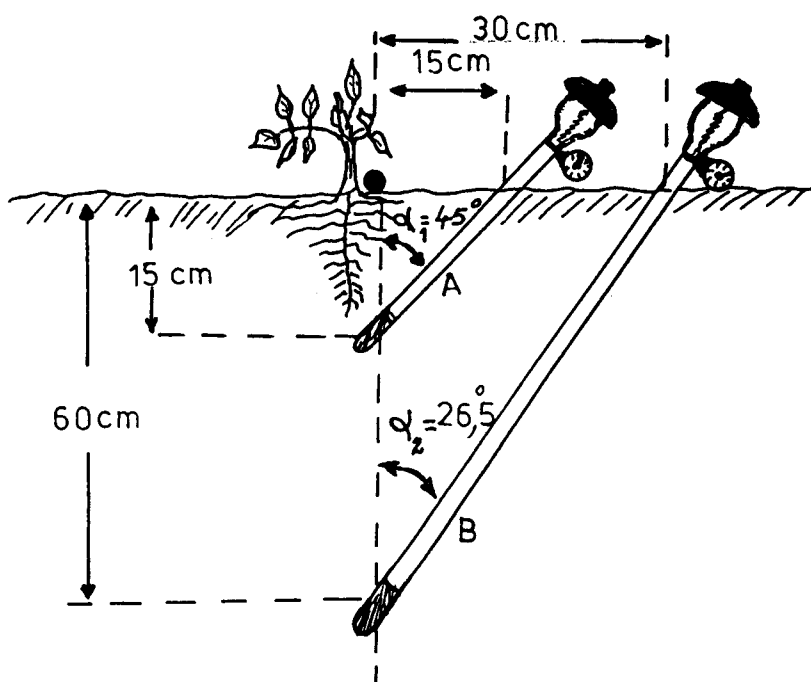


Fig. 11 - Posição dos tensiómetros modelo "Jet-fill" 2725-AR; a 15 cm (A) e 60 cm (B) de profundidade; (*) gotejador.

c) Determinação da toalha freática

Com a finalidade de verificar a existência de toalha freática, instalaram-se quatro piezómetros de 1,5 m de profundidade, um em cada modalidade (ver Fig. 7).

As leituras foram feitas semanalmente.

2.2.5.2.2 - Controlo diário da água aplicada pela rega e perda por percolação. Determinação da evapotranspiração real - ETR

O volume de água aplicada pela rega a cada modalidade, expresso em litros, foi controlado por medidores volumétricos (modelo Bruno Janz DN 20) e registados diáriamente às 09:00 horas. O número de regas diárias por modalidade foram também anotadas separadamente.

Avaliada a água aplicada pela rega, houve a necessidade de se medir o volume de água perdida por percolação. Para o efeito construíram-se pequenos lisímetros volumétricos (SIRJACOBS, 1988) em vez dos lisímetros hidráulicos de balança (SLAYETER e McIroy, 1961; PEIXOTO *et al.*, 1973; PHENE *et al.*, 1989); embora menos precisos que estes, aqueles são muito mais económicos na sua construção. Nos lisímetros por nós construídos, a evapotranspiração foi avaliada pela diferença entre a água entrada no lisímetro e a água dele escoada (Figura 12), enquanto nos outros é baseada no princípio hidrostático da pesagem. As leituras foram feitas diáriamente às 09:00 horas.

Baseada nas medições anteriores (água aplicada pela rega e água perdida por percolação), calculou-se a evapotranspiração real (ETR). Esta pode definir-se como a perda total de água sob a forma de vapor, de uma superfície cultivada, durante um certo intervalo de tempo e exprime-se geralmente como a altura equivalente de água evaporada (mm), para o período considerado, GAMA (1987).

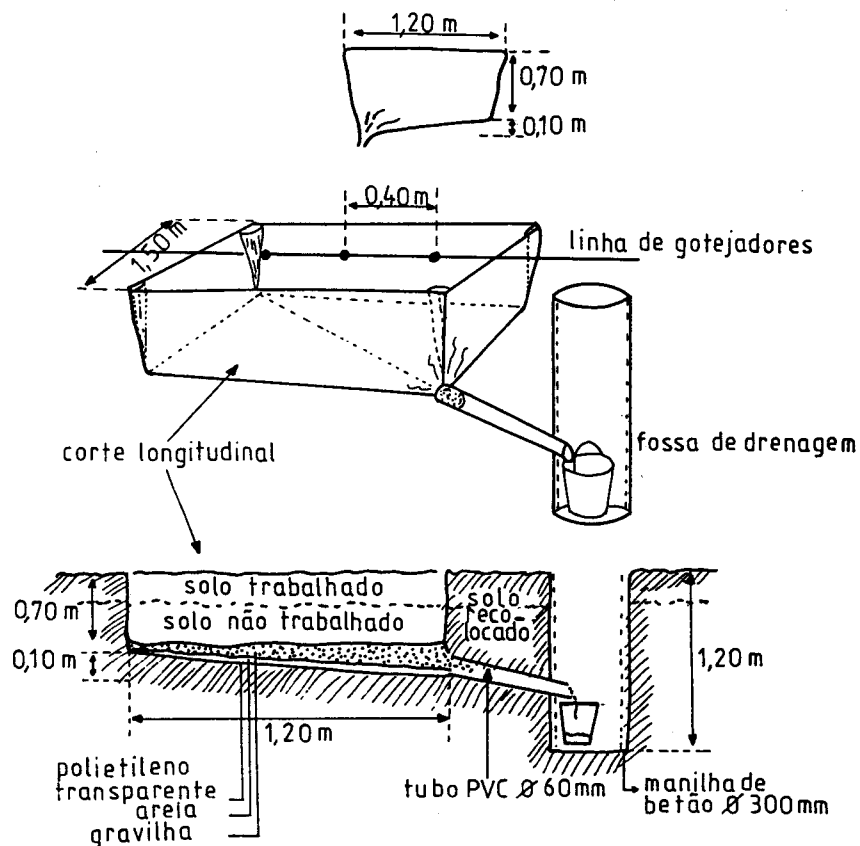


Fig. 12 - Diagrama dos pequenos lisímetros de drenagem. (Adaptado de SIRJACOBS, 1988)

Para a descrição pormenorizada dos princípios de funcionamento e detalhes de construção relativos aos diversos tipos de lisímetros, ver PRUITT e ANGUS (1960), O.M.M. (1966) ou ABOUKHALED *et al.* (1982).

A equação de base utilizada para calcular a ETR foi a do balanço hídrico

$$P + I \pm R + U = ET + D \pm \delta W$$

em que: P = precipitação; I = rega; R = escoamento superficial; U = ascensão capilar; ET = evapotranspiração; D = drenagem; δW = variação do teor em água na massa de solo do lisímetro, num certo intervalo de tempo.

No caso particular, devido à utilização do sistema de rega gota-a-gota, a elevada frequência de rega (mais que uma rega por dia) e a solos arenosos, considerámos as variáveis R, U e δW da equação anterior iguais a zero. Assim os valores de evapotranspiração real para cada modalidade foram determinados pela seguinte equação:

$$ETR = I + P - D$$

em que: ETR = evapotranspiração real (mm); I = rega (mm); P = precipitação (mm); D = drenagem (mm).

Os solutos drenados nos lísimetros foram diariamente analisados laboratorialmente para determinar as perdas por percolação de NO_3 (método do ião específico), P_2O_5 (método colorimétrico) e K_2O (método da observação atómica).

2.2.5.3 - No sistema radical

2.2.5.3.1 - Distribuição do sistema radical

O estudo da distribuição radical foi conduzida nos talhões da repetição III (1989) e da repetição I (1990). Este estudo só se realizou neste ensaio principalmente pelas seguintes razões: (1) - Este ensaio utilizou uma tecnologia que pode ser implementada pelos agricultores e era importante avaliar também o comportamento do sistema radical; (2) - Impossibilidade em termos de tempo de ser executado em todos os ensaios.

As observações foram executadas após a colheita dos talhões.

O método utilizado foi o da Parede do perfil ("Profile wall method") (OLIVEIRA, 1988) tendo-se seguido as indicações de BOHM (1976).

O material utilizado foi o seguinte: (1) Lâmina para alisar o perfil; (2) Espátula; (3) Tesoura; (4) Fita métrica; (5) Pulverizador possuidor de jacto fino e com cerca de 3 atmosferas de pressão; (6) Grade de alumínio com 150 x 100 cm de medida interior e com malha de 5 x 5 cm.

Começou por se abrir um paralelepípedo com 2 metros de comprimento (perpendicular à direcção da linha de sementeira) e 1,2 m de largura, no sentido da linha. O perfil foi aberto a cerca de 6 cm do colo da planta situado junto dum gotejador e até à profundidade de enraizamento das plantas.

A cova foi aberta de modo a que o perfil (plano) de observação não ficasse exposto à acção directa dos raios solares.

Depois alisou-se a parede de observação com uma lâmina (remoção de 0,5 cm de espessura) e cortaram-se as raízes salientes com a tesoura, de modo a obter-se um plano o mais perfeito possível.

A seguir lavou-se a parede do perfil com um jacto de água fino, de modo a remover-se uma camada de solo com cerca de 0,5 cm de espessura. Em zonas onde existiam camadas mais compactas, a parede foi molhada antes da pulverização. Após esta operação o plano de observação ficou distanciados de cerca de 5 cm do colo da planta.

Seguidamente colocou-se a grade contra a parede a observar, de modo a ficar centrada com a linha de cultura (0,75 m para cada lado).

Em cada quadrado da malha, de 5 x 5 cm, contou-se o número de raízes presentes, considerando que cada raiz com 5 mm de comprimento era igual a 1 ponto. Nas raízes com crescimento segundo o plano de observação, a contagem obtém-se dividindo o comprimento da raiz por 5.

Durante o período de contagem, a parede de observação foi mantida húmida de modo a evitar que as raízes secassem.

As três repetições de cada modalidade foram executadas no mesmo perfil (cova), escavando e avançando consecutivamente a parede de observação cerca de 40 cm de cada vez (Figura 13).

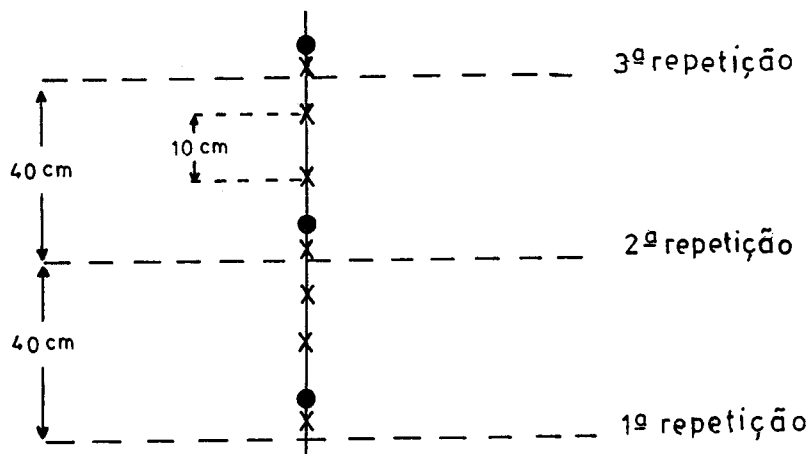


Fig. 13 - Abertura de perfis em cada modalidade. (· - gotejadores; x - plantas).

O comprimento radical ($m.m^{-2}$) para um perfil com 1,5 m de largura e para uma espessura de solo arrastado de 5 mm foi calculado, de acordo com BOHM (1976) utilizando a seguinte equação:

$$\text{Comprimento radical (m.m}^{-2}\text{)} = \frac{N}{1,5}$$

em que N é o número de pontos determinados nas contagens.

2.2.5.4 - Na parte aérea da planta

2.2.5.4.1 - Fases de desenvolvimento - ciclo cultural

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

- Sementeira
- Emergência: Quando mais de 50% dos talhões apresentavam as plantas com as duas folhas cotiledonares extendidas acima do nível do solo.
- Desbaste: Efectuado à 4ª - 6ª folha definitiva.
- 1ª flôr aberta: Quando mais de 50% das plantas por modalidade apresentavam a 1ª flôr aberta.
- 1º fruto vingado: Quando mais de 50% das plantas por modalidade apresentavam o primeiro fruto vingado.
- 1º fruto vermelho: Quando mais de 50% das plantas por modalidade apresentavam o primeiro fruto vermelho.
- Completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência: Quando mais de 50% das plantas por modalidade apresentavam os frutos da 1ª inflorescência completamente desen-

volvidos (um fruto vermelho e os outros verde definitivo ou alaranjados).

- 75% de frutos vermelhos + alaranjados: Quando cada modalidade atingiu este grau de maturação tendo-se depois procedido ao corte de rega.
- Colheita : Colheita única para cada modalidade à medida que iam atingindo 85-90% de frutos vermelhos + alaranjados (SIMS, *et al.*, 1979).

Baseado em algumas daquelas fases de desenvolvimento e de acordo com RUDICH *et al.* (1977), embora com algumas alterações em relação áquele autor, dividimos o ciclo cultural de cada modalidade em cinco períodos de desenvolvimento⁶:

- A - Germinação e estabelecimento da cultura - desde a sementeira ao desbaste.
- B - Crescimento vegetativo - entre o desbaste e o primeiro fruto vingado.
- C - Floração, vingamento e crescimento dos frutos - desde o 1º fruto vingado até os frutos da 1ª inflorescência atingirem o completo desenvolvimento.
- D - Fim do crescimento dos frutos e maturação - desde o final do período C até 75% de frutos vermelhos + alaranjados.

6 - Neste trabalho entende-se por período de desenvolvimento o período de tempo entre duas determinadas fases de desenvolvimento. Período de desenvolvimento = Fase de desenvolvimento

E - Desde o final do período C até à colheita.

A diferença entre estes períodos de desenvolvimento e os definidos por RUDICH *et al.* (1977) está no término do período D. Aqueles autores consideram este período entre o final do período C e 20% de frutos vermelhos + alaranjados. Enquanto nós trabalhamos com um solo arenoso, RUDICH *et al.* utilizaram um solo com 60% de argila e por consequência com maior capacidade de retenção para a água. Assim, com a finalidade de não reduzirmos intensamente o rendimento físico, optámos por prolongar o período D, fazendo o corte de rega só aos 75% de maturação, enquanto Rudich e colaboradores optaram pelo corte de rega mais cedo.

Os diferentes tratamentos de rega foram aplicados durante os períodos B, C e D.

A duração dos períodos de desenvolvimento foram definidos não só pelo número de dias de calendário, mas também pelos dias-graus de crescimento (ARNOLD, 1959; AUSTIN e REIS, 1968; HERTER e PEREIRA, 1984; STILWELL e PORTAS, 1977; WARNOCK, 1970; WARNOCK e ISAACS, 1969). Embora a cultivar agora utilizada seja diferente da utilizada por CALADO e PORTAS (1986), a temperatura-base utilizada é a mesma (8 °C) pois o local dos dois trabalhos é o mesmo e ambas as cultivares são semi-tardios.

2.2.5.4.2 - Peso da matéria verde e seca do canopeu;
área foliar e índice de área foliar (I.A.F.)

As matérias verde e seca e a área foliar do canopeu foram determinadas em três plantas sucessivas (a do meio correspondia à posição do gotejador), por repetição e por modalidade de rega. A área de amostra foi de 0,45 m².

As datas de observação foram feitas nas seguintes fases de desenvolvimento: 2^a folha definitiva (a₁)⁷, desbaste (a₂), 1^a flôr aberta (a₃), 1^o fruto vingado (a₄), completo desenvolvimento dos frutos da 1^a inflorescência (a₅) e antes da colheita (a₆). Chama-se a atenção para o facto de só se terem realizado observações de matéria verde, matéria seca e área foliar nestas fases e não em todas as que foram definidos anteriormente (ver ponto 2.2.5.4.1) por uma questão de sobreposição temporal com outras observações realizadas nos diversos ensaios. Para diferenciar estas fases dos períodos de desenvolvimento (A, B, C, D e E) utilizou-se a letra "a" seguida de índices numéricos.

Em cada fase de desenvolvimento, a parte aérea de cada planta constituinte da amostra foi recolhida em sacos de plástico com a etiqueta respectiva, sendo os caules cortados ao nível do solo.

Depois procedeu-se à determinação da matéria verde de cada planta constituinte da amostra, tendo-se utilizado uma balança eléctrica modelo Mettlier PC 4000, com resolução de 0,1 g.

7 - Esta fase de desenvolvimento só foi considerado nestas observações.

Seguidamente mediu-se a área foliar de cada planta da amostra recorrendo a um aparelho medidor de áreas da "Delta - T devices" modelo MK2, constituído por uma câmara de video, um monitor, um integrador e uma fonte luminosa. A partir destes valores determinou-se o índice da área foliar (I.A.F.), ou seja a área de folhas (folíolos) por unidade de superfície (GAMA, 1987; OLIVEIRA, 1988; MARTINS, 1990).

Por último procedeu-se à determinação da matéria seca das mesmas plantas, as quais foram secas em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de 70 °C, até à desidratação total.

2.2.5.4.3 - Potencial de água na planta (Φ_L)

Estas medições foram efectuadas com uma câmara de pressão de Scholander (SCHOLANDER *et al.*, 1965, 1966). Esta técnica tem, em relação aos métodos psicrométricos, a vantagem de ser mais simples e poder ser utilizada em condições naturais, além do seu rigor ser perfeitamente aceitável neste tipo de estudos (BAUGHN e TANNER, 1976).

O método admite que o potencial da água na folha possa ser avaliado através da aplicação de pressão variável numa câmara de aço onde é colocada a folha (SCHOLANDER *et al.*, 1965; BOYER, 1967). A leitura da pressão é feita no momento em que é observável a exudação da seiva na secção do pecíolo (colocado de modo a ser visível do exterior da câmara).

A câmara por nós utilizada possuía dois manómetros (um de 0 a 600 Kpa e outro de 0 a 6000 Kpa), com a finalidade de se melhorar a precisão da leitura de potenciais elevados

(próximos de zero). O orifício da peça metálica de onde saía o pecíolo da folha possuía as dimensões apropriadas para este tipo de folhas. A estanquicidade da câmara era ajudada por uma anilha de borracha numa matéria elástica pegajosa ("Terostate") de origem alemã, que envolvia o pecíolo da folha no orifício metálico.

As medições do potencial de base foram realizadas semanalmente antes do nascer do sol (entre as 05:00 e as 06:00 horas), fizeram-se também leituras ao meio-dia solar (entre as 13:00 e as 14:00 horas). Foram utilizadas 4 a 6 folhas (consoante a dispersão dos valores encontrados); deste modo, o desvio padrão (σ_x) não excedia 20% do valor do potencial da água das folhas. Escolheram-se as 4^{as} folhas a contar do topo do simpódio (folhas mais activas na transpiração) e cada leitura foi efectuada 1 a 2 minutos após o corte.

2.2.5.4.4 - A floração e a frutificação

Com a finalidade de se conhecer pormenorizadamente como iam decorrendo as fases de floração e frutificação em cada modalidade de rega (CALADO *et al.*, 1979; RUDICH *et al.*, 1977) marcaram-se semanalmente todas as inflorescências com pelo menos uma flôr aberta em amostras de três plantas por modalidade e por repetição. As plantas de cada amostra dispunham-se consecutivamente na linha, correspondendo a do meio à posição dum gotejador. Assim às quintas-feiras de cada semana etiquetavam-se com a data desse dia, todas as inflorescências cujas flores abriam entre duas datas consecutivas.

Dois ou três dias antes da colheita de cada modalidade arrancaram-se as plantas marcadas para estas observações. As inflorescências de cada planta foram separadas do canopeu e agrupadas por datas de floração para se fazer as seguintes determinações:

- Número de inflorescências, flores abortadas e outras flores (flores abertas e flores fechadas).
- Número e peso de frutos verdes, alaranjados, vermelhos, pôdres, com podridão apical, escaldados e queimados.

2.2.5.4.5 - Rendimento físico

Quando se atingiu o grau de maturação de 85-90% de frutos vermelhos + alaranjados, fez-se uma colheita manual única de todos os frutos, simulando uma colheita mecânica. Os frutos foram agrupados e pesados de acordo com as seguintes categorias: vermelhos, alaranjados, verdes, podres, com podridão apical e escaldados. A área útil de cada talhão e que contribui para a determinação do rendimento físico era constituída por 6 camas de 5 m de comprimento (área de 45 m²), pouco perturbadas durante o ciclo cultural.

A colheita efectuou-se globalmente por modalidade, isto é, quando a média das seis repetições atingia um grau médio de maturação de 85-90%.

Com a finalidade de se caracterizar a qualidade da produção comercial, constitui-se em cada repetição de cada modalidade uma amostra de 100 frutos vermelhos tirados ao acaso. Seguidamente separaram-se e contaram-se os frutos pelas

seguintes classes: escaldados⁸, com antracnose, com pedúnculo, rachados (rachas circulares ou longitudinais) e com "green-shoulders" (zona peduncular com a coloração esverdeada). Nestas amostras determinava-se ainda o peso médio do fruto ou calibre (nº de frutos por quilograma).

Em 1990 nas mesmas amostras de 100 frutos cada determinou-se ainda o número e peso de frutos com diâmetro equatorial igual ou superior a 4 cm e inferior aquele valor. Estas observações tinham como finalidade avaliar a produção de frutos para uso industrial do tomate pelado (PHENE et al., 1989).

2.2.5.4.6 - Características tecnológicas da matéria-prima⁹

Tratando-se de ensaios de rega na cultura de tomate para indústria, procedeu-se à avaliação das características tecnológicas mais importantes: "°brix", sólidos totais, acidez total, pH, cor e viscosidade.

a) No campo

Após a colheita de cada modalidade, escolheu-se em cada repetição uma amostra de cerca de 2,5 kg de frutos inteiros e bem maduros (foram excluídos frutos rachados, com podridão ou com outros acidentes físicos ou patológicos).

As amostras foram depois colocadas em sacos de polietileno transparente, transportadas para o laboratório da fá-

8 - Frutos em que os defeitos não se manifestavam numa extensão superior a 30% da superfície total

9 - Para as determinações das características tecnológicas teve-se o apoio da Cozinha Industrial Experimental e do Laboratório de Controlo de Qualidade da empresa Indústrias Alimentação Idal, Lda.

brica onde foram guardadas numa câmara frigorífica, à temperatura aproximada de 4 °C, durante 1-3 dias até serem analisados laboratorialmente. Esta temperatura difere da utilizada por WOLCOTT *et al.*, (s/d) que era de 12,7 °C, por não dispormos de infraestruturas adequadas para grande número de amostras.

b) No laboratório

Preparação da amostra para obtenção de sumo ou simulação de concentrado de tomate

- Os frutos foram bem lavados, limpos e secos.
- Os frutos da amostra foram então divididos em metades (cortados no sentido polo peduncular - polo apical)
- Com a metade de cada fruto constituiu-se uma amostra com cerca de 1300 g que seguidamente foi dividida por pratos de pyrex munidos das respectivas tampas.
- Pesou-se e anotou-se o peso dos pratos com os frutos (± 1 g).
- Cobriram-se os frutos com as tampas de pyrex e colocou-se o conjunto no forno microondas (1400 "Watts") durante 12 minutos (6 minutos a 100% e 6 minutos a 50 % de potência máxima).
- Depois de cozinhados, os pratos "pyrex" com os frutos tapados foram colocados num recipiente com gelo de modo a conseguir-se um arrefecimento rápido. Depois de arrefecer até à temperatura ambiente, tirou-se o prato com os frutos do recipiente com gelo e limpou-se bem por fora.

- Seguidamente pesou-se o prato pyrex com os frutos cozinhados (± 1 g) e adicionou-se-lhe água para compensar o peso perdido por evaporação. Assim a amostra adquiriu o seu peso inicial.

Preparação do sumo

- A amostra passou depois por uma trituradora com um crivo com malha de 1,5 mm, onde se removeram as sementes e a epiderme dos frutos. Convém referir que a malha do crivo utilizado por WOLCOTT *et al.* é inferior ao utilizado por nós o que poderá influenciar os valores de viscosidade e cor.

- Os frutos depois de cozinhados mantiveram-se sempre afastados do contacto com sumo de tomate fresco que contém enzimas.

- O ar incorporado nas amostras de sumo foi depois extraído antes das determinações laboratoriais com cuidados especiais para a cor e a viscosidade. Usaram-se normalmente balões Erlenmeyer cujo gargalo se ligou a uma bomba de vácuo. O ar foi removido até à altura em que se deixava de ver bolhas de ar e o vácuo era quebrado.

- As amostras de sumo sem bolhas de ar foram depois arrefecidas até 25 °C num recipiente com gelo ao mesmo tempo que se homogeneizava cuidadosamente a amostra.

Avaliação de amostras de sumo de tomate

Primeiro agitou-se cuidadosamente a amostra sem incorporar bolhas de ar. Depois confirmou-se se a temperatura estava a 25 °C, e fizeram-se as seguintes determinações:

- "°brix": Utilizou-se um refractómetro digital, modelo RF 80 da "Bellingham+Stanley Limited". Fizeram-se duas leituras por amostra. Se a diferença entre leituras fosse superior a 0,2 fazia-se uma terceira avaliação que entrava no cálculo da média.

- Sólidos totais: Os sólidos totais foram determinados pelo sistema "CEM Microwave Drying Moisture / Solids Analyzer (WOLCOTT, SID). Fizeram-se duas leituras por amostra e se a diferença fosse superior a 0,2 fazia-se uma terceira observação cujo valor entrava no cálculo do valor médio.

Os valores são expressos em percentagem.

- Sólidos insolúveis: Foram determinados pela diferença entre os valores dos sólidos e do "°brix".

- pH: Este parâmetro foi determinado pelo método potenciométrico. Utilizou-se um potenciómetro modelo PW 9418/01 (Hotplate - Philips). Fizeram-se duas leituras por amostra. Fez-se uma terceira leitura sempre que a diferença foi superior a 0,2 e entrava no cálculo da média.

- Acidez total (expressa em ácido cítrico): Foi calculada utilizando o método volumétrico, tendo-se utilizado na titulação o hidróxido de sódio N/10.

Fizeram-se normalmente duas leituras por amostra.

Sempre que a diferença entre as duas leituras fosse superior a 0,05, fazia-se uma terceira cujo valor entrava no cálculo da média. Os valores são expressos em percentagem.

- Cor: A cor foi determinada pelo método de Gardner para a qual se utilizou um colorímetro modelo "Cologard System/05" ligado a um computador para aquisição de dados. Fizeram-se duas leituras por amostra e se a diferença fosse superior a 0,2 fazia-se uma terceira que entrava no cálculo da média. Os valores são expressos pelo razão a/b do colorímetro de Gardner.

- Viscosidade: A viscosidade foi determinada utilizando um consistómetro de 25 cm de comprimento, modelo ECE, em inox. As leituras foram feitas ao fim de 10 segundos (metodologia da Idal) e ao fim de 30 segundos (metodologia da Universidade da Califórnia, Davis). Fizeram-se duas observações por cada amostra e se a diferença entre elas era superior a 0,2, fazia-se uma terceira observação cujo valor entrava no cálculo da média.

Avaliação de concentrado de tomate a 12,5 "°brix"

- Retirava-se uma amostra de sumo.

- Levava-se ao forno microondas e concentrava-se até um "°brix" superior a 12,5.

- Depois diluía-se com água destilada até 12,5 "°brix" e determinava-se a viscosidade e a cor utilizando a metodologia descrita anteriormente.

Convém referir que a avaliação destas características em concentrado de tomate a 12,5 "°brix" só foi realizada em 1990.

2.3 - Resultados e discussão

2.3.1 - Resultados de 1989

2.3.1.1 - Elementos edafo-climáticos observados ao longo do ensaio

2.3.1.1.1 - Água aplicada e água perdida por percolação

É necessário utilizar-se um criterioso calendário de rega de modo a evitar-se um déficit hídrico das plantas (CANNEL e ASBELL, 1974; RUDICH *et al.*, 1977; PHENE *et al.*, 1982 e 1985) e melhorar-se a produtividade e a qualidade da matéria-prima. Em contraste, excessivas aplicações de água à cultura pode causar deficiente arejamento do solo, lavagem de nutrientes e em alguns casos a conseqüente redução de produção por unidade de superfície (WACQUANT *et al.*, 1975, FEDDES *et al.*, 1978).

A quantidade de água aplicada (rega + chuva) e perdida por percolação durante o ciclo cultural das diversas modalidades de rega apresentam-se na Tabela 4 e Figuras 14 e 15.

Os valores de água aplicada no ensaio por modalidade (Fig. 14) estão de acordo com a humidade volumétrica para cada ponto de rega apresentado na curva característica de retenção de água determinada para o solo em estudo (Ver Fig. 5).

Tabela 4 - Valores totais de água aplicada (rega + precipitação) e perda por percolação. P = precipitação; R = rega; D = drenagem por percolação

Modalidade	P (mm)	R (mm)	R+P (mm)	D (mm)
M1 (-10 KPa)	93,2	539,9	633,1	60,2
M2 (-20 KPa)	93,2	376,7	469,9	41,6
M3 (-40 KPa)	93,2	272,3	365,5	39,7
M4 (-60 KPa)	93,2	223,9	317,1	60,9

* - Valor excessivo devido ao posicionamento e mau funcionamento do porta-aspersor.

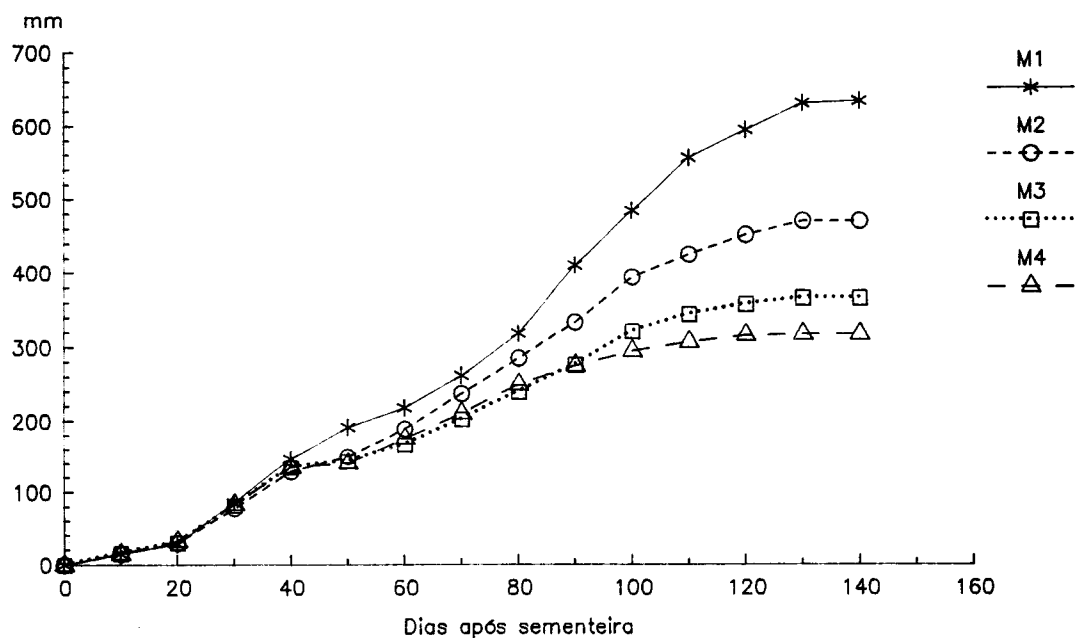


Fig. 14 - Valores acumulados de água aplicada diariamente à cultura (Rega + Precipitação). M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa.

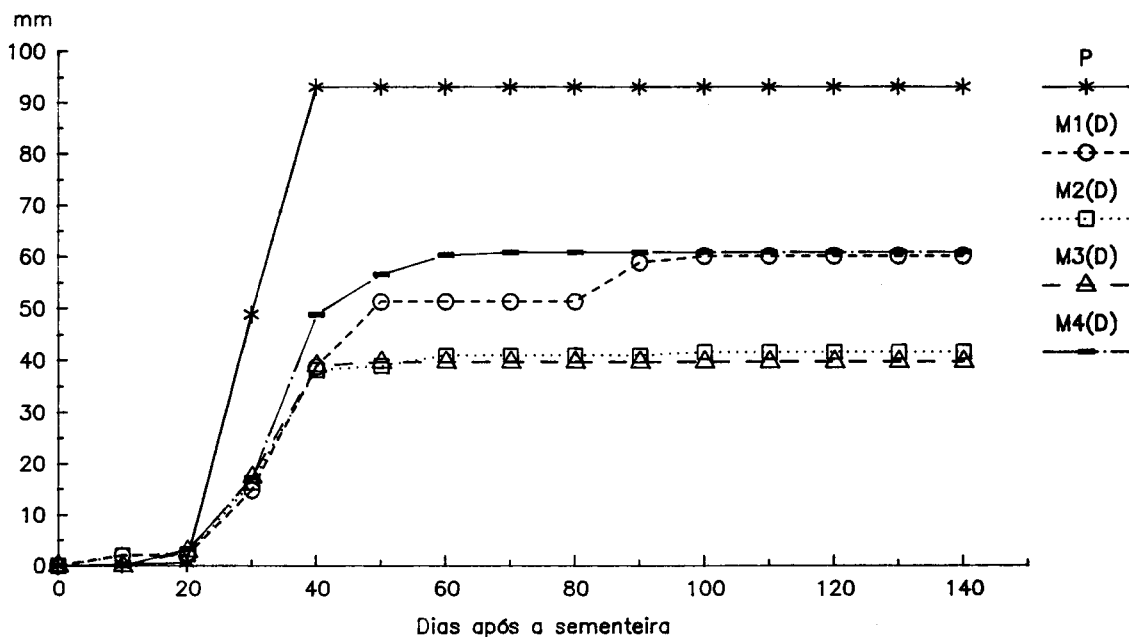


Fig. 15 - Valores acumulados de água perdida diariamente por percolação. Mod. de rega: M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa; P = Precipitação; D = Drenagem.

A quantidade de água perdida por percolação deve-se fundamentalmente à precipitação ocorrida até ao dia 40 após a data de sementeira. Na modalidade M1 (-10 KPa) e após aquela data, verificam-se ainda algumas perdas de água por percolação no início e no fim do ciclo cultural devidas aos volumes elevados de água aplicados pela rega e pela fraca evapotranspiração naquelas fases. Relativamente à modalidade M4 (-60 KPa) os valores iniciais elevados devem-se à má vedação da válvula dos porta-espessores da rega por aspersão situado perto do lisímetro e ao tensiómetro eléctrico do controlo de rega ter prendido duas vezes prolongando assim a duração estabelecida para as regas.

2.3.1.1.2 - Caracterização hídrica do solo ao longo do ciclo cultural

Como foi referido anteriormente, a caracterização hídrica do solo em profundidade e ao longo do ciclo cultural foi feita recorrendo a tensiómetros e à sonda de neutrões.

a) Tensiómetros eléctricos

A Figura 16 mostra a evolução diária dos potenciais de água no solo ao longo do ciclo cultural e para cada modalidade. Chama-se a atenção para o facto da figura ser desenhada no primeiro quadrante (coordenadas x e y positivas) quando na realidade y expresso em Kpa é negativo. Deveria ter-se representado no 4º quadrante (em que x é positivo e y negativo) (CALADO, 1967), mas por comodidade de representação gráfica no computador optou-se pela primeira solução. Esta, como outras figuras com características semelhantes ao longo deste trabalho, serão apresentadas com a mesma estrutura gráfica.

Como se pode verificar os potenciais diários de água no solo são bastante distintos entre as modalidades extremas. Entre modalidades sucessivas os valores observados por vezes sobrepõem-se. Isto deve-se fundamentalmente ao funcionamento característico dos tensiómetros, hora de leitura dos mesmos e às horas das regas. Estas ocorriam com maior frequência a partir do meio dia. Depois os tensiómetros iam entrando em equilíbrio e os valores atingiam níveis inferiores ao estabelecido para o ponto de rega e mantinham esses potenciais até à hora de leitura (09:00 horas da manhã).

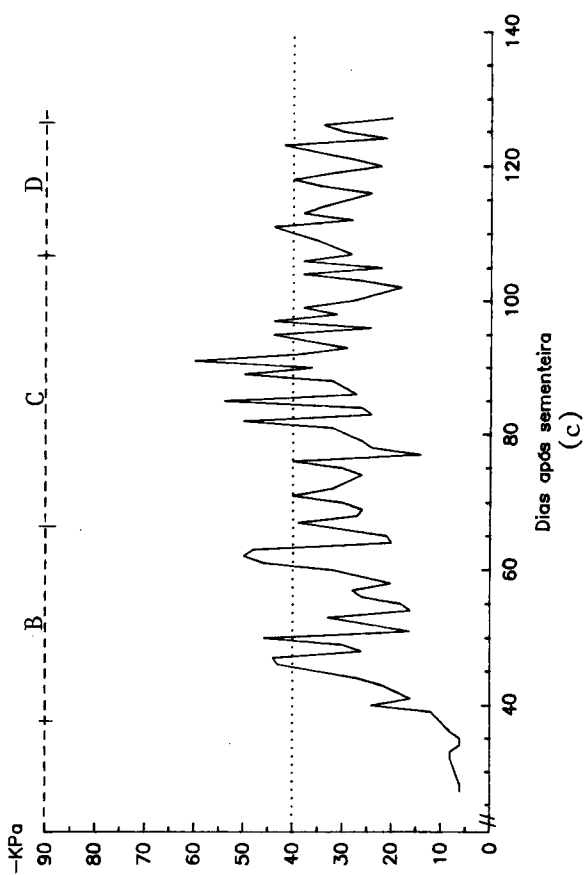
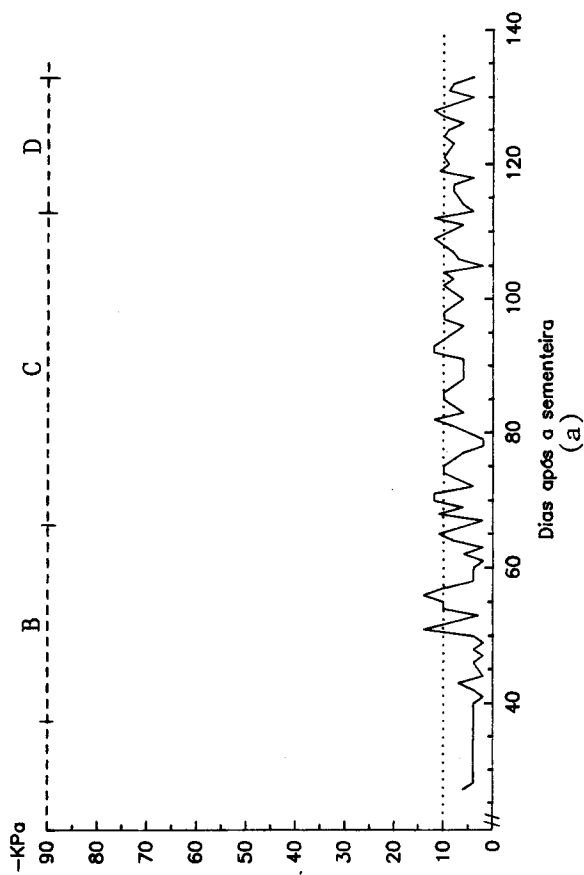
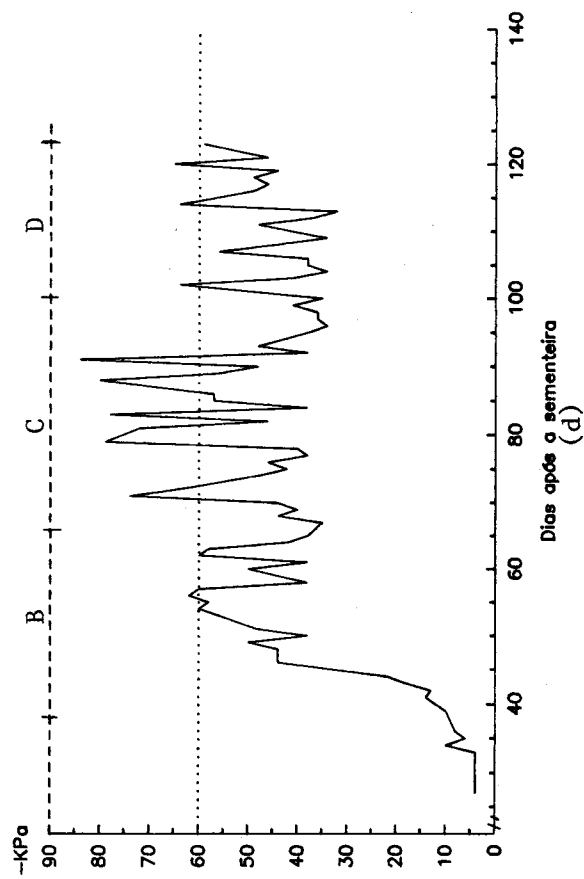
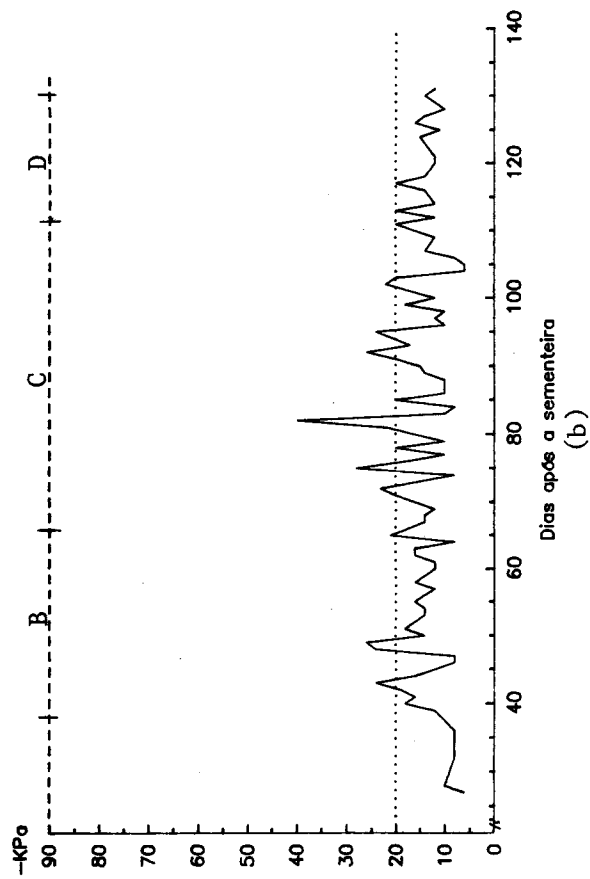


Fig. 16 - Evolução diária dos potenciais de água no solo (09:00 horas) medidos com os tensiômetros eléctricos nas modalidades: (a) - M1, (b) - M2, (c) - M3 e (d) - M4. B,C e D = períodos de desenvolvimento; (...) - ponto de rega.

Outro aspecto que convém realçar é de que só a partir do meio do estágio de desenvolvimento B (50 dias após a sementeira) se começaram a acentuar as diferenças de potenciais de água no solo entre modalidades. Isto pode explicar-se por o regime de rega serem iguais para todas as modalidades durante o estágio A e as plantas possuírem um desenvolvimento vegetativo reduzido.

b) Tensiómetros "jet-fill"

A Figura 17 mostra a evolução dos potenciais de água no solo a 15 e 60 cm de profundidade e para as quatro modalidades de rega. Cada valor representa a média de seis tensiómetros.

c) Sonda de neutrões

A caracterização hídrica do perfil do solo de cada modalidade foi feita utilizando o método da sonda de neutrões.

A Figura 18 mostra a evolução ao longo do perfil e ao longo do ciclo cultural dos potenciais de água no solo para cada modalidade. As diferenças hídricas no perfil entre tratamentos de rega fizeram-se sentir principalmente durante os estádios de desenvolvimento C e D.

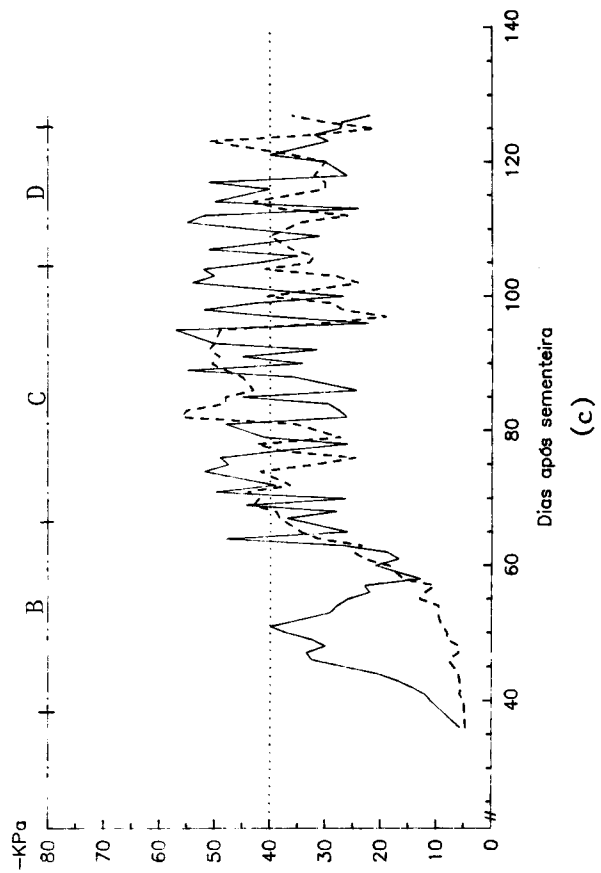
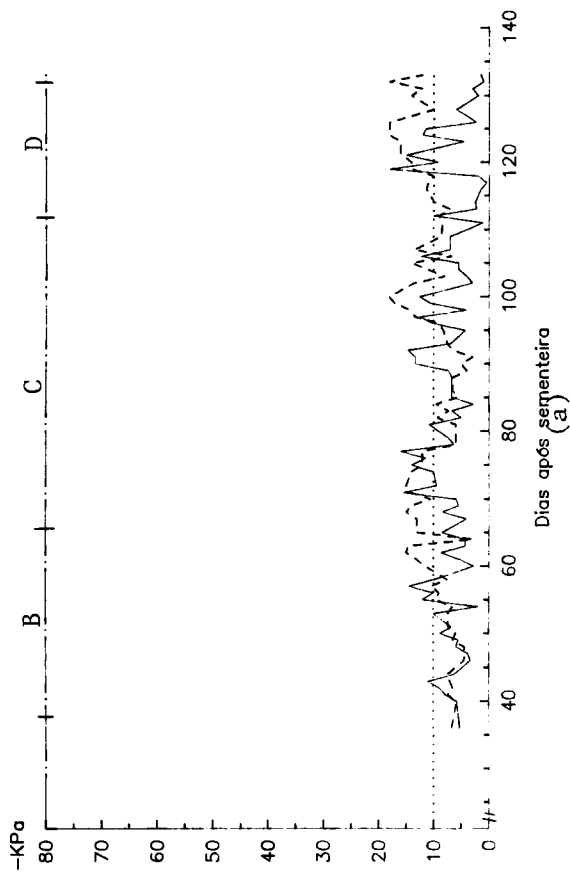
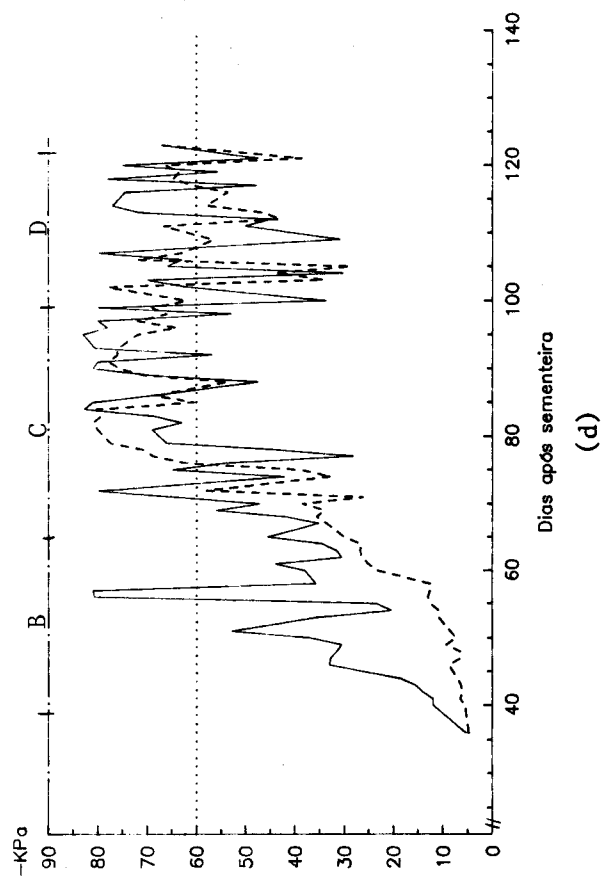
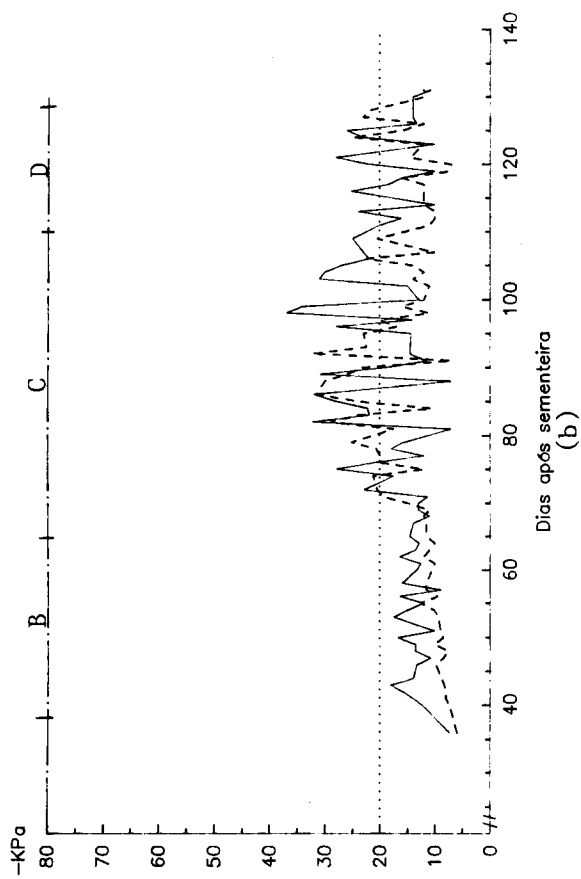


Fig. 17 - Evolução diária dos potenciais de água no solo medidos com tensiômetros "Jet-fill" nas modalidades: (a) - M1, (b) - M2, (c) - M3 e (d) - M4. B, C e D = períodos de desenvolvimento; (—) - 15 cm, (---) - 60 cm de profundidade, (...) - ponto de rega. Cada valor é a média de seis observações.

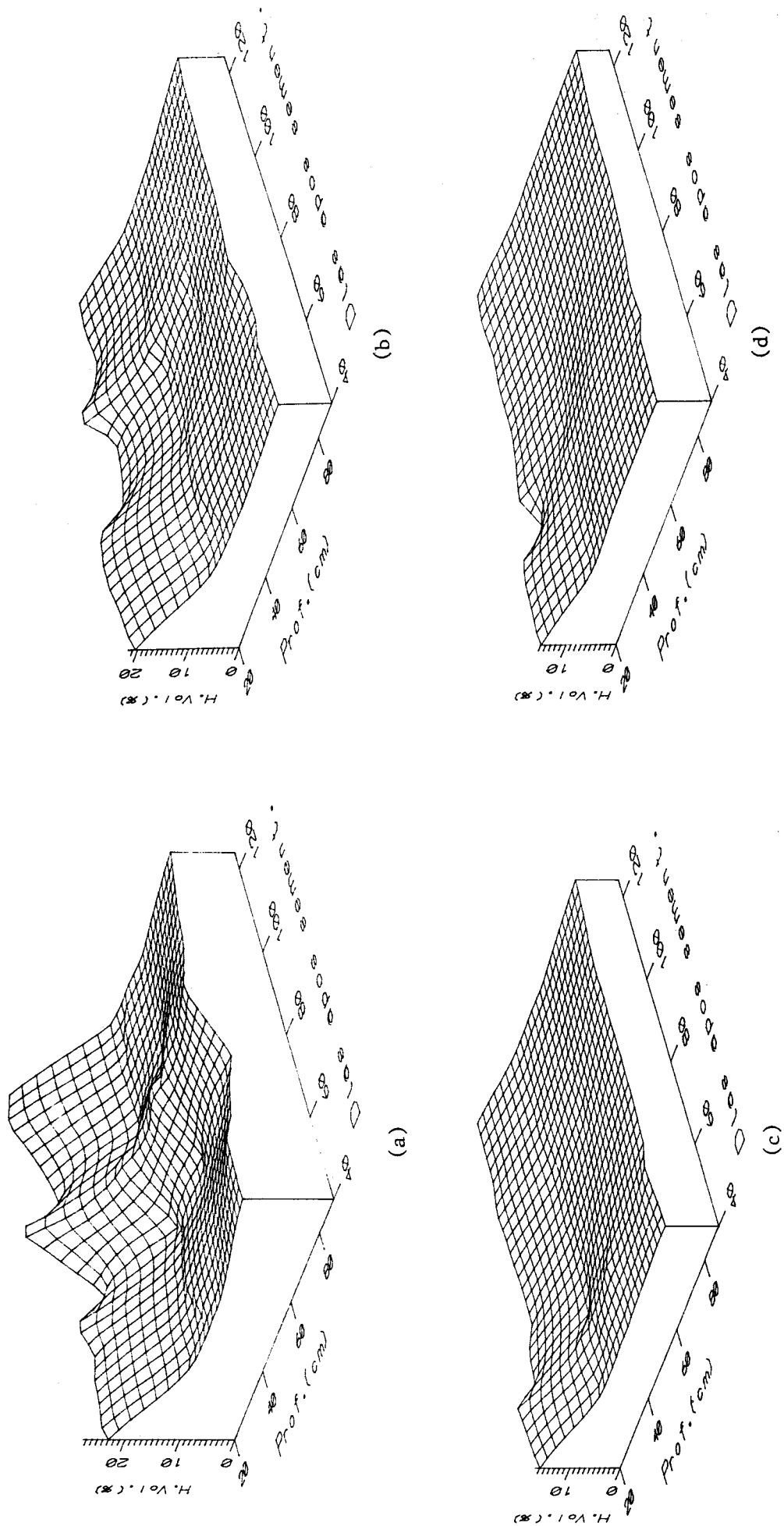


Fig. 18 - Caracterização hídrica do perfil do solo ao longo do ciclo cultural nas modalidades de rega: (a) - M1 (-10 KPa) (b) - M2 (-20 KPa); (c) - M3 (-40 KPa) e (d) - M4 (-60 KPa). Leituras feitas em tubos de alumínio. Cada valor é a média de seis observações.

2.3.1.1.3 - Evapotranspiração real (ETR) e suas relações com a evapotranspiração de referência (ET_o) e com a evaporação

Os valores de evapotranspiração real acumulados ao longo do ciclo cultural são mostrados na Fig. 19. Como se pode constatar, as diferenças de ETR entre modalidades começam a ser mais nítidas a partir do estágio C. Este comportamento está aliás em consonância com o desenvolvimento das plantas em cada modalidade de rega (ver Tabelas 10 e 12). À medida que se avança no ciclo cultural as diferenças são cada vez mais nítidas.

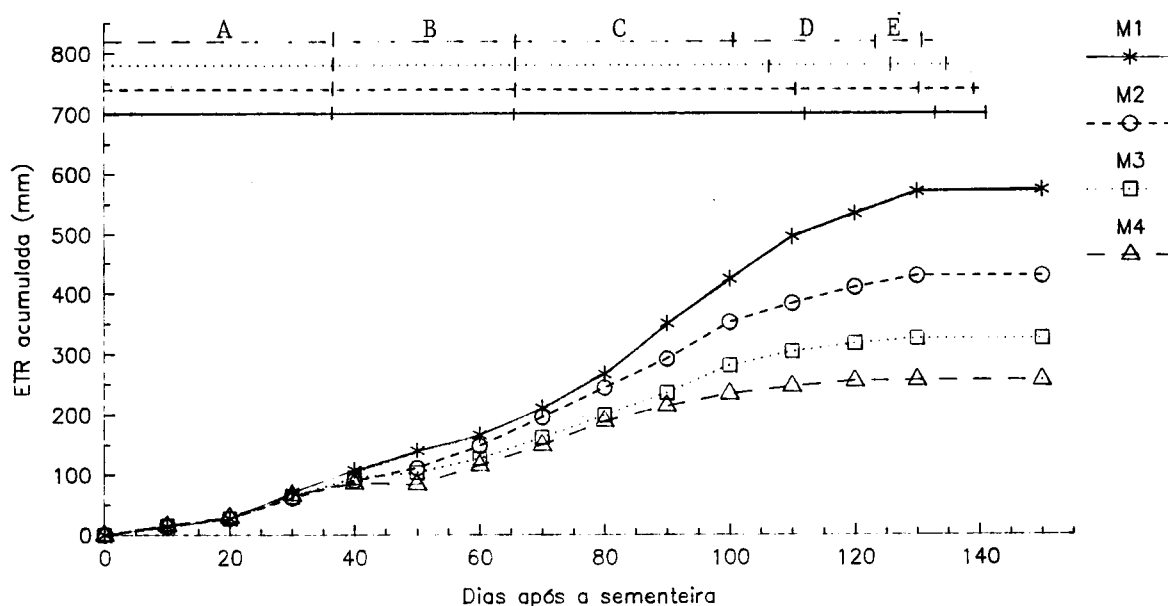


Fig. 19 - Valores acumulados de evapotranspiração real diária para cada modalidade. A, B, C e D = Períodos de desenvolvimento. M1 (-10 Kpa); M2 (-20 Kpa); M3 (-40 Kpa) e M4 (-60 Kpa).

Os valores de ETR por períodos de desenvolvimento e por modalidade bem como a sua relação com a evapotranspiração de referência (ET_o), evaporação na tina classe A e a evaporação pelo método de Piche são apresentados na Tabelas 5.

Tabela 5 - Evapotranspiração real (ETR) por períodos de desenvolvimento na modalidade de M1 (-10 KPa); M2 (-20 Kpa); M3 (-40 Kpa) e M4 (-60 Kpa). Sua relação com a evapotranspiração de referência (ET_o) e evaporação da Tina e Piche: $K_r = ETR \div ET_o$; $K_t = ETR \div \text{evap. Tina}$; $K_p = ETR \div \text{evap. Piche}$.

Mod.	Per. ^{OS} de desenvolv.			ETR (mm)		ET _o (mm)	Tina (mm)	Piche (mm)	K _r	K _t	K _p
	Desig.	Período	Dur.	Total	Diár.						
M1	A	27/4 a 2/6	37	107,5	2,9	161,0	177,9	155,7	0,67	0,60	0,69
	B	3/6 a 1/7	29	95,7	3,3	159,4	208,7	157,1	0,60	0,46	0,61
	C	2/7 a 16/8	46	315,1	6,9	237,7	308,2	256,2	1,33	1,02	1,23
	D	17/8 a 5/9	20	54,6	2,7	76,2	105,0	91,9	0,72	0,52	0,59
Total	-	-	141*	572,9	-	634,3	799,8	660,9	-	-	-
Média	-	-	-	-	4,1	-	-	-	0,893	0,708	0,857
M2	A	27/4 a 2/6	37	90,0	2,4	161,0	177,9	155,7	0,56	0,51	0,58
	B	3/6 a 1/7	29	83,5	2,9	159,4	208,7	157,1	0,53	0,40	0,53
	C	2/7 a 15/8	45	210,0	4,7	233,0	301,5	251,7	0,90	0,70	0,83
	D	16/8 a 3/9	19	44,8	2,4	71,3	99,7	83,9	0,63	0,45	0,53
Total	-	-	138*	428,3	-	624,7	787,8	648,4	-	-	-
Média	-	-	-	-	3,1	-	-	-	0,69	0,54	0,66
M3	A	27/4 a 2/6	37	94,6	2,6	161,0	177,9	155,7	0,59	0,53	0,61
	B	3/6 a 1/7	29	55,8	1,9	159,4	208,7	157,1	0,35	0,27	0,36
	C	2/7 a 10/8	40	142,1	3,6	208,8	272,3	230,1	0,68	0,52	0,62
	D	11/8 a 30/8	21	33,8	1,6	82,7	110,0	88,5	0,40	0,30	0,38
Total	-	-	134*	325,8	-	611,9	768,9	631,4	-	-	-
Média	-	-	-	-	2,4	-	-	-	0,53	0,42	0,52
M4	A	27/4 a 2/6	37	92,6	2,5	161,0	177,9	155,7	0,58	0,52	0,59
	B	3/6 a 1/7	29	44,2	1,5	159,4	208,7	157,1	0,28	0,21	0,28
	C	2/7 a 4/8	34	97,0	2,9	181,6	243,0	206,5	0,53	0,40	0,47
	D	5/7 a 27/8	23	22,4	1,0	98,6	124,8	99,6	0,23	0,18	0,23
Total	-	-	131*	256,2	-	600,6	754,4	618,9	-	-	-
Média	-	-	-	-	2,0	-	-	-	0,43	0,34	0,41

* - Duração total do ciclo cultural.

O coeficiente cultural (K_c) é o quociente entre a evapotranspiração real máxima da cultura (ETRmax) e a evapotranspiração de referência (ETo) (DOOREMBOS e KASSAM, 1980; GAMA, 1987).

Se compararmos os coeficientes K_r (ETR/ETo) por nós calculados para cada período de desenvolvimento e os indicados na bibliografia para períodos de ciclo cultural equivalentes verificamos uma certa semelhança. Assim respectivamente para os períodos B, C e D, DOOREMBOS e KASSAM (1980) indicam valores médios de K_c de 0,65; 1,05 e 0,77 e PHENE *et al.* (1989) de 0,45; 1,02 e 1,05.

Comparando os coeficientes K_r calculados para as modalidades de rega mais produtivas (M2 e M1) com os K_c indicados anteriormente, verificamos o seguinte:

- Período B : Os valores são semelhantes aos K_c indicados por DOOREMBOS e KASSAM (1980) e ligeiramente superiores aos indicados por PHENE *et al.* (1989).

- Período C : Os coeficientes K_c indicados pelos mesmos autores situam-se entre os valores de K_r da modalidade M1 (-10 KPa) e M2 (-20 KPa).

- Período D : Os valores de K_r , principalmente o da modalidade de M1, são semelhantes aos valores de K_c indicados por DOOREMBOS e KASSAM (1980) e bastante inferiores aos apresentados por PHENE *et al.* (1989)

2.3.1.1.4 - Perda por percolação dos principais macronutrientes

O aumento do custo dos fertilizantes, problemas com má drenagem e salinidade implicam que a eficiência da rega e da fertilização devam ser otimizadas em relação à produção e à qualidade da matéria-prima (PHENE *et al.*, 1986 e 1987).

A uniformidade e a elevada frequência de rega bem como a fertirrigação frequente e em pequenas quantidades poderá eliminar o escoamento superficial, aumentar a eficiência da rega e fertilização e poderá minimizar a drenagem e a poluição da toalha freática.

Os valores de N - NO_3 , P - P_2O_5 e K - K_2O perdidos por percolação para cada modalidade estão representados nas Figuras 20, 21 e 22.

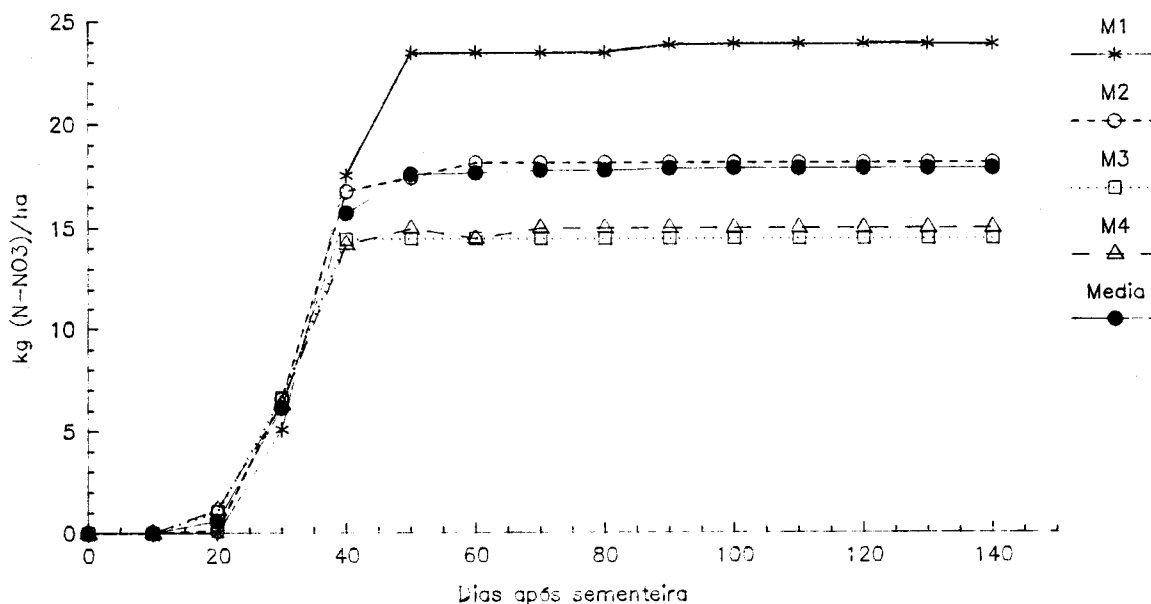


Fig. 20 - Evolução diária dos valores acumulados de N - NO_3 perdidos por percolação.

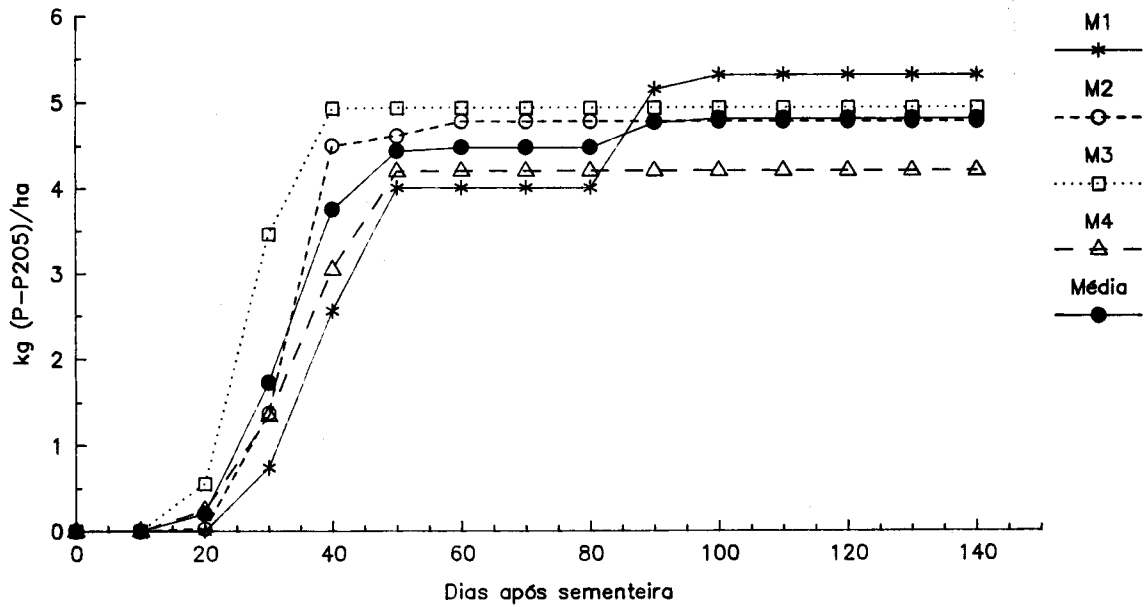


Fig. 21 - Evolução diária dos valores acumulados de P - P₂O₅ perdidos por percolação.

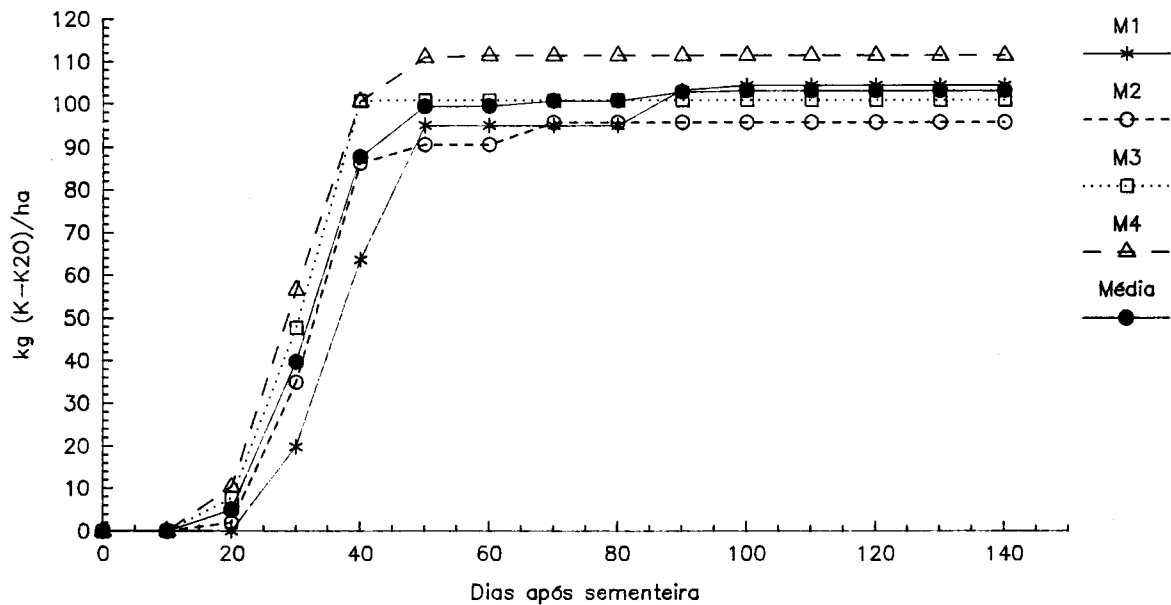


Fig. 22 - Evolução diária dos valores acumulados de K - K₂O perdidos por percolação.

Das Figuras anteriores ressaltam os elevados valores verificados na percolação e que representam respectivamente 6,9, 9,7 e 17,5% do total de azoto, fósforo e potássio aplicados. Estes devem-se dum modo geral à elevada quantidade de fertilizantes aplicados na adubação de fundo, à abundante precipitação que ocorreu até ao dia 40^o após a sementeira e ao ainda reduzido desenvolvimento das plantas.

Os valores dum modo geral estão de acordo com a água perdida por percolação (Ver Tabela 4), excepto para a modalidade 4 (-60 KPa) no que diz respeito aos valores de azoto e fósforo.

2.3.1.2. - Comportamento do sistema radical

No presente trabalho procurou-se caracterizar a influência dos potenciais de água no solo na distribuição do sistema radical ao longo do perfil pedológico.

Os resultados obtidos foram analisados como um ensaio factorial com dois factores: o potencial de água no solo e a profundidade ao longo do perfil pedológico (Tabela 6). A análise de variância mostrou haver diferenças significativas ($P < 0,01$) para os factores principais, potencial de água no solo e profundidade, e para a interacção entre estes dois factores.

A relação entre o crescimento das raízes e água no solo é variável, havendo situações em que nas raízes de tomate se observa ainda crescimento a taxas muito baixas, com potenciais hídricos muito inferiores ao correspondente aos coeficientes de emurchecimento (PORTAS e TAYLOR, 1976; WILD,

1988 e OLIVEIRA e PORTAS, 1991). Os resultados que se obtiveram e que constam da Tabela 6 mostram haver diferenças significativas entre modalidades, à exceção das modalidades M2 e M3. O comprimento radical total diminui à medida que os potenciais de água no solo decrescem BAR-YOSEF *et al.*, (1980) e MAYNARD *et al.*, (1980), utilizando sistemas tradicionais de rega gota-a-gota, também concluíram que o desenvolvimento do sistema radical perto da superfície do solo aumenta com o acréscimo das dotações de rega. SANDERS *et al.* (1989) utilizando um sistema de rega localizada móvel ("Traveling Trickle irrigation system") com três níveis de rega (0,35 ET0, 0,70 ET0 e 1,05 ET0) concluiu que o maior desenvolvimento radical nos primeiros 30 cm de solo se verificou na modalidade pior regada. Isto poderá dever-se à má distribuição da água na superfície da cama de cultura, dado que não observaram entre as modalidades de rega, diferenças significativas de teores de água naquela camada de solo.

O crescimento radical também variou com a profundidade. Como se pode verificar na Tabela 7 o maior comprimento radical verificou-se até aos 40 cm de profundidade, principalmente na camada de 31 a 40 cm. Os maiores valores nesta faixa parecem poder-se justificar-se pelo aparecimento a 40 cm de profundidade dum novo horizonte com densidade real maior e menor quantidade de matéria orgânica (Ver anexo 1). Segundo OLIVEIRA e PORTAS (1991), os valores encontrados na bibliografia são relativamente concordantes em que resistências de solo da ordem dos 690-980 Kpa ($7-10 \text{ kg cm}^{-2}$) dificultam bastante o crescimento radical. Estes valores encontram-se frequentemente em camadas arenosas com densidades aparentes

Tabela 6 - Comprimento radical (L) em $m.m^{-2}$ por modalidade de rega.

Modalidade de rega	L ($m.m^{-2}$)
M1 (-10 KPa)	1663 a
M2 (-20 KPa)	1436 b
M3 (-40 KPa)	1416 b
M4 (-60 KPa)	549 d

M.D.S. (0,05)	206,0
DP	28,345
Sig.	***

NOTA: Valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (teste LSD).
M.D.S. = Mínima diferença significativa. DP - Desvio padrão. * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$;
*** - $P < 0,001$.

Tabela 7 - Comprimento radical (L) por profundidade do perfil pedológico.

Profundidade (cm)	L ($m.m^{-2}$)
0 - 10	279,750 b
11 - 20	265,417 b
21 - 30	254,750 b
31 - 40	316,583 a
41 - 50	95,083 c
51 - 60	19,250 d
61 - 70	13,417 d
71 - 80	12,333 d
81 - 90	6,667 d
91 - 100	2,833 d

M.D.S. (0,05)	32,575
DP	28,345
Sig.	***

NOTA: Valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (teste LSD). DP - Desvio padrão. * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

superiores a 1,4-1,5. Como se pode ver no anexo 1 o horizonte Ap (0-40 cm) e C1 (41-74 cm) apresentam densidades aparentes de 1,62 e 1,75 respectivamente. Estes valores correspondem a uma situação anterior à preparação do solo da sementeira e que a manterem-se durante o ciclo cultural iriam dificultar o crescimento radical. A preparação do solo com a lavoura a 35-40 cm de profundidade diminuiu temporariamente os valores de densidade aparente no horizonte Ap, permitindo o desenvolvimento do sistema radical. A partir dos 40 cm os comprimentos radicais decrescem dum modo muito acentuado (Tabela 7 e Fig. 23), pois o horizonte subjacentes não foram mobilizados, o que parece ter dificultado a penetração das raízes criando na zona de separação dos horizontes Ap e C1 um aumento de raízes quando comparada com as faixas do perfil até 30 cm de profundidade.

BAR-YOSEF *et al.* (1980); MAYNARD *et al.* (1980); TAN e FULTON (1985) e SANDERS *et al.* (1991) utilizando sistemas de rega localizada também concluíram que o sistema radical é superficial e se desenvolve praticamente na camada de 0 a 30-40 cm de profundidade. Embora com rega por sulcos PORTAS (1970) e GAMA (1987) também observaram sistemas radicais com desenvolvimento superficial.

Os comprimentos radicais totais por modalidade, à excepção da modalidade M4 (-60 KPa), estão de acordo com os valores publicados por WIDDERS e LORENZ (1979), citados por OLIVEIRA e PORTAS (1991), que são 1 a 2 Km.m⁻² para as cultivares de tomate VF-145-78X79 e VF 109 (cultivares modernas) e "Early Peck" e "Pearson" (cultivares tradicionais), todas em sementeira directa e com rega.

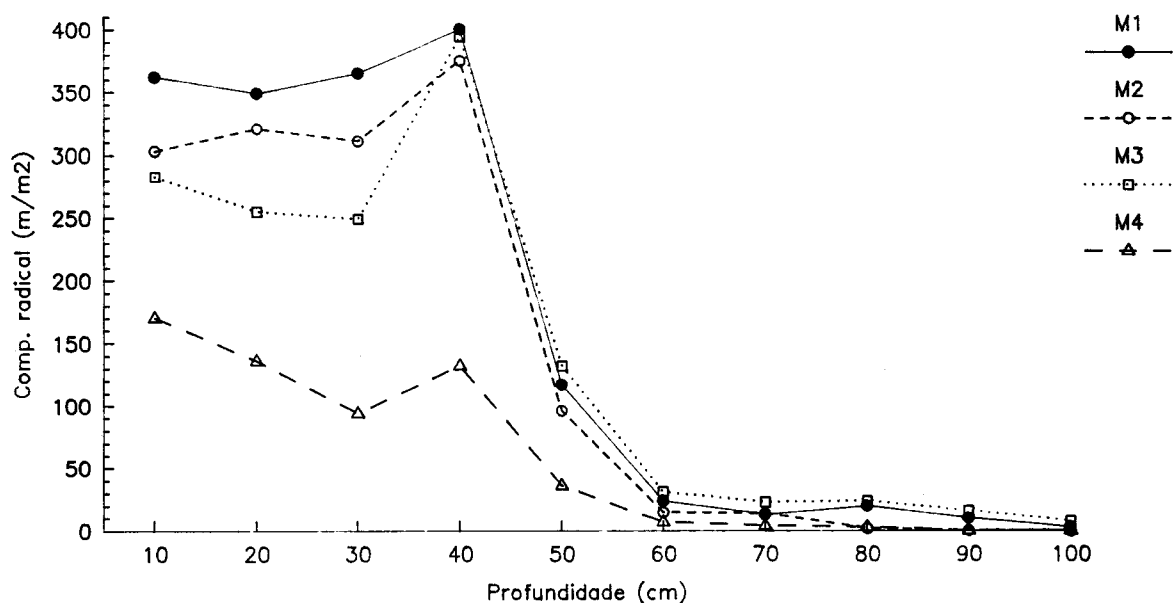
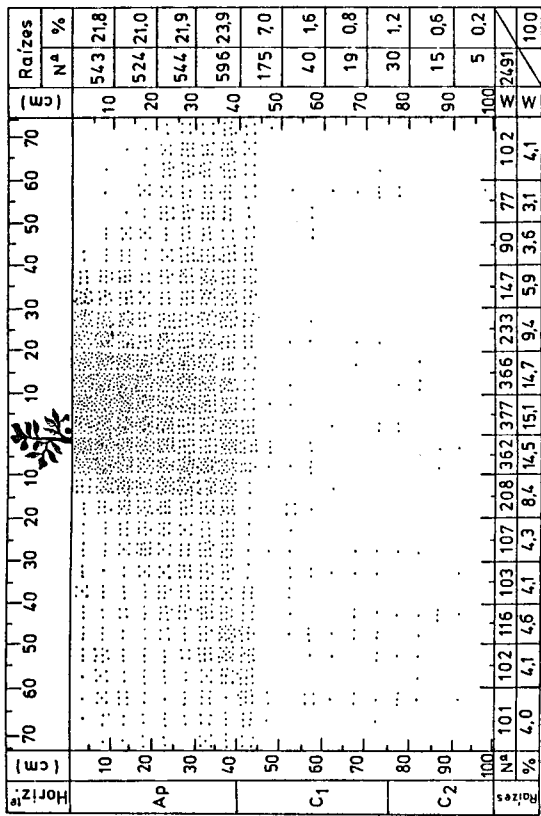


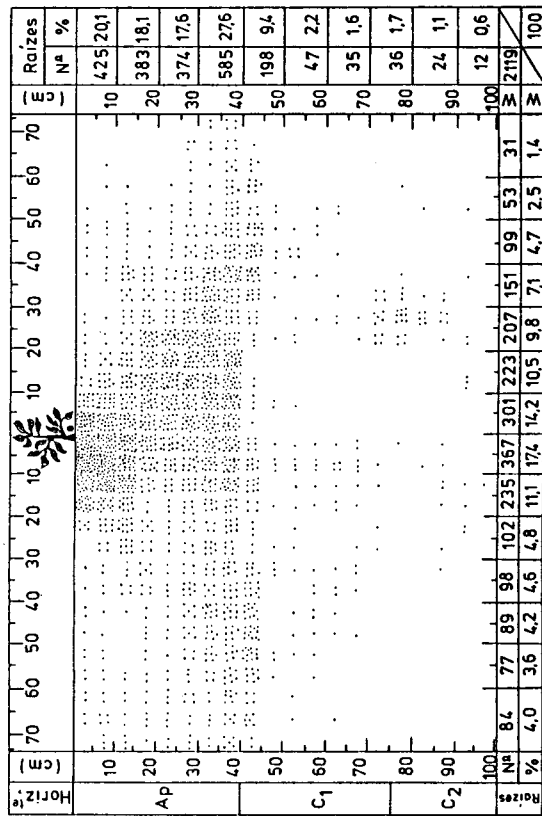
Fig. 23 - Evolução do comprimento radical (L) em função da profundidade do solo.

Em todas as modalidades o sistema radical foi superficial¹⁰ e os seus valores são mais elevados cerca da vertical do caule principal (Figura 24) ao contrário do referido por GAMA (1987). Este autor utilizou a rega tradicional por sulcos o que deu origem a valores de densidade radical mais elevados junto dos sulcos de rega.

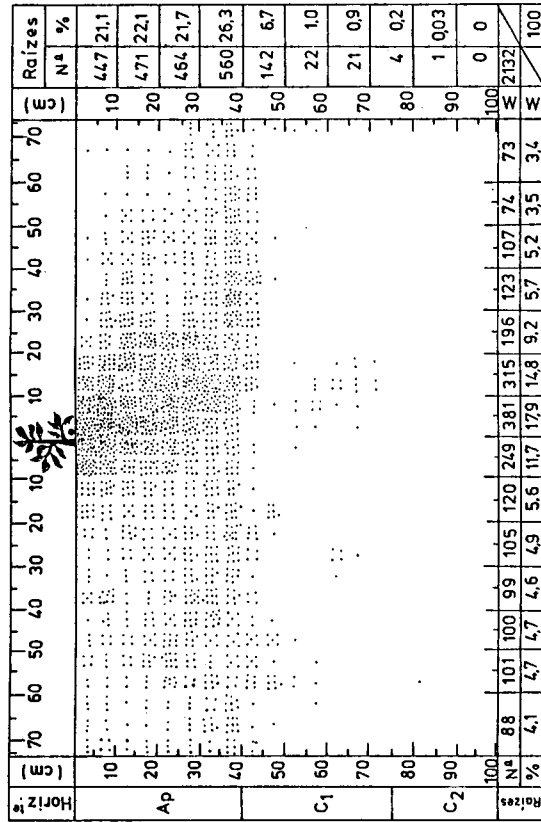
10 - Segundo PORTAS (1970) e LORENZ e MAYNARD (1988) entende-se por sistema radical superficial aquele que se desenvolve até 45-60 cm de profundidade.



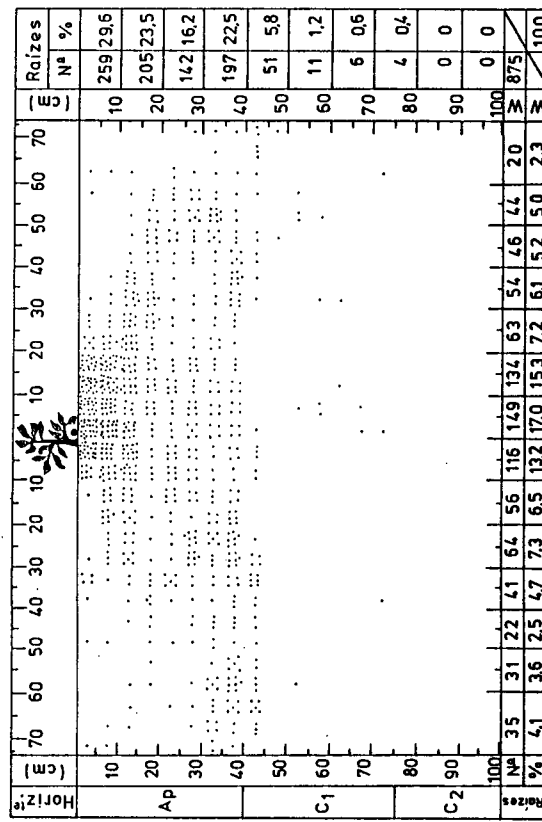
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 24 - Distribuição do sistema radical nas modalidades: (a) - M1; (b) - M2; (c) - M3 e (d) - M4. (.) - goteja dor. Cada valor é a média de três observações.

2.3.1.3 - Elementos relativos à parte aérea das plantas

2.3.1.3.1 - Fases de desenvolvimento. Ciclo cultural

As datas das fases de desenvolvimento para cada modalidade são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Datas de fases do desenvolvimento por modalidade de rega*.

Fases de desenvolvimento	Datas por modalidades			
	M1	M2	M3	M4
Sementeira	27/4	27/4	27/4	27/4
Emergência	6/5	6/5	6/5	6/5
Desbaste	2/6	2/6	2/6	2/6
1ª flôr aberta	17/6	19/6	21/6	20/6
1º fruto vingado	1/7	1/7	1/7	1/7
1º fruto vermelho	10/8	7/8	3/8	27/7
Completo desenvolvimento dos frutos 1ª inflorescência	16/8	15/8	10/8	4/8
Corte de rega (75% de frutos verm. + alaranjados)	5/9	3/9	30/8	27/8
Colheita	14/9	11/9	7/9	4/9

* - M1 = -10KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa

A duração para cada período de desenvolvimento definido anteriormente é apresentado na tabela 9.

O número de dias e de dias graus de crescimento entre a sementeira e a emergência foi respectivamente de 10 e 104.

Tabela 9 - Duração dos períodos de desenvolvimento e do ciclo cultural total.

MOD.	Períodos de desenvolvimento											
	A		B		C		D		E		Total	
	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C
M1	37	376,5	29	394,5	46	714,0	20	333,9	9	68,0	141	1886,9
M2	37	376,5	29	394,5	45	684,4	19	324,7	8	74,2	138	1854,3
M3	37	376,5	29	394,5	40	627,2	21	323,0	7	85,6	134	1806,8
M4	37	376,5	29	394,5	34	542,6	23	348,9	8	116,7	131	1780,1

NOTA: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa; A, B, C, D, E = Períodos de desenvolvimento da cultura; D.G.-C = Dias graus de crescimento (Temperatura base = 8 °C).

Estes valores assim como os para o total do ciclo cultural estão de acordo com os apresentados por CALADO *et al.* (1979) para a 'Cal j' semeada na mesma época e no mesmo local (solos de aluvião).

Em relação à duração do ciclo cultural os valores aqui apresentados são ligeiramente superiores (mais 200 D.G.-C) aos apresentados por CALADO e PORTAS (1986) para a 'Cal j' em Coruche mas calculados sobre as temperaturas médias do ano normal de 1931-60.

2.3.1.3.2 - Evolução da matéria verde e seca do canopeu

a) Matéria verde (g/planta):

Os resultados das determinações efectuadas ao longo do ciclo cultural para avaliar a matéria verde do canopeu, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Matéria verde do canopeu (g / planta) em várias fases de desenvolvimento:
a1 = 2ª folha definitiva (24/5); a2 = Desbaste (1/6); a3 = 1ª flôr aberta (21/6); a4 = 1º fruto vingado (5/7); a5 = Comp. desenv. dos frutos 1ª inflorescência (7/8); a6 = Antes da colheita (M1 = 11/9, M2 = 7/9, M3 = 6/9 e M4 = 30/9).

Modalidade	Fases de desenvolvimento					
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
M1	1,060 a	2,487 a	75,517 ab	353,900 a	592,067 a	435,517 a
M2	1,185 a	2,912 a	81,2 a	307,283 b	508,767 b	344,317 bc
M3	1,075 a	2,733 a	71,967 ab	302,150 b	408,983 c	302,000 cd
M4	1,093 a	3,167 a	66,400 b	294,983 b	366,100 c	260,917 d
M.D.S.(0,05)	0,291	1,062	13,199	37,983	82,169	54,236
DP	0,237	0,863	10,726	30,865	67,136	44,072
Sig.	N.S.	N.S.	*	*	***	***

NOTA: Valores médios para cada fase de desenvolvimento seguidos por letras diferentes, diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD); M.D.S. = Mínima diferença significativa. DP = Desvio padrão; * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

A evolução destes valores convertidos em $t \cdot ha^{-1}$ para uma população de 66 666 plantas por hectare é apresentada na Figura 25.

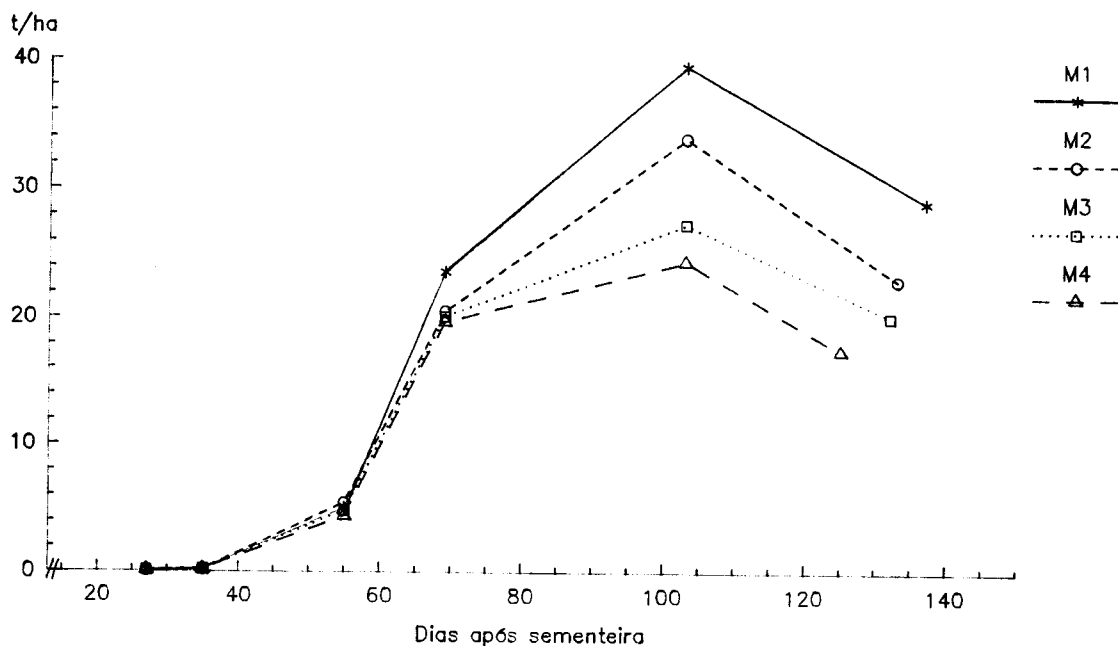


Fig. 25 - Evolução da matéria verde ($t \cdot ha^{-1}$).

b) Matéria seca (g / planta).

Os valores de matéria seca do canopeu relativos aos resultados de matéria verde incluídos na tabela anterior, apresentam-se na Tabela 11.

Tabela 11 - Matéria seca do canopeu (g / planta).

Modalidade	Fases de desenvolvimento					
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
M1	0,143 a	0,325 a	8,167 a	36,817 a	85,617 a	82,967 a
M2	0,162 a	0,385 a	8,017 a	31,717 a	72,217 bc	74,767 a
M3	0,147 a	0,367 a	8,017 a	35,217 a	68,717 c	58,033 b
M4	0,142 a	0,392 a	8,267 a	31,417 a	55,133 d	53,350 b
M.D.S. (0,05)	0,039	0,191	1,698	5,554	13,255	14,607
DP	0,031	0,155	1,380	4,502	10,771	11,870
Sig.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	**

NOTA: Valores médios para cada fase de desenvolvimento seguidos por letras diferentes, diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão; * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

A evolução da matéria seca do canopeu convertido em $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ é apresentada na Figura 26.

Na Figura 27, na qual se relaciona a matéria seca por planta na fase de desenvolvimento a₅ (o de maiores valores absolutos) e as produções comercial e total, verifica-se que estes parâmetros aumentam até ao valor de 72,5 g de matéria seca por planta que corresponde à modalidade M2 (-20 KPa). A partir deste valor os rendimentos físicos já não aumentam.

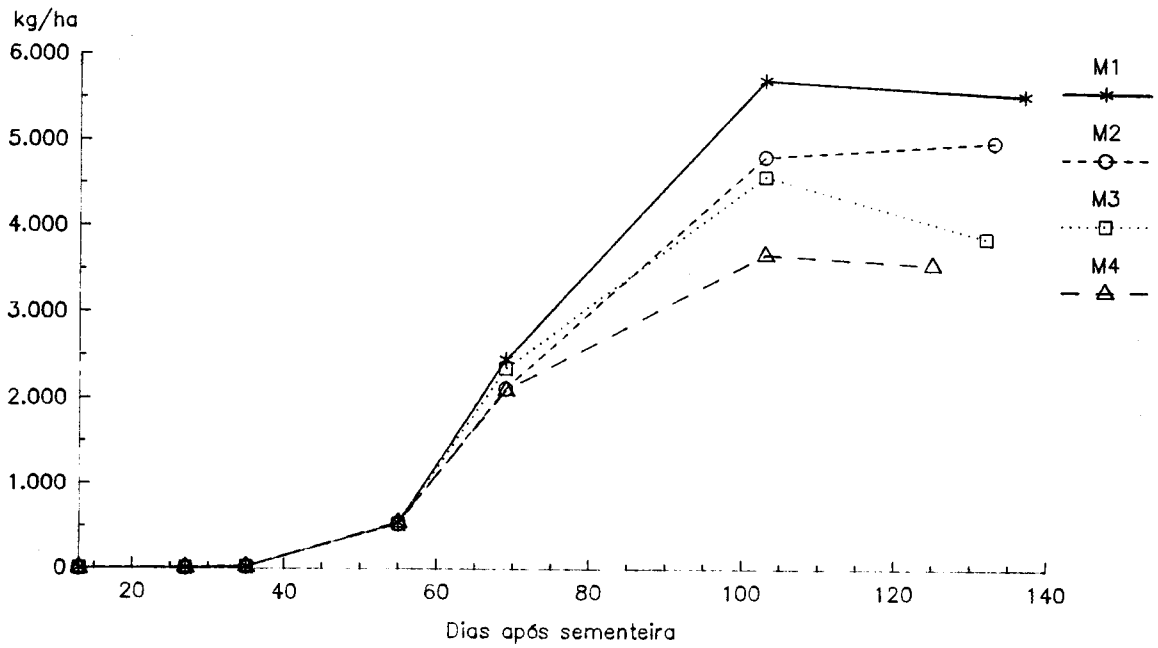


Fig. 26 -Evolução da matéria seca (Kg.ha⁻¹).

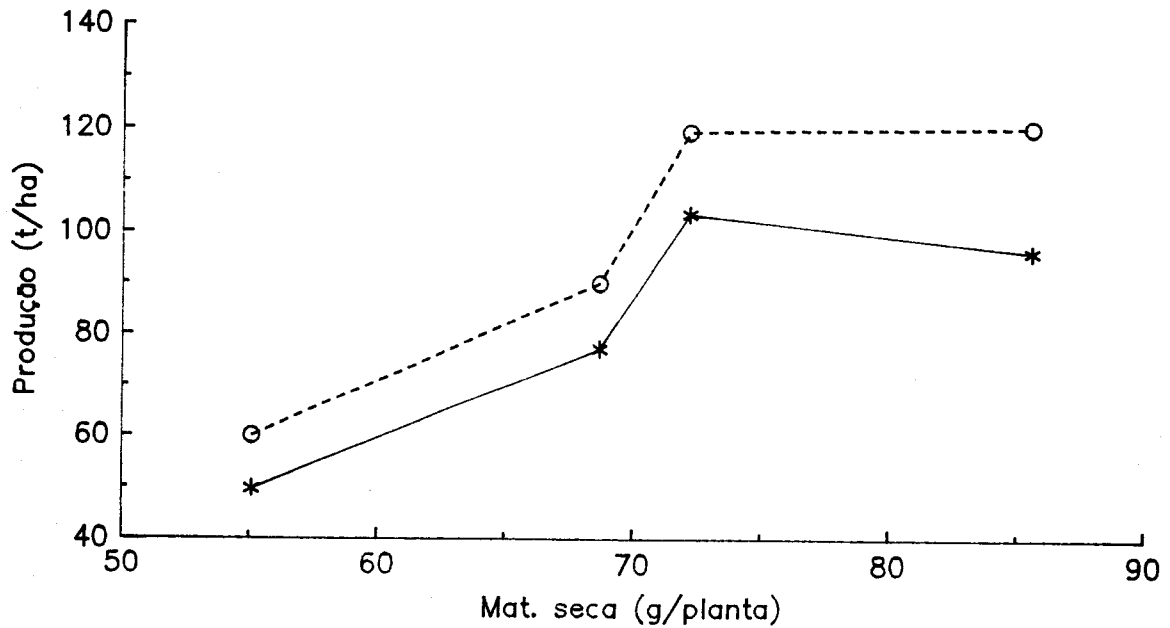


Fig. 27 - Relação entre a matéria seca por planta na fase de desenvolvimento a5 e as produções comercial (--*--) e total (**o**).

A relação entre a matéria seca do canopeu (g/planta) e o "°brix" e sólidos totais do fruto pode ser analisada na Figura 28. À medida que aumenta o peso da matéria seca do canopeu aquelas características tecnológicas diminuem. Este decréscimo é acentuado até aos valores 70-75 g/planta de M.S. (o correspondente à modalidade M2) e depois diminui discretamente.

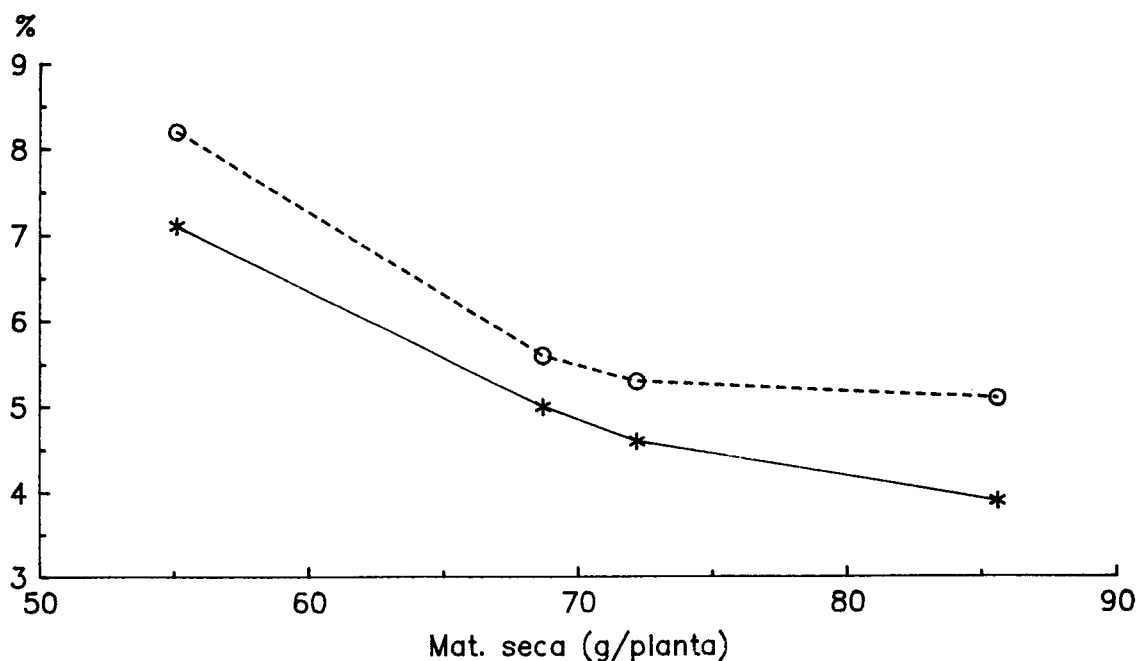


Fig. 28 - Relação entre a matéria seca por planta na fase de desenvolvimento a₅ e o "°brix" (---*---) e os sólidos totais (**o**).

2.3.1.3.3 - Evolução do índice de área foliar (I.A.F.)

Os resultados das determinações efectuadas ao longo do ciclo cultural para avaliar a área foliar são apresentadas na Tabela 12.

As datas de observação são as mesmas que foram indicadas para as determinações da matéria verde e seca da parte aérea da planta.

Tabela 12 - Área foliar (cm² por planta em várias fases de desenvolvimento: a1 = 2ª folha definitiva (24/5); a2 = Desbaste (1/6); a3 = 1ª flôr aberta (21/6); a4 = 1º fruto vingado (5/7); a5 = Comp. desenv. dos frutos 1ª inflorescência (7/8); a6 = Antes da colheita (M1 = 11/9, M2 = 7/9, M3 = 6/9 e M4 = 30/8).

Modalidades	Fases de desenvolvimento					
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
M1	35,333 a	72,500 a	1162,667 a	4963,167 a	5175,667 a	3071,833 a
M2	40,333 a	85,500 a	1174,667 a	4012,500 b	4624,500 b	2292,667 b
M3	36,500 a	80,500 a	1032,167 a	3209,0 c	3900,00 c	1821,167 c
M4	37,500 a	92,333 a	966,000 a	2813,5 d	3347,00 d	1212,833 d
M.D.S. (0,05)	9,938	30,730	212,078	332,637	286,129	284,030
DP	8,076	24,971	172,334	270,301	232,509	230,803
Sig.	N.S.	N.S.	N.S.	***	***	***

NOTA: Valores médios para cada fase de desenvolvimento seguidos por letras diferentes, diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). M.D.S. = Mínima diferença significativa.
* - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

A Figura 29 mostra-nos a evolução dos valores da área foliar apresentados na tabela anterior.

A evolução do índice da área foliar (I.A.F.) da cultura é apresentado na Figura 30.

Os valores máximos de I.A.F. (fase de desenvolvimento a₅) das modalidades M2, M3 e M4 situam-se entre os valores máximos de 2 e 3 referidos por GAMA (1987) numa cultura de tomate instalada por transplantação no mesmo local e no mesmo tipo de solo. Os valores de I.A.F. finais (antes da colheita) são superiores aos apresentados pela mesma autora para a

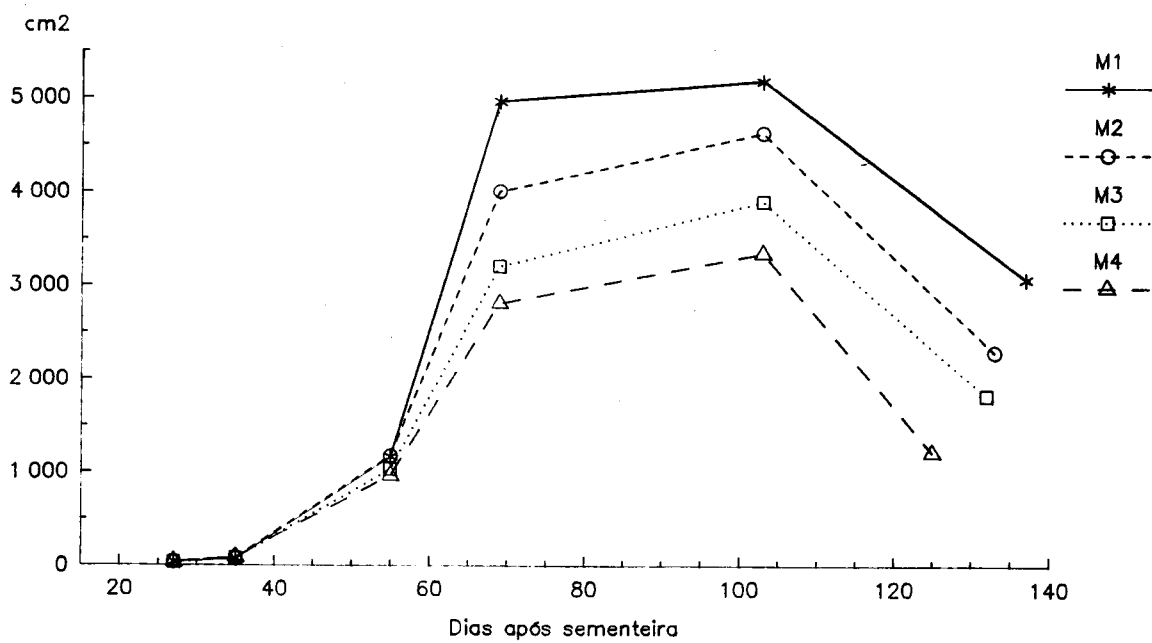


Fig. 29 - Evolução da área foliar por modalidade.

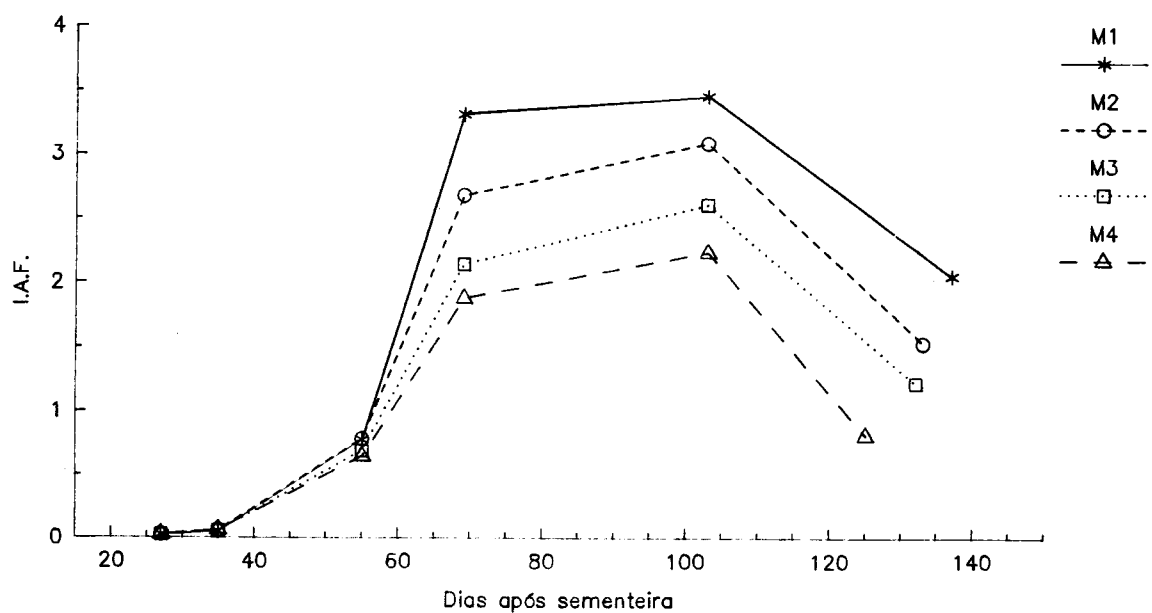


Fig. 30 - Evolução do índice de área foliar (I.A.F.) ao longo do ciclo cultural.

mesma data.

A Figura 31 mostra a relação entre o índice de área foliar e as produções comercial e total por hectare. Estes parâmetros têm um acréscimo acentuado até ao valor de I.A.F. cerca de 3. A partir deste valor que corresponde à modalidade M2 (-20 KPa) os rendimentos físicos por hectare mantêm-se sensivelmente semelhantes mesmo para I.A.F. superiores aquele valor.

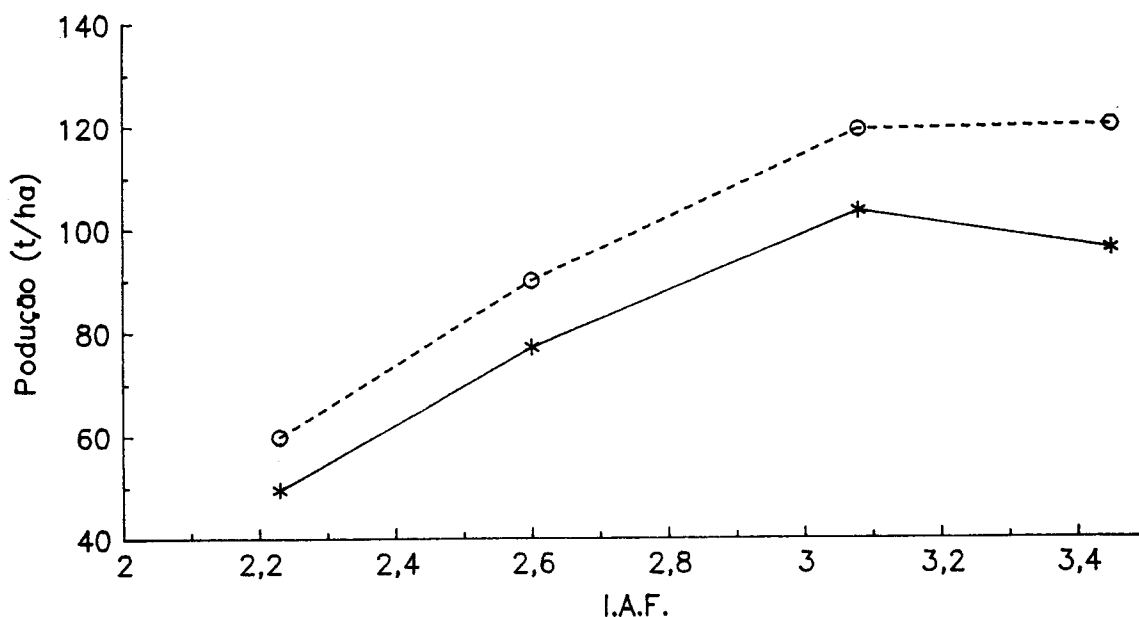


Fig. 31 - Relação entre o I.A.F. e as produções comercial (---*) e total por hectare (o---o).

O "°brix" e os sólidos totais diminuem à medida que os valores de I.A.F. vão aumentando (Fig. 32). Aquele decréscimo é acentuado até um valor de I.A.F. cerca de 2,5, que corresponde à modalidade M3 (-40 KPa).

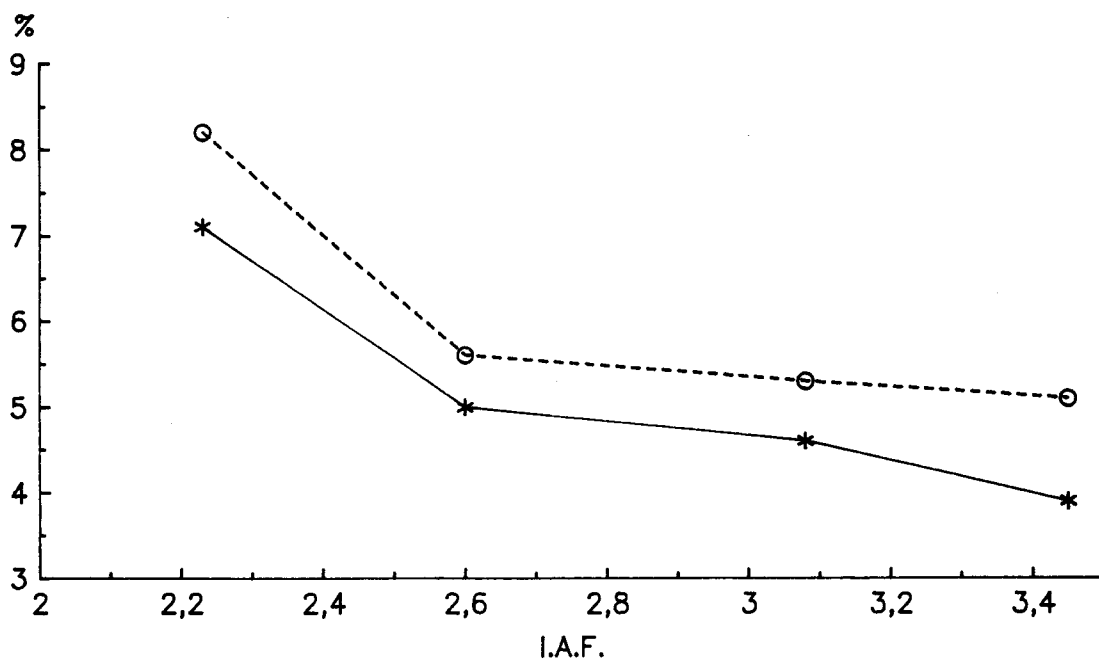


Fig. 32 - Relação entre o I.A.F. e o "brix" (---*---) e os sólidos totais (**o**)

2.3.1.3.4 - Evolução do potencial de água na planta (Φ_L)

O potencial de água nas folhas parece ser objecto de rápidas flutuações. As variações de potencial nas folhas desde o nascer ao pôr do Sol seguem uma evolução do tipo $y = a - bx + cx^2$, com elevados valores de potencial antes do nascer do Sol e um drástico declínio até ao meio-dia solar, voltando depois os valores a aumentar (RUDICH e LUCHINSKY, 1986; GAMA, 1987; CALADO *et al.*, 1989 c). A variação diurna reflete a apertada relação entre a evaporação de água da planta por um lado e a radiação e o potencial de água do ar por outro. Existe uma significativa correlação linear entre a variação hiperbólica do potencial da água nas folhas e a

variação da radiação, temperatura e humidade do ar (RUDICH et al., 1981).

Segundo RUDICH e LUCHINSKY (1986) o potencial da água nas folhas decresce com o aumento da idade das plantas ao longo do ciclo cultural. Este decréscimo está aparentemente ligado à diminuição do teor de água disponível no solo, à menor actividade do sistema radical e ao aumento da resistência para o fluxo de água nos caules e folhas das plantas.

A deficiência hídrica no tomate ocorre quando o Φ_L é menor que -600 KPa (RUDICH e LUCHINSKY, 1986). Isto tem um grande efeito na produção e nos sólidos totais dos frutos.

Os potenciais médios para cada modalidade e por período de desenvolvimento são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Potenciais de água nas folhas* ao longo do ciclo cultural (-KPa.10²).

Períodos de desenvolvimento	Potencial de base				Potencial ao meio-dia			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
B	0,95 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,4 ± 0,6	1,4 ± 0,3	7,0 ± 1,8	7,2 ± 2,4	9,1 ± 1,1	10,0 ± 1,7
C	1,9 ± 0,4	2,6 ± 0,4	3,8 ± 0,8	5,8 ± 1,8	9,9 ± 1,4	12,3 ± 1,3	15,5 ± 1,3	16,1 ± 2,1
D	1,9 ± 0,1	2,9 ± 0,3	4,0 ± 0,4	7,1 ± 0,8	8,9 ± 0,9	11,2 ± 0,3	12,9 ± 0,4	16,0 ± 1,2
B+C+D	1,7 ± 0,5	2,4 ± 0,7	3,4 ± 1,2	5,5 ± 2,4	9,2 ± 1,8	11,1 ± 2,8	12,6 ± 2,0	14,9 ± 2,9

* - Médias ± desvio padrão calculadas sobre os valores semanais médios de cada período de desenvolvimento

Na tabela anterior pode constatar-se que os potenciais de base são bastante semelhantes no período de desenvolvimento B e diferentes para os períodos C e D. Os valores Φ_L apresentam tendência para decrescer com a idade das plantas, o que está de acordo com RUDICH e LUCHINSKY (1986).

2.3.1.3.5 - Floração e frutificação

Cultivares de crescimento determinado têm um período intenso de floração seguido por um período onde o crescimento dos frutos é dominante (ATHERTON e HARRIS, 1986).

Com uma maior sincronização da "frutificação" (vingamento, crescimento e maturação dos frutos), é possível fazer uma colheita única, mecânicamente (GOULD, 1983). Para se alcançar este objectivo é pois importante que a floração do simpódio e caules de ordem superior seja concentrada no mais curto espaço de tempo possível. Em cultivares de crescimento determinado, o meristema vegetativo da axila da última folha formada no simpódio pode ser transformado numa inflorescência, sem a iniciação de mais folhas. A determinação do crescimento está associado ao crescimento dos gomos axilares ao longo do seu comprimento e que seguem o mesmo comportamento que o descrito anteriormente.

O vingamento e o crescimento dos frutos vem a competir com o crescimento vegetativo e a contribuir de forma acentuada para o "crescimento determinado". A concentração de floração e frutificação depende muito do potencial genético das cultivares utilizadas, mas também se pode alterar esse comportamento recorrendo a práticas culturais específicas como a desponta, fertilização, regas adequadas, etc..

Com o objectivo de se analisar a influência dos diversos potenciais de água no solo na concentração da maturação, marcámos semanalmente¹¹ as inflorescências com flores abertas em dezoito plantas por modalidade. Como se pode constatar na

11 - 1 semana: 21/6 a 28/6; 2 semana: 29/6 a 5/7; 3 semana: 6/7 a 12/7; 4 semana: 13/7 a 19/7; 5 semana: 20/7 a 26/7; 6 semana: 27/7 a 2/8; >6 semana: 3/8

Figura 33, a produção comercial resultou do vingamento das flores das cinco primeiras semanas nas modalidades M4 e M3 e das seis primeiras nas modalidades M1 e M2. A concentração da maturação aumentou à medida que os potenciais de água no solo diminuíram. A floração das três primeiras semanas contribuiu para cerca de 80% da produção comercial nas modalidades M2 (-20 KPa), M3 (-40 KPa) e M4 (-60 KPa) e só para 55% na modalidade M1 (-10 KPa). Nesta modalidade de rega o crescimento vegetativo prolongou-se por um maior período de tempo.

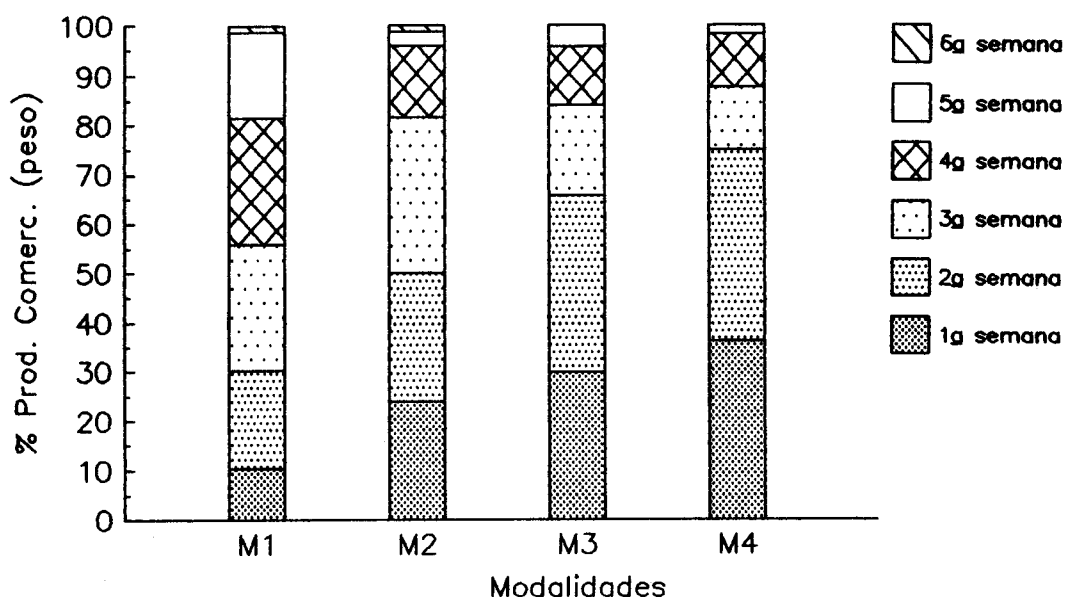


Fig. 33 - Influência dos potenciais de água do solo sobre a distribuição percentual da produção comercial por semanas de floração.

Enquanto que a floração parou praticamente à 4ª semana nas modalidades M2, M3 e M4, na modalidade mais regada continuou a verificar-se o aparecimento de frutos verdes (Figura 34) durante a 6ª e 7ª semanas de floração.

Os frutos podres apareceram nas duas primeiras semanas de floração nas modalidades de rega -20, -40 e -60 KPa, enquanto na modalidade -10 KPa esta categoria de frutos é proveniente da floração das cinco primeiras semanas (Figura 35).

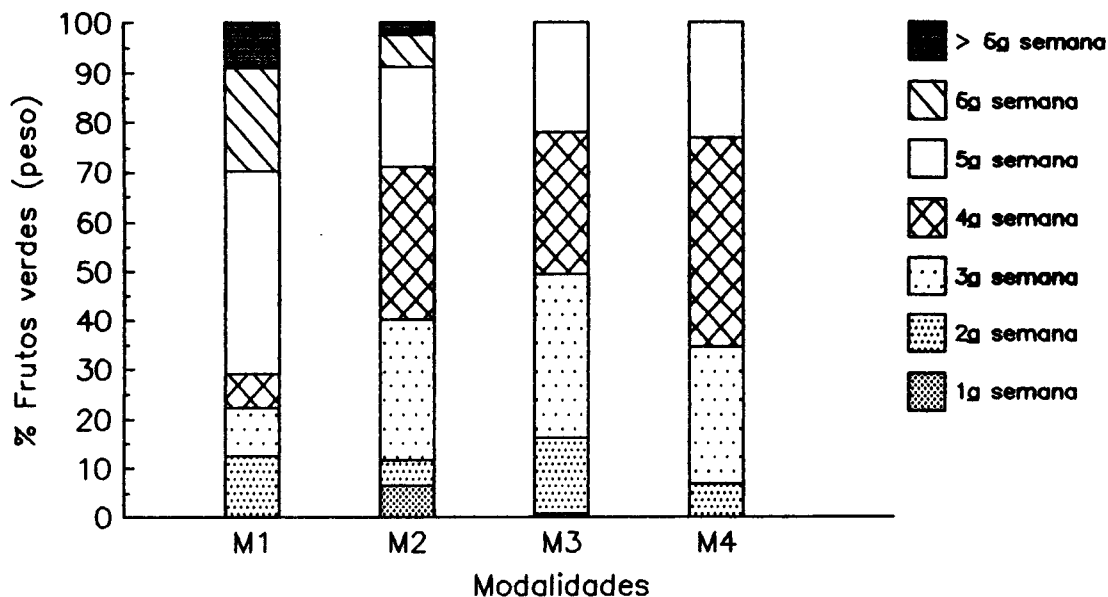


Fig. 34 - Influência dos potenciais de água do solo sobre a distribuição percentual da produção de frutos verdes por semanas de floração.

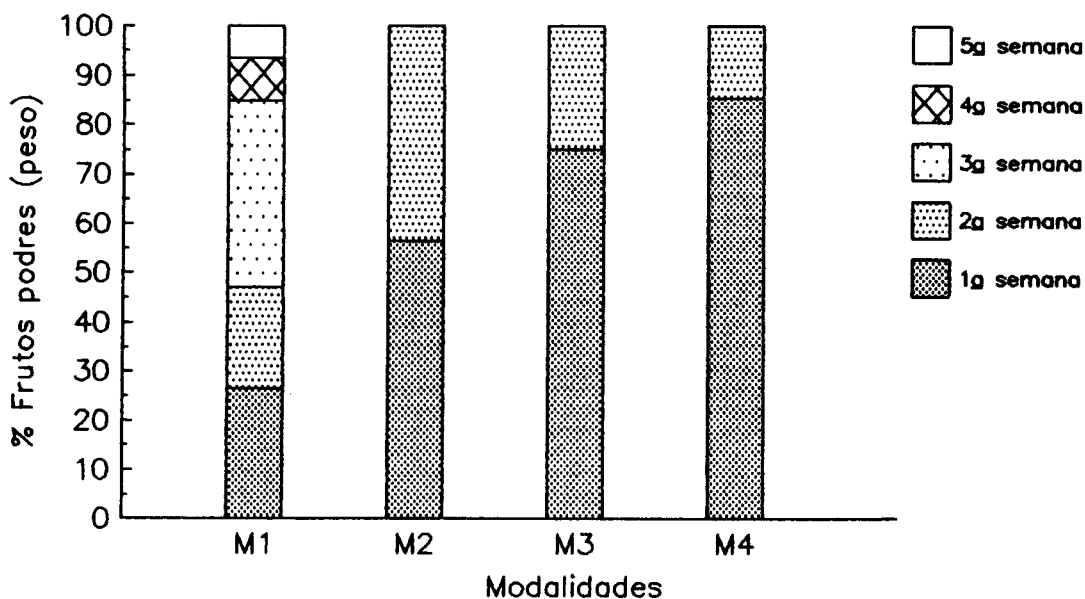


Fig. 35 - Influência dos potenciais de água do solo sobre a distribuição percentual da produção de frutos podres por semanas de floração.

2.3.1.3.6 - Rendimento físico por classe de frutos

O rendimento físico por classes de frutos apresentam-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Rendimento físico por classe de frutos (t.ha⁻¹).

Modal.	Frutos Verm.	Frutos Alar.	Frutos Verd.	Frutos Podr.	Frutos P.Ap.	Frutos Quei.	Produção comerc.	Produção total
M1	91,870 a	4,259 b	11,537 a	11,667 a	0,518 ab	0,407 a	96,130 a	120,259 a
M2	95,889 a	7,574 a	8,352 b	6,407 b	0,778 ab	0,352 a	103,463 a	119,351 a
M3	72,574 b	4,556 b	8,926 b	2,555 c	0,944 a	0,407 a	77,130 b	89,963 b
M4	46,976 c	2,774 b	7,953 b	2,019 c	0,389 b	0,333 a	49,571 c	59,904 c
M.D.S. (0,05)	10,637	1,874	2,786	1,537	0,480	0,174	11,627	12,598
DP	8,644	1,523	2,264	1,249	0,390	0,141	9,448	10,237
Sig.	***	***	*	***	*	N.S.	***	**

Produção comercial = produção de frutos vermelhos mais frutos alaranjados.

NOTA: Para cada classe de fruto os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). M.D.S. = Mínima diferença significativa. DP = Desvio padrão; * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

A produção de frutos vermelhos, produção comercial e produção total apresentam comportamento semelhante, isto é, aumentam com a água aplicada. As diferenças não são significativas entre as modalidades M1 e M2.

A produção de frutos alaranjados e frutos com podridão apical não apresentam uma correlação com a água aplicada, embora apresentem diferenças significativas entre algumas modalidades como se pode ver na Tabela 14.

Relativamente ao rendimento de frutos verdes e podres elas são significativamente maiores na modalidade M1.

Quanto maior é a produção total maior parece ser a probabilidade de obtermos maiores quantidades de frutos podres,

queimados, etc.. Com a finalidade de melhor identificarmos o efeito da quantidade de água aplicada nas diferentes classes de frutos fizemos a análise estatística recorrendo à transformação dos valores percentuais seguindo a equação $y = \arcsen \sqrt{\%}$ de forma a harmonizar os valores (JESSERS, 1964). A comparação múltipla das diversas classes de frutos são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Comparação percentual ($y = \arcsen \sqrt{\%}$) de diversas classes de frutos.

Modalidade	Frutos Queimados	Frutos Podres	Frutos Verdes	Frutos P.Apical	Frutos Alaranjados
M1	0,0311 a	0,00563 a	0,05807 ab	0,03027 b	0,00992 b
M2	0,0333 a	0,00785 ab	0,00693 b	0,02442 ab	0,00706 a
M3	0,0277 a	0,01044 bc	0,05690 ab	0,01837 a	0,00783 a
M4	0,0251 a	0,01083 c	0,05190 a	0,02520 ab	0,00850 ab
M.D.S. (0,05)	0,0085	0,00268	0,00135	0,01015	0,00185
DP	0,007	0,002	0,001	0,008	0,002
Sig.	N.S.	**	N.S.	N.S.	*

NOTA: Os valores médios de cada classe de frutos seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Os valores da tabela anterior confirmam o aumento de frutos podres à medida que se aumenta a água aplicada.

Nas outras classes de frutos ou não existe diferença significativa entre modalidades ou não existe uma correlação clara com a quantidade de água aplicada.

A influência de rega na qualidade física da produção comercial foi também analisada como mostra a tabela 16.



Tabela 16 - Caracterização da produção comercial¹.

Modalidade	Peso médio do fruto (g)	Frutos sãos	Frutos escaldados	Frutos c/ "green-Shoulders"	Frutos c/ antracnose	Frutos rachados
M1	94,2 a	93,2 a	0,5 a	3,8 a	1,0 a	1,5 b
M2	88,2 b	94,0 a	0,5 a	2,5 ab	1,2 a	1,8 b
M3	77,2 c	87,3 b	0,8 a	1,7 b	1,0 a	8,0 a
M4	42,5 d	86,5 b	0,8 a	1,3 b	0,5 a	10,8 a
M.D.S. (0,05)	4,7	2,97	0,96	1,3	0,78	3,1
DP	3,924	2,466	0,796	1,118	0,645	2,554
Sig.	***	***	N.S.	**	N.S.	***

1 - Amostra constituída por 100 frutos vermelhos da produção comercial de cada repetição.

NOTA: Os valores médios de cada parâmetro seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Da tabela anterior ressalta que o peso médio do fruto (calibre), número de frutos sãos e frutos com "green-shoulder" aumentam positivamente com o aumento de água aplicada enquanto o número de frutos rachados varia na razão inversa. Relativamente ao número de frutos escaldados e com antracnose não se verificaram diferenças significativas entre modalidades.

A análise de variância da população produtiva (população final) mostrou não haver diferenças significativas entre modalidades. Assim as diferenças de produção comercial e total por planta entre modalidades (Tabela 17) mantêm o mesmo comportamento da produção comercial e total por hectare.

Tabela 17 - População produtiva¹, produção comercial e total por planta.

Modalidade	Nº plantas por ha	Prod. comercial por planta(kg)	Prod. total por planta (kg)
M1	64,633 a	1,486 a	1,859 a
M2	65,556 a	1,579 a	1,822 a
M3	65,741 a	1,174 b	1,369 b
M4	64,259 a	0,770 c	0,931 c

M.D.S. (0,05)	1,585	0,178	0,195
DP	1288,0	0,145	0,158
Sig.	N.S.	***	***

1 - População produtiva é igual ao número de plantas que contribuíram para a produção final
 NOTA: Valores médios de cada parâmetro seguidos por letras diferentes diferem significativamente para
 $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Em termos hortícolas a eficiência do uso da água é igualmente definida em termos de produção comercial ou total produzida por unidades de água aplicada (GOLDBERG e SHMUELI, 1970; GOLDBERG *et al.*, 1971; HILER e HOWELL, 1973; SAMIS, 1980) ou pela produção obtida por unidade de água evapotranspirada (HOBBS e KROGMAN, 1978). Analisando os resultados por este método (Tabela 18) verificamos que entre as modalidades M2 e M3 não existem diferenças significativas bem como entre M4 e M1. É curioso verificar não existir diferença significativa entre a modalidade menos regada (M4) e a modalidade mais regada (M1). Aqueles valores mostram a importância de se regar. A eficiência do uso da água aumentou da modalidade M4 (situação menos regada) para as modalidades M3 e M2. A partir daqui a produção obtida por cada milímetro de água aplicada pela rega foi menor, o que significa que em termos de eficiência não se deverá continuar a regar (ver ponto 2.3.1.3.8).

Tabela 18 - Produção comercial e total por unidade de água evapotranspirada - ETR ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$).

Modalidade	Prod.comerc./ETR $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$	Prod.total/ETR $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$
M1	169,7 b	212,3 b
M2	242,0 a	279,0 a
M3	236,7 a	276,0 a
M4	193,7 b	234,0 b

M.D.S. (0,05)	33,4	36,4
DP	27,144	29,547
Sig.	***	**

NOTA: Valores médios de cada parâmetro seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

2.3.1.3.7 - Características tecnológicas da matéria-prima

A qualidade do fruto reveste-se de grande importância para a indústria do concentrado de tomate fundamentalmente nos seguintes elementos: "°brix", sólidos totais, sólidos insolúveis, viscosidade, cor e acidez total.

A variação dos valores das características tecnológicas em relação à quantidade de água aplicada é apresentada na tabela 19.

Os valores de "°brix" aumentaram à medida que os potenciais de água no solo diminuíram, embora não se tivesse registado diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades M2 e M3. Os sólidos totais apresentaram uma evolução semelhante ao elemento anterior, apesar de só a M4 ser significativamente diferente das restantes modalidades. Os sólidos insolúveis são significativamente superiores nas modalidades extremas (M1 e M4).

A acidez total, a cor e o índice "brix"/acidez total também diminuíram com o aumento da evapotranspiração real. As duas primeiras características só apresentam valores significativamente superiores na modalidade com maior deficiência hídrica (M4).

Relativamente à produção de matéria seca solúvel e total por hectare a tendência verificada é a diminuição daqueles elementos para potenciais de água no solo superiores ou inferiores aos relativos da modalidade M2 (-20 Kpa).

Tabela 19 - Características tecnológicas da matéria-prima.

Mod.	Sólidos Totais		Sólidos Insol.		Acidez Total (%)	Cor Gardner (a/b)	"brix" Ác. Tot.	Mat.seca sól. ¹	Mat.seca Total ²
	"brix"			Ph				Prod.Com.	Prod.Com.
							t/ha	t/ha	
M1	3,9 c	5,1 b	1,2 a	4,717 b	0,343 b	2,217 b	11,767 c	3,781 b	4,885 ab
M2	4,6 b	5,3 b	0,7 b	4,650 ab	0,351 b	2,283 b	12,233 bc	4,773 a	5,421 a
M3	5,0 b	5,6 b	0,5 b	4,617 b	0,371 b	2,283 b	13,517 b	3,887 b	4,290 bc
M4	7,1 a	8,2 a	1,2 a	4,500 c	0,466 a	2,383 a	15,317 a	3,504 b	4,044 c
M.D.S. (0,05)	0,969	0,573	0,419	0,095	0,067	0,078	1,314	0,607	0,736
DP	0,381	0,466	0,341	0,077	0,055	0,063	1,068	0,493	0,598
Sig.	***	***	**	**	**	**	***	**	**

1 - Produção da matéria seca solúvel ("brix" x Prod. Comercial) ÷ 100

2 - " " " " total (Sólidos totais x Prod. Comercial) ÷ 100

NOTA: Valores médios de cada parâmetro seguidos por letras diferentes diferem significativamente para P < 0,05 (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001.

As correlações das características tecnológicas, com diferenças significativas entre modalidades, com a evapotranspiração real (ETR) serão analisados no ponto 2.3.1.3.8.

A Tabela 20 mostra a eficiência do uso de água determinada em função da matéria seca da produção comercial.

Tabela 20 - Produção de matéria seca solúvel¹ e matéria seca total² da produção comercial por unidade de água evapotranspirada - ETR (kg·ha⁻¹·mm⁻¹).

Modalidade	Mat.Seca Solúvel/ETR kg·ha ⁻¹ ·mm ⁻¹	Mat.Seca Total/ETR kg·ha ⁻¹ ·mm ⁻¹
M4	13,683 a	15,783 a
M3	11,917 ab	13,150 b
M2	11,150 b	12,650 b
M1	6,667 c	8,633 c
M.D.S. (0,05)	2,212	2,232
DP	1,722	1,814
Sig.	***	***

1 - Matéria seca solúvel = ("brix" x Prod. Comercial) ÷ 100

2 - " " total = (Sólidos totais x Prod. Comercial) ÷ 100

NOTA: Valores médios de cada parâmetro seguidos por letras diferentes diferem significativamente para P < 0,05 (Teste LSD)

Como se pode constatar a eficiência do uso de água em função da produção de matéria seca por unidade de água evapotranspirada é maior na modalidade M4, não difere significativamente nas modalidades intermédias (M2 e M3) e é inferior na modalidade melhor regada (M1). Em termos de eficiência do uso da água na produção de matéria seca (Tabela 20) os valores diminuíram com o aumento dos potenciais de água no solo. No entanto a grande perda de eficiência faz-se sentir para potenciais de água do solo a partir de -10 Kpa (M1).

Em termos de eficácia do uso da água no rendimento físico (ver Tabela 18) verificou-se que os valores aumentavam com os potenciais de água no solo até à modalidade M1 (-10 Kpa). Assim a eficiência do uso da água aumenta ou diminui conforme se trate do rendimento físico de tomate ou do rendimento da matéria seca. As decisões a tomar na quantidade de água a aplicar à cultura dependem das

disponibilidades do factor água e do sistema de pagamento adoptado, isto é, por unidade de tomate fresco ou por unidade de matéria seca.

2.3.1.3.8 - Relações entre o consumo de água e a produção

Depois da análise de variância dos parâmetros relativos ao rendimento físico e à qualidade da matéria prima, procedemos à determinação de regressões entre a evapotranspiração real (ETR) e aqueles elementos que mostraram diferenças significativas entre modalidades.

a) Rendimento físico por hectare e qualidade física dos frutos:

As regressões significativas encontradas entre o rendimento físico, a qualidade física dos frutos e a evapotranspiração real são apresentados na Tabela 21.

As funções de produção comercial e total tiveram um ajustamento estatístico dum equação quadrática (Tabela 21 e Figura 36). O mesmo tipo de ajustamento foi conseguido por OLIVEIRA (1974) e OLIVEIRA *et al.* (1985) para as cultivares L-10 e H-2274. Os valores de água aplicada à parcela nas modalidades mais regadas foram superiores (9000 a 12000 m³/ha) aos determinados neste trabalho.

O ajustamento a uma função quadrática do tipo $y = a + bx + cx^2$ foi estatisticamente o mais significativo para os limites de ETR estudados neste trabalho. A partir de um determinado valor de ETR a produção tem tendências a diminuir devido ao excesso de água ao nível do sistema

Tabela 21 - Relações significativas entre a evapotranspiração real total - ETR e a produção. (1) - Produção de frutos vermelhos (t/ha); (2) - Produção comercial (t/ha); (3) - Produção total (t/ha); (4) - Produção de frutos podres (t/ha); (5) - % de frutos podres; (6) - Produção comercial por planta (Kg); (7) - Produção total por planta (Kg).

Elementos	Funções	r ²	n	Sig.
(1)	$Y_1 = -135,5193 + 0,9651122 \cdot ETR - 0,0009947519 \cdot ETR^2$	0,9994	4	*
(2)	$Y_2 = -156,1952 + 1,093129 \cdot ETR - 0,001142638 \cdot ETR^2$	0,9977	4	*
(3)	$Y_3 = -145,7758 + 1,074321 \cdot ETR - 0,0010669 \cdot ETR^2$	0,9992	4	*
(4)	$Y_4 = -7,16478 + 0,0325408 \cdot ETR$	0,9700	4	*
(5)	$Y_5 = 9,804432 - 0,043635 \cdot ETR + 0,00007733676 \cdot ETR^2$	0,9999	4	**
(6)	$Y_6 = -2,324485 + 0,1053560 \cdot ETR_1 - 0,0006991143 \cdot ETR_1^2$	0,9998	4	*
(7)	$Y_7 = -2,19923 + 0,104916 \cdot ETR_1 - 0,000664 \cdot ETR_1^2$	0,9999	4	*

* - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$

radical o que com frequência provoca condições de anaerobiose causadoras do desenvolvimento de alguns agentes patogénicos.

RUDICH e LUCHINSKY (1986) referem que o comportamento clássico da relação entre o consumo de água e a produção é sigmoideal. Referem ainda os mesmos autores que muitas experiências suas com as cultivares UC 82 B, VF 145B-7879, Peto 81 e UCX 211-58-6 apresentaram respostas lineares entre os 500 e 650 mm de evapotranspiração real.

A relação entre a produção e a evapotranspiração real depende, entre outros factores, do potencial genético da cultivar, condições edafo-climáticas, quantidade de fertilizantes aplicados, etc.. (RUDICH e LUCHINSKY, 1986; OLIVEIRA, *et al.*, (1985).

Anulando-se a primeira derivada d_y/d_{ETR} das funções de produção anteriores, verificamos que a máxima produção comercial e total se obtêm aos 478 mm e 503 mm de ETR

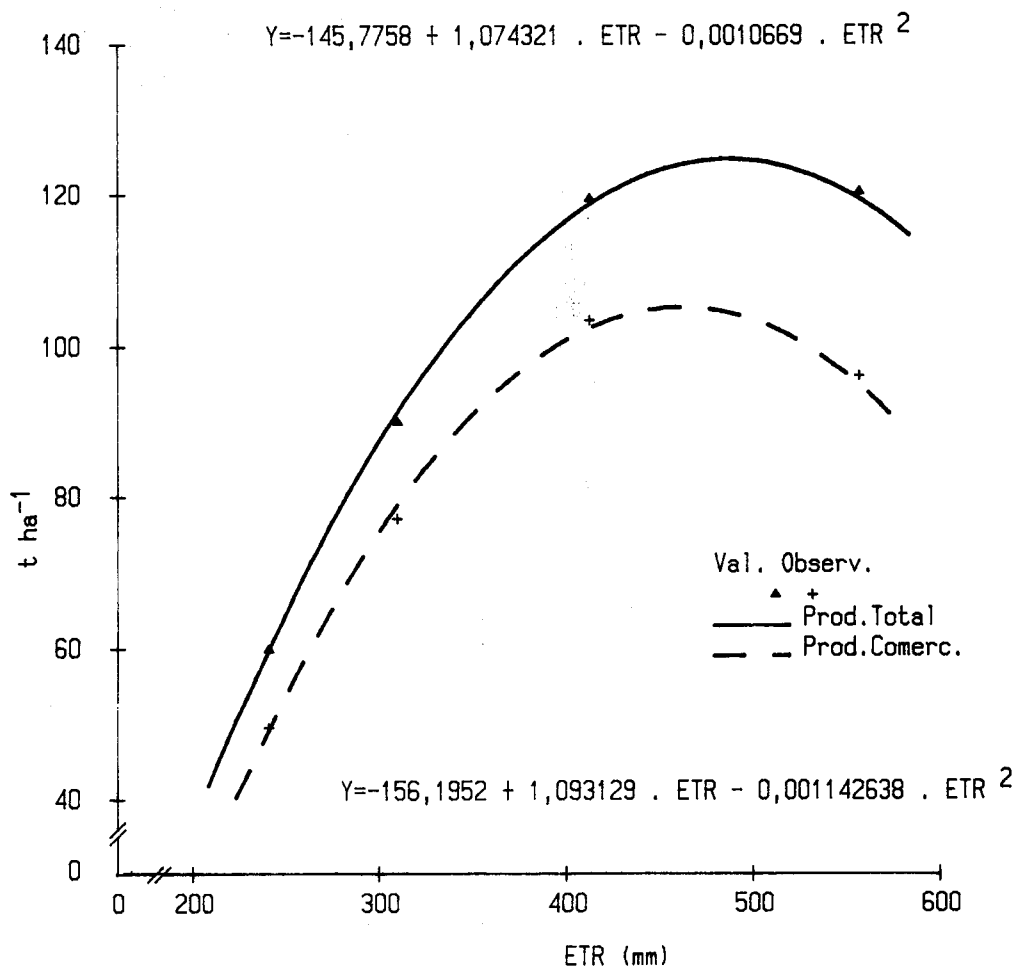


Fig. 36 - Relação entre a evapotranspiração real total (mm) e a produção comercial e total (t/ha).

respectivamente. Estes valores de evapotranspiração real situam-se entre os valores de ETR da modalidade M1 (ETR = 572,9 mm) e da modalidade M2 (ETR = 428,3 mm). Este comportamento está de acordo com RUDICH e LUCHINSKY (1986). Estes autores referem que os rendimentos físicos por hectare máximos se obtêm entre os potenciais de solo (Φ_s) de -10 e -20 KPa. A partir dos Φ_s -40 e -50 KPa as produções por unidade de superfície sofrem importantes reduções.

A relação entre a produção por planta e a evapotranspiração real por planta, expressa em litros, é apresentada na Figura 37. O ajustamento conseguido foi o de uma função

quadrática, tal como o conseguido para o rendimento físico por hectare.

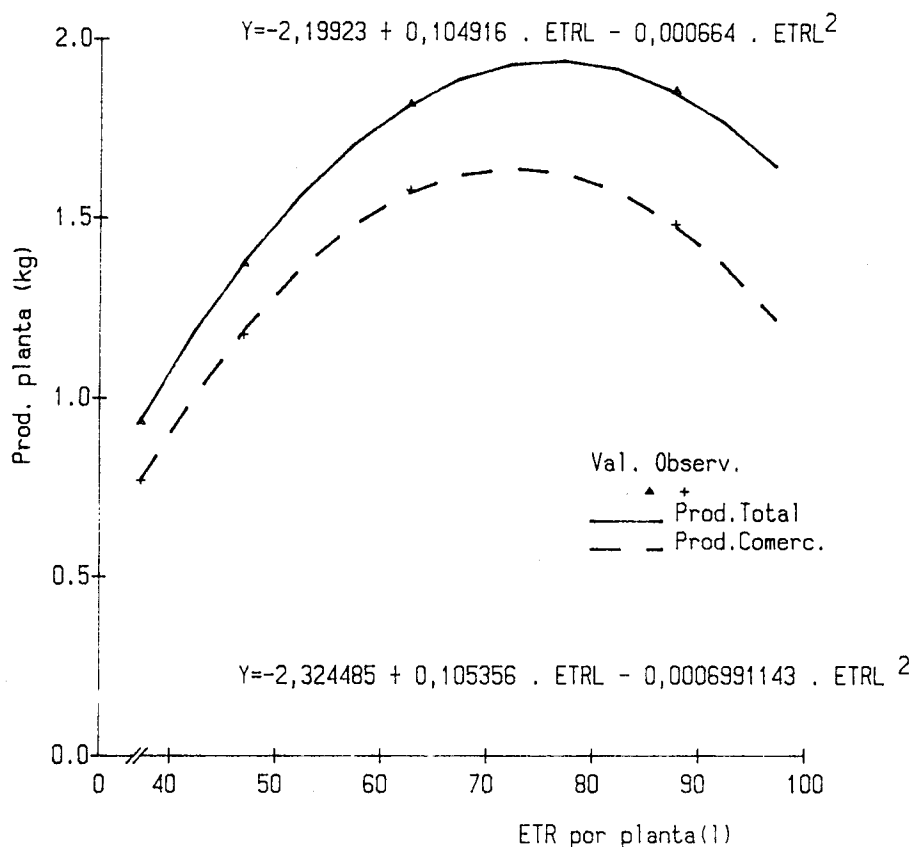


Fig. 37 - Relação entre a evapotranspiração real por planta expressa em litros (ETR₁) e as produções comercial e total por planta (Kg).

Outro aspecto que ressalta da Tabela 21 é a relação entre a ETR total e a produção de frutos podres. Em termos de produção por hectare, o ajustamento conseguido foi o de uma função linear do tipo $y = a + bx$ (ver Tabela 21). Em termos de percentagem o ajustamento conseguido foi o de uma função quadrática, onde é notório o aumento de frutos podres nas duas modalidades melhor regadas (Figura 38). Esta classe de frutos aumentou nestas modalidades principalmente devido ao seu contacto com a superfície do solo que se conserva quase sempre húmida.

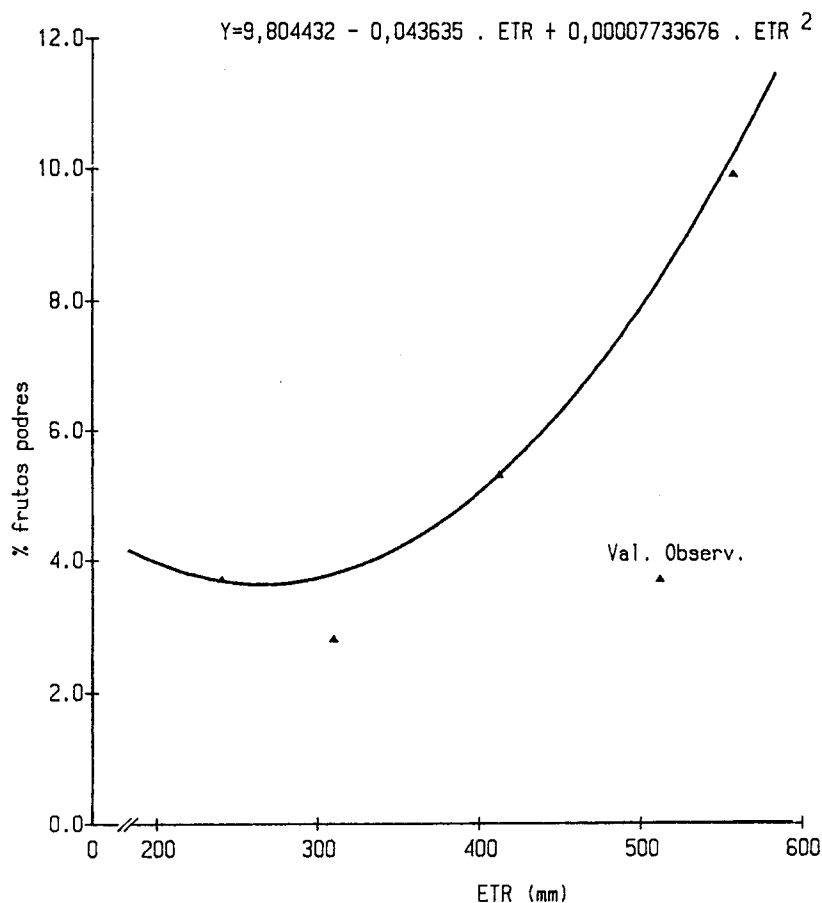


Fig. 38 - Relação entre a evapotranspiração real total (mm) e a percentagem de frutos podres.

b) Características tecnológicas da matéria-prima.

É por vezes aceite que a qualidade dos chamados "frutos regados" (PRASHAR, *et al.*, 1976) é inferior ao dos cultivados sem rega. É referido com frequência que quando se aplicam grandes dotações de água, o fruto em crescimento é capaz de absover quantidades de água extra transformando-se num fruto mais aquoso, insípido e de pior qualidade. WIEBE (1981) refere que em termos gerais quando a humidade do solo aumenta, diminui a percentagem de matéria seca, intensidade de aroma ("flavour strenght"), conteúdo de monossacarídeos, ácidos totais, caroteno, vitamina C e a intensidade da cor.

As regressões estatisticamente significativas entre a evapotranspiração real total (ETR) e as características tecnológicas por nós determinados encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22 - Relações estatisticamente significativas entre a evapotranspiração real total - ETR e algumas características tecnológicas defenidoras da qualidade da matéria-prima. Y_1 = "brix"; Y_2 = Sólidos totais; Y_3 = Acidez total (%); Y_4 = pH; Y_5 = Cor (a/b de Gardner); Y_6 = índice "brix"/Acidez total; Y_7 = Prod. de sólidos solúveis da prod. comercial por mm de ETR; Y_8 = Prod. de sólidos totais da prod. comercial por mm de ETR.

Elementos	Funções	r^2	n	Sig.
Y_1	$Y_1 = 3,9 + 134,30 \cdot e^{-0,01405 \text{ ETR}}$	0,9309	4	*
Y_2	$Y_2 = 5,0 + 33,12 \cdot e^{-0,010900 \text{ ETR}}$	0,9239	4	*
Y_3	$Y_3 = \text{ETR} / (-299,3358 + 3,486292 \cdot \text{ETR})$	0,9960	4	**
Y_4	$Y_4 = \text{ETR} / (4,385742 + 0,2045649 \cdot \text{ETR})$	0,9999	4	**
Y_5	$Y_5 = 2,2 + 1719,86 \cdot e^{-0,00707 \text{ ETR}}$	0,8983	4	*
Y_6	$Y_6 = 11,7 + 113,82 \cdot e^{-0,012930 \text{ ETR}}$	0,9966	4	**
Y_7	$Y_7 = 19,3157 - 0,0213502 \cdot \text{ETR}$	0,9332	4	*
Y_8	$Y_8 = 21,0170 - 0,0214168 \cdot \text{ETR}$	0,9402	4	*

* - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$

As equações do tipo $Y = a + b \cdot e^{-cx}$ apresentadas na tabela anterior e no ponto 2.3.2 deste trabalho foram ajustadas utilizando a técnica dos mínimos quadrados. Assim entrando com um valor vizinho do limite inferior¹² (L) fizémos:

$$\log (Y - L) = Y^* \quad (1)$$

sendo

$$Y^* = A + Bx \quad (2)$$

donde

12 - Um décimo inferior ao valor mínimo observado

$$Y - L = e^{A + Bx} \quad (3)$$

ou

$$Y = L + e^{A+Bx} \quad (4)$$

ou

$$Y = L + e^A \cdot e^{Bx} \quad (5)$$

ou

$$Y = a + b \cdot e^{cx} \quad (6)$$

A equação do ajustamento foi posteriormente apreciada pela análise de variância (teste F), cujos resultados se apresentam nas várias tabelas.

A concentração de sólidos totais e "°brix" diminuíram à medida que aumentou a quantidade de água aplicada durante a ciclo cultural (Tabela 22 e Figuras 39 e 40). FLOCKER (1961), WIGHT *et al.* (1962), RUDICH *et al.* (1977), PRASHAR *et al.* (1976), WILLIAMS e SISTRUNK (1979), PRUITT *et al.* (1980), também chegaram à mesma conclusão, embora tenha estabelecido relações lineares entre a ETR e o "°brix" e sólidos totais.

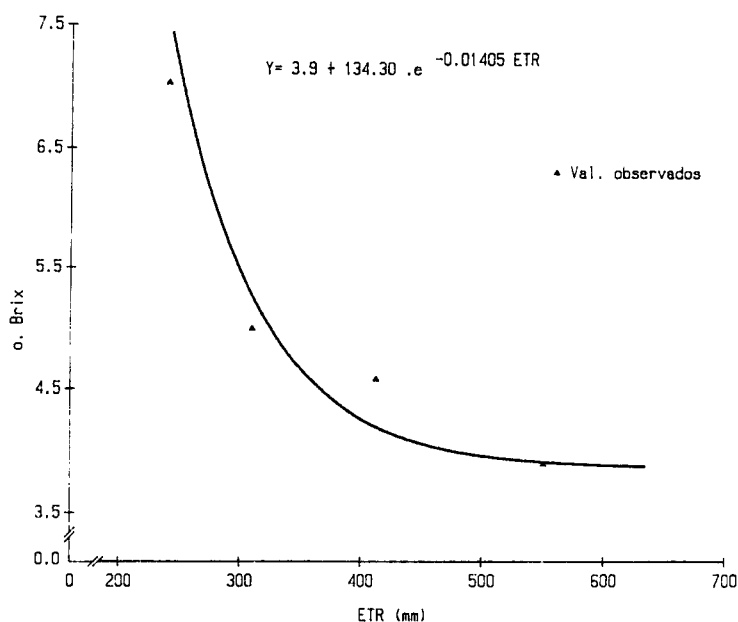


Fig. 39 - Relação entre a evapotranspiração real (ETR) e "°brix".

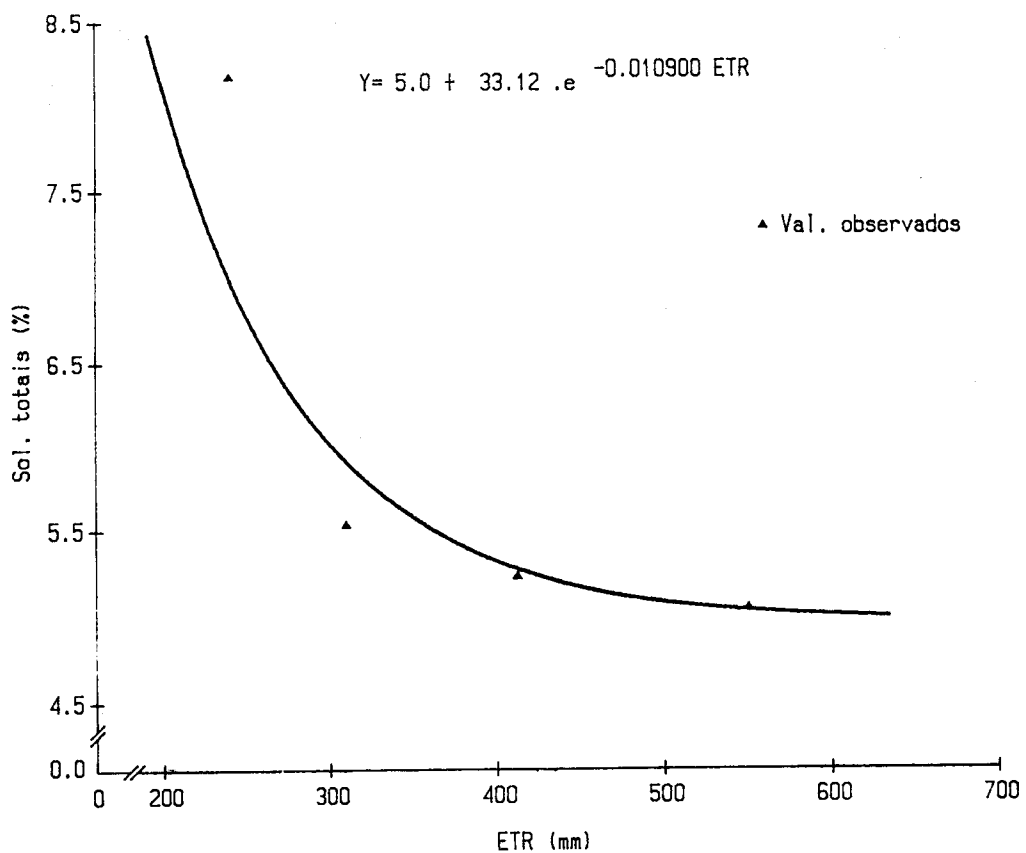


Fig. 40 - Relação entre a evapotranspiração real total e os sólidos totais (%).

Na norma definitiva portuguesa de fabrico de concentrado de tomate (I.G.P.A.I., 1978), um dos elementos de qualidade tecnológica mais importantes são os sólidos solúveis e sólidos totais. Para o agricultor português este problema não se tem posto, ao contrário do que acontecia nos Estados Unidos da América do Norte, onde o tomate é pago segundo o "°brix". Em Portugal tem-se pago o tomate por quilograma de matéria prima independente da qualidade tecnológica. Na campanha de 1991 a indústria nacional de concentrado de tomate, de acordo com uma norma da C.E.E., iniciou um sistema correctivo do preço de aquisição da matéria-prima segundo cinco escalões de "°brix" (ver capítulo IV - Conclusões gerais).

Convém mostrar que embora os "brix" e os sólidos totais diminuam com os acréscimos de água aplicada (Figuras 39 e 40), a produção de sólidos solúveis ou totais por hectare aumentam (ZOBEL, 1979; KANGAR, 1979). Os nossos resultados traduzem em parte este comportamento uma vez que da modalidade M2 (-10 KPa) para a M1 (-10 KPa) se regista uma redução média de 992 e 536 kg na produção de matéria seca solúvel e total por hectare, respectivamente. Aqueles valores representam em relação às produções da modalidade M2 reduções respectivamente de 20,8% e 9,9%.

Em termos de eficiência do uso de água, expressa em kg de sólidos solúveis ou sólidos totais produzidos por um mm de ETR, verificamos que diminui linearmente com a quantidade de água aplicada à cultura (Figura 41).

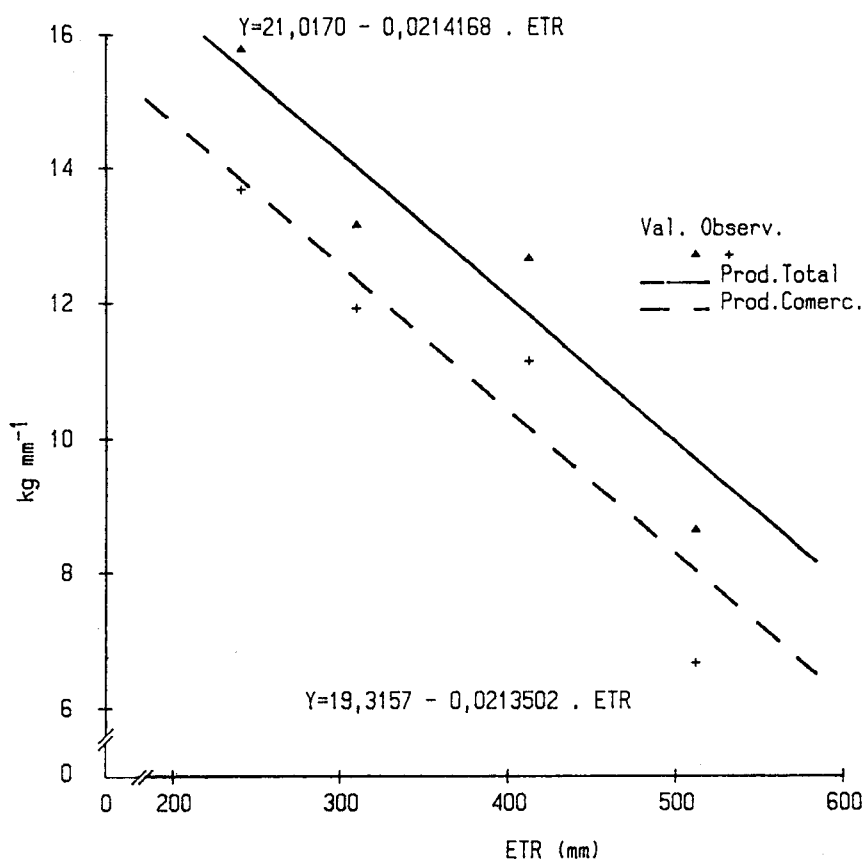


Fig. 41 - Relação entre a evapotranspiração real total (ETR) e a produção de sólidos solúveis e sólidos totais por mm de ETR.

A acidez total é outra característica importante. No caso do tomate ser usado para fabrico de sumo ("juice"), em que o produto é obtido por esmagamento e enlatado sem estar concentrado, aquela facilita a conservação (PRASHAR *et al.*, 1976) e influencia o aroma ("flavour strenght") e o sabor. Na laboração do concentrado de tomate a acidez é também importante embora não tanto como no caso anterior. Com o sistema de pasteurização da maioria das nossas fábricas de tomate, o problema de conservação do produto final aumenta quando o pH dos frutos é superior a 4,3 (RUDICH e LUCHINSKY, 1986). As cultivares para fabrico de concentrado contêm uma menor acidez total, mas mostram um aumento notório quando a humidade do solo é reduzida (WIGHT *et al.*, 1962; PRASHAR *et al.*, 1976; RUDICH *et al.*, 1977).

A relação entre a ETR e a acidez mostra-se na Figura 42.

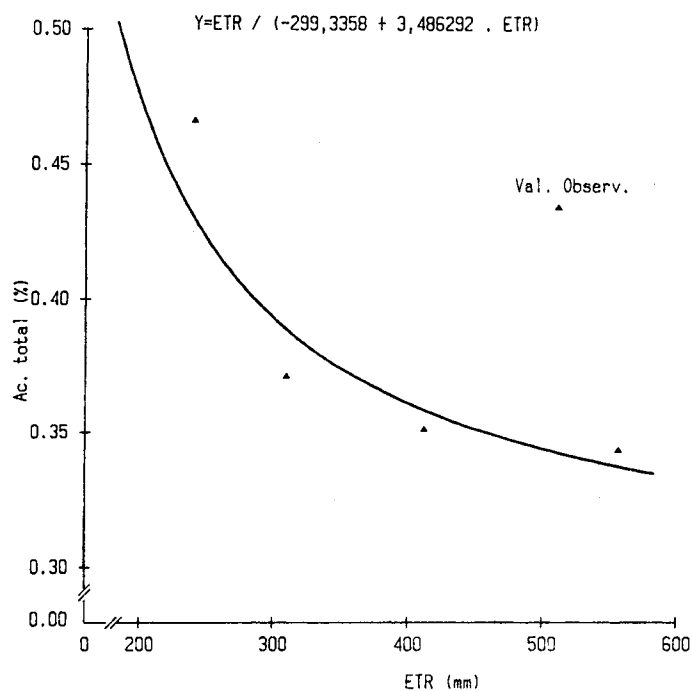


Fig. 42 - Relação entre a evapotranspiração real total (ETR) e a acidez total.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram valores de pH elevados (> 4,3), 0,2 a 0,4 superiores ao valor médio determinado pelo METI em 1986-1987 (Ver ponto 2.1.2) em solos de aluvião, com outra tecnologia de cultivo e outro laboratório. Os valores deste elemento aumentaram da modalidade M4 para a M1.

O sabor do tomate depende da percepção do consumidor que é influenciada por muitos constituintes químicos. Açúcares, ácidos e as suas interações são importantes para a definição do sabor doce ou azedo (ácido) e sobretudo da intensidade do sabor no fruto (DeBRUYN *et al.*, 1971; STEVENS *et al.*, 1977 b). Fructose e ácido cítrico são mais importantes para adoçar ou acidular por exemplo que a glucose e ácido málico, respectivamente.

Elevados conteúdos em açúcares e relativamente elevados em ácidos são necessários para se obter o melhor sabor pois elevados níveis em ácidos e baixos em açúcares produzem um gosto azedo. Também quando ambos se encontram a níveis baixos a resultante é um fruto de tomate insípido e sem gosto. Os septos carpelares do fruto (HO e HEWITT, 1986), contêm mais açúcares redutores e menos ácidos orgânicos que a zona locular. Assim cultivares, com grandes zonas loculares e com elevadas concentrações de ácidos e açúcares possuem sabor mais intenso e mais ácido que aquelas com pequenas porções loculares (STEVENS *et al.*, 1977a).

Os compostos voláteis são importantes não só para o aroma mas também para o sabor. DIRINK *et al.*, (1976) e HAYASE *et al.*, (1984) identificaram mais de 130 compostos voláteis.

A contribuição para o sabor de constituintes do fruto como os sais minerais, ácido ascórbico e alcaloides não tem sido investigada (GRIERSON e KADER, 1987).

O aroma e o sabor do tomate expresso pela razão "°brix"/acidez total piora à medida que aumenta a quantidade de água aplicada (PRASHAR *et al.*, 1976; RUDICH *et al.*, 1977a; WIEBE, 1981; RUDICH e LUSHINSKY, 1986). Os resultados obtidos (Figura 43) mostram que o índice "°brix"/acidez total diminuíram à medida que a ETR total aumentou. Nesta Figura apresentamos um ajustamento do tipo $y = a + b \cdot e^{-cx}$ por ter sido a que melhor se ajustou à relação entre as duas variáveis. À semelhança do ajustamento conseguido em 1990, também em 1989 a relação se poderia ter ajustado significativamente ($P < 0,05$) à função $Y = ETR \cdot (-8,966045 + 0,1013764 ETR)^{-1}$.

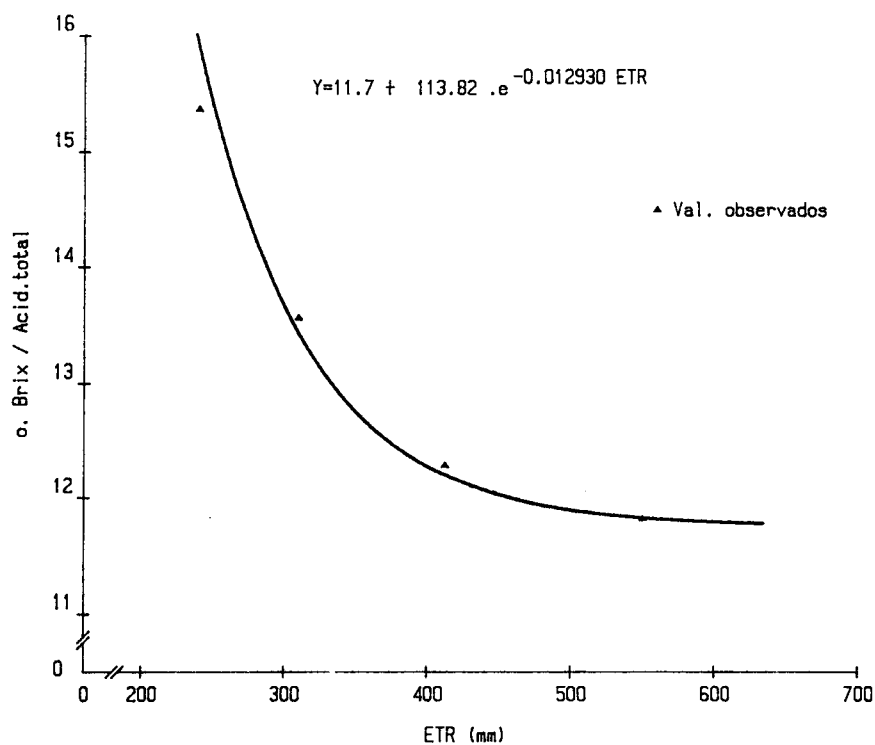


Fig. 43 - Relação entre a evapotranspiração real total (ETR) e o aroma do tomate (°brix/acidez total).

A relação entre a ETR e a cor (coeficiente a/b de Gardner) é apresentado na Figura 44. As diferenças entre modalidades são reduzidas, mas a evolução indica que a cor melhora com o decréscimo de água aplicada. Outros autores chegaram a resultados semelhantes. A influência da rega na cor é abordada em vários trabalhos. PRASHAR *et al.*, (1976) citando VITTUM (1962) diz "... a maior influência da rega foi o decréscimo do coeficiente a/b de Hunter, indicando pior cor". RUDICH *et al.* (1977) refere que o coeficiente a/b determinado pelo colorímetro de Gardner diminui com potenciais de água no solo elevados durante o crescimento dos frutos *i.e.*, a intensidade da cor decresce. Em resumo, parece poder concluir-se que a cor piora quando as dotações de água fornecida à cultura aumentam.

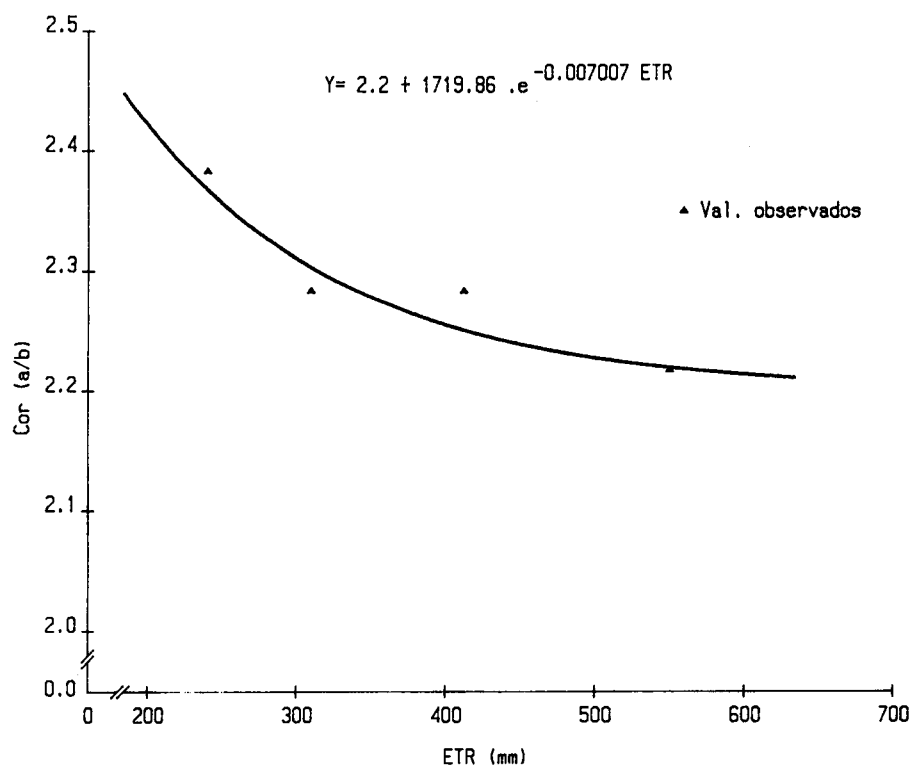


Fig. 44 - Relação entre a evapotranspiração real total (ETR) e a cor (coeficiente a/b de Gardner).

2.3.2 - Resultados de 1990

2.3.2.1 - Elementos edafo-climáticos observados ao longo do ensaio

2.3.2.1.1 - Água aplicada e água perdida por percolação

Os valores de água aplicada (rega + chuva) e perdida por percolação durante o ciclo cultural das diversas modalidades de rega são apresentadas na Tabela 23 e nas Figuras 45 e 46.

Tabela 23 - Valores totais de água aplicada (rega + precipitação) e perdida por percolação. P = Precipitação; R = Rega; D = Percolação

Modalidade	P (mm)	R (mm)	R + P (mm)	D (mm)
M1 (-10 KPa)	34,2	736,3	770,5	119,5
M2 (-20 KPa)	34,2	461,9	496,1	49,4
M3 (-40 KPa)	34,2	351,3	385,5	46,3
M4 (-60 KPa)	34,2	285,1	318,3	57,8

Os valores de água aplicada e perdida por percolação em 1990 são semelhantes aos obtidos em 1989 excepto para a modalidade M1, aonde o valor de 1990 é cerca de duas vezes superior.

A quantidade de água perdida por percolação deve-se fundamentalmente à rega, pois a precipitação ocorrida foi significativamente inferior à do ano anterior.

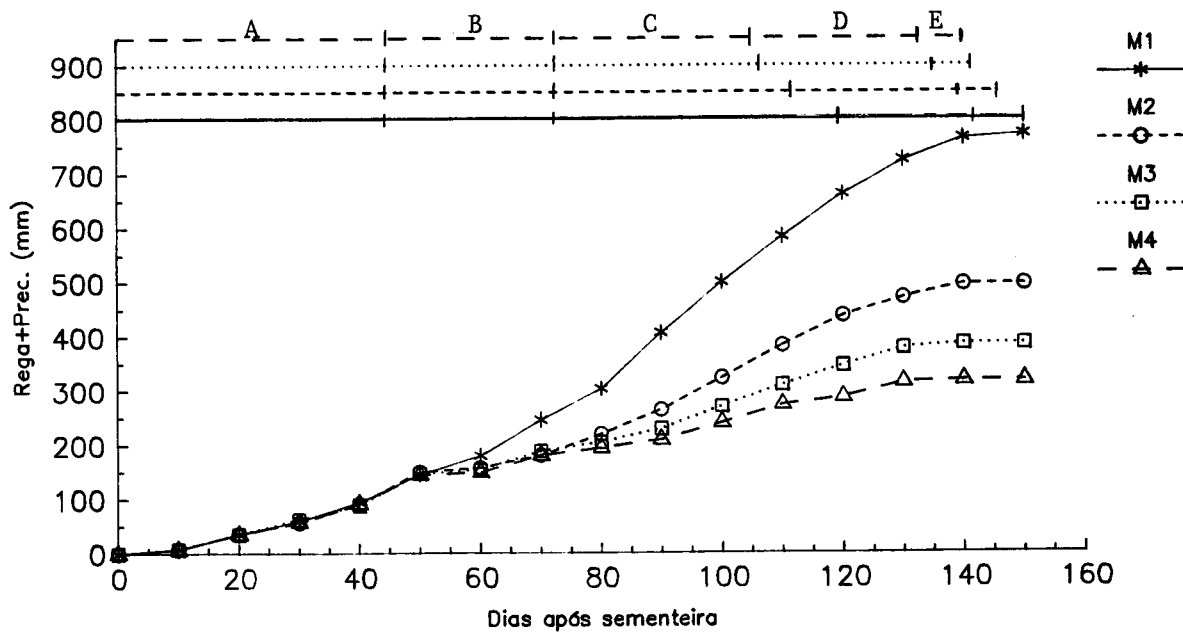


Fig. 45 - Valores acumulados de água aplicados diariamente à cultura (rega + precipitação). M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa; A, B, C e D = Períodos de desenvolvimento.

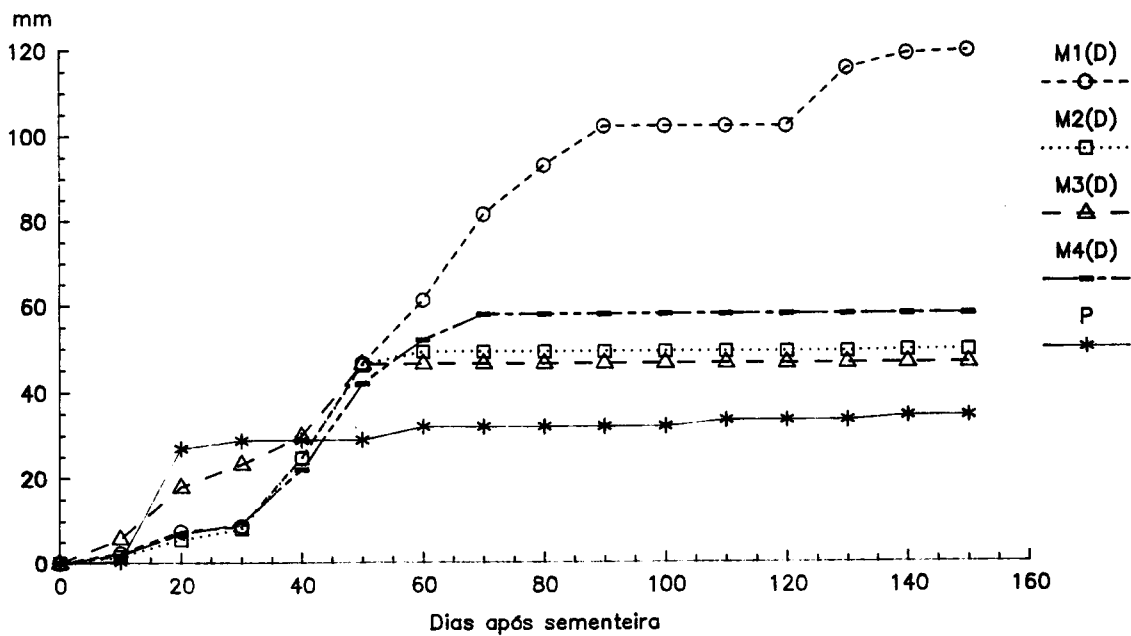


Fig. 46 - Valores acumulados de água perdida diariamente por percolação. M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa; P = Precipitação; D = Percolação.

2.3.2.1.2 - Caracterização hídrica do solo ao longo do ciclo cultural

Em 1990 a caracterização hídrica foi feita utilizando o mesmo equipamento do ano anterior.

a) Tensiómetros eléctricos

A Figura 47 mostra a evolução diária dos potenciais de água no solo (Φ_S) de cada modalidade ao longo do ciclo cultural.

Como se pode constatar a evolução dos potenciais de água no solo é semelhante à verificada no ano anterior.

b) Tensiómetros "Jet-fill"

Os potenciais de água no solo registados diariamente por este equipamento são mostrados na Figura 48. Tal como em 1989 cada valor é a média da leitura de seis tensiómetros.

Comparando os valores de 1990 com os de 1989 verificamos serem semelhantes excepto para as modalidades M1 e M3. Nestas os valores de Φ_S são superiores em 1990 principalmente para a modalidade melhor regada (-10 KPa).

Verifica-se em ambos os anos que os potenciais são elevados no início do período B, depois vão diminuindo até ao início do período C mantendo-se depois mais ou menos ao nível do ponto de rega estabelecido para cada modalidade. Das figuras ressalta também que os potenciais a 60 cm de

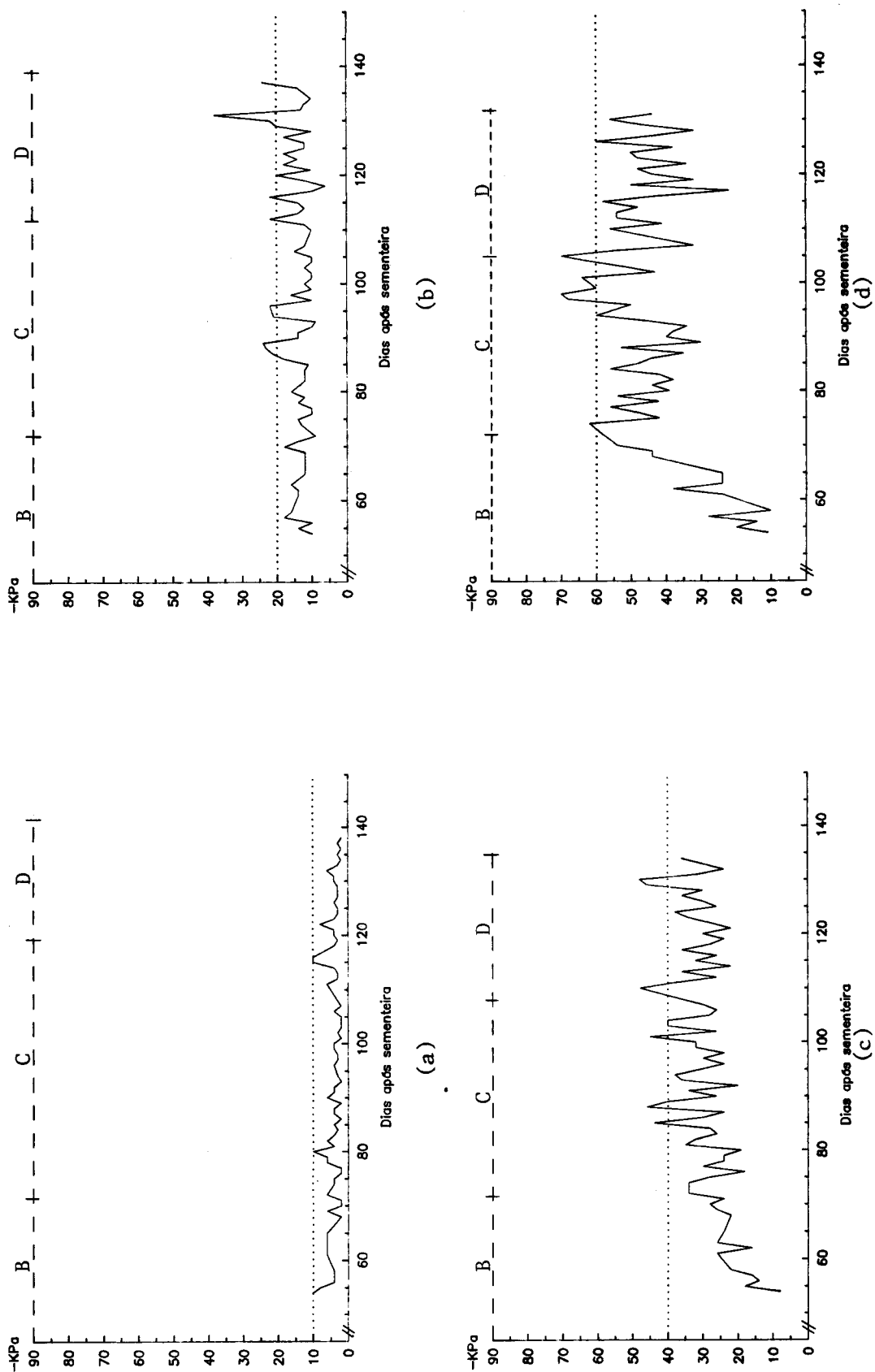


Fig. 47 - Evolução diária dos potenciais de água no solo (09:00 horas) medidos com tensiômetros eléctricos nas modalidades: (a) - M1, (b) - M2, (c) - M3 e (d) - M4. B, C e D = períodos de desenvolvimento; (...) - ponto de rega.

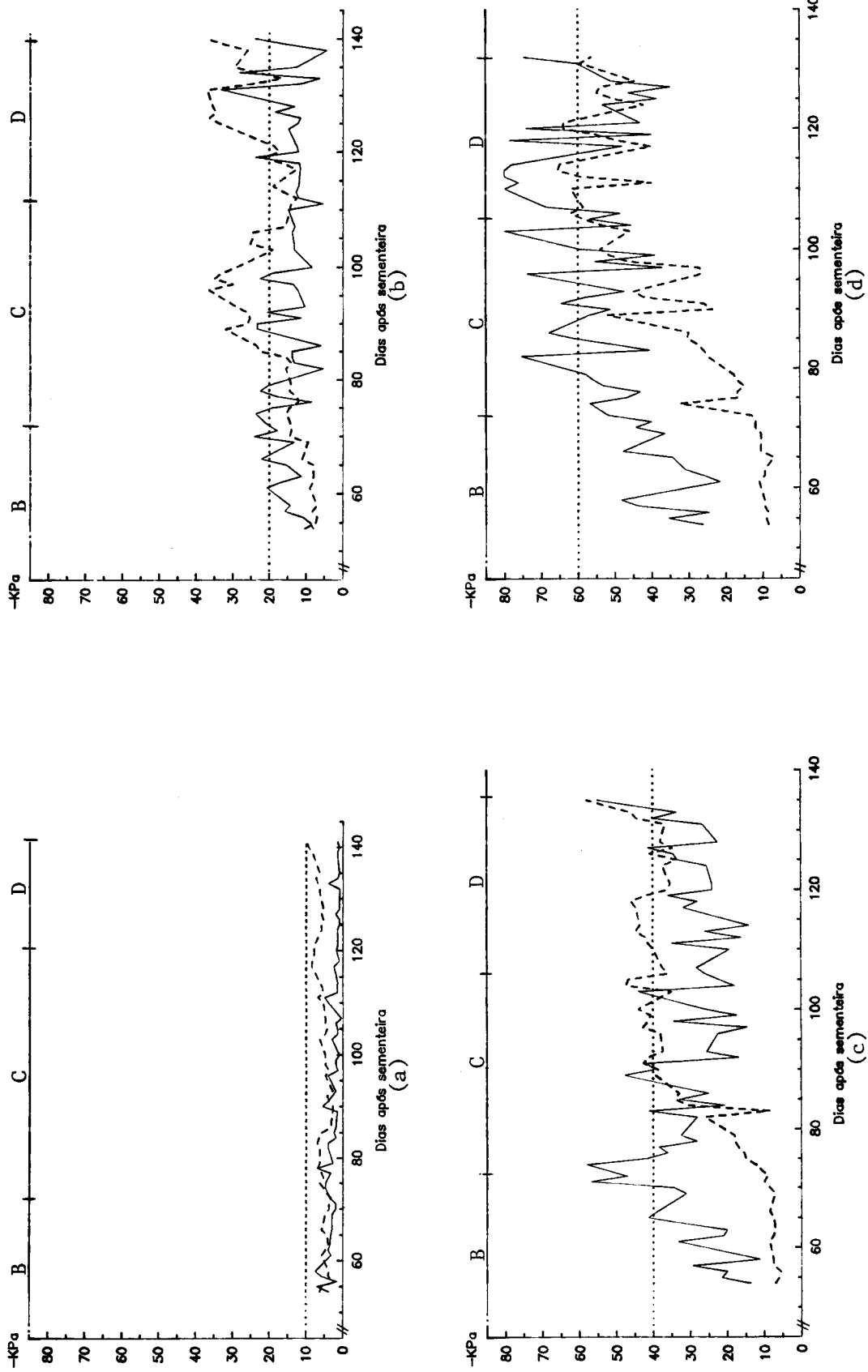


Fig. 48 - Evolução diária dos potenciais de água no solo medidos com tensiômetros "Jet-fill" nas modalidades: (a) - M1, (b) - M2, (c) - M3 e (d) - M4. B, C e D são períodos de desenvolvimento; (—) - 15 cm, (---) - 60 cm de profundidade; (...) - ponto de rega. Cada valor é a média de seis observações.

profundidade começam a diminuir mais tarde mas a partir do início do período C atingem os níveis dos valores a 15 cm de profundidade e mantêm esse comportamento até final do ciclo cultural. Este comportamento poderá estar ligado com o desenvolvimento progressivo do sistema radical em profundidade o que provoca uma maior uniformização dos potenciais de água no solo até à profundidade de 60 cm.

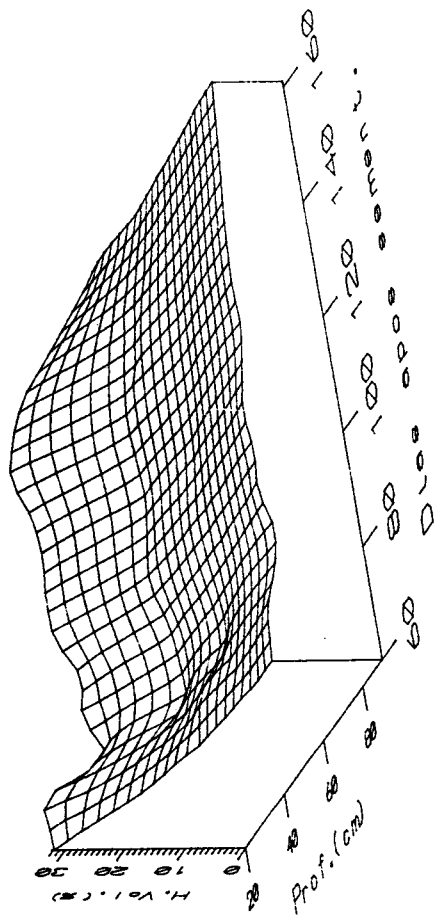
c) Sonda de neutrões

A caracterização hídrica até um metro de profundidade do perfil de solo para cada modalidade pela sonda de neutrões ao longo do ciclo cultural mostra-se na Figura 49.

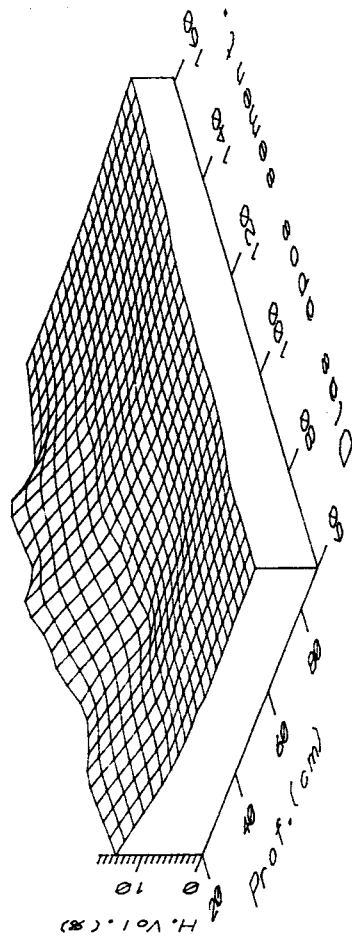
A evolução hídrica até 1,9 metros de profundidade pode analisar-se na Figura 50.

Assim como em 1989 as diferenças hídricas no solo entre tratamentos de rega fizeram-se sentir principalmente durante os períodos de desenvolvimento C e D.

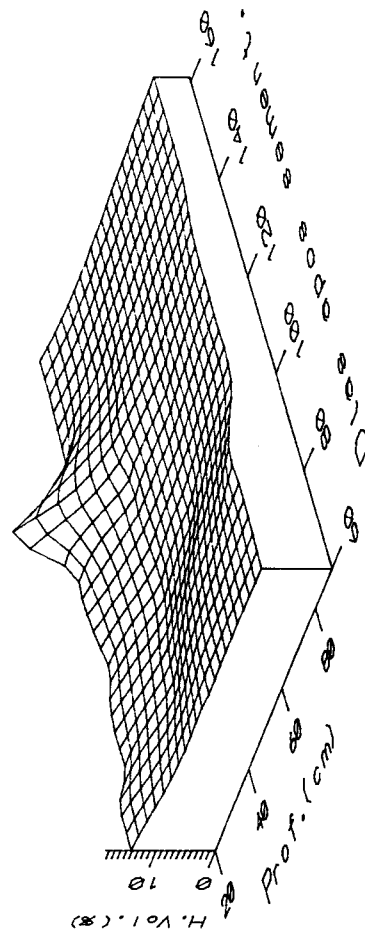
Chama-se a atenção para o facto de as leituras nos piezómetros em 1989 e 1990 não indicarem a presença de toalha freática até à profundidade de 1,5 m.



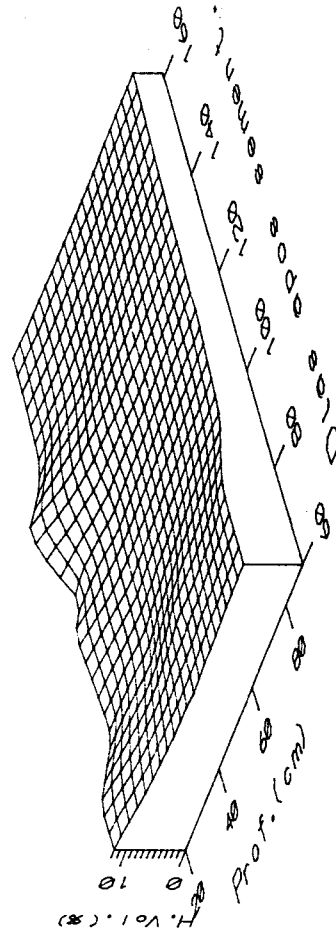
(a)



(b)

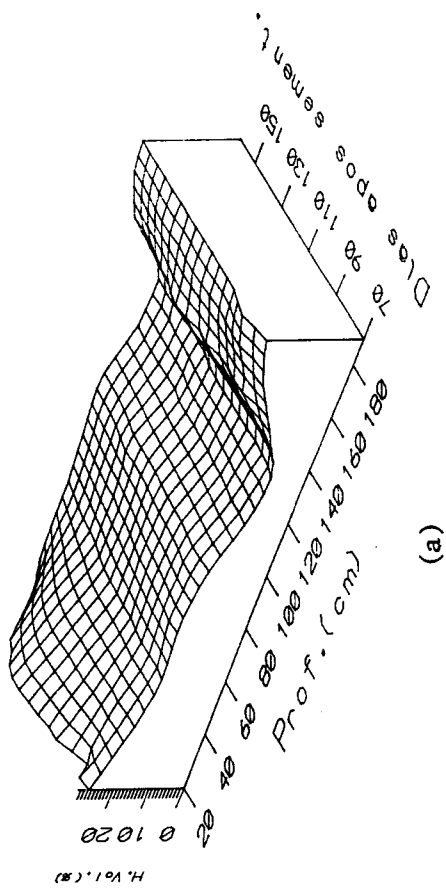


(c)

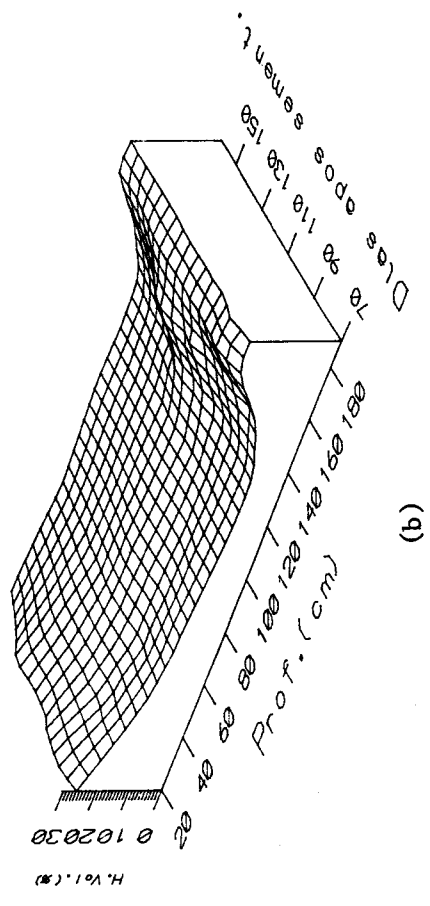


(d)

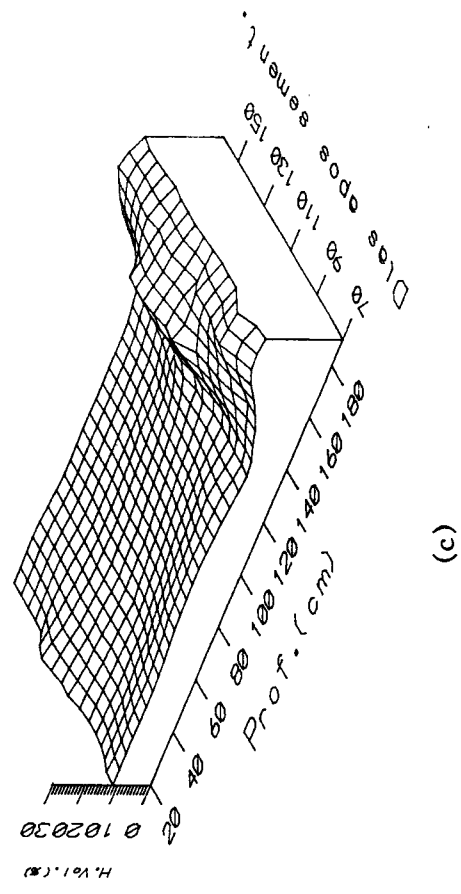
Fig. 49 - Caracterização hídrica do perfil do solo ao longo do ciclo cultural nas modalidades de rega: (a) - M1 (-10 KPa) (b) - M2 (-20 KPa); (c) - M3 (-40 KPa) e (d) - M4 (-60 KPa). Leituras feitas em tubos de alumínio. Cada valor a média de seis observações.



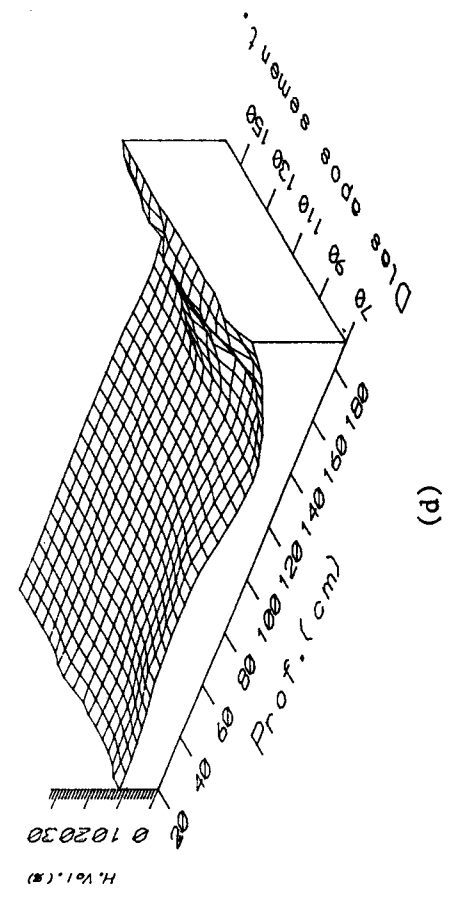
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 50 - Caracterização hídrica do perfil do solo ao longo do ciclo cultural nas modalidades de rega: (a) - M1 (-10 KPa) (b) - M2 (-20 KPa); (c) - M3 (-40 KPa) e (d) - M4 (-60 KPa). Leituras feitas em tubos de PVC.

2.3.2.1.3 - Evapotranspiração real (ETR) e sua relação com a evapotranspiração de referência (ET_o) e com a evaporação na tina

Os valores de ETR acumulados ao longo do ciclo cultural podem ser analisados na Figura 51.

Como se pode constatar as diferenças de ETR entre modalidades começam a ser mais nítidas a partir do período de desenvolvimento C. Este comportamento é semelhante ao do ano anterior.

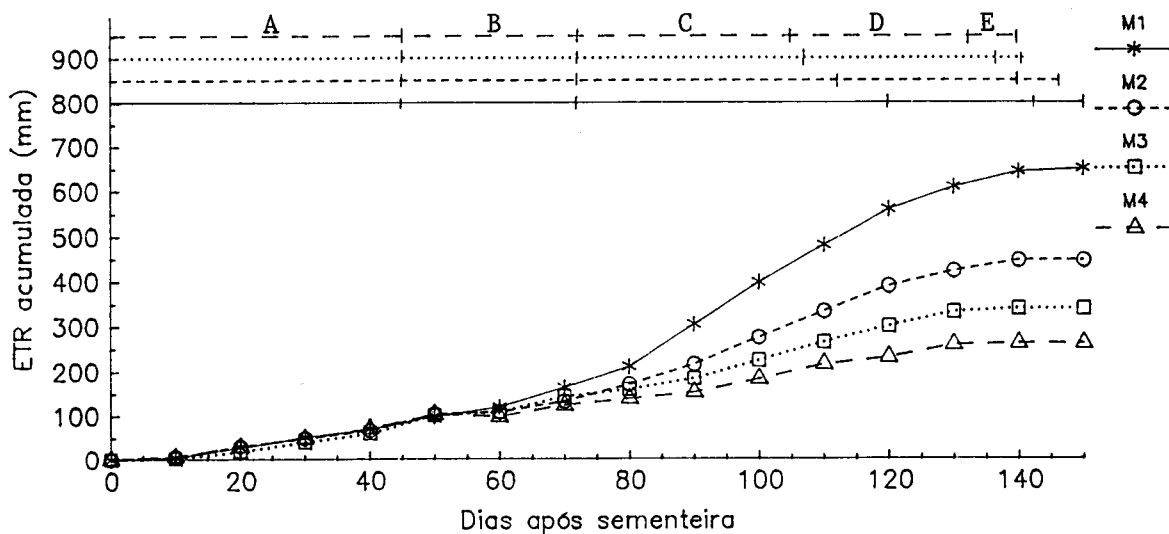


Fig. 51 - Valores acumulados de evapotranspiração real diária para cada modalidade. M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa; A, B, C e D = Períodos de desenvolvimento.

Os valores de ETR por período de desenvolvimento e por modalidade bem como a sua relação com a evapotranspiração de referência (ET_o), evaporação na tina classe A e a evaporação pelo método de Piche são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 - Evapotranspiração real (ETR) por períodos de desenvolvimento na modalidade M1 (-10 Kpa); M2 (-20 Kpa); M3 (-40 Kpa) e M4 (-60 Kpa). Sua relação com a evapotranspiração de referência (ET_o) e evaporação da Tina e Piche. $K_r = ETR \div ETR$; $K_t = ETR \div \text{Evaporação Tina}$; $K_p = ETR \div \text{Evaporação Piche}$

Mod.	Períodos de Desenvolvimento			ETR (mm)		ET _o	Tina	Piche	K _r	K _t	K _p
	Desig.	Período	Duração	Total	Diário	(mm)	(mm)	(mm)			
M1	A	11/4 a 25/5	44	78,2	1,8	221,5	300,8	237,5	0,35	0,26	0,33
	B	26/5 a 22/6	28	98,7	3,5	146,7	222,1	146,4	0,67	0,44	0,67
	C	23/6 a 8/8	47	375,9	8,0	253,2	427,2	295,4	1,48	0,88	1,27
	D	9/8 a 30/8	22	98,2	4,5	107,5	174,5	129,5	0,91	0,56	0,76
	TOTAL		148*	651,0	-	729,4	1124,6	808,8	-	-	-
MÉDIA		-	-	4,3	-	-	-	0,89	0,58	0,81	
M2	A	11/4 a 25/5	44	79,4	1,8	221,5	300,8	237,5	0,36	0,26	0,33
	B	26/5 a 22/6	28	57,9	2,1	146,7	222,1	146,4	0,40	0,26	0,40
	C	23/6 a 1/8	40	211,8	5,3	215,2	364,1	247,4	0,98	0,58	0,86
	D	2/8 a 28/8	27	97,6	3,6	130,2	214,9	160,4	0,75	0,45	0,61
	TOTAL		145*	446,7	-	713,6	1101,9	791,7	-	-	-
MÉDIA		-	-	3,1	-	-	-	0,63	0,41	0,56	
M3	A	11/4 a 25/5	44	79,4	1,7	221,5	300,8	237,5	0,34	0,25	0,32
	B	26/5 a 22/6	28	68,0	2,4	146,7	222,1	146,4	0,46	0,31	0,46
	C	23/6 a 26/7	34	108,9	3,2	185,0	315,4	217,4	0,50	0,35	0,50
	D	27/7 a 24/8	29	87,4	3,0	142,2	234,5	170,4	0,62	0,37	0,51
	TOTAL		141*	339,2	-	713,6	1072,8	771,7	-	-	-
MÉDIA		-	-	2,4	-	-	-	0,48	0,32	0,44	
M4	A	11/4 a 25/5	44	81,8	1,9	221,5	300,8	237,5	0,37	0,27	0,34
	B	26/5 a 22/6	28	42,7	1,5	146,7	222,1	146,4	0,29	0,19	0,29
	C	23/6 a 24/7	32	69,1	2,2	175,3	297,2	204,5	0,39	0,23	0,34
	D	25/7 a 21/8	28	66,9	2,4	139,8	253,3	171,9	0,48	0,26	0,39
	TOTAL		139*	260,5	-	683,3	1055,4	760,3	-	-	-
MÉDIA		-	-	1,9	-	-	-	0,38	0,25	0,34	

* - Duração total do ciclo cultural.

Se compararmos a ETR, ETo e coeficiente K_r de 1989 e 1990 verificamos o seguinte:

1) A evapotranspiração real e a evapotranspiração de referência são proporcionalmente superiores no segundo ano. Este comportamento é explicado pelos maiores valores das temperaturas do ar, da velocidade do vento e da insolação e de menores valores na humidade relativa em 1990 comparativamente com 1989.

2) Os coeficientes K_r médios do ciclo cultural são muito idênticos nos dois anos.

A comparação feita em 1989 para os coeficientes K_r e K_c indicados por outros autores é válido também para este segundo ano.

2.3.2.1.4 - Perda por percolação dos principais macronutrientes

Os valores de $N-NO_3$, $P-P_2O_5$ e K_2O perdidos por percolação para cada modalidade podem ser analisados nas Figuras 52, 53 e 54.

Das Figuras anteriores ressaltam os elevados valores de N, P e K perdidos por percolação na modalidade M1 quando comparadas com as outras modalidades que apresentam valores sensível-mente iguais. Este comportamento fica a dever-se fundamental-mente à quantidade de água aplicada naquela modalidade, uma vez que a precipitação em 1990 foi cerca de um terço da registada em 1989.

Convém referir que outros estudos sobre a mobilidade de macronutrientes foram feitos no mesmo talhão (SHAIDIAN, 1989;

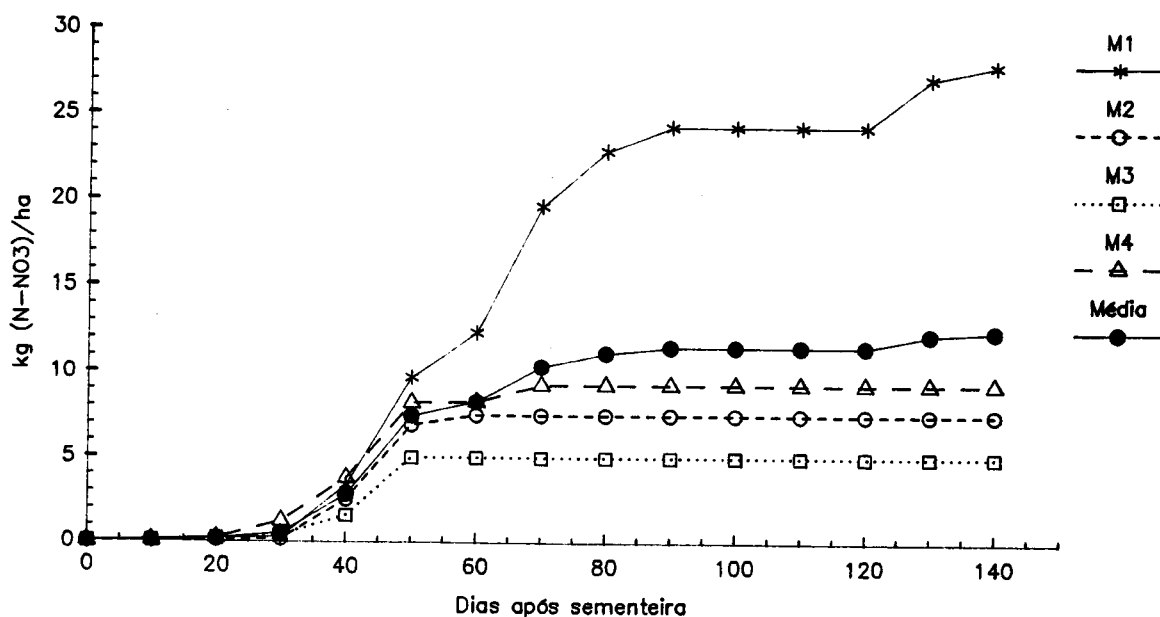


Fig. 52 - Evolução diária dos valores acumulados de $N-NO_3$ perdidos por percolação.
M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa.

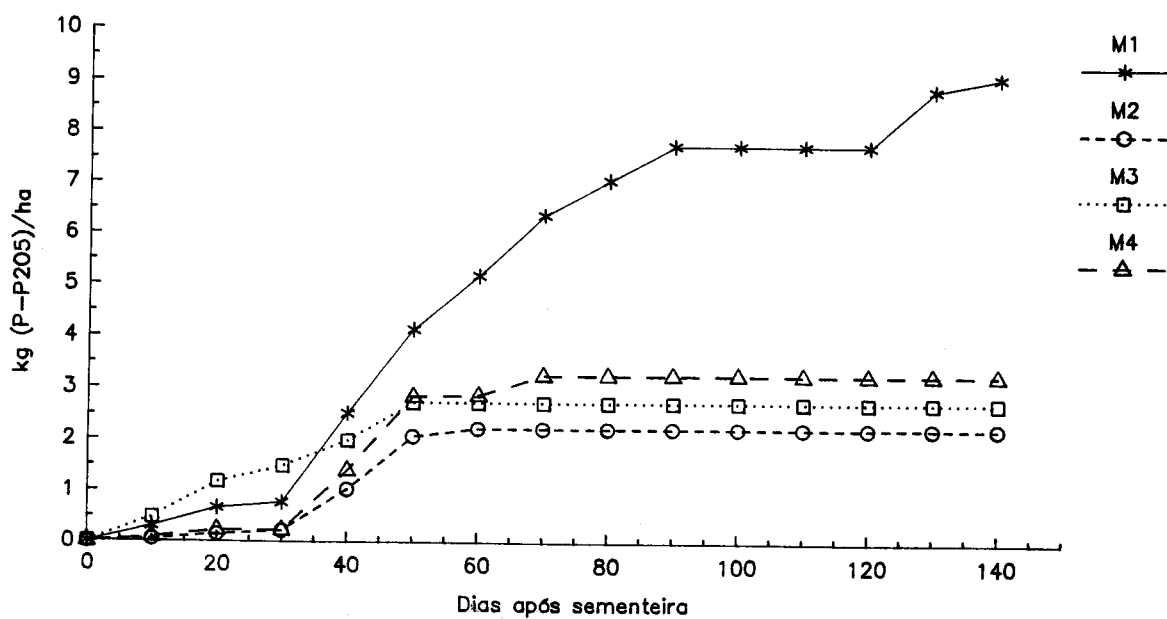


Fig. 53 - Evolução diária dos valores acumulados de $P-P_{2O_5}$ perdidos por percolação.
M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa.

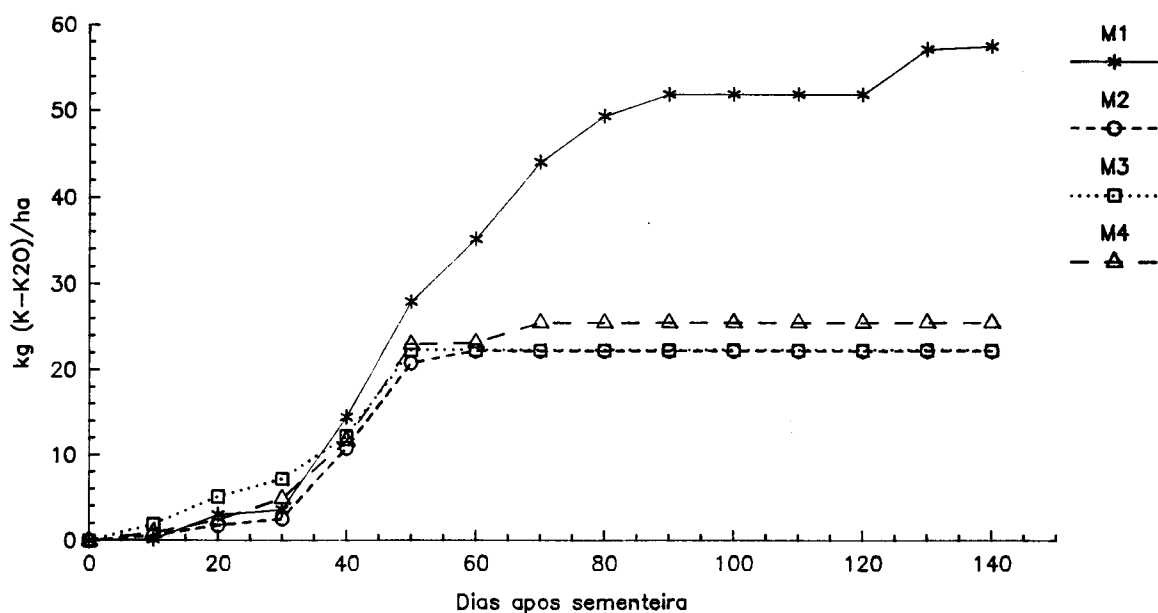


Fig. 54 - Evolução diária dos valores acumulados de K-K₂O perdidos por percolação.
M1 = -10; M2 = -20; M3 = -40; M4 = -60 Kpa.

CALADO *et al.*, 1990; CALADO *et al.*, 1991) e que também mostram a grande mobilidade de N, K e P neste tipo de solo.

Se compararmos os valores dos dois anos verificamos o seguinte:

- Na modalidade M1 os valores de N e P são sensivelmente idênticos enquanto as perdas de K são fortemente reduzidas no segundo ano.

Isto deve-se à redução da adubação de fundo do potássio ser bastante inferior em 1990.

- Nas restantes modalidades de rega houve redução na perda de nutrientes em 1990, com especial destaque para o potássio pelos motivos apontados anteriormente.

Os valores médios das perdas por percolação de N, P e K em relação à adubação total foram em 1990 respectivamente de 4,6; 3,6 e 4,7 por cento (média de quatro modalidades de rega).

2.3.2.2 - Comportamento do sistema radical

Em 1990 os resultados obtidos foram também analisados como ensaio factorial com dois factores: o potencial de água no solo e a profundidade ao longo do perfil pedológico (Tabelas 25 e 26). A análise de variância mostrou diferenças significativas ($P < 0,01$) para os factores principais, potencial de água no solo e profundidade e para a interacção entre os dois factores.

Tabela 25 - Comprimento radical (L) em $m.m^{-2}$ por modalidade de rega.

Modalidade de rega	L ($m.m^{-2}$)
M1 (-10 KPa)	2539,3 a
M2 (-20 KPa)	2459,3 a
M3 (-40 KPa)	2496,0 a
M4 (-60 KPa)	1795,7 b

M.D.S. (0,05)	410,4
DP	56,463
Sig.	***

NOTA: Valores médios seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Tabela 26 - Comprimento radical (L) por profundidade do perfil pedológico.

Profundidade (cm)	L (m.m ⁻²)
0 - 10	526,167 b
11 - 20	524,500 b
21 - 30	565,250 b
31 - 40	624,667 a
41 - 50	61,917 c
51 - 60	6,917 d
61 - 70	2,750 d
71 - 80	4,083 d
81 - 90	2,417 d
91 - 100	3,917 d

M.D.S. (0,05)	64,889
DP	56,463
Sig.	***

NOTA: Valores médios seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes para $P < 0,05$ (Teste LSD). * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Os valores do comprimento radical obtidos em 1990 (Tabela 25) não apresentam diferenças estatisticamente significativas para as modalidades M1, M2 e M3. Este comportamento poderá explicar-se em parte porque as quantidades de água aplicada até ao início do período C serem muito idênticas. Aquele grupo é significativamente diferente da modalidade sujeita a maior deficiência hídrica (M4). Comparativamente com 1989, verificou-se que os comprimentos radicais atingiram neste segundo ano valores bastante mais elevados.

O crescimento radical variou em profundidade do mesmo modo que em 1989 (Tabela 26). Existe no entanto diferenças na modalidade M1. Esta modalidade atingiu em 1989 o valor máximo na camada dos 30-40 cm enquanto que em 1990 foi atingida na camada de 20-30 cm de profundidade (Fig. 55). Este comportamento poderá justificar-se pela maior quantidade de água neste segundo ano, o que pode ter dado origem a um sistema radical mais superficial.

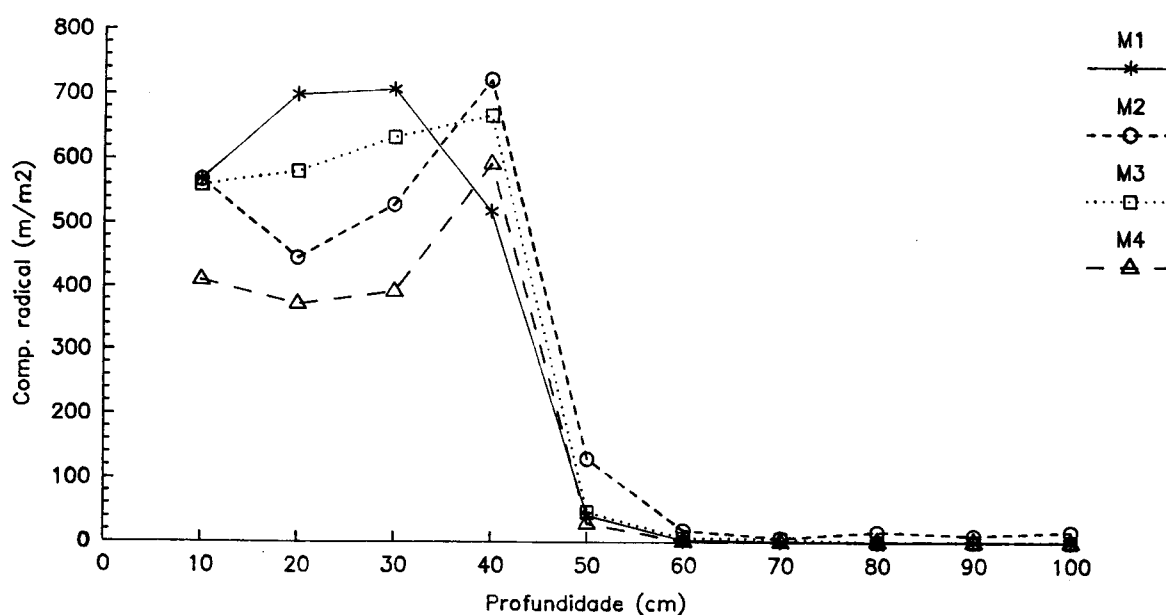


Fig. 55 - Evolução do comprimento radical (L) em função da profundidade do solo.

Também em 1990 se verificou que o sistema radical é superficial e os valores do comprimento radical mais elevados encontram-se próximo da vertical do caule principal (Figura 56) ao contrário do mencionado por GAMA, 1986 cujos estudos incidiram na cultura regada por sulcos.

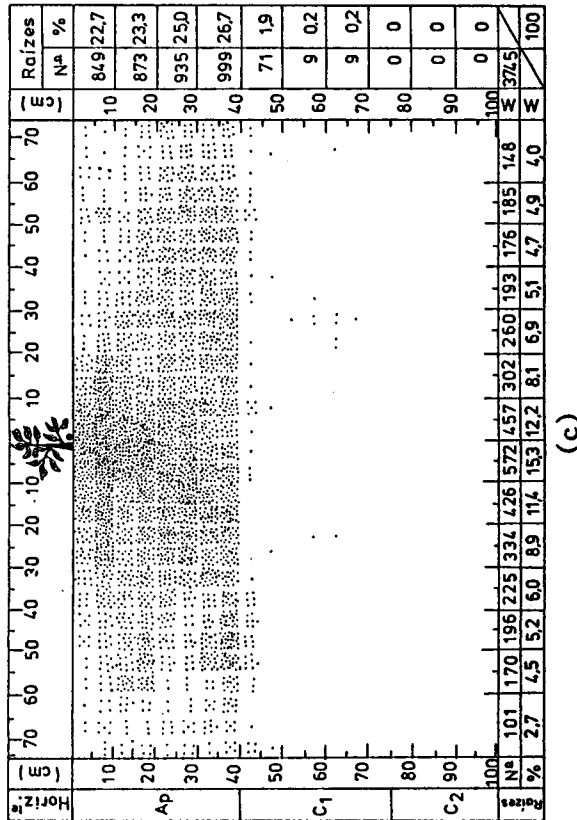
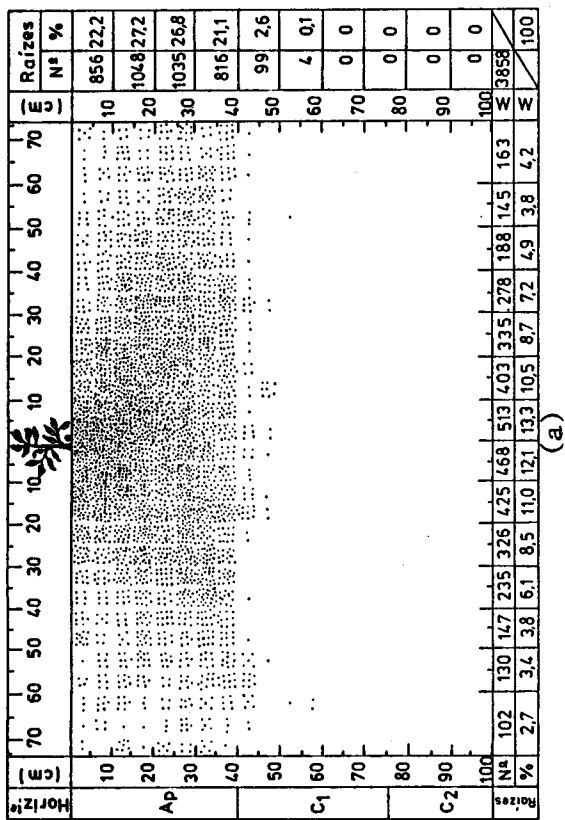
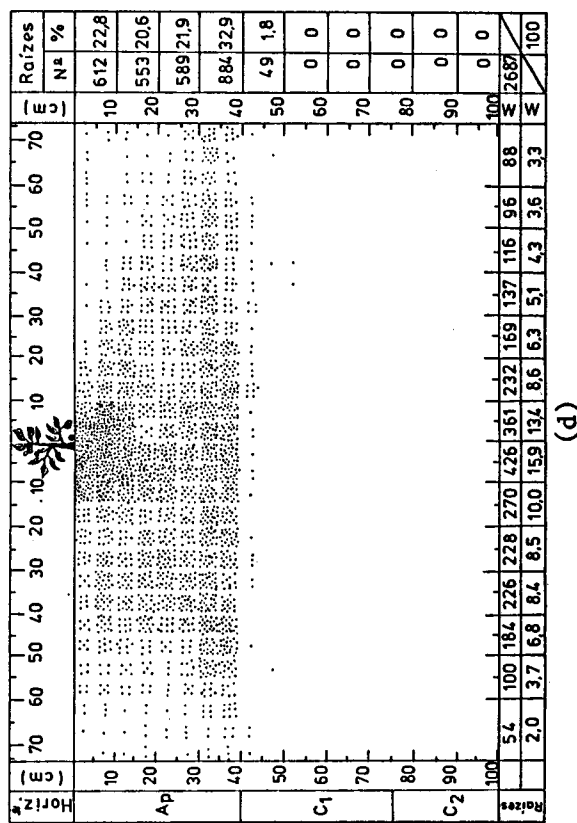
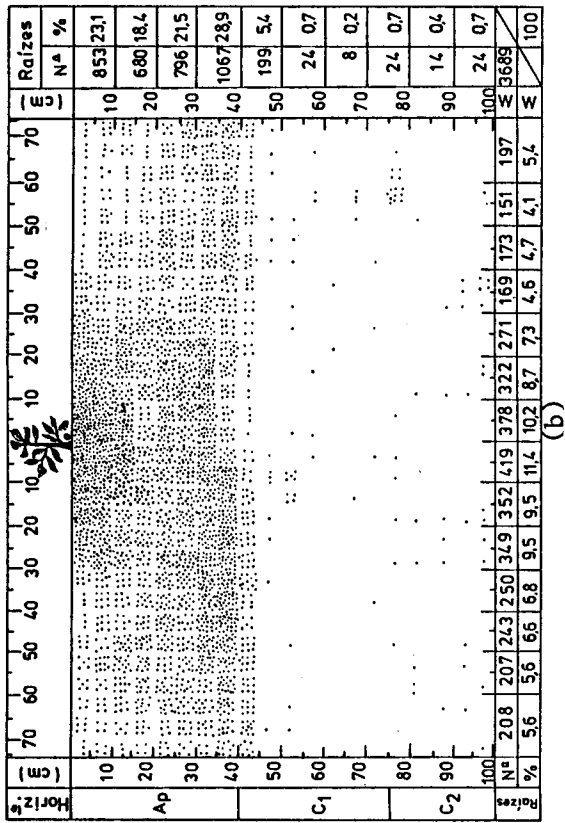


Fig. 56 - Distribuição do sistema radical nas modalidades: (a) - M1 (-10 KPa); (b) - M2 (-20 KPa); (c) - M3 (-40 KPa) e (d) - M4 (-60 KPa). (.) - gotejador. (.) - média de três valores.

2.3.2.3 - Elementos relativos à parte aérea das plantas

2.3.2.3.1 - Fases de desenvolvimento. Ciclo cultural

As datas das fases do desenvolvimento para cada modalidade de rega estão representadas na Tabela 27.

Tabela 27 - Datas de fases de desenvolvimento por modalidade*

Fases de desenvolvimento	Datas por modalidade			
	M1	M2	M3	M4
Sementeira	11/4	11/4	11/4	11/4
Emergência	24/4	24/4	24/4	24/4
Desbaste	25/5	25/5	25/5	25/5
1ª flôr aberta	11/6	11/6	11/6	11/6
1º fruto vingado	22/6	22/6	22/6	22/6
1º fruto vermelho	1/8	27/7	22/7	20/7
Completo desenvolvimento dos frutos do 1ª inflorescência	8/8	1/8	26/7	24/7
Corte de rega (75 % de frutos vermelhos + alaranjados)	30/8	28/8	24/8	21/8
Colheita	6/9	3/9	30/8	28/8

* - M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa

A duração da cada período de desenvolvimento (Ver 2.2.5.4.1) é apresentado na Tabela 28.

O número de dias e de dias graus de crescimento entre a sementeira e a emergência foi respectivamente de 14 e 89.

Estes valores estão de acordo com os apresentados por CALADO *et al.*, (1979) em que os D.G.-C para este período variavam entre 90 e 100. Os ciclos culturais das quatro modalidades de rega, expressa em D.G.-C são praticamente

Tabela 28 - Duração dos períodos de desenvolvimento e do ciclo cultural total.

Mod.	Períodos de desenvolvimento											
	A		B		C		D		E		Total	
	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C	Dias	D.G.-C
M1	44	388,5	28	335,0	47	750,8	22	331,1	7	84,7	148	1890,1
M2	44	388,5	28	335,0	40	628,5	27	425,0	6	83,2	145	1860,2
M3	44	388,5	28	335,0	34	544,9	29	448,0	6	89,0	141	1805,4
M4	44	388,5	28	335,0	32	514,5	28	433,1	7	105,9	139	1777,0

NOTA: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa; A, B, C, D e E = Períodos de desenvolvimento da cultura; D.G.-C: Dias graus de crescimento (temperatura base = 8° C)

iguais nos dois anos de experimentação. Em termos de dias de calendário os ciclos culturais em 1990 apresentam em média sete dias mais que em 1989.

2.3.2.3.2 - Evolução da matéria verde e seca do canopeu

a) Matéria verde (g/planta)

Os resultados das determinações efectuadas ao longo do ciclo cultural estão mencionadas na Tabela 29. Os valores obtidos neste ano são bastante semelhantes aos de 1989 (ver Tabela 10), com excepção da modalidade M1. A matéria verde das plantas naquela modalidade no ano de 1989 representa cerca de 75-80% (na fase de maior desenvolvimento) dos valores atingidos em 1990. Este comportamento poderá estar relacionado com a maior quantidade de água aplicada em 1990.

Tabela 29 - Matéria verde do canopeu (g/planta) em várias fases de desenvolvimento. a_1 = 2ª folha definitiva (8/5); a_2 = Desbaste (25/5); a_3 = 1ª flôr aberta (12/6); a_4 = 1º fruto vingado (4/7); a_5 = Completo desenv. dos frutos 1º pseudo-cacho (31/7); a_6 = colheita (M1 = 5/9 ; M2 = 3/9; M3 = 30/8; M4 = 28/8).

Modalidade	Fases de desenvolvimento					
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
M1	1,400 a	4,183 a	91,333 a	443,183 a	799,483 a	568,200 a
M2	1,317 a	4,233 a	80,217 a	337,167 b	554,433 b	359,017 b
M3	1,233 a	3,883 a	80,250 a	273,083 c	379,600 c	261,833 c
M4	1,267 a	4,267 a	81,150 a	236,533 d	310,283 d	252,983 c
M.D.S. (0,05)	0,328	0,642	11,703	34,250	57,195	67,905
DP	0,266	0,522	9,510	27,832	46,477	55,180
Sig.	N.S.	N.S.	N.S.	***	***	***

NOTA: Valores médios de cada fase de desenvolvimento seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). M.D.S. = Mínima diferença significativa. DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

A evolução destes valores convertidos em $t \cdot ha^{-1}$, para uma população de 66 666 plantas por hectare é apresentada na figura 57.

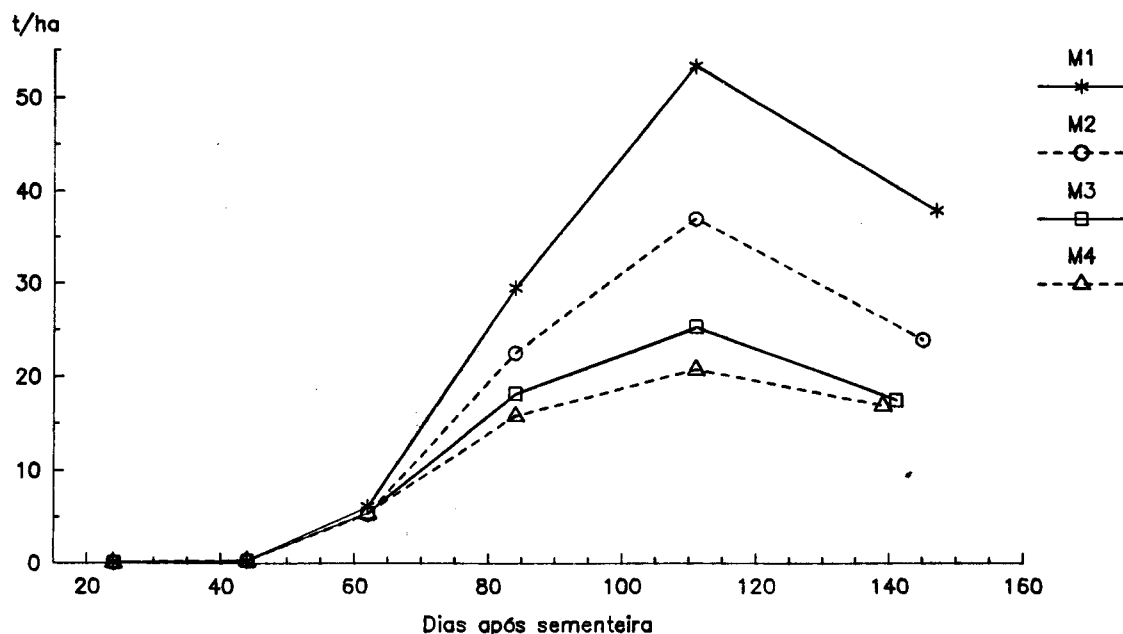


Fig. 57 - Evolução da matéria verde ($t \cdot ha^{-1}$).

B) Matéria seca (g/planta).

Os valores da matéria seca do canopeu relativos aos valores da matéria verde apresentados anteriormente, podem ser analisados na Tabela 30. Os valores de 1990 são semelhantes aos apresentados em 1989, à exceção da modalidade M1. Nesta modalidade os valores de matéria seca do canopeu em 1989 representam, nas fases de maior desenvolvimento cerca de 70 a 88% dos valores atingidos em 1990.

Tabela 30 - Matéria seca do canopeu (g/planta).

Modalidade	Fases de desenvolvimento					
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
M1	0,188 a	0,568 a	9,967 a	52,600 a	96,983 a	87,167 a
M2	0,180 a	0,548 a	8,900 a	43,717 bc	71,700 b	69,633 b
M3	0,165 a	0,518 a	9,200 a	40,917 cd	54,050 c	52,300 c
M4	0,177 a	0,520 a	9,567 a	37,950 d	50,550 c	43,200 c
M.D.S. (0,05)	0,039	0,103	1,417	4,179	8,498	10,931
DP	0,032	0,084	1,151	3,396	6,906	8,883
Sig.	N.S.	N.S.	N.S.	***	***	***

NOTA: Valores médios de cada fase de desenvolvimentos seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

A evolução da matéria seca do canopeu convertida em $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ para uma população de 66 666 plantas por hectare é apresentada na Figura 58.

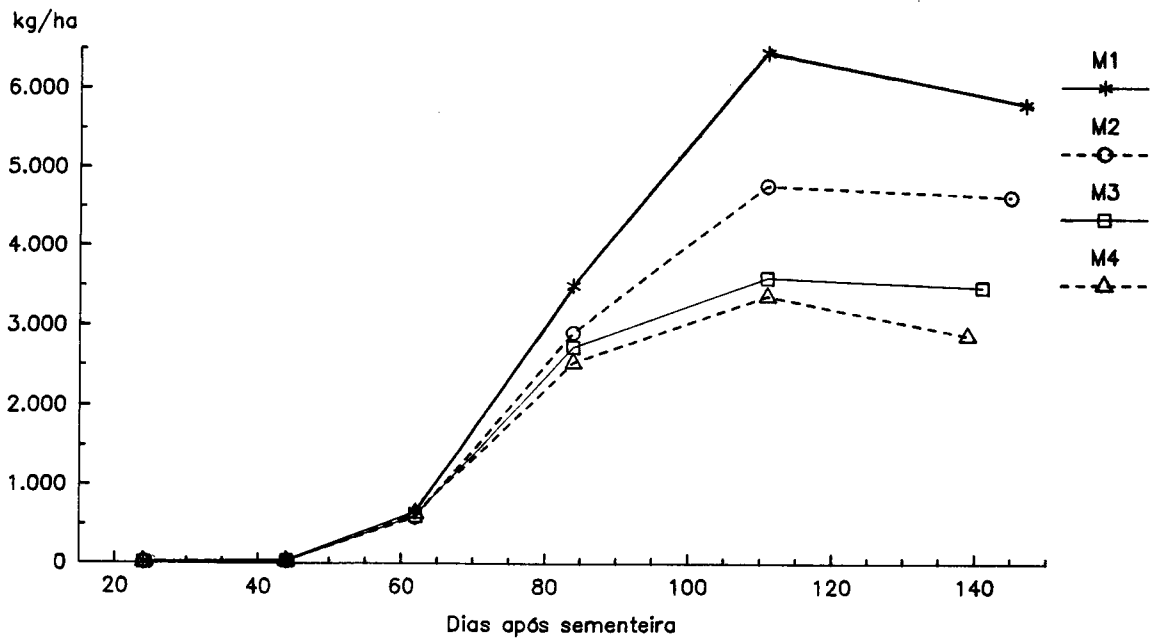


Fig. 58 - Evolução da matéria seca (Kg.ha⁻¹).

Como se verifica na Figura 59, as produções comercial e total para valores de matéria seca do canopeu superiores a 70 g/planta não aumentam.

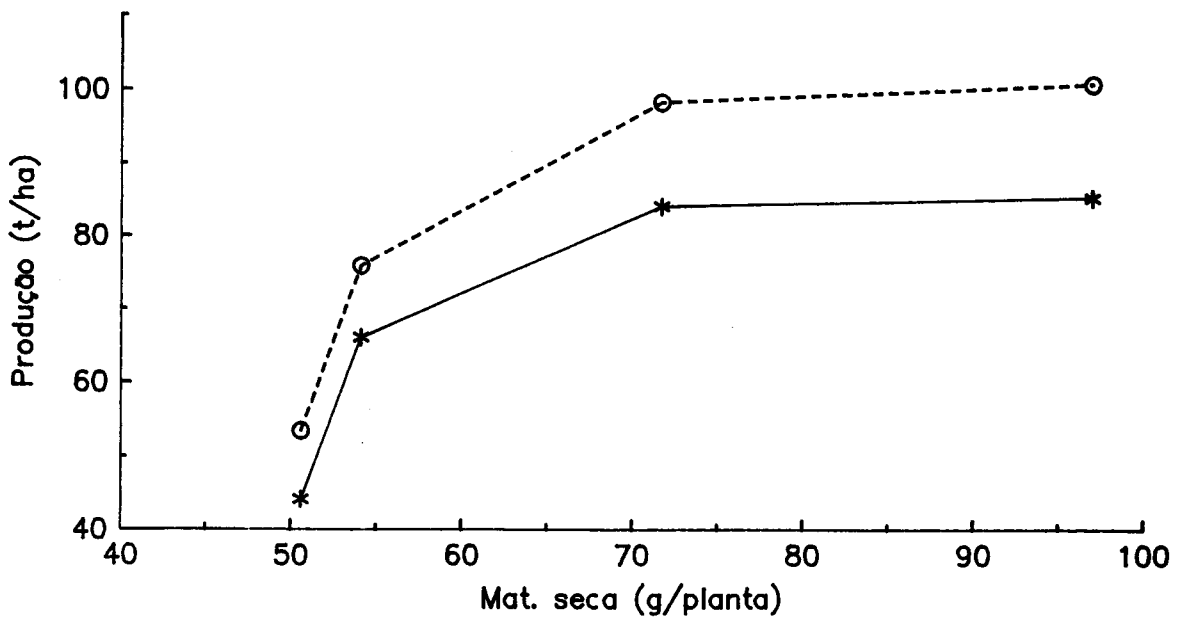


Fig. 59 - Relação entre a matéria seca do canopeu (g/planta) na fase de desenvolvimento a₅ e as produções comercial (---o---) e total. (**o**).

O "°brix" e sólidos totais relacionam-se de forma negativa com a matéria seca (Figura 60). A partir das 55 g de matéria seca por planta aqueles parâmetros tecnológicos diminuem numa forma mais suave.

As relações mostradas nas Figuras 59 e 60 são semelhantes às obtidas em 1989 (Ver Figuras 27 e 28).

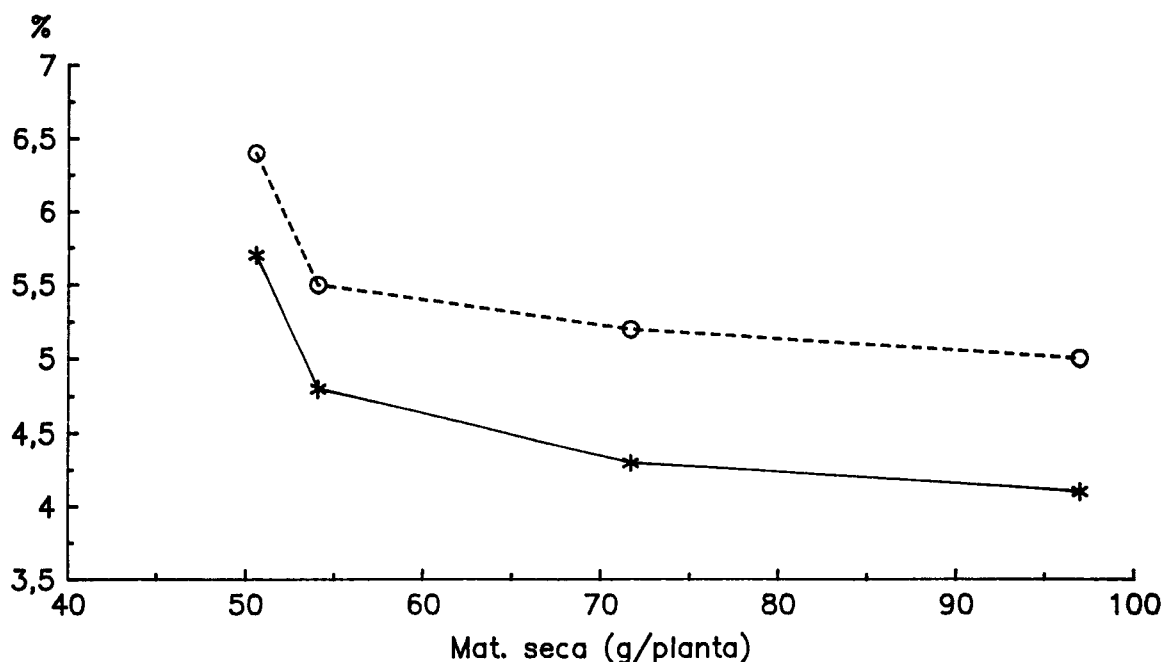


Fig. 60 - Relação entre a matéria seca do canopeu (g/planta) na fase de desenvolvimento a₅ e o "°brix" (---) e os sólidos totais (%). (**o**).

2.3.2.3.3 - Evolução do índice de área foliar (I.A.F)

Os valores da área foliar determinados para cada modalidade em diferentes fases de desenvolvimento são apresentados na Tabela 31 e Figura 61.

As datas de observação são as mesmas que foram mencionadas para as determinações da matéria verde e seca do canopeu

Tabela 31 - Área foliar (cm²) por planta em várias fases de desenvolvimento.

Modalidade	Fases de desenvolvimento					
	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
M1	46,500 a	122,500 a	1411,167 a	5881,500 a	6976,000 a	2710,833 a
M2	44,167 a	123,833 a	1172,667 a	3601,667 b	4496,500 b	2025,000 b
M3	42,833 a	114,333 a	1173,167 a	2900,000 c	3936,500 c	1651,833 c
M4	41,667 a	124,667 a	1192,500 a	2260,333 d	2724,333 d	1339,500 d
M.D.S. (0,05)	9,008	17,620	251,054	490,505	451,660	236,688
DP	7,320	14,318	204,007	398,584	367,019	192,332
Sig.	N.S.	N.S.	N.S.	***	***	***

NOTA: Valores médios de cada fase de desenvolvimento seguidos por letras diferentes diferem significativamente para P < 0,05 (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001, N.S. = não significativo.

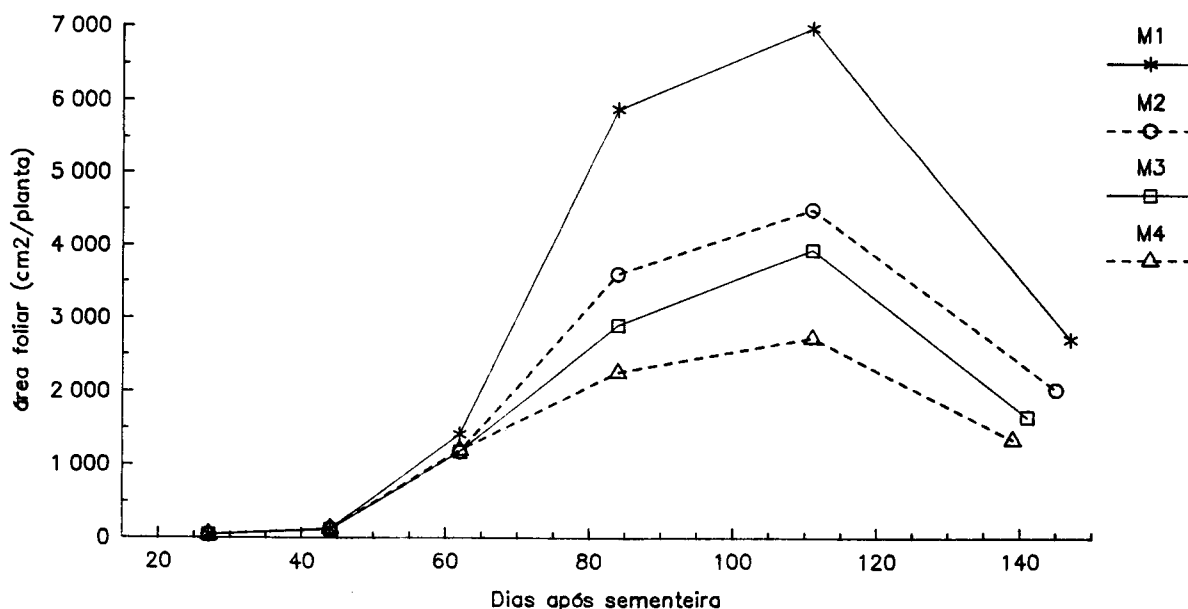


Fig. 61 - Evolução da área foliar (cm²/planta) por modalidade.

A evolução da área foliar (I.A.F.) da cultura ao longo do ciclo cultural pode ser analisada na Figura 62.

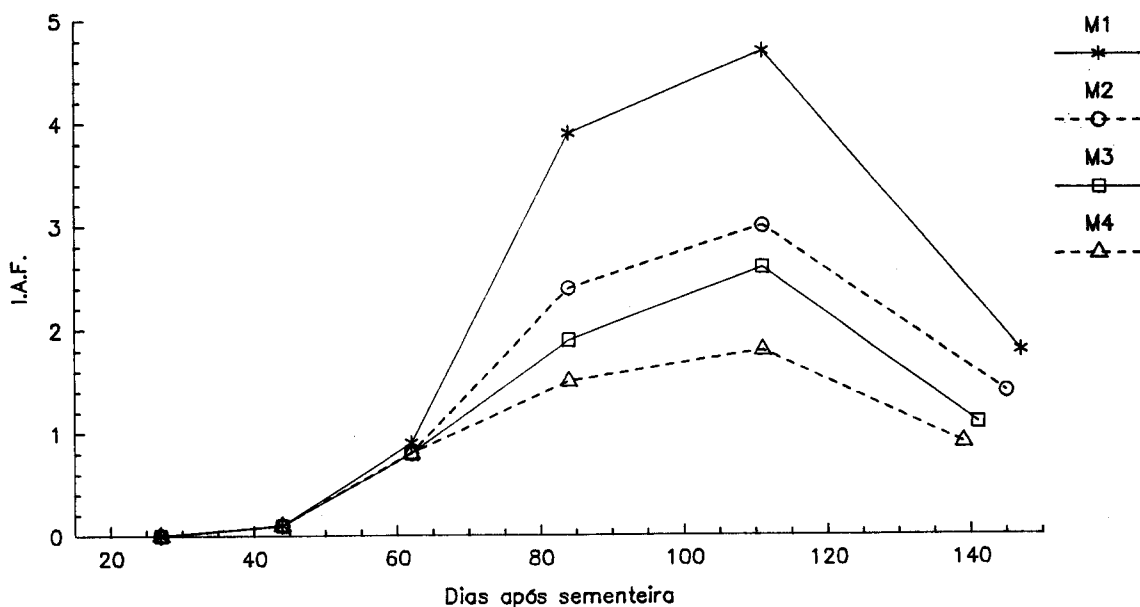


Fig. 62 - Evolução do índice de área foliar (I.A.F.) ao longo do ciclo cultural.

Os valores de I.A.F. da figura anterior são semelhantes aos obtidos em 1989 à exceção da modalidade M1 que apresenta valores superiores aos verificados no primeiro ano. Este comportamento poderá justificar-se pelos maiores valores de ETR em 1990 (ver Tabelas 5 e 24).

A relação entre o I.A.F. e as produções comercial e total é semelhante à verificada em 1989, isto é, os rendimentos físicos por hectare aumentam acentuadamente com o I.A.F. até se atingir o valor 3 e depois os seus crescimentos são quase nulos (Figura 63).

A relação entre o I.A.F. e o "brix" e sólidos totais é negativa. Os valores daqueles parâmetros tecnológicos descem numa forma acentuada até ao valor 3 de I.A.F. e depois têm tendência para estabilizar para valores superiores de índice de área foliar (Figura 64).

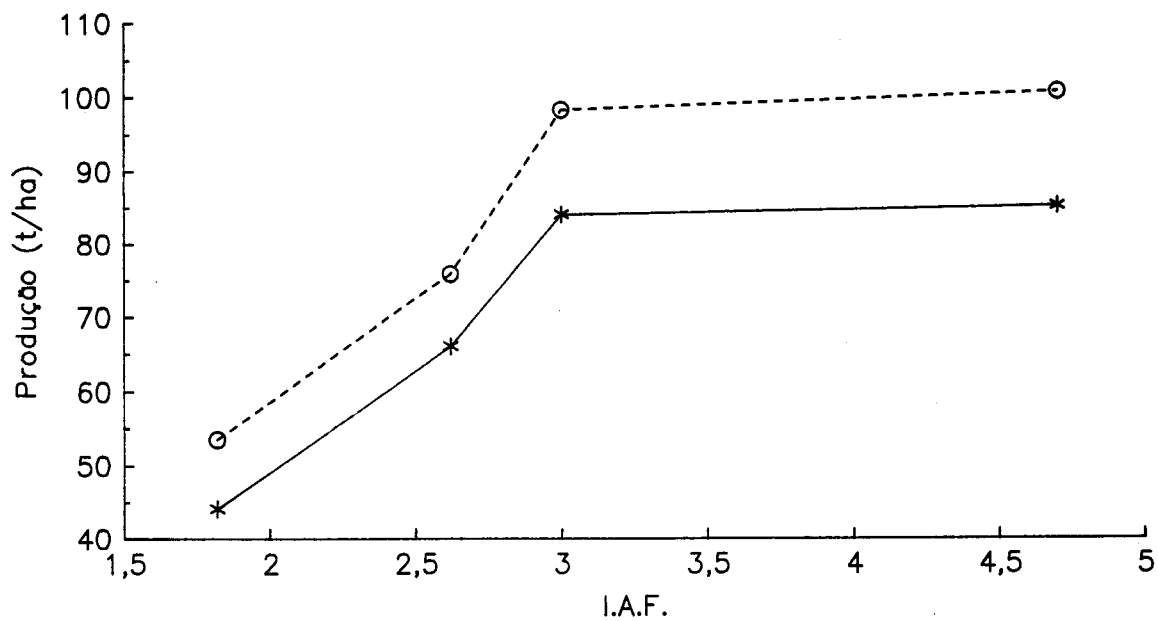


Fig. 63 - Relação entre o índice de área foliar I.A.F. e as produções comercial (**o**) e total (---o).

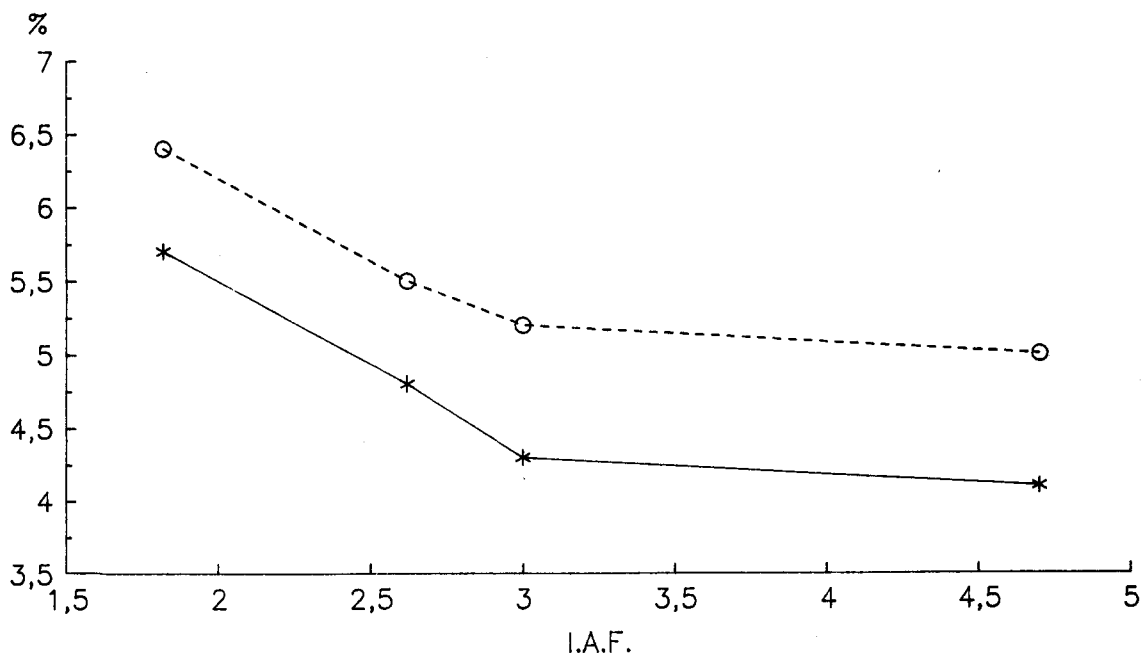


Fig. 64 - Relação entre o índice de área foliar I.A.F. e o "brix" (---o) e os sólidos totais (%). (**o).

2.3.2.3.4 - Evolução do potencial de água na planta (Φ_L)

Os valores dos potenciais de água nas plantas obtidos em 1990 podem ser observados na Tabela 32. A evolução dos potenciais ao longo do ciclo cultural é semelhante à verificada em 1989 (ver Tabela 13) embora os valores de 1990 sejam relativamente mais elevados.

Tabela 32 - Potenciais de água nas folhas* ao longo do ciclo cultural (-Kpa·10²)

Períodos de desenvol.	Potenciais de base				Potenciais ao meio-dia			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
B	0,80±0,0	0,90±0,0	0,80±0,0	0,90±0,0	5,1±0,0	4,9±0,0	7,5±0,0	7,9±0,0
C	1,42±0,3	1,95±0,5	2,92±0,6	3,58±0,9	8,5±0,3	9,6±0,3	10,9±0,5	12,0±0,1
D	1,55±0,4	2,16±0,5	3,28±0,8	5,38±2,0	8,7±1,1	10,4±1,2	11,9±0,9	14,9±1,8
B+C+D	1,50±0,4	2,00±0,6	2,80±1,0	4,20±2,6	8,2±1,2	9,5±1,6	10,9±1,4	13,0±2,5

* - Médias \pm desvio padrão calculadas sobre os valores semanais médios de cada estágio de desenvolvimento.

Os valores de Φ_L tal como em 1989 apresentam tendência para diminuir com o aumento de idade das plantas, o que está de acordo com RUDICH e LUCHINSKY (1986).

2.3.2.3.5 - Floração e frutificação

A influência dos potenciais de água no solo sobre a concentração da floração e frutificação é em 1990 (Figuras 65, 66 e 67) ligeiramente superior à verificada em 1989 (ver Figuras 33, 34 e 35). A concentração da floração e frutificação é superior em 1990.

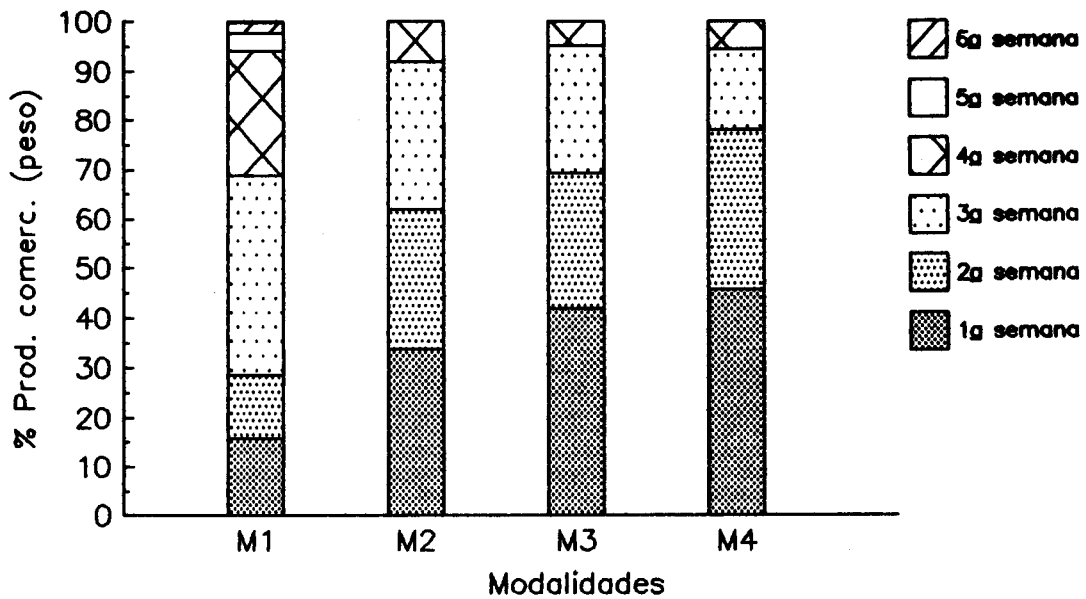


Fig. 65 - Influência dos potenciais de água do solo sobre a distribuição percentual da produção comercial por semanas de floração. 1ª sem. = 6/6 a 13/6; 2ª sem. = 14/6 a 20/6; 3ª sem. = 21/6 a 27/6; 4ª sem. = 28/6 a 4/7; 5ª sem. = 3/7 a 11/7; 6ª sem. = 12/7 a 18/7; 7ª sem. = > 18/7.

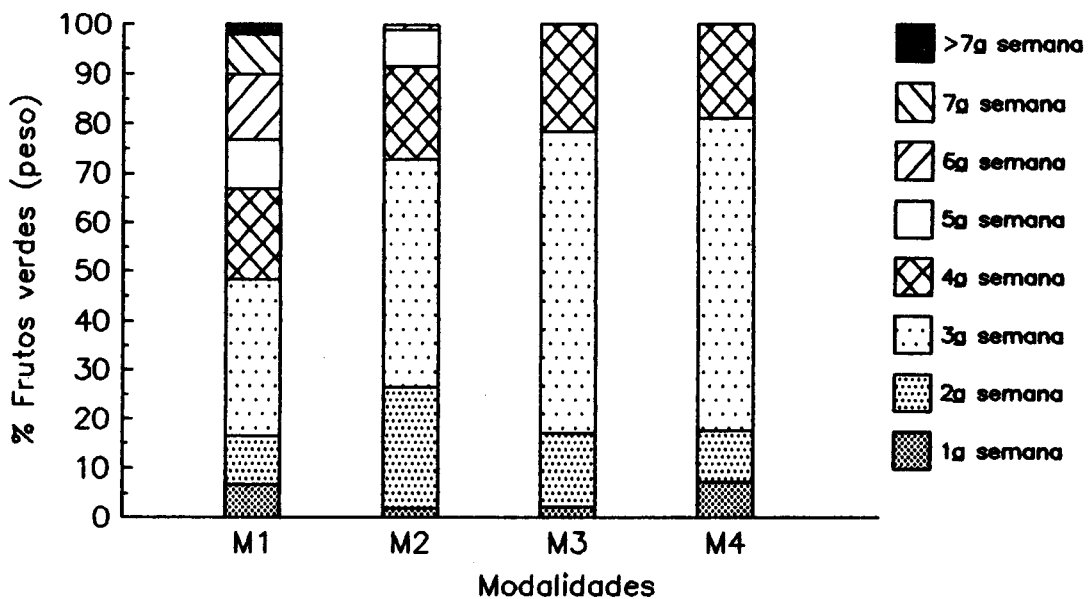


Fig. 66 - Influência dos potenciais de água do solo sobre a distribuição percentual da produção de frutos verdes por semanas de floração.

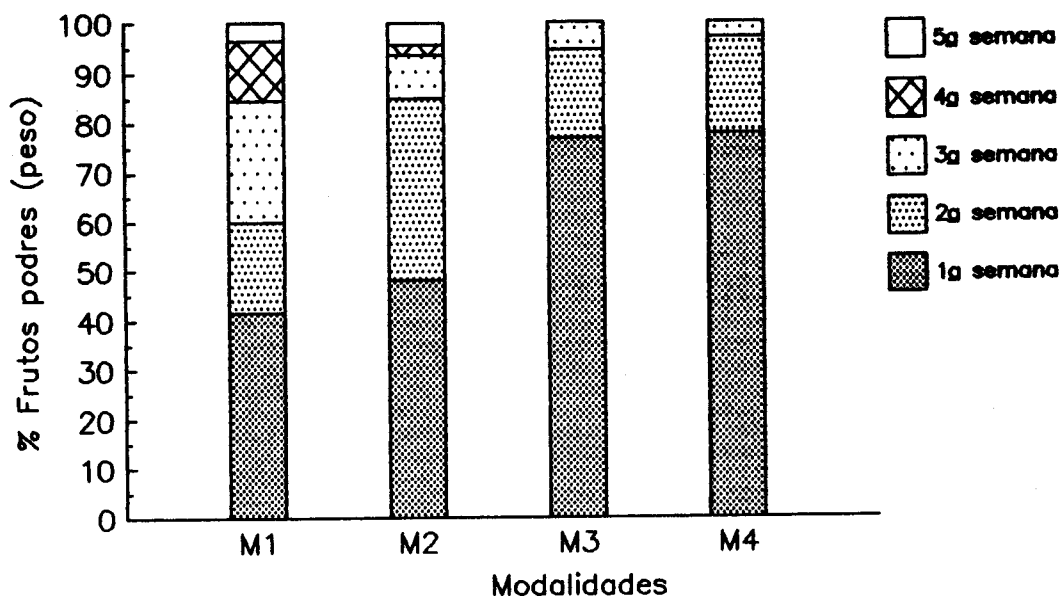


Fig. 67 - Influência dos potenciais de água do solo sobre a distribuição percentual da produção de frutos podres por semanas de floração.

2.3.2.3.6 - Rendimento físico por classe de frutos

O rendimento físico por classe de frutos apresenta-se na Tabela 33.

Tabela 33 - Rendimento físico ($t.ha^{-1}$) por classe de frutos.

Mod.	Frutos verm.	Frutos alar.	Frutos verd.	Frutos podr.	Frutos p.ap.	Frutos quei.	Produção comercial ¹	Produção total
M1	82,944 a	2,293 b	6,730 a	8,711 a	0,000 b	0,000 b	85,237 a	100,729 a
M2	82,111 a	1,989 b	6,693 a	7,304 a	0,226 b	0,000 b	84,067 a	98,322 a
M3	59,928 b	6,285 a	4,933 b	3,726 b	0,896 a	0,289 a	66,063 b	75,907 b
M4	37,852 c	6,344 a	5,174 b	2,855 b	1,237 a	0,056 b	44,163 c	53,518 c
M.D.S. (0,05)	9,240	2,164	1,477	1,548	0,437	0,103	9,022	9,585
DP	7,508	1,758	7,789	1,258	0,351	0,084	7,332	7,789
Sig.	***	***	*	***	***	***	***	***

1 - Produção comercial = produção de frutos vermelhos mais produção de frutos alaranjados.

NOTA: Valores médios de cada classe de frutos seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Analisando a tabela anterior verificamos que a produção de frutos vermelhos, comercial e total têm um comportamento semelhante aos resultados obtidos em 1989, isto é, aumentam positivamente com a quantidade de água aplicada. Convém realçar que não existem diferenças significativas entre as modalidades M1 e M2. Isto significa que a partir dos níveis de água aplicada na modalidade M2, os rendimentos daquelas classes de fruto já não respondem numa forma positiva à aplicação de mais água.

A produção de frutos alaranjados e de frutos com podridão apical tiveram resposta idêntica aos potenciais de água no solo. As modalidades que sofreram maiores deficiências hídricas (M3 e M4) apresentaram valores mais elevados e estatisticamente diferentes dos valores das modalidades mais regadas (M1 e M2).

A podridão apical no tomate é um desarranjo fisiológico provocado pela falta de cálcio ao nível do polo apical do fruto e é aumentada pela deficiência hídrica (WIEBE, 1981; FILL e LAMBETH, 1981; SONNEBERG, 1982; MAROTO, 1982; GRIESON e KADER, 1986; PORTAS s/d). Os resultados deste trabalho mostram aquele comportamento.

A produção de frutos podres apresenta valores mais elevados nas modalidades com maiores potenciais de água no solo.

Relativamente ao rendimento por hectare de frutos verdes são significativamente superiores nas modalidades M1 e M2 o que está de acordo com a concentração de floração e frutificação, analisada no ponto 2.3.2.3.5 (Ver Fig. 66).

Quanto maior é a produção total maior parece ser a probabilidade de obtermos maiores produções de frutos podres, queimados, etc.. Assim, com a finalidade de melhor identificarmos o efeito da quantidade de água aplicada nas diversas classes de frutos procedemos à análise estatística recorrendo à transformação dos valores percentuais de cada classe de frutos em relação à produção total, seguindo a equação $y = \arcseno \sqrt{\%}$ de forma a harmonizar os valores. A comparação múltipla das diversas classes de fruto podem ser analisadas na Tabela 34.

Tabela 34 - Comparação percentual ($y = \arcseno \sqrt{\%}$) de diversas classes de frutos.

Modalidade	Frutos queimados	Frutos podres	Frutos verdes	Frutos pod.apical	Frutos alaranjados
M1	0,5243200 b	0,0060550 a	0,0143267 a	0,5243200 c	0,0119700 a
M2	0,5243200 b	0,0076317 a	0,0068317 a	0,2017217 b	0,0172167 a
M3	0,0324867 a	0,0079267 a	0,0070233 a	0,0178017 a	0,0124300 a
M4	0,4406883 b	0,0145867 a	0,0058950 a	0,0143883 a	0,0052500 a
M.D.S. (0,05)	0,1685744	0,0116806	0,0108419	0,1508182	0,0139878
DP	0,102598	0,009696	0,009003	0,125199	0,008513
Sig.	***	N.S.	N.S.	***	N.S.

NOTA: Para cada parâmetro, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$, N.S. = não significativo.

Os valores da tabela anterior confirmam o aumento de frutos com podridão apical com a redução de água aplicada.

Nas outras classes de fruto ou não existe diferença significativa entre modalidades ou não existe uma correlação clara com a quantidade de água aplicada.

A influência da rega na qualidade física da produção comercial foi também analisada e consta da Tabela 35.

Tabela 35 - Caracterização da produção comercial¹ das diversas modalidades de rega.

Modalidade	Peso médio do fruto (g)	Nº frutos sãos	Nº frutos escaldados	Nº frutos c/ "green-Shoulder"	Nº frutos c/ antracnose	Nº frutos rachados
M1	102,0 a	76,0 a	2,5 b	4,7 b	15,0 a	1,8 c
M2	91,7 b	77,5 ab	2,5 b	4,0 b	13,8 a	2,2 c
M3	68,3 c	74,0 bc	10,3 a	5,7 a	5,3 b	6,3 b
M4	57,2 d	70,8 c	11,3 a	2,8 b	4,0 b	11,3 a
M.D.S. (0,05)	4,5	3,5	1,9	2,7	2,8	1,8
DP	3,631	2,811	1,578	2,195	2,248	1,483
Sig.	***	**	***	*	***	***

1 - Amostra constituída por 100 frutos vermelhos da produção comercial de cada repetição.

NOTA: Para cada parâmetro, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Na tabela anterior verifica-se que o peso médio do fruto, número de frutos sãos, frutos com "green-shoulder" e com antracnose aumentam positivamente com o aumento de água aplicada enquanto o número de frutos escaldados e rachados variam na razão inversa.

A produção comercial foi também analisada no que diz respeito a frutos vermelhos com diâmetro equatorial superior a 40 mm (Tabela 36), que têm um maior interesse para a colheita mecânica e para pelar (PHENE *et al.*, 1989) devido ao seu maior peso (melhor separação) e à sua menor superfície específica, respectivamente.

Tabela 36 - Frutos vermelhos¹ da produção comercial com diâmetro equatorial superior a 40 mm.

Modalidade	%	arcoseno \sqrt{x}
M1	99,7 a	0,0017467 a
M2	98,7 a	0,00175883 a
M3	93,6 b	0,0018033 b
M4	82,2 c	0,0019283 c

M.D.S. (0,05)	3,5	0,0000373
DP	2,818	0,000031
Sig.	***	***

1 - Amostra de 100 frutos por cada repetição.

NOTA: Os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). k DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

A análise de variância da população produtiva (população final) mostrou não haver diferenças significativas entre modalidades (Tabela 37). Assim como em 1989 as diferenças entre modalidades relativamente à produção comercial e total por planta mantêm o comportamento verificado na produção comercial e total por hectare.

Tabela 37 - População produtiva¹, produção comercial e total por planta.

Modalidade	Nº plantas por ha	Prod. Comercial por planta (Kg)	Prod. Total por planta (Kg)
M1	61555,3 a	1,386 a	1,638 a
M2	62222,2 a	1,350 a	1,579 a
M3	61111,2 a	1,082 b	1,243 b
M4	60920,3 a	0,727 c	0,881 c

M.D.S.(0,05)	1841,7	0,135	0,146
DP	1496,6	0,110	0,454
Sig.	N.S.	***	***

1 - População que contribui para a produção (PORTAS e MONTEIRO, 1985).

NOTA: Para cada parâmetro, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$, N.S. = não significativo.

Em 1990 a eficiência do uso de água é mostrado na Tabela 38. Os valores deste segundo ano representam em média 80% dos valores obtidos em 1989.

A redução da eficiência do uso da água em 1990 resulta fundamentalmente da diminuição de produção que poderá ter justificação no facto de se terem realizado as experiências no mesmo talhão durante dois anos consecutivos (1989 e 1990), precedidos em 1988 também por uma cultura de tomate para indústria, só em 1990 a modalidade M1 apresentou uma eficiência estatisticamente inferior aos outros tratamentos de rega. Este comportamento já se verificou em 1989, onde o aumento de água aplicada pela rega a partir da modalidade M2 (Ver Fig. 36) já não produzia aumento de produção comercial.

Tabela 38 - Produção comercial e total por unidade de água evapotranspirada - ETR ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$).

Modalidade	Prod.Comercial/ETR $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$	Prod.Total/ETR $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$
M1	131,0 b	154,7 b
M2	188,2 a	220,2 a
M3	194,8 a	223,8 a
M4	169,6 a	205,4 a
M.D.S. (0,05)	25,3	26,8
DP	20,533	21,757
Sig.	***	***

NOTA: Para cada parâmetro, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

2.3.2.3.7 - Características tecnológicas da matéria-prima

Em 1990 efectuaram-se determinações das características tecnológicas no sumo de tomate, tal como em 1989, e numa simulação de concentrado de tomate a 12,5 "°brix", obtido pelo método do forno de microondas.

A comparação múltipla das diversas características por modalidade de rega constam da Tabela 39.

Tabela 39 - Características tecnológicas no sumo de tomate.

Mod. "°brix"	Sólidos		pH	Ácidez total (%)	Cór Gardner (a/b)	"°brix" Ac.T.	Viscosidade ¹ BOSTWICK		M.Seca prod.com. t/ha	M.Seca T. prod.com. t/ha	
	totais (%)	Sólidos insolúveis (%)					10s	30s			
M1	4,1 c	5,008 d	0,960 a	4,618 a	0,319 c	2,512 a	12,7 b	22,2 a	22,4 a	3,471 a	4,289 a
M2	4,3 c	5,158 cd	0,832 a	4,590 a	0,347 b	2,493 a	12,4 b	20,4 a	20,6 a	3,612 a	4,354 a
M3	4,8 b	5,508 bc	0,770 a	4,573 ab	0,352 b	2,458 a	13,7 a	19,6 a	19,8 a	3,188 a	3,643 b
M4	5,7 a	6,443 a	0,853 a	4,452 b	0,390 a	2,097 a	14,7 a	19,4 a	19,6 a	2,516 b	2,805 c
M.D.S. (0,05)	0,3	0,389	0,383	0,123	0,023	0,516	1,0	3,7	3,8	0,500	0,586
DP	0,226	0,316	0,311	0,100	0,032	0,420	0,809	8,449	8,522	0,406	0,476
Sig.	***	***	N.S.	*	***	N.S.	***	N.S.	N.S.	**	***

1 - Para a viscosidade, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste Tukey). A utilização deste teste deve-se às modalidades não possuírem o mesmo número de repetições.

NOTA: Para todos os parâmetros, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$ (Teste LSD). DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$, N.S = não significativo.

Na tabela anterior verifica-se que o "°brix" e sólidos totais aumentam à medida que os potenciais de água no solo diminuem. Os valores obtidos em 1990 são semelhantes aos obtidos em 1989, à excepção dos relativos à modalidade M1 que são consideravelmente menores, devido provavelmente à maior

quantidade de água aplicada em 1990 à mesma modalidade de rega.

A acidez total e o índice "°brix"/acidez total também diminuem com o aumento da evapotranspiração real (ETR).

A matéria seca solúvel e total por hectare, tal como em 1989, diminuem com a redução da água aplicada. O aumento do "°brix" e percentagem de sólidos totais não compensam a redução da produção comercial por hectare.

Ao contrário dos valores de 1989, neste segundo ano não se encontraram diferenças significativas para os sólidos insolúveis e para a cor.

Os valores da viscosidade do sumo de tomate também não apresentaram diferenças significativas.

Fez-se também a análise laboratorial de outras características tecnológicas em amostras de concentrado obtidas das amostras de frutos anteriores. Os valores constam da Tabela 40.

Tabela 40 - Características tecnológicas no concentrado de tomate (12,5 "°brix") obtido com a utilização dum forno microondas.

Modalidade	Côr Gardner ¹ (a/b)	Viscosidade Bostwick ²	
		10 s	30 s
M1	2,35 a	6,4 a	7,3 a
M2	2,46 a	5,8 a	6,6 a
M3	2,46 a	4,1 a	4,9 a
M4	2,39 a	5,3 a	5,9 a

D.M.S. (0,05)	0,13	2,4	2,3
DP	0,077	1,451	1,411
Sig.	N.S.	N.S.	N.S.

1 - Utilizou-se teste LSD

2 - " " Tukey por o número de repetições não ser igual.

NOTA: Para cada parâmetro, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$, N.S. = não significativo.

Não se encontraram diferenças significativas entre modalidades para as características tecnológicas medidas na simulação de concentrado de tomate obtido com um forno de microondas. Verificou-se grande variabilidade nos valores relativos à viscosidade.

A eficiência do uso de água determinada em função da matéria seca da produção comercial está na Tabela 41.

Tabela 41 - Produção de matéria seca solúvel e matéria seca total da produção comercial por unidade de água evapotranspirada - ETR ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$)

Modalidade	Mat.Seca solúvel/ETR ¹ $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$	Mat.Seca total/ETR ² $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$
M4	9,6 a	10,8 a
M3	9,4 ab	10,7 a
M2	8,1 b	9,8 a
M1	5,3 c	6,6 b

M.D.S. (0,05)	1,3	1,4
DP	1,089	1,150
Sig.	***	***

1 - Matéria seca solúvel = ("brix" · Prod. comercial) / 100

2 - " " total = (Sólidos totais · Prod. comercial) / 100

NOTA: Para cada parâmetro, os valores médios seguidos por letras diferentes diferem significativamente para $P < 0,05$. DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$.

Relativamente a 1989, os valores da eficiência do uso da água são relativamente menores neste segundo ano. A justificação reside nos maiores valores de ETR, nas menores produções comercial e total e nos menores valores de "brix" e sólidos totais.

2.3.2.3.8 - Relações entre o consumo de água e a produção

Feita a análise de variância dos elementos relativos ao rendimento físico e à qualidade da matéria-prima, procedemos à determinação de regressões entre a evapotranspiração e os elementos que mostraram diferenças significativas entre modalidades.

a) Rendimento físico por hectare e qualidade dos frutos

As regressões significativas encontradas entre a evapotranspiração real (ETR) e o rendimento físico e a qualidade física dos frutos são apresentadas na Tabela 42.

Tabela 42 - Relações significativas entre a evapotranspiração real total - ETR e a produção. (1) - Prod.frutos vermelhos (t/ha); (2) - Prod.comercial (t/ha); (3) - Produção total (t/ha); (4) - Prod.frutos podres (t/ha); (5) - % de frutos com podridão apical; (6) - Produção comercial por planta (Kg); (7) - Produção total por planta (Kg).

Elementos	Função	r ²	n	Prob.
(1)	$Y = -92,45682 + 0,6510316 \cdot ETR - 0,0005859146 \cdot ETR^2$	0,9990	4	*
(2)	$Y = -74,19005 + 0,595005 \cdot ETR - 0,0005378811 \cdot ETR^2$	0,9999	4	**
(3)	$Y = -76,26273 + 0,6463738 \cdot ETR - 0,0005750323 \cdot ETR^2$	0,990	4	*
(4)	$Y = e^{-6,19076} \cdot ETR^{1,30501}$	0,9219	4	*
(5)	$Y = 0,000001 + 55270,80 \cdot e^{-0,03289} \cdot ETR$	0,9181	4	*
(6)	$Y = -1,211662 + 0,05909319 \cdot ETR_L - 0,000324532 \cdot ETR_L^2$	0,9990	4	*
(7)	$Y = -1,242153 + 0,06417605 \cdot ETR_L - 0,0003471434 \cdot ETR_L^2$	0,9999	4	**

* - P < 0,05; ** - P < 0,01

As funções da produção comercial e total para os limites de ETR estudados, tiveram um ajustamento estatístico

por uma equação quadrática do tipo $y = a + bx + cx^2$ (Tabela 42 e Figura 68). O ajustamento conseguido foi semelhante ao obtido em 1989.

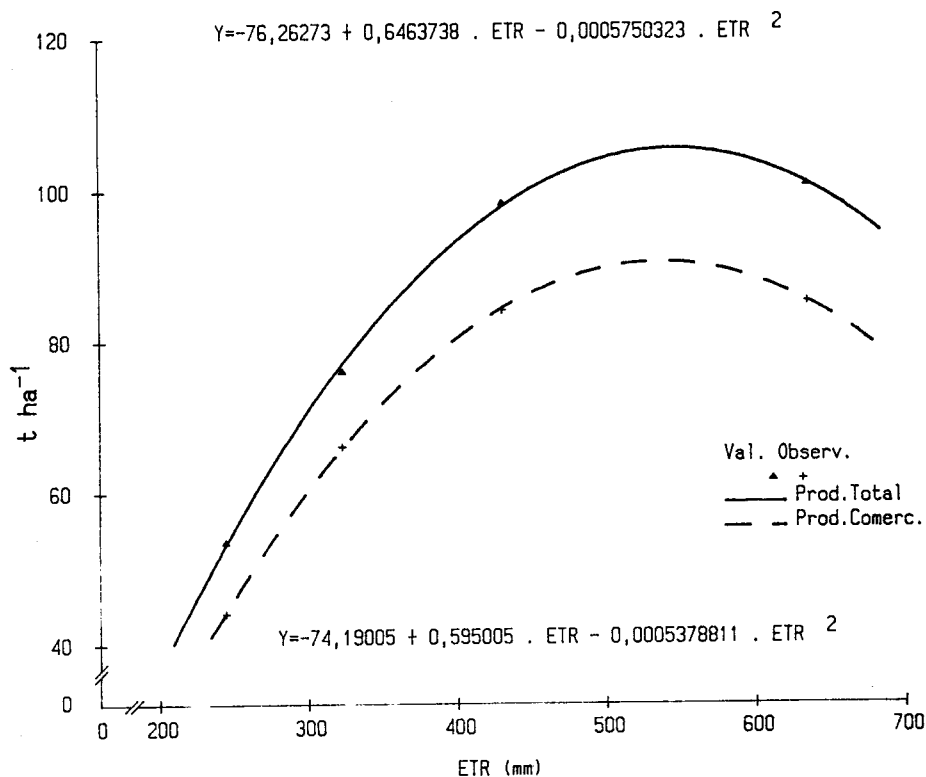


Fig. 68 - Relação entre a evapotranspiração real total - ETR (mm) e a produção comercial e total (t/ha).

Verifica-se que a produção comercial e produção total máximas obtêm-se aos 553 mm e 562 mm de ETR, respectivamente. Estes valores de ETR são cerca de 10% superiores aos verificados em 1989, mas estão de acordo com o que se escreveu sobre os dados deste ano (ver ponto 2.3.1.3.8, Figura 36).

A relação entre a produção por planta e a evapotranspiração real por planta, esta expressa em litros, é apresentada na Figura 69. O ajustamento conseguido foi o de uma função quadrática, tal como o conseguido para o rendimento físico por hectare.

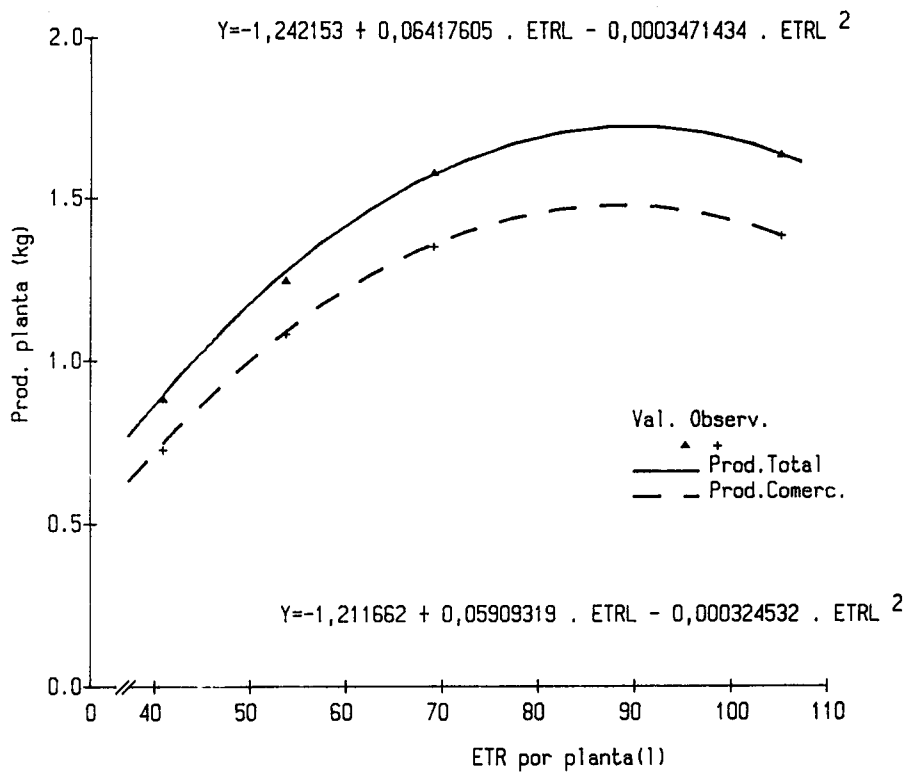


Fig. 69 - Relação entre a evapotranspiração real por planta expressa em litros (ETRL) e as produções comercial e total por planta (kg).

A produção de frutos podres por hectare aumentou numa forma positiva com a ETR. O ajustamento conseguido foi o de uma equação do tipo $y = e^{-a} \cdot ETR^b$ (Figura 70).

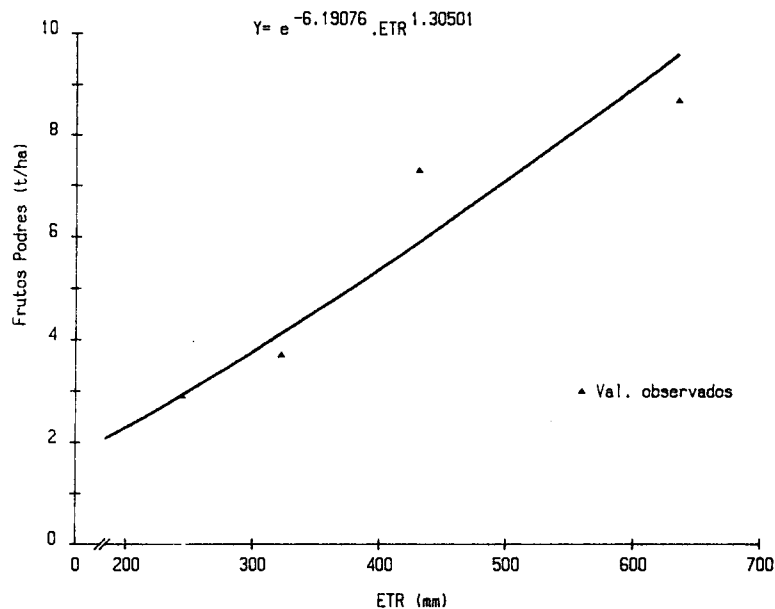


Fig. 70 - Relação entre a evapotranspiração real total (ETR) e a produção de frutos podres (t/ha).

A relação entre a evapotranspiração real - ETR e a percentagem de produção de frutos com podridão apical está representada na Figura 71.

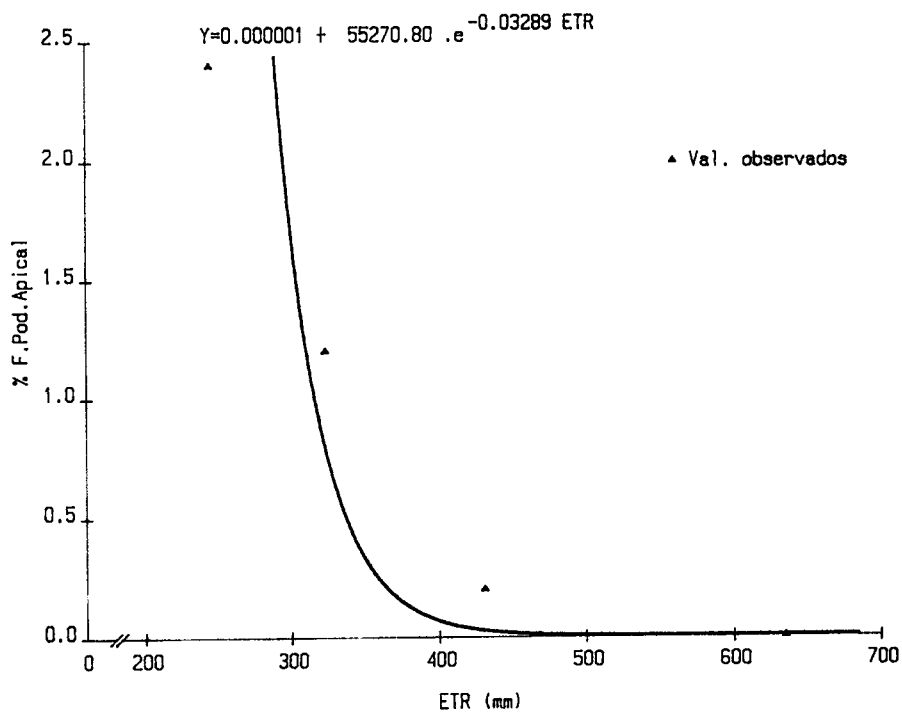


Fig. 71 - Relação entre a evapotranspiração real total e a % da produção de frutos com podridão apical (peso).

b) Características tecnológicas da matéria-prima.

As regressões estatisticamente significativas entre a ETR total e as características tecnológicas por nós determinadas encontram-se na Tabela 43.

A relação entre a ETR e o "brix" (Figura 72) está de acordo com o que se disse relativamente aos resultados de 1989 (ver ponto 2.3.1.3.8, Figura 39).

Tabela 43 - Relações estatisticamente significativas entre a evapotranspiração real total (ETR) e algumas características tecnológicas definidoras da qualidade da matéria-prima. Y_1 = "°brix"; Y_2 = Sólidos totais (%); Y_3 = Acidez total (%); Y_4 = pH; Y_5 = "°brix"/Ac.Total(%); Y_6 = Produção de matéria seca total por hectare (t/ha); Y_7 = Prod de sólidos solúveis da prod. comercial por mm de ETR ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$); Y_8 = Prod. de sólidos totais da prod. comercial por mm de ETR. ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$).

Elementos	Funções	r^2	n	Sig.
Y_1	$Y_1 = 4,0 + 9,440 \cdot e^{-0,00717 \text{ ETR}}$	-	4	**
Y_2	$Y_2 = 4,9 + 6,820 \cdot e^{-0,00665 \text{ ETR}}$	-	4	**
Y_3	$Y_3 = \text{ETR} / (-240,0094 + 3,487508 \cdot \text{ETR})$	-	4	**
Y_4	$Y_4 = \text{ETR} \div (1,676552 + 0,2150402 \cdot \text{ETR})$	0,9990	4	*
Y_5	$Y_5 = \text{ETR} \div (-3,422337 + 0,08429712 \cdot \text{ETR})$	0,993	4	*
Y_6	$Y_6 = 1,932996 + 0,02393836 \cdot \text{ETR} - 0,00002208967 \cdot \text{ETR}^2$	0,9999	4	*
Y_7	$Y_7 = 13,0232 - 0,0115575 \cdot \text{ETR}$	0,9752	4	**
Y_8	$Y_8 = 14,2382 - 0,0112582 \cdot \text{ETR}$	0,9329	4	*

* - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$

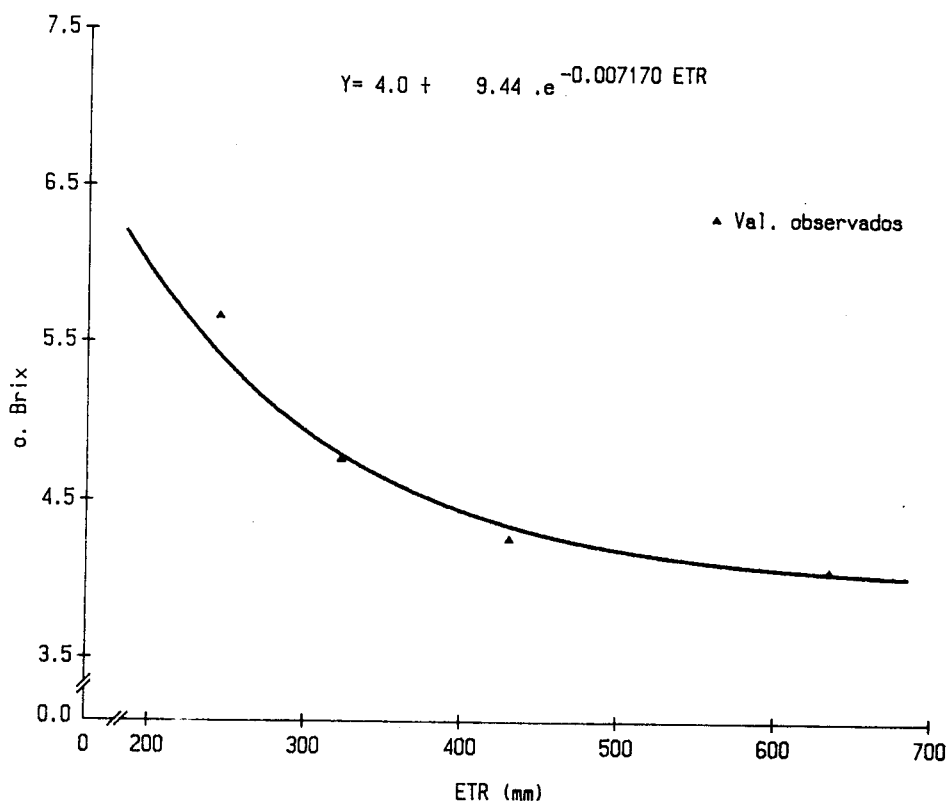


Fig. 72- Relação entre a evapotranspiração real total (ETR) e o "°brix".

A relação entre a ETR e os sólidos totais apresentam-se na Figura 73. O tipo de equação matemática obtida aqueles dois elementos é do mesmo tipo da conseguida em 1989 (Ver Figura 40).

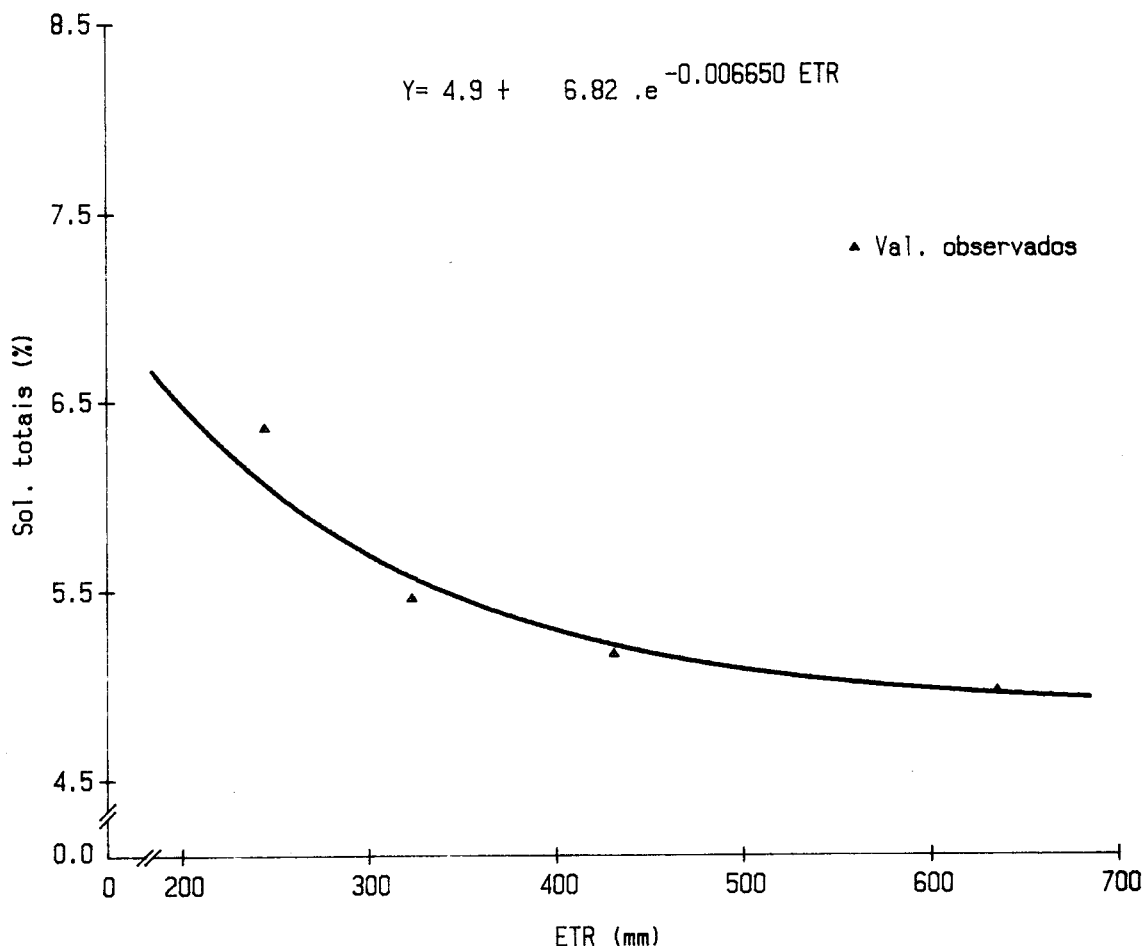


Fig. 73 - Relação entre a evapotranspiração real (ETR) e os sólidos totais (%).

Em termos de eficiência do uso de água, expressa em kg de sólidos solúveis ou sólidos totais produzidos por cada mm de ETR, verificamos tal como em 1989 diminui linearmente com a evapotranspiração real total (Tabela 43).

A relação entre a ETR total e a acidez total (%) está apresentada na Figura 74. O comportamento é semelhante ao obtido em 1989 (ver Figura 42).

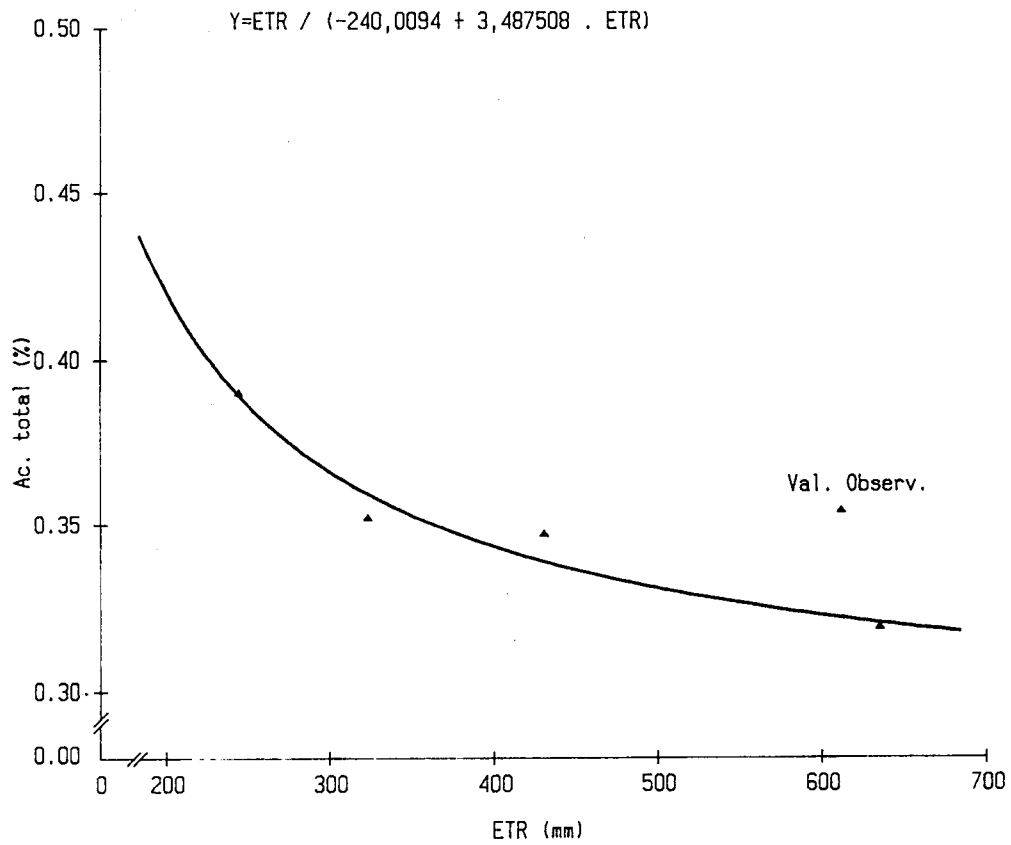


Fig. 74 - Relação entre a evapotranspiração real (ETR) e a acidez total (%).

A evolução do sabor traduzido pelo razão entre o "°brix" e a acidez total está na Figura 75.

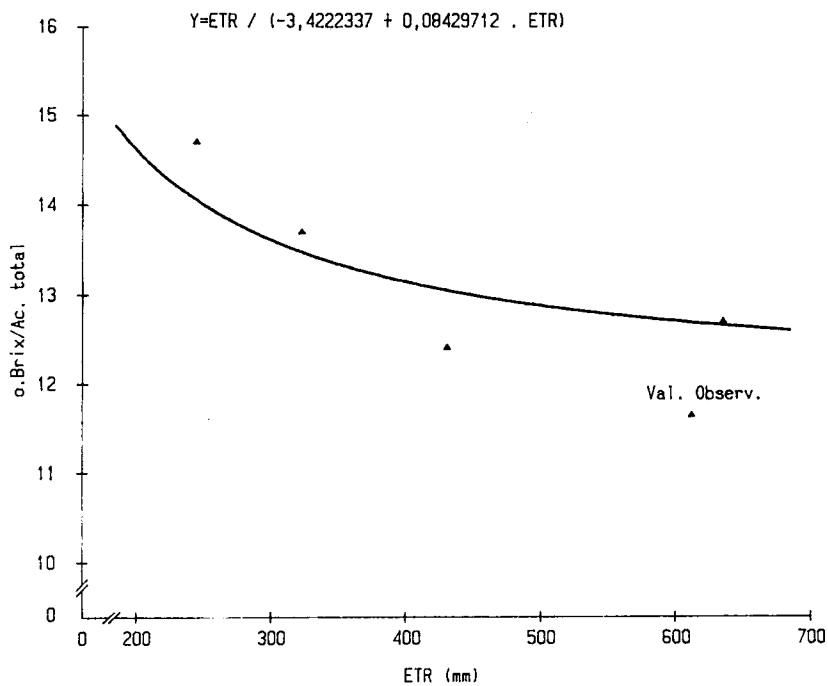


Fig. 75 - Relação entre a evapotranspiração real (ETR) e o sabor do tomate ("°brix"/acidez total).

A relação entre a ETR total e a produção de matéria seca total correspondente à produção comercial ajusta-se a uma função quadrática do tipo $y = a + bx + cx^2$ (Figura 76), tal como aconteceu com a produção comercial e produção total por hectare (Ver Figura 68). Em 1989 não se conseguiu um ajustamento estatisticamente significativo embora a evolução das produções de matéria seca solúvel e total em função da ETR tenha sido semelhante em ambos os anos (Ver Tabelas 19 e 39), isto é, aumentou da modalidade M4 até M2 e depois diminuiu.

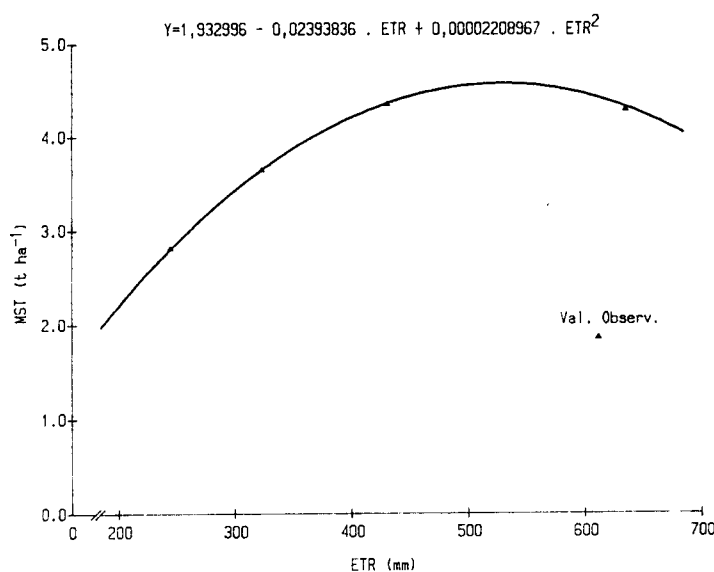


Fig. 76 -Relação entre a evapotranspiração real total (ETR) e a produção da matéria seca total por hectare (Prod. comercial x sólidos totais ÷ 100).

2.4 - Conclusões de 1989 e 1990

Apresentam-se agora algumas conclusões formuladas a partir dos resultados obtidos neste ensaio durante os dois anos 1989 e 1990, restritas aos aspectos que se consideram de maior interesse dentro do estudo efectuado.

a) Controlo da rega

O controlo da rega comandado automaticamente por estes tensiómetros eléctricos ligados em série a electroválvulas e relógios eléctricos funcionou bem como mostram os valores de ETR e a evolução hídrica dos perfis de solo ao longo do ciclo cultural, por tensiómetros "Jet-fill" e sonda de neutrões para cada modalidade de rega. No entanto convém sublinhar que os potenciais de água no solo entre modalidades sucessivas são por vezes muito semelhantes, o que dificulta a sua manutenção sempre perto dos potenciais de água no solo definidos para os pontos de rega de cada modalidade. Este comportamento resulta da reacção relativamente lenta dos tensiómetros quer na fase de humedecimento quer na fase de secagem do solo.

A localização do bolbo cerâmico a 15 cm de profundidade na vertical do gotejador, defenido à priori por PHENE, (1988) mostrou-se adequada para controlo automático do sistema de rega gota-a-gota em regimes de elevada frequência. LEVIN et al., (s/d), RUDICH et al., (1977) nos seus trabalhos posicionaram os tensiómetros mais afastados dos gotejadores (24 a 50 cm) e mais profundos (20 a 30 cm). Nas posições mais afastadas e mais profundas as quantidades de água são relativamente superiores aos valores determinados e apresentados neste trabalho.

Convém realçar que por razões económicas a oportunidade de rega foi determinada por um só tensiómetro eléctrico, o que parece ter funcionado bem como mostram os valores de potenciais de água no solo determinados pelos tensiómetros

"Jet-fill" e pela sonda de neutrões em cada repetição de cada modalidade. Teria sido mais correcto determinar a oportunidade de rega de cada modalidade através da média dos valores de seis tensiómetros, correspondendo cada um deles a uma repetição (NAKAYAMA e BUCKS, 1986), pois assim ter-se-ia em conta a variabilidade espacial das características hídricas do solo que embora pequenas sempre acabam por existir.

Em termos de agricultor pensamos que a utilização de tensiómetros eléctricos poderá contribuir para a automatização da rega. Para um bom funcionamento do sistema deverá atender-se ao seguinte:

- A variabilidade das características hídricas da parcela a regar. Colocar o tensiómetro ou tensiómetros eléctricos em zonas com características hídricas médias de modo a haver um fornecimento de água às plantas o mais uniforme possível em toda a parcela, principalmente se se pretender uma mecanização integral da cultura.

- A escolha de pontos de rega com valores de potenciais de água no solo elevados (-5 a -20 KPa) uma vez que a reacção dos tensiómetros é menos lenta a estes níveis.

b) Perda por percolação dos principais macronutrientes

As principais conclusões obtidas, aliás já comunicadas em Itália e Argentina (CALADO *et al.*, 1990 e 1991), são as seguintes:

- Em solos arenosos e Primaveras chuvosas deve-se aplicar o mínimo possível de fertilizantes na adubação de fundo de modo a reduzir-se as perdas de N, P e K.

- Deve-se utilizar a rega de alta frequência (várias regas por dia), reduzindo a quantidade de água a aplicar por rega (± 1 mm) pela mesma razão.

- Deve-se aplicar diariamente as quantidades de fertilizantes necessárias à planta.

- A melhor modalidade de rega em termos de perda de nutrientes e de produção por unidade de superfície foi a M2.

- A perda de N, P e K em solos arenosos pode ser uma importante fonte de poluição da toalha freática.

c) Acerca da planta

- O sistema radical mostrou um desenvolvimento relativamente superficial. Cerca de 88% do comprimento radical total desenvolveu-se até 40 cm de profundidade, (correspondendo ao horizonte Ap) sendo 43% nos primeiros 20 cm e 45% nos segundos 20 cm do perfil do solo. Os maiores valores verificaram-se no entanto na faixa do perfil do solo entre os 31 e 40 cm de profundidade. Isto pode justificar-se pelo início do horizonte pedológico C₁ (41 a 70 cm de profundidade) que pode ter causado uma determinada resistência mecânica à penetração das raízes para maiores profundidades criando naquela faixa um ligeiro aumento do sistema radical quando comparado com as outras faixas do perfil até aos 30 cm de profundidade.

Como se mostra no anexo 1, o horizonte Ap (10-40 cm) e C₁ apresentam densidades aparentes antes da preparação do solo de 1,62 e 1,75, respectivamente. Valores superiores a 1,4-1,5 em camadas arenosas dificultam bastante o crescimento

radical (OLIVEIRA e PORTAS, 1991). A lavoura a 35-40 cm de profundidade e as gradagens diminuíram temporariamente os valores de densidade aparente no horizonte A_p permitindo neste o desenvolvimento do sistema radical e dificultando-o nos horizontes C_1 e subjacentes.

Os maiores valores do comprimento radical também se encontram cerca da vertical do simpódio.

Os resultados mostraram que os comprimentos radicais e os potenciais de água no solo apresentavam uma certa relação positiva.

De um modo geral não se conseguiram ajustar funções, estatisticamente significativas, entre o comprimento radical e outros elementos da parte aérea medidos e apresentados neste trabalho.

Convém lembrar aqui que com um sistema radical superficial e um solo com fraca capacidade de retenção para a água, um mau funcionamento do sistema de rega numa fase mais sensível da cultura poderá afectar significativamente o rendimento físico por hectare.

- Os maiores valores de matéria seca e índice de área foliar foram atingidos na fase do completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência.

A produção de matéria seca do canopeu ocorre fundamentalmente entre o 1º fruto vingado e a fase do completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência. A partir desta fase de desenvolvimento e até à colheita os valores deste elemento sofreram um decréscimo.

A área foliar desenvolveu-se principalmente entre a 1ª flôr aberta e o 1º fruto vingado. A partir desta fase o crescimento deste elemento é pouco significativo até se atingir o completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência, registrando-se depois até à colheita um decréscimo médio de cerca de 40%.

Estabeleceram-se também algumas relações entre estes elementos e outros relativos ao rendimento físico e qualidade da matéria-prima. Para valores de índice de área foliar superiores a 3, o rendimento físico por hectare não aumenta significativamente e para valores inferiores a 2,5-3 o "brix" e sólidos totais têm decréscimos cada vez menos acentuados.

- A concentração da floração e da frutificação é menor quando aumenta a ETR. Nas modalidades M2, M3 e M4 as flores das primeiras três semanas contribuem com cerca de 80% da produção comercial enquanto que na modalidade M1 concorrem só para 55%.

A duração do ciclo cultural para atingir a concentração de maturação relativa a colheita única (85-90% de frutos vermelhos + alaranjados) apresenta uma diferença mais de 8-10 dias entre as modalidades M1 (-10 KPa) e M4 (-60 KPa).

- Rendimento físico:

A produção total cresce com o aumento dos potenciais de água no solo. No entanto aumentos de ETR a partir dos valores correspondentes à modalidade M2 não provocam aumentos significativos da produção total.

A produção comercial também não aumenta do potencial de solo de -20 KPa para o de -10 KPa, apresentando mesmo decréscimo embora estatisticamente não significativo. Isto fica a dever-se em certa medida ao aumento de frutos podres.

As características dos frutos vermelhos variaram também com as condições hídricas do solo. O calibre, as percentagens de frutos sãos, frutos com antracnose e com "green-shoulders" aumentaram com o incremento dos potenciais de água no solo. Evolução oposta tiveram os frutos escaldados e rachados.

Relativamente aos frutos com podridão apical verificou-se uma tendência para os seus valores aumentarem à medida que os potenciais de água no solo diminuíam.

Em termos de eficiência do uso da água nas produções comercial e total, a modalidade M2 (-20 KPa) foi a que apresentou valores mais elevados, embora estatisticamente não significativos dos apresentados pela modalidade M3 em 1989 e também das modalidades M3 e M4 em 1990.

- Características tecnológicas:

O "°brix" e as percentagens de sólidos totais apresentaram uma relação negativa com a evapotranspiração real, isto é, à medida que esta aumentava aqueles diminuíam. O grande aumento destas duas características tecnológicas fez-se sentir principalmente na modalidade M4 com potenciais de água no solo da ordem dos -60 KPa e potenciais de base na folha médios de -470 (Período C) e -625 KPa (Período D). Estas características tecnológicas foram as que mostraram uma variação mais sensível e constante aos diferentes valores da ETR.

A produção de matéria seca solúvel e matéria seca total por hectare foi significativamente superior para potenciais de água no solo -20 KPa. A eficiência do uso da água nestes elementos foi no entanto significativamente superior na modalidade M4 a que correspondia potenciais de água no solo de -60 KPa.

A acidez total de um modo geral aumentou com a redução dos potenciais de água no solo.

A cor teve em 1989 uma relação com a ETR semelhante ao elemento anterior mas em 1990 não houve diferenças significativas entre modalidades de rega.

O aroma ("flavour") traduzido pela razão entre o "brix" e a acidez total melhorou, isto é, aumentou com o decréscimo dos potenciais de água no solo.

Os sólidos insolúveis não tiveram um comportamento constante nos dois anos de ensaio nem uma relação com os valores de ETR utilizados. Não obtivemos também bons resultados na viscosidade do sumo e do concentrado de tomate devido talvez a dificuldades experimentais de laboratório.

3 - ENSAIOS COMPLEMENTARES SOBRE A INFLUÊNCIA CONJUGADA DE POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO, DENSIDADES DE POPULAÇÕES E CULTIVARES NO RENDIMENTO FÍSICO E NA QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

3.1 - Potenciais de água no solo e densidades de populações

3.1.1 - Objectivos

A execução deste ensaio teve como finalidade estudar a influência de dois factores - potencial de água no solo e o

número de plantas por hectare - no rendimento físico da Cv. Rio Grande, pois conhecendo a relação entre estes factores e o rendimento físico, o agricultor poderá manipulá-los de modo a aumentar a rentabilidade do seu sistema produtivo.

3.1.2 - Material e métodos

3.1.2.1 - Delineamento experimental, tratamentos e técnicas de amostragem

O ensaio foi delineado em "split-plot", com quatro modalidades de rega, quatro submodalidades de densidades de populações por hectare e quatro repetições (RI a RIV. Ver Fig. 7).

As modalidades de rega consideradas foram as seguintes:

M1	=	Ponto de rega a	-10 KPa	($\theta = 17,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) ¹³			
M2	=	"	"	"	"	-20 KPa	($\theta = 13,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
M3	=	"	"	"	"	-40 KPa	($\theta = 10,6 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
M4	=	"	"	"	"	-60 KPa	($\theta = 9,8 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

Nesta experiência as modalidades de rega foram as mesmas do ensaio descrito no ponto 2 deste capítulo, pois queria-se estudar a interacção dos potenciais de água no solo definido naquele ensaio com diferentes densidades de populações por hectare.

13 - Humidade volumétrica θ à profundidade de 20 cm.

As submodalidades estudadas foram as seguintes:

P1 = 133 333 plantas por hectare (compasso de
0,05 m x 1,5 m)

P2 = 66 667 plantas por hectare (compasso de
0,1 m x 1,5 m)

P3 = 33 333 plantas por hectare (compasso de
0,20 m x 1,5 m)

P4 = 16 667 plantas por hectare (compasso de
0,40 m x 1,5 m)

Estas populações foram escolhidas com base nos resultados dum trabalho realizado em 1976 pelo Projecto de investigação da cultura mecanizada do tomate para indústria (METI, 1976) onde se estudou a relação entre populações (30 000 a 130 000 plantas por hectare) e a produção comercial nas cultivares de tomate para indústria Cal J e VF 145-21-4 S, usando o método de rega por aspersão em sementeira directa (linha simples com um compasso de 1,5 m entre as linhas de cultura).

Cada grande talhão foi constituído por 6 linhas de cultura com 5 metros de comprimento (linhas de 9 a 14 da Fig. 7), separadas entre si de 1,5 m. Duas linhas constituíam as bordaduras e as restantes (linhas 10 a 13 da Fig. 7) correspondiam a cada uma das populações a estudar.

O rendimento físico foi determinado em cada linha de cultura com 5 metros de comprimento. O número de plantas que contribuíram para a produção foram avaliadas depois da colheita única para determinarmos o número exacto de plantas que contribuíram para as produções comercial e total (população produtiva).

3.1.2.2 - Instalação e condução do ensaio

A instalação e condução desta experiência foram, no fundamental, iguais às do ensaio realizado em 1989 e descrito no ponto 2.2.3 deste capítulo.

3.1.2.3 - Observações efectuadas

O controlo de água no solo e a água aplicada pela rega, foram feitos no ensaio descrito no ponto 2 deste capítulo e os valores são iguais (ver pontos 2.3.1.1.2 e 2.3.1.1.3 do capítulo II).

As fases de desenvolvimento e o rendimento físico foram determinados seguindo a metodologia descrita para os ensaios analisados no ponto 2 deste capítulo.

3.1.3 - Resultados e discussão

3.1.3.1 - Fases de desenvolvimento - Ciclo cultural

As datas das diversas fases de desenvolvimento registadas nesta experiência podem ser analisados na tabela 44.

A duração do ciclo cultural é apresentada na tabela 45. Como se pode constatar, a redução dos potenciais de água no solo e o aumento do número de plantas por hectare promovem o encurtamento do ciclo cultural. SIMS *et al.* (1979), MAY (1988) e MIYAO (1989), referem comportamentos semelhantes da duração do ciclo cultural à utilização daqueles dois factores.

Tabela 44 - Datas das fases de desenvolvimento por modalidade de rega e por populações de plantas por hectare. Mod. de rega: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa. Populações: P1 = 133 333 pl./ha; P2 = 66 667 pl./ha; P3 = 33 333 pl./ha; P4 = 16 667 pl./ha

Fases de desenvolv.	M1				M2				M3				M4			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Sementeira	<----- 27/4 ----->															
Emergência	<----- 6/5 ----->															
Desbaste	<----- 1/6 ----->															
75% maturação	7/9	11/4	13/9	15/9	6/9	7/9	12/9	14/9	29/8	31/8	1/9	5/9	25/8	28/8	30/8	1/9
Colheita	13/9	14/9	18/9	19/9	12/9	13/9	15/9	18/9	5/9	7/9	12/9	14/9	31/8	1/9	5/9	7/9

Tabela 45 - Duração do ciclo cultural (nº de dias da sementeira à colheita). Mod. de rega: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa. Populações: P1 = 133 333 pl./ha; P2 = 66 667 pl./ha; P3 = 33 333 pl./ha; P4 = 16 667 pl./ha

M1				M2				M3				M4			
P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
109	110	114	115	108	109	111	114	101	103	108	110	96	97	101	103

Dos dois factores em análise parece ser a água aquele que maior influência tem no encurtamento do ciclo cultural. A redução máxima encontrada foi de 13 dias entre modalidades de rega e 9 dias entre populações.

A redução do ciclo cultural através da rega dum modo geral está associada à diminuição do rendimento físico por hectare o que não é de agrado dos agricultores (Ver ponto 2 do Capítulo II). Em termos da indústria poderá apresentar algumas vantagens como sejam a melhoria das características tecnológicas dos frutos e a precocidade que em alguns casos

pode beneficiar a calendarização da entrega da matéria-prima na fábrica.

O encurtamento do ciclo através do aumento do número de plantas por hectare já não prejudica o agricultor em termos de produção por unidade de superfície (Ver Tabela 46).

3.1.3.2 - Rendimento físico por classe de frutos

A influência da quantidade de água aplicada pela rega e o número de plantas por hectare no rendimento físico da cv. Rio Grande é apresentada nas tabelas 46 e 47.

A evolução da produção em função dos potenciais de água no solo confirma, dum modo geral, os resultados apresentados e analisados no ponto 2 deste capítulo. As produções comercial e total são máximas para a modalidade cujo ponto de rega é de -20 KPa. Isto apesar de as produções de frutos podres também serem maiores nas modalidades mais regadas.

A produção de frutos com podridão apical apresenta uma tendência para aumentar nas modalidades menos regadas (menores potenciais de água no solo). A produção de frutos queimados é ligeiramente maior nas modalidades M2 e M1, porque as plantas desta modalidade têm maior produção e ao caírem com o peso dos frutos, abrem o canopeu e aqueles passam a estar em exposição directa aos raios solares.

Relativamente à influência das populações no rendimento físico, verifica-se na tabela 46 que as maiores produções foram obtidas pelas populações mais elevadas. Vários autores abordaram já esta relação. SIMS *et al.*, (1979), MAY (1988) e FROST e KRETCHMAN (1988) referem que cultivares de canopeu

Tabela 46 - Resumo de análise de variância da produção por classe de frutos ($t \cdot ha^{-1}$).

M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa; P1 = 133 333 pl./ha;

P2 = 66 667 pl./ha; P3 = 33 333 pl./ha; P4 = 16 667 pl./ha;

Produção $t \cdot h^{-1}$							
Elementos	Nº de Obs.	Comercial	Verdes	Podres	Pod.apical	Queimados	Total
Rega (M)							
M1	16	80,260 b	8,280 a	8,740 a	0,000 b	0,370 b	97,650 b
M2	16	91,666 a	6,930 a	11,240 a	0,010 b	0,750 a	110,590 a
M3	16	80,160 b	8,920 a	4,470 b	1,100 a	0,300 bc	94,960 b
M4	16	45,480 c	6,780 a	0,910 c	0,200 b	0,170 c	53,550 c
Populações (P)							
P1	16	80,000 a	10,520 a	5,050 b	0,260 ab	0,280 a	96,110 a
P2	16	83,001 a	9,200 a	5,720 ab	0,110 b	0,350 a	98,380 a
P3	16	66,870 b	4,460 b	7,820 a	0,540 a	0,420 a	80,110 b
P4	16	67,680 b	6,740 ab	6,780 ab	0,410 a	0,540 a	82,150 b
Rega x Pop. (MxP)							
M1 x P1	4	97,720 ab	12,940 a	7,700 abcde	0,000 c	0,420 abc	118,770 ab
M1 x P2	4	80,290 cdef	7,420 abc	8,970 abcd	0,000 c	0,200 bc	96,870 cd
M1 x P3	4	71,810 ef	5,190 bc	9,660 abc	0,000 c	0,510 abc	87,170 d
M1 x P4	4	71,230 f	7,570 abc	8,640 abcd	0,000 c	0,350 abc	87,780 d
M2 x P1	4	89,600 bcd	10,010 abc	8,970 abcd	0,004 c	0,280 bc	108,900 abc
M2 x P2	4	107,000 a	9,570 abc	10,490 ab	0,010 c	0,820 ab	127,880 a
M2 x P3	4	84,810 bcdef	3,750 c	13,200 a	0,000 c	0,840 ab	102,600 bcd
M2 x P4	4	85,230 bcde	4,410 bc	12,290 a	0,000 c	1,070 a	103,000 bcd
M3 x P1	4	77,910 def	11,880 ab	2,550 defg	0,800 bc	0,130 bc	93,280 cd
M3 x P2	4	94,090 abc	12,030 ab	3,100 cdefg	0,270 c	0,200 bc	109,690 abc
M3 x P3	4	74,970 ef	4,980 bc	7,160 abcdef	1,830 a	0,320 abc	89,260 cd
M3 x P4	4	73,670 ef	6,780 abc	5,080 bcdefg	1,510 ab	0,570 abc	87,610 d
M4 x P1	4	54,780 g	7,230 abc	1,000 fg	0,190 c	0,310 bc	63,500 e
M4 x P2	4	50,640 gh	7,780 abc	0,320 g	0,170 c	0,190 bc	59,090 ef
M4 x P3	4	35,910 i	3,920 c	1,240 efg	0,330 c	0,020 c	41,420 f
M4 x P4	4	40,600 hi	8,210 abc	1,100 fg	0,120 c	0,180 bc	50,210 ef

DP (M)		5,975	2,924	2,637	0,339	0,173	6,875
DP (P, M x P)		5,268	2,929	2,489	0,305	0,288	7,845
Sig.							
M		0,0001	N.S.	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
P		0,0001	0,0001	0,0184	0,0020	N.S.	0,0001
M x P		0,0001	N.S.	0,7687	0,0020	0,0495	0,0006

NOTA: DP = Desvio padrão; Sig. = Nível de significância; a, b, c, d, e, f, g, h, i = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (TUKEY $\leq 0,05$); M.D.S. - Mínima diferença significativa, N.S. = não significativo.

Tabela 47 - Resumo da análise de variância das produções comercial e total por planta (Kg).

M1 = -10 Kpa; M2 = -20 Kpa; M3 = -40 Kpa; M4 = -60 Kpa. P1 = 133 333 pl./ha;

P2 = 66 667 pl./ha; P3 = 33 333 pl./ha; P4 = 16 667 pl./ha.

Elementos	Nº de Obs.	Prod. Com. por planta	Prod. Total por planta
Rega (M)			
M1	16	2,11 b	2,58 b
M2	16	2,61 a	3,14 a
M3	16	2,28 b	2,71 b
M4	16	1,16 c	1,39 c
Populações (P)			
P1	16	0,670 d	0,800 d
P2	16	1,320 c	1,570 c
P3	16	2,150 b	2,580 b
P4	16	4,020 a	4,880 a
Rega x Pop. (MxP)			
M1 x P1	4	0,810 hi	0,990 hij
M1 x P2	4	1,360 fg	1,630 fgh
M1 x P3	4	2,180 de	2,640 de
M1 x P4	4	4,110 b	5,060 b
M2 x P1	4	0,750 hi	0,910 ij
M2 x P2	4	1,680 ef	2,010 ef
M2 x P3	4	2,870 c	3,460 c
M2 x P4	4	5,130 a	6,190 a
M3 x P1	4	0,660 hi	0,800 ij
M3 x P2	4	1,470 fg	1,710 fg
M3 x P3	4	2,470 cd	2,950 cd
M3 x P4	4	4,510 b	5,360 b
M4 x P1	4	0,440 i	0,510 j
M4 x P2	4	0,780 hi	0,910 ij
M4 x P3	4	1,090 gh	1,250 ghi
M4 x P4	4	2,340 d	2,900 cd

DP (M)		0,228	0,258
DP (P, M x P)		0,038	0,069
Sig.			
M		0,0001	0,0001
P		0,0001	0,0001
M x P		0,0001	0,0001

NOTA: DP = Desvio padrão; Sig. = Nível de significância; a, b, c, d, e, f, g, h, i = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (TUKEY $\leq 0,05$); M.D.S. = Mínima diferença significativa.

reduzido beneficiam em termos de aumento de produção quando se aumenta a densidade de população com a utilização de linhas duplas. Para cultivares de grande desenvolvimento vegetativo MAY (1988) refere não ter encontrado diferenças significativas entre a linha simples e a linha dupla.

Os resultados apresentados na bibliografia sobre a influência das populações no rendimento físico por hectare são por vezes difíceis de comparar pois utilizam número de plantas por hectare da mesma ordem de grandeza mas diferem na rectangularidade, cultivares e tecnologia de cultivo. Por exemplo, FROST e KRETCMAN (1988) não encontraram diferenças significativas nas cvs. H 2653 e H 722 para populações entre 21 532 e 43 050 plantas (linhas simples separadas de 1,5 m) enquanto que ABDEL-AL e SAEED (1975) com as cvs. Red Top, Ace VF, Roma, Sau Marzano, populações entre 25 000 e 50 000 plantas (linha simples separadas de 1,00 m) e TAN e DHANVANTARI (1985) com a cv. H 2653, populações entre as 10 765 e 43 054 (linha simples separadas 1,52 m) obtiveram diferenças significativas.

Analisando com maior detalhe a tabela 46, verifica-se que os valores da produção comercial para as populações de 66 666 e 133 333 plantas por hectare, não diferem significativamente entre si. O valor médio, em termos reais, é até ligeiramente inferior para a população mais elevada, o que está de acordo com os resultados obtidos pelo METI em 1976 com a 'Cal J' e a 'VF 145-21-4 S'. Neste trabalho a regressão entre a população (30 000 a 130 000 plantas hectare) e a produção comercial (t/ha), foi traduzida por uma função quadrática ($y = a + bx + cx^2$) na qual a máxima produção

correspondeu a 115 478 plantas por hectare. Seria importante que futuramente se fizesse um estudo mais pormenorizado sobre a influência na produção de densidades de população entre 60 000 e 150 000 plantas por hectare. Esta experiência e a realizada pelo Projecto METI em 1976 (mesmo compasso de entre-linhas) indicam que o rendimento físico aumenta quando se passa das tradicionais 30-40 000 plantas por hectare para populações entre as 70 000 e 130 000 plantas. Parece-nos pois de todo o interesse que se analisasse futuramente quais as densidades populacionais que correspondem ao máximo rendimento das cultivares mais importantes em Portugal, usando as tecnologias de produção mais utilizadas ou a adoptar pelos agricultores portugueses.

A produção de verdes foi maior nas populações elevadas (P1 e P2) e nas populações mais baixa (P4). Nesta, os frutos verdes aparecem por uma má concentração da floração e da frutificação (a floração final apresenta uma posição terminal no canopeu), enquanto que em populações elevadas a reduzida dimensão do canopeu promove a exposição directa dos frutos aos raios solares, o que como se sabe dificulta a síntese do licopeno devido ao aparecimento de temperaturas elevadas (PORTAS, 1971; DEBRUYN, 1971; STEVENS e RICK, 1986; HO e HEWITT, 1986; CALADO, 1987).

A produção de frutos podres aumenta com a diminuição do número de plantas por hectare, devido talvez à menor concentração da floração e frutificação (SIMS *et al.*, 1979). A produção de frutos com podridão apical relaciona-se com o número de plantas por hectare, dum modo semelhante à produção de frutos podres. Este comportamento poderá ter a ver com a

maior quantidade de frutos por planta e à competição que se estabelece entre eles pelo cálcio (WIEBE, 1981; FILL e LAMBETH, 1981; SONNEBERG, 1982; PORTAS s/d).

A interacção entre a rega e o número de plantas mostrou-se altamente significativa. A maior produção comercial e total obteve-se com a modalidade de rega M2 (-20 KPa) e população P2 (66 667 pl./ha), mas seguido de muito perto (diferenças estatisticamente não significativas) por M1 x P1 e M3 x P2. A resposta da produção à interacção não é igual em todas as modalidades de rega. Enquanto que nas modalidades de rega M2 e M3 as produções máximas são obtidas com a população P2 (Ver Fig. 77), na modalidade M1 a máxima produção é conseguida com o maior número de plantas por hectare (P1). Talvez o "stress" hídrico por excesso de água não se tenha feito sentir na M1 tão marcadamente como nas modalidades M2 e M3, uma vez que a uma maior quantidade de água correspondeu um maior número de plantas por hectare, o que poderá ter significado maior evapotranspiração. Na modalidade M4 as produções das populações P1 e P2 são praticamente iguais, pois a falta de água é já o factor que domina as produções.

As produções comercial e total por planta mostram-se na Tabela 47. Os valores destes elementos variaram mais com as densidades de população do que com os potenciais de água no solo. Nestes, a máxima produção comercial por planta foi obtida aos -20 Kpa (M2), diminuindo depois significativamente quer com o aumento quer com a diminuição dos potenciais de água no solo (Φ_S). Este comportamento está de acordo com a relação entre a produção comercial e os Φ_S , já analisada

anteriormente neste ponto e nos pontos 2.3.1.3.8 e 2.3.2.3.8 do capítulo II.

Relativamente à relação entre as densidades de população e a produção comercial verificou-se que os valores deste elemento diminuí significativamente com o aumento de número de plantas por hectare (Tabela 47). As menores diferenças da produção comercial entre a menor (P4) e a máxima (P1) densidade populacional verificam-se na modalidade M4 (Fig. 78) onde o factor água parece ser factor limitante. De qualquer modo convém realçar que embora as produções por planta diminuam significativamente nas densidades de população P2 e P1 é nestas que se obtêm os maiores rendimentos físicos por hectare. Isto significa que a redução da população por planta é compensada por unidade de superfície pela produção dum maior número de plantas.

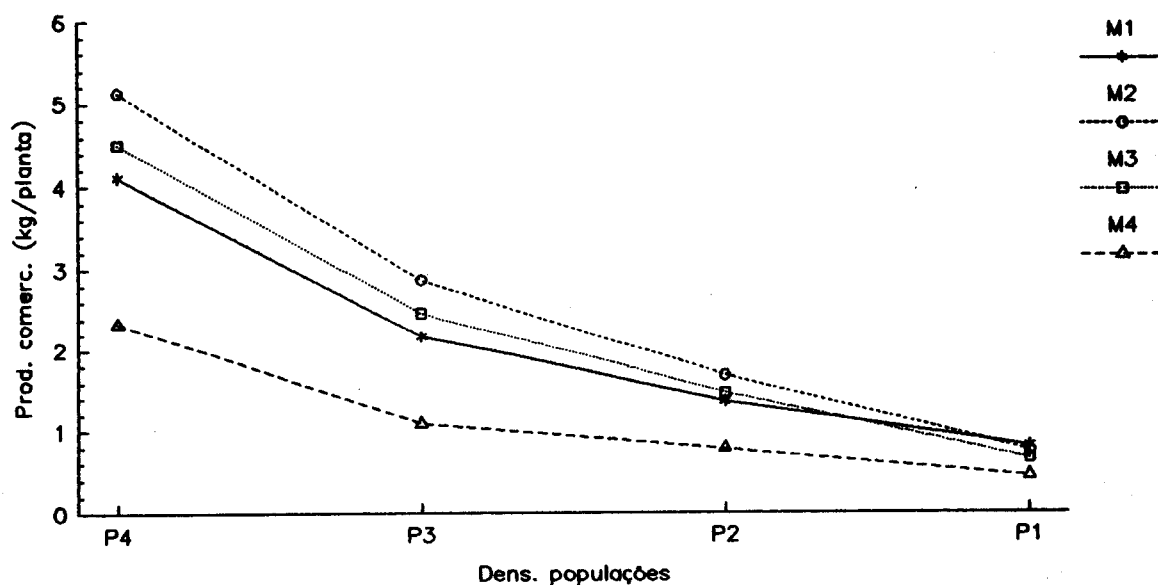


Fig. 77 - Evolução da produção comercial em função das densidades de população (P1 = 133 333 pl./ha, P2 = 66 667 pl./ha, P3 = 33 333 pl./ha e P4 = 16 667 pl./ha) e das modalidades de rega (M1 = -10 Kpa, M2 = -20 Kpa, M3 = -40 Kpa e M4 = -60 Kpa).

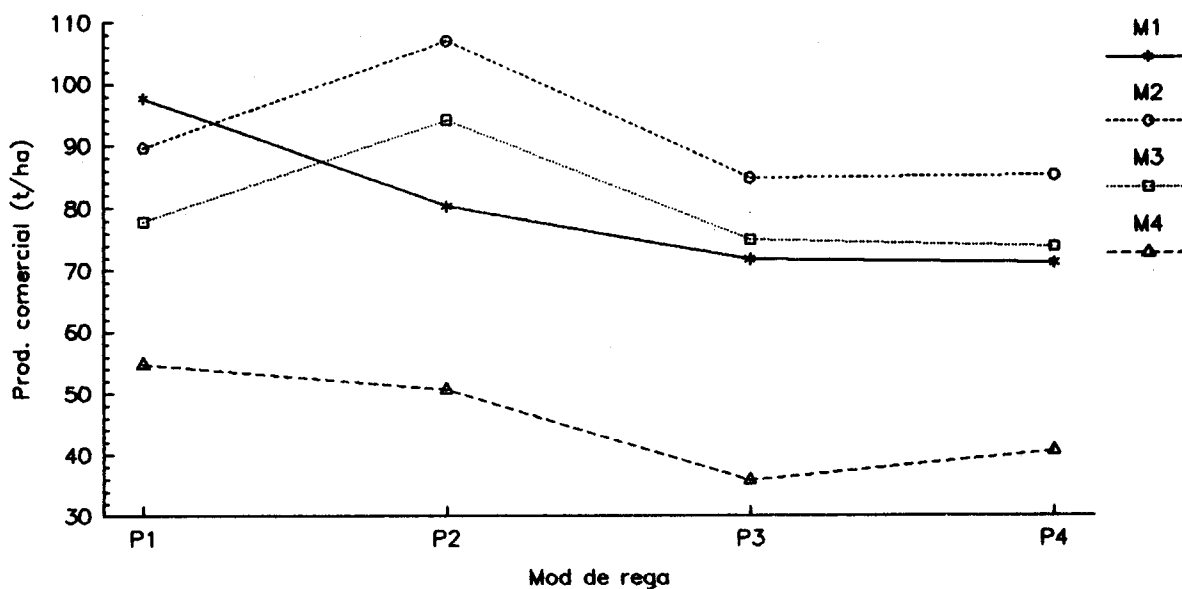


Fig. 78 - Evolução da produção comercial por planta em função das densidades de população (P1 = 133 333 pl./ha, P2 = 66 667 pl./ha, P3 = 33 333 pl./ha e P4 = 16 667 pl./ha) e das modalidades de rega (M1 = -10 Kpa, M2 = -20 Kpa, M3 = -40 Kpa e M4 = -60 Kpa).

3.1.4 - Conclusões

Feita a análise de variância vejamos a correlação entre os diversos parâmetros medidos e os factores estudados.

Como se pode constatar na Tabela 48, a produção comercial, de frutos podres, de frutos com podridão apical, de frutos com escaldão e total estão mais correlacionadas com a quantidade de água aplicada pela rega do que com o número de plantas por hectare; com este factor está mais relacionado a produção de frutos verdes e as produções comercial e total por planta.

Tabela 48 - Coeficiente de correlação entre os parâmetros analisados e os factores estudados.

Elementos	ETR (mm)	Nº de plantas / ha
Produção Comercial (t/ha)	0,55 ***	0,26 *
Produção de frutos verdes (t/ha)	0,06 N.S.	0,49 ***
Produção de frutos podres (t/ha)	0,65 ***	-0,20 N.S.
Produção de frutos com podridão apical (t/ha)	-0,36 **	-0,17 N.S.
Produção de frutos escaldados (t/ha)	-0,25 *	-0,23 N.S.
Produção total (t/ha)	0,58 ***	0,24 N.S.
Produção comercial por planta (Kg)	0,21 N.S.	-0,77 ***
Produção total por planta (Kg)	0,22 N.S.	-0,77 ***

NOTA: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; N.S. - Não significativo. O número de observações foi para cada correlação igual a 64.

3.2 - Potenciais de água no solo e cultivares

3.2.1 - Objectivos

A realização desta experiência em 1990, teve como finalidade complementar a informação obtida com os ensaios descritos no ponto 2 deste capítulo. Enquanto que naqueles se procurou saber a resposta da cv. Rio Grande a diferentes potenciais de água no solo, neste estudou-se a resposta quantitativa e qualitativa de quatro cultivares com grande aceitação pelos produtores de tomate. Numa das cultivares ('UC 82 B') procurou-se estudar também o comportamento em linha simples e em linha dupla.

3.2.2 - Material e métodos

3.2.2.1 - Delineamento experimental, tratamentos e técnicas de amostragem

O ensaio foi instalado no campo seguindo um delineamento estatístico em "split-plot", com quatro modalidades de rega, cinco sub-modalidades e seis repetições.

As modalidades consideradas foram as que se seguem:

- M1 = Ponto de rega a -10 KPa ($\theta = 17,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
- M2 = " " " " -20 KPa ($\theta = 13,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
- M3 = " " " " -40 KPa ($\theta = 10,6 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)
- M4 = " " " " -60 KPa ($\theta = 9,8 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

As sub-modalidades estudadas foram as seguintes:

- C1 = 'UC 82 B' - linha simples (origem: Univ. California)
- C2 = 'UC 82 B' - linha dupla (origem: Univ. California)
- C3 = 'E 6203' - linha simples (origem: Ferry-Morse)
- C4 = 'H 7151' - linha simples (origem: Idal-Heinz)
- C5 = 'Rio Grande' - linha simples (origem: Petoseed)

As cultivares instaladas em linhas simples foram implantadas com um compasso na linha de 0,10 m entre plantas e 1,5 m entre linhas, o que correspondia a uma densidade de população de 66 667 plantas por hectare.

A sub-modalidade C2 foi instalada em linha dupla, separadas entre si por uma distância de 0,40 m, isto é, cada linha de cultura estava separada do ramal de gotejadores por

uma distância de 0,20 m. O compasso entre plantas na linha foi de 0,10 m, o que correspondia a uma população de 133 333 plantas por hectare.

Cada grande talhão foi constituído por 7 linhas de cultura de 5 metros de comprimento (linhas 8 a 14 do esquema na Fig. 7), separados entre si por uma distância de 1,5 m. As duas linhas exteriores constituíam as bordaduras, e as restantes correspondiam às sub-modalidades definidas anteriormente.

O rendimento físico foi determinado em cada linha de cultura com 5 metros de comprimento.

O número de plantas que contribuiu para a produção foi avaliado depois da colheita única.

3.2.2.2 - Instalação e condução do ensaio

A instalação e a condução desta experiência foram idênticas às do ensaio realizado em 1990, analisado no ponto 2 deste capítulo.

3.2.2.3 - Observações efectuadas

O controlo de água no solo e a água aplicada através de rega foram feitos no ensaio descrito no ponto 2 deste capítulo, pelo que os valores determinados são iguais.

Os dados relativos às fases de desenvolvimento, ao rendimento físico e às características tecnológicas da matéria-prima foram determinados de acordo com o material e métodos descritos no ponto dois deste capítulo.

3.2.3 - Apresentação e discussão de resultados

3.2.3.1 - Fases de desenvolvimento. Ciclo cultural

As datas das diversas fases de desenvolvimento por modalidade de rega e por cultivares, são apresentados nas Tabelas 49 e 50. Chama-se a atenção para o facto da data da colheita ter sido executada 5 a 7 dias mais tarde do que deveria ter sido na realidade. O número elevado de ensaios e de observações a realizar, conjugada com a falta de mão-de-obra, provocou um atraso em série nas datas de colheita, tendo sido a mais prejudicada a 'UC 82 B', cultivada em linha dupla.

Como se pode verificar, a cultivar mais tardia foi a H 7151, seguida da 'Rio Grande', 'E 6203', 'UC 82 B' (linha simples) e 'UC 82 B' (linha dupla).

As modalidades de rega também tiveram influência na duração dos ciclos culturais. Estes, diminuíram dos potenciais de água no solo mais altos para os mais baixos.

3.2.3.2 - Rendimento físico por classes de frutos

A resposta da produção à quantidade de água aplicada pela rega e às cultivares de tomate para indústria está representada na Tabela 51.

A relação entre os potenciais de água no solo e o rendimento físico por classes de frutos é semelhante à apresentada no ponto 2.3.2 deste capítulo

Os valores da produção comercial são máximos nas modalidades de rega M1 e M2.

Tabela 49 - Datas das fases de desenvolvimento por modalidade de rega (M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa) e por cultivar (C1 = 'UC 82 B' (linha simples); C2 = 'UC 82 B' (linha dupla), C3 = 'E 6203'; C4 = 'H 7151'; C5 = 'Rio Grande').

Estádios	Datas																			
	M1					M2					M3					M4				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
Sementeira	----- 11/4 ----->																			
Emergência	----- 24/4 ----->																			
Desbaste	----- 24/5 ----->																			
1º Fr.Vingado	18/6	15/6	22/6	22/6	22/6	18/6	15/6	22/6	22/6	22/6	18/6	15/6	22/6	22/6	22/6	18/6	15/6	22/6	22/6	22/6
1º Fr.Vermelho	19/7	16/7	22/7	24/7	1/8	17/7	10/7	19/7	22/7	27/7	17/7	8/7	15/7	21/7	22/7	10/7	6/7	10/7	19/7	20/7
Comp.des.1ª inflo.	26/7	22/7	29/7	8/8	8/8	24/7	20/7	27/7	29/7	1/8	24/7	19/7	21/7	28/7	26/7	17/7	13/7	17/7	25/8	24/7
75% maturação	22/8	19/8	22/8	27/8	30/8	20/8	18/8	20/8	27/8	28/8	18/8	16/8	18/8	26/8	24/8	15/8	12/8	15/8	26/8	21/8
Colheita	31/8	31/8	31/8	6/9	5/9	29/8	29/8	29/8	6/9	3/9	27/8	27/8	27/8	5/9	30/8	27/8	23/8	24/8	5/9	28/8

Neste ensaio, ao contrário do que sucedeu nos ensaios anteriores, a diferença entre os valores da produção total das modalidades M1 e M2 foi estatisticamente significativa, embora com uma pequena diferença de oito toneladas (10% da produção M2).

As produções de frutos alaranjados e de frutos com podridão apical, aumentaram respectivamente de 61% e 539% com a redução dos potenciais de água no solo de M1 para M4. A

Tabela 50 - Duração de diversos períodos de desenvolvimento. Mod. rega: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa. Cultivares: C1 = 'UC 82 B' (linha simples); C2 = 'UC 82 B' (linha dupla), C3 = 'E 6203'; C4 = 'H 7151'; C5 = 'Rio Grande'.

Mod.	Cultivares	Da sementeira à emergência	Da emergência ao 1º fruto vingado	Do 1º fruto vingado ao comp. desenv. frutos 1ª inflores.	Da sementeira à colheita
M1	C1	13	55	38	142
	C2	13	52	37	142
	C3	13	59	37	142
	C4	13	59	47	148
	C5	13	59	47	147

M2	C1	13	55	36	140
	C2	13	52	35	140
	C3	13	59	35	140
	C4	13	59	37	148
	C5	13	59	40	145

M3	C1	13	55	36	138
	C2	13	52	34	138
	C3	13	59	29	138
	C4	13	59	36	147
	C5	13	59	34	141

M4	C1	13	55	29	138
	C2	13	52	28	134
	C3	13	59	25	135
	C4	13	59	33	147
	C5	13	59	32	139

Tabela 51 - Resumo da análise de variância da produção por classe de frutos ($t \cdot ha^{-1}$). Mod. rega: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa. Cultivares: C1 = 'UC 82 B' (linha simples); C2 = 'UC 82 B' (linha dupla); C3 = 'E 6203'; C4 = 'H 7151'; C5 = 'Rio Grande'.

Elementos	Nóde	Produção $t \cdot ha^{-1}$						
		observ.	Alar.	Verdes	Podres	P.apical	Queim.	Comercial
Regas (M)								
M1	30	3,080 bc	5,129 a	7,940 a	0,180 bc	0,180 a	83,590 a	97,010 a
M2	30	2,260 c	5,333 a	4,130 b	0,110 c	0,000 a	79,680 a	89,260 b
M3	30	3,910 ab	3,929 a	3,070 bc	0,660 b	0,070 a	62,030 b	69,750 c
M4	30	4,950 a	3,853 a	1,960 c	1,150 a	0,010 a	42,360 c	49,340 d
Cultiv. (C)								
C1	24	2,780 a	3,830 cde	3,630 b	0,080 c	0,220 a	60,110 c	67,870 c
C2	24	3,710 a	4,560 abcd	4,070 b	0,190 bc	0,000 a	78,540 a	87,360 a
C3	24	3,030 a	2,670 de	4,340 b	0,960 a	0,000 a	59,060 c	67,040 c
C4	24	3,970 a	5,840 abc	3,670 b	0,790 a	0,000 a	66,960 b	77,260 b
C5	24	4,250 a	5,910 abc	5,660 a	0,590 ab	0,100 a	69,920 b	82,180 ab
Reg. x Cult. (M x C)								
M1 x C1	6	1,840 bc	4,130 ab	8,160 ab	0,290 c	0,890 a	70,240 ef	83,710 bc
M1 x C2	6	2,930 abc	4,290 ab	8,760 a	0,000 c	0,000 a	99,820 a	112,870 a
M1 x C3	6	3,020 abc	2,930 ab	6,690 abcd	0,600 bc	0,000 a	74,530 de	84,760 bc
M1 x C4	6	5,290 ab	7,530 a	7,400 ab	0,000 c	0,000 a	88,090 abc	103,020 a
M1 x C5	6	2,290 bc	6,760 ab	8,710 a	0,000 c	0,000 a	85,240 bcd	100,710 a
M2 x C1	6	1,870 bc	4,130 ab	2,070 fg	0,000 c	0,000 a	70,890 ef	77,090 cd
M2 x C2	6	2,240 bc	6,290 ab	3,020 efg	0,000 c	0,000 a	97,000 ab	106,310 a
M2 x C3	6	1,130 c	3,420 ab	5,180 bcde	0,200 c	0,000 a	72,400 de	81,200 c
M2 x C4	6	4,020 abc	6,130 ab	3,070 efg	0,110 c	0,000 a	74,090 de	83,400 bc
M2 x C5	6	2,020 bc	6,690 ab	7,310 abc	0,240 c	0,000 a	84,040 cd	98,290 ab
M3 x C1	6	3,200 abc	3,490 ab	2,600 efg	0,000 c	0,000 a	59,330 fgh	65,420 def
M3 x C2	6	4,510 abc	3,330 ab	2,600 efg	0,380 c	0,000 a	69,890 ef	76,200 cd
M3 x C3	6	2,400 abc	2,200 b	4,290 cdef	1,110 abc	0,000 a	52,620 ghi	60,220 efg
M3 x C4	6	3,090 abc	5,640 ab	2,110 fg	0,910 abc	0,000 a	62,090 efg	70,760 cde
M3 x C5	6	6,330 a	4,980 ab	3,730 defg	0,890 abc	0,330 a	66,220 ef	76,160 cd
M4 x C1	6	4,200 abc	3,560 ab	1,690 fg	0,040 c	0,000 a	39,960 ij	45,240 gh
M4 x C2	6	5,130 ab	4,310 ab	1,910 fg	0,380 c	0,000 a	47,440 hij	54,040 fgh
M4 x C3	6	5,580 ab	2,130 b	1,220 g	1,930 ab	0,000 a	36,690 j	41,980 h
M4 x C4	6	3,470 abc	4,070 ab	2,110 fg	2,130 a	0,000 a	43,560 ij	51,870 fgh
M4 x C5	6	6,360 a	5,200 ab	2,870 efg	1,240 abc	0,070 a	44,180 ij	53,560 fgh
DP (M)		3,185	3,589	1,742	0,650	0,489	5,406	6,666
DP (C, M x C)		1,834	2,174	1,395	0,631	0,489	5,931	7,022
Signif.								
M		0,0001	N.S.	0,0001	0,0001	N.S.	0,0001	0,0001
C		0,0329	0,0001	0,0001	0,0001	N.S.	0,0001	0,0001
M x C		0,0016	N.S.	0,0001	0,0025	N.S.	0,0002	0,0001

NOTA: DP = desvio padrão; Signif. = Nível de significância; a, b, c, d, e, f, g, h, i, j = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (TUKEY, $P \leq 0,05$), N.S. = não significativo.

produção de frutos podres, ao contrário, aumentou 305% com a quantidade de água aplicada.

Nos frutos verdes e queimados não se verificaram diferenças significativas entre modalidades.

No que diz respeito à influência das cultivares no rendimento físico por classe de frutos, realça-se o seguinte:

- A 'UC 82 B' (linha dupla) obteve a maior produção comercial, enquanto que a 'UC 82 B' (linha simples) e a 'E 6203' obtiveram os menores valores.

- A produção de frutos podres na 'Rio Grande' foi significativamente superior à das outras cultivares.

- Os valores da produção de frutos com podridão apical foram significativamente superiores nas cultivares E 6203, H 7151 e Rio Grande.

A interacção entre a rega e as cultivares mostrou-se significativa para todas as classes de frutos excepto para os frutos verdes e queimados. Nas produções comercial e total, todas as cultivares apresentaram valores muito semelhantes nas modalidades de rega M1 e M2, excepto a 'H 7151' que apresentou valores bastante superiores na M1. Na produção de frutos podres, os valores diminuíram acentuadamente a partir dos potenciais de água no solo igual a -10 KPa, excepto nas cultivares E 6203 e Rio Grande, onde os níveis de frutos podres só diminuíram para potenciais menores que -40 KPa e -20 KPa respectivamente. A produção de frutos alaranjados nas cultivares UC 82 B (linha simples e dupla), Rio Grande e E 6203 aumentaram com a redução dos potenciais de água no solo, enquanto que a cv. H 7151 diminuiu. O comportamento

desta cultivar pode estar ligado às características do canopeu e ao ciclo cultural mais tardio.

As produções comercial e total por planta são apresentadas na Tabela 52. Como se pode constatar, os valores vão diminuindo à medida que os potenciais de água no solo decrescem. Relativamente à influência das cultivares, verifica-se que a 'Rio Grande' e a 'H 7151' são as que apresentam os maiores valores.

O resumo da análise de variância da qualidade dos frutos vermelhos que constituem a produção comercial consta da Tabela 53. Os principais aspectos que ressaltam da tabela anterior são os seguintes:

- O peso médio do fruto, o número de frutos com pedúnculo e o número de frutos com antracnose, aumentaram dos potenciais de água no solo mais baixos para os mais elevados.

O número de frutos rachados aumentaram com a deficiência hídrica no solo.

O número de frutos sãos, verdes e escaldados não diferiram significativamente entre modalidades.

- Relativamente à cv. Rio Grande, que se tem vindo a analisar mais profundamente neste trabalho, verifica-se que comparativamente às outras cultivares, apresenta valores mais elevados no peso do fruto médio, número de frutos rachados, com antracnose e com polo peduncular verde ("Green-shoulders"). Apresenta também menores valores no número de frutos sãos e frutos com pedúnculo.

- A interação rega x cultivares mostrou-se altamente significativa para o calibre dos frutos e para as produções de frutos com antracnose e rachados.

A variação do peso do fruto médio em função da ETR foi mais acentuada na 'Rio Grande' e 'H 7151' e menos sensível nas restantes cultivares.

A produção de frutos com antracnose em função da ETR, variou com as cultivares. A 'Rio Grande' foi a que mostrou maior susceptibilidade à antracnose. Os valores são mais elevados e só a partir das modalidades de rega M3 e M4 o número de frutos com antracnose se reduz significativamente. As outras cultivares mostram susceptibilidade fundamentalmente na modalidade de rega M1(-10 KPa).

A relação entre a ETR e o número de frutos escaldados também não é igual. As cultivares UC 82 B (linha dupla) e Rio Grande, apresentam um aumento de frutos escaldados com a redução dos potenciais de água no solo enquanto nas cultivares E 6203 e H 7151 acontece precisamente o contrário. Este último comportamento pode dever-se ou às características do canopeu, que abre quando a produção é mais elevada e consegue manter uma boa cobertura dos frutos quando sujeitas a potenciais de água mais baixos.

Tabela 52 - Resumo da análise de variância das produções comercial e total por planta (Kg).
 Mod. rega: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa. Cultivares:
 C1 = 'UC 82 B' (linha simples); C2 = 'UC 82 B' (linha dupla); C3 = 'E 6203';
 C4 = 'H 7151'; C5 = 'Rio Grande'.

Parâmetros	Nº de observações	Produção por planta (Kg)	
		Comercial	Total
Regas (M)			
M1	30	1,280 a	1,490 a
M2	30	1,210 b	1,360 b
M3	30	0,940 c	1,060 c
M4	30	0,650 d	0,760 d
Cultivares (C)			
C1	24	1,040 b	1,170 b
C2	24	0,710 c	0,790 c
C3	24	1,040 b	1,180 b
C4	24	1,170 a	1,350 a
C5	24	1,140 a	1,340 a
Rega x Cult. (M x C)			
M1 x C1	6	1,200 bcde	1,430 bcd
M1 x C2	6	0,920 fg	1,040 fgh
M1 x C3	6	1,350 ab	1,540 bc
M1 x C4	6	1,560 a	1,830 a
M1 x C5	6	1,380 ab	1,630 ab
M2 x C1	6	1,240 bcde	1,350 cde
M2 x C2	6	0,880 fg	0,960 fghi
M2 x C3	6	1,290 bcd	1,450 bcd
M2 x C4	6	1,310 bc	1,470 bc
M2 x C5	6	1,350 ab	1,570 abc
M3 x C1	6	1,010 ef	1,120 efg
M3 x C2	6	0,620 hi	0,670 jk
M3 x C3	6	0,900 fg	1,030 fgh
M3 x C4	6	1,050 def	1,200 def
M3 x C5	6	1,100 cdef	1,270 def
M4 x C1	6	0,700 gh	0,790 hij
M4 x C2	6	0,430 i	0,490 k
M4 x C3	6	0,620 hi	0,710 ijk
M4 x C4	6	0,750 gh	0,890 ghij
M4 x C5	6	0,740 gh	0,900 ghij
<hr/>			
DP (M)		0,088	0,104
DP (C, M x C)		0,111	0,124
Significância			
M		0,0001	0,0001
C		0,0001	0,0001
M x C		0,0055	0,0088

NOTA: DP = desvio padrão; a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (TUKKEY, P ≤ 0,05).

Tabela 53 - Resumo da análise de variância da qualidade da produção comercial¹. Mod. rega:
M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa. Cultivares:
C1 = 'UC 82 B' (linha simples); C2 = 'UC 82 B' (linha dupla); C3 = 'E 6203';
C4 = 'H 7151'; C5 = 'Rio Grande'.

Parâmetros	Nºde observ.	Fruto médio (g)	Nº de frutos					
			Sãos	Rachados	com pedunculo	com antracnose	c/ polo ped. verde	escaldad.
Regas (M)								
M1	30	82,37 a	84,97 a	1,47 c	1,00 a	6,30 a	1,97 a	4,30 a
M2	30	75,87 b	89,00 a	1,67 c	0,97 a	3,97 b	1,70 a	2,93 a
M3	30	60,40 c	85,50 a	4,10 b	0,77 ab	2,97 bc	2,10 a	5,57 a
M4	30	50,57 d	85,90 a	5,73 a	0,37 a	1,93 c	1,67 a	4,40 a
Cultiv. (C)								
C1	24	60,50 c	90,92 a	3,62 a	1,17 a	2,62 bc	0,08 c	1,58 c
C2	24	55,58 d	89,96 ab	2,83 ab	0,83 ab	2,29 bed	0,00 c	4,08 bc
C3	24	68,96 b	90,29 ab	4,21 a	0,58 ab	2,58 bed	0,63 c	2,04 c
C4	24	72,08 b	86,71 b	0,63 b	1,17 a	0,75 d	3,08 b	7,67 a
C5	24	79,37 a	73,83 c	4,92 a	0,13 b	10,71 a	5,50 a	6,12 ab
Reg. x Cult. (M x C)								
M1 x C1	6	70,33 de	88,83 ab	3,00 abc	1,00 ab	5,50 bc	0,00 d	1,67 b
M1 x C2	6	65,17 ef	90,67 ab	0,67 c	1,50 ab	4,17 cd	0,00 d	3,00 ab
M1 x C3	6	83,67 bc	87,33 ab	1,67 bc	0,67 ab	5,00 cd	1,00 cd	4,33 ab
M1 x C4	6	90,67 ab	82,17 bcd	0,17 c	1,67 ab	1,83 cd	4,17 abcd	10,00 a
M1 x C5	6	102,00 a	75,83 cd	1,83 bc	0,17 ab	15,00 a	4,67 abc	2,50 ab
M2 x C1	6	65,67 ef	93,67 a	1,50 bc	1,50 ab	2,00 cd	0,00 d	1,33 b
M2 x C2	6	62,00 efg	93,67 a	1,17 c	1,00 ab	2,17 cd	0,00 d	2,00 b
M2 x C3	6	77,67 cd	93,83 a	3,00 abc	1,00 ab	1,17 cd	1,33 bcd	1,00 b
M2 x C4	6	82,33 bc	89,00 ab	0,50 c	1,00 ab	0,67 cd	1,50 bcd	7,33 ab
M2 x C5	6	91,67 ab	74,83 d	2,17 bc	0,33 ab	13,83 a	5,67 ab	3,00 ab
M3 x C1	6	56,17 fgh	90,00 ab	4,67 abc	2,00 a	1,00 cd	0,00 d	2,33 ab
M3 x C2	6	56,17 fgh	86,00 abc	5,00 abc	0,33 ab	1,33 cd	0,00 d	7,33 ab
M3 x C3	6	59,17 efg	91,50 ab	4,00 abc	0,67 ab	2,00 cd	0,00 d	1,83 b
M3 x C4	6	62,17 efg	88,17 ab	0,50 c	0,83 ab	0,17 d	2,83 bcd	7,50 ab
M3 x C5	6	68,33 de	71,83 d	6,33 abc	0,00 b	10,33 ab	7,67 a	8,83 ab
M4 x C1	6	49,83 hi	91,17 ab	5,33 abc	0,17 ab	2,00 cd	0,33 cd	1,00 b
M4 x C2	6	39,00 i	89,50 ab	4,50 abc	0,50 ab	1,50 cd	0,00 d	4,00 ab
M4 x C3	6	55,33 fgh	88,50 ab	8,17 ab	0,00 b	2,17 cd	0,17 d	1,00 b
M4 x C4	6	53,17 gh	87,50 ab	1,33 c	1,17 ab	0,33 d	3,83 abcd	5,83 ab
M4 x C5	6	55,50 fgh	72,83 d	9,33 a	0,00 b	3,67 cd	4,00 abcd	10,17 a
DP (M)		5,178	5,595	1,836	0,780	2,181	1,158	3,905
DP (M, M x C)		5,410	5,063	3,106	0,897	2,325	2,041	3,625
Significância								
M		0,0001	N.S.	0,0001	0,0292	0,0001	N.S.	N.S.
C		0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001
M x C		0,0001	N.S.	N.S.	N.S.	0,0001	N.S.	0,0110

1 - Amostra de 100 frutos.

NOTA: DP = Desvio padrão; a, b, c, d, e, f, g, h, i = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (TUKEY, P < 0,05), N.S. = não significativo.

3.2.3.3 - Características tecnológicas

A influência da rega e das cultivares em algumas características tecnológicas da matéria-prima está representada na Tabela 54.

A relação entre a evapotranspiração real (ETR) e o "°brix", os sólidos totais e a acidez total confirmam os resultados dos ensaios anteriores, isto é, à medida que os valores daquela aumentam, os que traduzem as características tecnológicas diminuem. No que diz respeito à cor e viscosidade, não se encontraram diferenças significativas entre modalidades de rega.

Relativamente às cultivares, saliente-se as características da cv. E 6203, que apresenta os melhores valores de "°brix", sólidos totais, acidez total, cor e o segundo melhor valor de viscosidade. No que diz respeito à cv. UC 82 B, confirmam-se os baixos valores de "°brix" e sólidos totais.

As interações rega x cultivares não são significativas estatisticamente.

3.2.4 - Conclusões

Durante a apresentação dos resultados desta experiência, muitas ilacções foram apresentadas, pelo que neste ponto se apresentam resumidamente as conclusões mais importantes e que são as seguintes:

- Dum modo geral a produção comercial aumentou significativamente com os potenciais de água no solo (de

Tabela 54 - Resumo da análise de variação da qualidade tecnológica da matéria-prima. Mod. rega: M1 = -10 KPa; M2 = -20 KPa; M3 = -40 KPa; M4 = -60 KPa. Cultivares: C1 = 'UC 82 B' (linha simples); C2 = UC 82 B (linha dupla); C3 = E 6203; C4 = 'H 7151'; C5 = 'Rio Grande'.

Parâmet.	Nºde observ.	Sumo				Concentrado (12,5° Brix)		
		"brix"	Sólidos totais	Acidez total	Côr (a/b Gardner)	Visco. Bostwick-10s	Visco. Bostwick-30s	Côr (a/b Gardner)
Regas (M)								
M1	15	4,09 c	4,80 c	0,35 c	2,40 a	5,44 a	6,21 a	2,35 a
M2	15	4,17 c	4,95 c	0,37 bc	2,40 a	4,59 a	5,29 a	2,59 a
M3	15	4,90 b	5,69 b	0,42 ab	2,46 a	4,68 a	5,35 a	2,46 a
M4	15	5,82 a	6,57 a	0,45 a	2,46 a	5,29 a	5,83 a	2,42 a
Cultiv. (C)								
C1	12	4,52 b	5,10 b	0,41 a	2,43 ab	5,24 ab	5,82 ab	2,59 a
C2	12	4,55 b	5,25 b	0,42 a	2,36 b	4,18 b	4,65 b	2,50 a
C3	12	5,13 a	5,93 a	0,44 a	2,48 a	4,50 ab	5,18 b	2,45 a
C4	12	4,79 ab	5,56 ab	0,36 b	2,42 ab	5,95 a	6,77 a	2,34 a
C5	12	4,74 ab	5,56 ab	0,35 b	2,46 ab	5,12 ab	5,92 ab	2,39 a
Reg. x Cult. (M x C)								
M1 x C1	3	4,07 f	4,62 e	0,37 bcd	2,37 a	5,17 a	5,90 a	2,37 a
M1 x C2	3	3,90 f	4,49 e	0,38 bcd	2,34 a	4,80 a	5,47 a	2,38 a
M1 x C3	3	4,20 ef	4,89 de	0,38 bcd	2,40 a	4,03 a	4,83 a	2,40 a
M1 x C4	3	4,20 ef	4,97 cde	0,32 d	2,37 a	6,73 a	7,47 a	2,28 a
M1 x C5	3	4,10 f	5,01 cde	0,32 d	2,53 a	6,47 a	7,37 a	2,31 a
M2 x C1	3	4,10 f	4,59 e	0,37 bcd	2,36 a	5,53 a	6,10 a	3,01 a
M2 x C2	3	4,10 f	4,81 de	0,40 abcd	2,31 a	4,63 a	5,07 a	2,68 a
M2 x C3	3	4,60 cdef	5,40 cde	0,41 abcd	2,45 a	3,53 a	4,33 a	2,42 a
M2 x C4	3	3,87 f	4,68 e	0,32 d	2,44 a	3,77 a	4,57 a	2,38 a
M2 x C5	3	4,20 ef	5,25 cde	0,33 cd	2,45 a	5,47 a	6,37 a	2,44 a
M3 x C1	3	4,70 cdef	5,42 bcde	0,46 ab	2,50 a	4,53 a	5,13 a	2,51 a
M3 x C2	3	4,53 def	5,21 cde	0,44 abc	2,40 a	3,87 a	4,23 a	2,46 a
M3 x C3	3	5,50 abcde	6,34 abcd	0,46 ab	2,51 a	4,63 a	5,33 a	2,47 a
M3 x C4	3	5,00 abcdef	5,58 abcde	0,36 bcd	2,46 a	6,83 a	7,80 a	2,42 a
M3 x C5	3	4,77 bcdef	5,50 bcde	0,36 bcd	2,44 a	3,53 a	4,23 a	2,42 a
M4 x C1	3	5,20 abcdef	5,78 abcde	0,44 abc	2,47 a	5,73 a	6,13 a	2,45 a
M4 x C2	3	5,67 abcd	6,51 abc	0,47 ab	2,40 a	3,43 a	3,83 a	2,46 a
M4 x C3	3	6,23 a	7,10 a	0,51 a	2,57 a	5,80 a	6,23 a	2,52 a
M4 x C4	3	6,10 ab	6,99 ab	0,43 abcd	2,42 a	6,47 a	7,23 a	2,27 a
M4 x C5	3	5,90 abc	6,47 abc	0,39 bcd	2,45 a	5,03 a	5,70 a	2,40 a
DP (M)		0,466	0,394	0,045	0,081	1,612	1,650	0,347
DP (M, M x C)		0,425	0,492	0,035	0,098	1,323	1,341	0,316
Significância								
M		0,0001	0,0001	0,0001	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C		0,0092	0,0027	0,0001	0,050	0,0241	0,0070	N.S.
M x C		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

NOTA: DP = desvio padrão; a, b, c, d, e, f = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (TUKEY, P ≤ 0,05), N.S. = não significativo.

-60 KPa até -20 KPa). Este comportamento foi seguido por todas as cultivares estudadas, com a exceção da cv. H 7151 na qual a produção comercial aumentou significativamente de M2 para M1.

Relativamente às cultivares, verificou-se a importância da utilização da linha dupla na cv. UC 82 B (canopeu de dimensões reduzidas), que aumentou em cerca de 31% a produção comercial relativamente à mesma cultivar implantada em linha simples.

Salienta-se ainda o bom comportamento produtivo da 'Rio Grande', que apresenta conjuntamente com a cv. UC 82 B (linha dupla) os valores mais elevados na produção total. A sua produção comercial é no entanto significativamente inferior à da cv. UC 82 B em linha dupla, pela grande susceptibilidade à podridão, principalmente para potenciais de água no solo de -10 e -20 KPa.

- Na qualidade dos frutos da produção comercial destaca-se a cv. Rio Grande pela elevada susceptibilidade ao rachamento, à antracnose e à coloração verde do polo peduncular dos frutos ("green-shoulder").

- Nas características tecnológicas da matéria-prima, destaca-se a cv. E 6203 que em relação às outras cultivares apresenta melhores valores de "brix", sólidos totais, acidez total, cor e o segundo melhor nível de viscosidade.

A cultivar UC 82 B apresenta os valores de "brix" e sólidos totais mais baixos.

Chama-se ainda a atenção para a viscosidade, cuja variação não foi significativa entre modalidades de rega, mas

apresentou diferenças estatisticamente significativas entre cultivares.

A informação bibliográfica sobre a influência da rega na viscosidade é contraditória: WILLIAMS e SISTRUNK (1979) não encontraram relações significativas entre aqueles factores, enquanto que RENDOM e AMBRI (s/d), RUDICH *et al.*, 1977 mostram relações negativas estatisticamente significativas. Aquelles autores estão no entanto de acordo quanto ao facto de se conseguirem maiores variações nos valores da viscosidade utilizando diferentes cultivares. STEVENS (1976) concluiu também que o potencial genético de cada cultivar é importante na determinação da viscosidade. MOHR (1990) refere que aquela característica tecnológica se correlaciona positivamente com gradientes graduais de dimensão de células, a existência de células pequenas no mesocarpo e com a % de sólidos insolúveis e negativamente com a dimensão dos grânulos e % de amido.

4 - RESPOSTA DA CULTURA DE TOMATE, EM DIFERENTES PERÍODOS DE DESENVOLVIMENTO, A REGIMES DE ELEVADOS POTENCIAIS DE ÁGUA NO SOLO

4.1 - Objectivos

Nestes ensaios procurou-se determinar a resposta da cultura de tomate para indústria (cv. Rio Grande), em diferentes períodos de desenvolvimento, à influência de baixos potenciais de água no solo em aspectos ligados ao rendimento físico e características da qualidade da matéria-prima com interesse tecnológico.

4.2 - Material e métodos

4.2.1 - Delineamento experimental, tratamentos e técnicas de amostragem

O delineamento do ensaio foi em factorial (2^3) com dois factores (1 - rega; 0 - sem rega), com três níveis (3 períodos de desenvolvimento: B, C e D) e 4 repetições (ver Tabela 53).

Tabela 55 - Esquema dos períodos de desenvolvimento; com rega(1) e sem rega(0).¹⁴

Modalidades	Período B	Período C	Período D
M0	0	0	0
M1	1	0	0
M2	0	1	0
M3	0	0	1
M4	1	1	0
M5	1	0	1
M6	0	1	1
M7	1	1	1

NOTA: 1 - Rega; potenciais de água no solo mantidos entre 0 e -20 KPa.

0 - Sem rega; potenciais de água no solo para sobrevivência das plantas (-500 a -1500 KPa).

Os períodos de desenvolvimento considerados foram iguais aos utilizados nas experiências descritas no ponto 2 deste capítulo e são os seguintes:

¹⁴ - Considera-se sem rega embora se tenham feito algumas raras e pequenas aplicações de água para evitar que as plantas morressem por desidratação.

A - Da sementeira ao desbaste

B - Período do crescimento vegetativo; desde o desbaste até ao início da floração (quando a 1ª flôr vinga, isto é, o fruto atinge um diâmetro equatorial com cerca de 1 cm).

C - Período da floração, vingamento e início do desenvolvimento dos frutos; começa com o primeiro fruto vingado (final do estágio B) e termina quando os frutos da 1ª inflorescência atingem o completo desenvolvimento (1 fruto vermelho e os restantes com coloração alaranjada).

D - Desde o final do período C até quando 75% do número total de frutos estão com coloração vermelha ou alaranjada.

E - Desde o final do período D até à colheita. Neste período não se regou em todas as modalidades; correspondeu a um período de corte de rega.

Nos períodos A e E a quantidade de água aplicada foi igual em todas as modalidades.

Cada talhão foi constituído por três linhas de cultura com 7 metros de comprimento e separadas de 1,5 m, a que correspondia uma área total de 31,5 m² e a 210 plantas (Ver Fig. 8). A linha central, não perturbada pelas observações efectuadas ao longo do ensaio, foi destinada à determinação do rendimento físico por hectare e à colheita de amostras para análise laboratorial.

As técnicas de amostragem e análise estatística de cada elemento medido serão referidos posteriormente duma forma individualizada.



4.2.2 - Instalação e condução do ensaio

A instalação e condução deste ensaio foi idêntica à descrita no ponto II - 2.2.4. excepto para a fertilização.

Neste ensaio os fertilizantes foram aplicados na sua totalidade em adubação de fundo. Não se procedeu a adubação de cobertura por fertirrigação para que o efeito da rega nas modalidades regadas e modalidades não regadas fosse nítido. Ao fazer-se fertirrigação em modalidades não regadas estaria-se a aplicar não só fertilizantes mas também água. Embora se refira que a interacção água e fertilizantes seja positiva no rendimento físico e em parâmetros qualitativos da matéria-prima (REICHARDT, 1978; PHENE *et al.*, 1986), optámos por fazer variar só o factor em estudo, a água.

Durante os três anos de experimentação os adubos e unidades fertilizantes aplicadas constam da Tabela 56.

Tabela 56 - Adubos e unidades fertilizantes (U.F./ha) aplicadas em 1988, 1989 e 1990 em adubação de fundo.

Tipo de fertilizante	U.F./ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Sulfato de Potássio K ₂ O=50%	-	-	600	-	-
Superfosfato de Cálcio P ₂ O ₅ =18% CaO=21,2%	-	90	-	106	-
Nitrato de Cálcio N=15,5% CaO=19,5%	79,4	-	-	99,8	-
Sulfato de Magnésio MgO=49%	-	-	-	-	79,9
Sulfato de Amónio N=20%	254,6	-	-	-	-
Total	334	90	600	205,8	79,9

4.2.3 - Controlo da rega

O controlo da rega foi comandado automaticamente por tensiómetros eléctricos (modelo "Nardeux", DTR 1000) ligados em série, com válvulas eléctricas e relógios eléctricos. O tensiómetro definia o início e fim da sucessão de regas, enquanto que o relógio determinava a duração das mesmas. Era necessário que tensiómetro e relógio estivessem na posição de ligado para que a rega acontecesse.

Os tensiómetros depois de previamente calibrados foram colocados na linha de cultura, a 20 cm de profundidade e a 20 cm de distância do 5º gotejador a contar da cabeceira do talhão (a meio da distância entre dois gotejadores sucessivos). Cada modalidade regada foi controlada por um tensiómetro e um relógio eléctrico.

A rega iniciava-se, em cada modalidade, sempre que o tensiómetro marcava -20 KPa.

A duração de cada rega foi controlada por um relógio com 48 palhetas (pernes), correspondendo a cada uma delas o tempo de trinta minutos. Aquelas foram ordenadas da seguinte forma: uma para fora (posição de "ligado") e duas para dentro (posição de "desligado"). Esta ordenação foi estabelecida para o período das oito às vinte horas de cada dia. A partir desta hora todos os pernes ficavam na posição de "desligado". A dotação de cada rega foi aproximadamente de 2,5 mm.

4.2.4 - Observações efectuadas

4.2.4.1 - Controlo diário da água aplicada

O volume de água aplicada pela rega em cada modalidade, expressa em litros, foi controlado diariamente por medidores volumétricos (modelo Bruno Janz DN 20) e registados diariamente às 09:00 horas. O número diário de regas por modalidade foi também anotado.

4.2.4.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio

Os métodos utilizados neste ensaio para determinação da água no solo são iguais aos descritos no ensaio "Influência de diversos potenciais de água no solo sobre o rendimento físico e qualidade da matéria-prima".

a) Controlo hídrico do solo pela sonda de neutrões.

O material e métodos utilizado é idêntico ao descrito no ponto II - 2.2.5.2.1.. As únicas diferenças residem nos seguintes aspectos:

- Neste ensaio só se utilizaram tubos de alumínio.
- Os tubos de acesso da sonda de neutrões foram colocados na linha de cultura a 20 cm do 7º gotejador (a contar da cabeceira do talhão), isto é, a meio da distância entre o 7º e 8º gotejador numa das linhas laterais de cada talhão (Ver Fig. 8). Cada modalidade dispunha de quatro tubos de leitura, isto é, um por repetição.

- Em 1988 as leituras foram feitas diariamente de 2ª a 6ª feira, com início das contagens às 09:00 horas. Em 1989 e 1990 as leituras fizeram-se semanalmente, isto é, todas as 5ª feiras com início às 09:00 horas.

b) Controlo hídrico com tensiómetros

Com a finalidade de se completar a informação obtida através da sonda de neutrões, foram instalados tensiómetros com manómetros de vácuo (modelo "Jet-fill - 2725 AR"). Estes foram colocados verticalmente na linha de cultura, a 20 cm de distância do 5º e 6º gotejador e com os bolbos cerâmicos a 20, 60 e 100 cm de profundidade. Cada modalidade "regada" dispunha de três conjuntos (20, 60 e 100 cm de profundidade) de tensiómetros (Ver Fig. 8).

Os valores da tensão de água no solo foram lidos diariamente (excepto Sábados e Domingos durante os meses de Maio e Junho) às 09:00 horas da manhã.

c) Determinação da toalha freática

Procedeu-se do mesmo modo que no ensaio descrito e analisado no ponto 2 deste capítulo.

4.2.4.3 - Na parte aérea da planta

4.2.4.3.1 - Períodos de desenvolvimento. Ciclo cultural

A metodologia seguida nesta experiência foi igual à utilizada no ensaio já analisado no ponto 2.

4.2.4.3.2 - Potencial da água na planta (Φ_L)

O material e métodos usados nestes ensaios foram idênticos aos descritos no ponto 2.2.5.4.3 deste capítulo.

4.2.4.3.3 - Rendimento físico por classe de frutos

O material e métodos usados nesta experiência foram idênticos aos utilizados no ponto 2.2.5.4.5 deste capítulo.

4.2.4.3.4 - Características tecnológicas da matéria-prima

O material e métodos usados nestes ensaios foram iguais aos descritos no ponto 2.2.5.4.6 deste capítulo.

A metodologia seguida em 1988 foi idêntica à utilizada em 1989.

4.3 - Apresentação e discussão de resultados

4.3.1 - Resultados de 1988

4.3.1.1 - Água aplicada à cultura

A sementeira desta experiência efectuou-se em 19 de Abril . Durante o período de desenvolvimento A (da sementeira ao desbaste), a água aplicada à cultura, através da rega e da precipitação foi respectivamente de 24,5 e 93,7 mm.

Os valores de água aplicada pela rega e precipitação nos períodos de desenvolvimento B, C e D estão representados na Tabela 57.

Tabela 57 - Valores da água aplicada pela rega e pela precipitação durante os períodos de desenvolvimento B, C e D.

Períodos de desenvolv.	Período	Rega (mm)		Precipitação (mm)	Rega + Precipitação (mm)	
		MR	MNR		MR	MNR
B	25/5 a 22/6	41,7	0	134,2	175,9	134,2
C	23/6 a 30/7	161,6	10,3	71,4	233,0	81,7
D	31/7 a 30/8	187,0	6,3	0,0	187,0	6,3

MR = Valores médios das modalidades regadas. MNR = Valores médios das modalidades não regadas.

Os valores de precipitação registados durante os períodos B e C foram elevados, principalmente durante o primeiro o que poderá ter atenuado ou anulado as diferenças entre as modalidades regadas e as não regadas.

As relações entre a água aplicada (rega + precipitação) à cultura e a evapotranspiração de referência (ET_o), a evaporação da tina Classe A (E_t) e a evaporação pelo método Piche (E_p) podem ser analisadas na Tabela 58.

Tabela 58 - Coeficientes nas "modalidades regadas" entre a água aplicada (rega (R) + precipitação (P)) e ET_o, E_t e E_p.

Períodos de desenvolv.	R+P (mm)	ET _o (mm)	E _t (mm)	E _p (mm)	(R+P)/ET _o	(R+P)/E _t	(R+P)/E _p
B	175,9	130,3	166,2	117,7	1,3	1,1	1,5
C	233,0	177,3	206,1	141,6	1,3	1,1	1,6
D	187,0	150,8	198,3	148,0	1,2	0,9	1,3

ET_o = Evapotranspiração de referência; E_t = Evaporação na tina Classe A; E_p = Evaporação pelo método de Piche.

Os valores dos coeficientes apresentados na Tabela anterior, principalmente os relativos ao período B, são elevados comparativamente com os apresentados nos pontos 2.3.1.1.3 e 2.3.2.1.3. Isto deve-se aos elevados valores de precipitação e ao facto de não se ter corrigido os valores de rega e precipitação com a quantidade de água perdida por percolação, pois não se instalaram lisímetros de drenagem neste ensaio.

4.3.1.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio

A caracterização hídrica do perfil do solo ao longo do ciclo cultural foi avaliado recorrendo a tensiómetros e à sonda de neutrões como nos ensaios anteriores.

Tensiómetros

A evolução dos potenciais de água no solo medidos com tensiómetros eléctricos e "Jet-fill" apresenta-se na Figura 79.

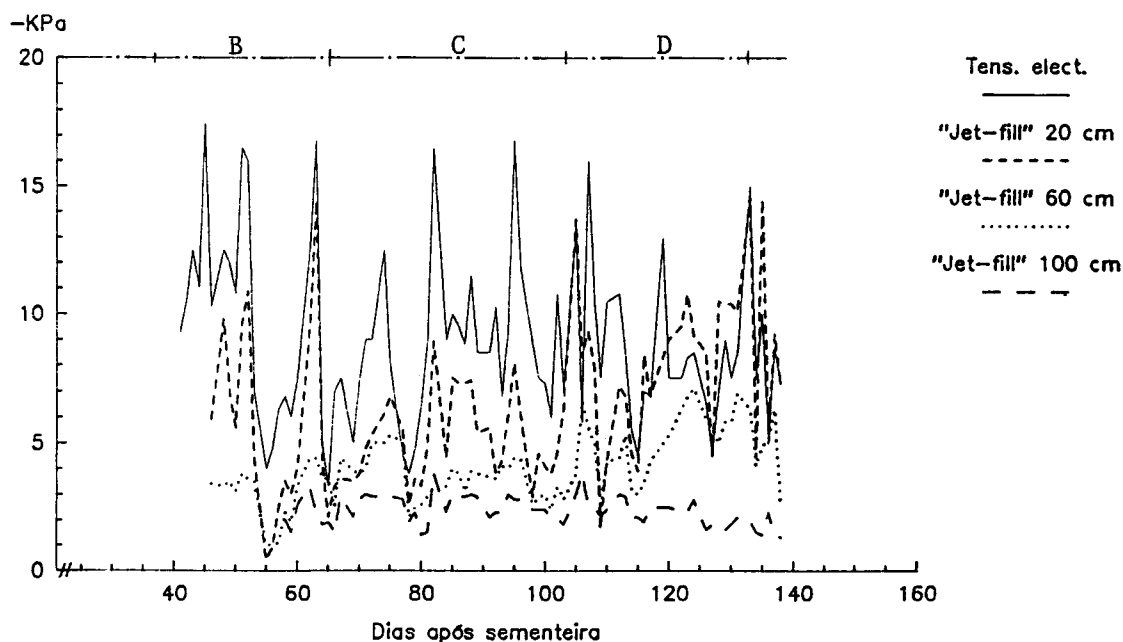


Fig. 79 - Evolução dos potenciais de água no solo nas modalidades regadas (média de 4 modalidades). B, C e D = períodos de desenvolvimento.

Os valores da Figura anterior referem-se à média das modalidades regadas. Como se pode verificar, quer o tensiómetro eléctrico, quer os tensiómetros de vácuo "Jet-fill" a diversas profundidades, apresentam potenciais de água no solo acima do valor do ponto de rega estabelecido, isto é, -20 KPa.

Sonda de neutrões

Para completar a informação obtida com os tensiómetros nos talhões regados, procedeu-se também à determinação diária da humidade volumétrica a diferentes profundidades do perfil do solo. As determinações com este equipamento revestiu-se de grande importância para caracterização hídrica dos talhões

não regados, pois como foi referido anteriormente os tensiómetros, por razões intrínsecas de funcionamento, só foram utilizados nos talhões regados.

Os valores de humidade volumétrica nas modalidades sujeitas a elevados potenciais de água no solo e as modalidades não regadas estão representadas respectivamente nas Figuras 80 e 81.

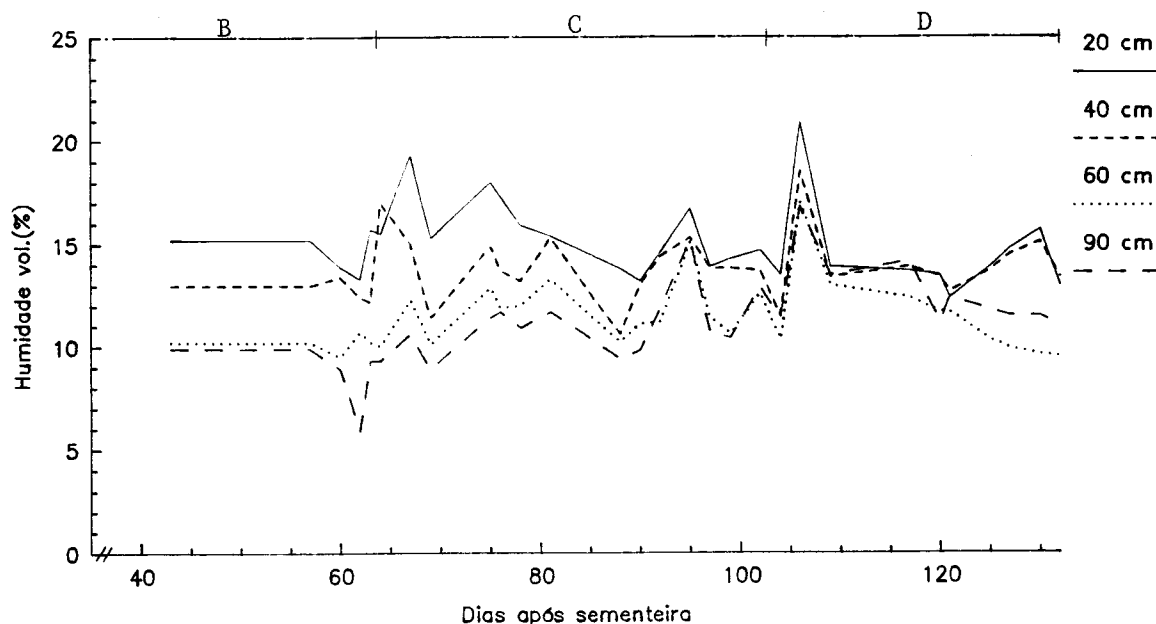


Fig. 80 - Evolução da humidade volumétrica nas modalidades sujeitas a elevados potenciais de água no solo (média de 4 modalidades). B, C e D = períodos de desenvolvimento.

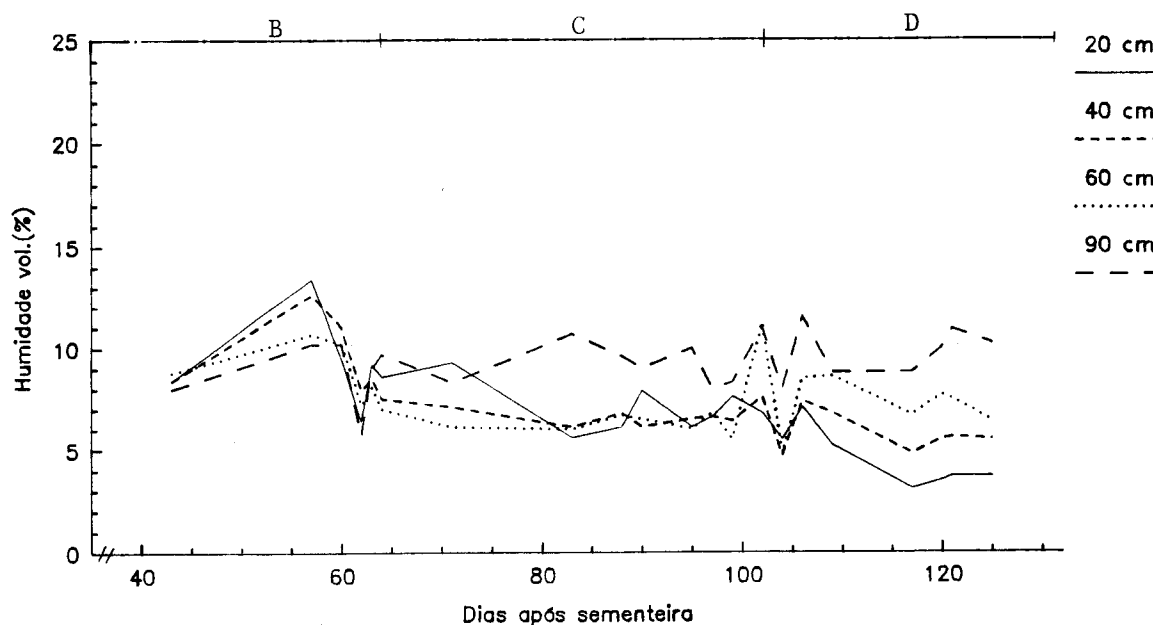


Fig. 81 - Evolução da humidade volumétrica nos talhões não regados (média de 4 modalidades). B, C e D = períodos de desenvolvimento.

Nos talhões regados (Figura 80), a humidade volumétrica a 20 cm apresenta valores na ordem dos $0,15 \text{ cm}^3$ de água por cm^3 de solo. A partir do meio do período de desenvolvimento C, os valores apresentam-se muito semelhantes nas diferentes profundidades, o que significa que todo o perfil do solo se encontrava com elevados potenciais.

Na Figura 81, que caracteriza a evolução hídrica dos talhões não regados, ressalta os elevados valores de humidade volumétrica durante o período B e que ficou a dever-se aos elevados valores de precipitação ocorrida durante esse período. A partir daqui a humidade registada a 20 e 40 cm mantém-se a níveis de $0,05$ a $0,07 \text{ cm}^3$ de água por cm^3 de solo, o que corresponde a potenciais de -400 a -150 KPa .

4.3.1.3 - Elementos relativos à parte aérea

4.3.1.3.1 - Rendimento físico por classes de frutos

A influência de elevados potenciais de água no solo nas diversas classes de fruto que constituem a produção total, está representada nas Tabelas 59 e 60.

Na produção comercial e total, a influência dos elevados potenciais de água no solo fez-se sentir principalmente nos períodos de desenvolvimento C e D. RUDICH *et al.*, (1977 e 1979) e RENDON e AMBRI (s/d) chegaram a conclusões semelhantes. A análise de variância (Tabela 60) e os valores que constam da Tabela 61 mostram que a contribuição do período C na produção comercial foi relativamente maior do que o período D. RUDICH *et al.* (1977 e 1979), pelo contrário, concluíram que a rega no período D é mais importante do que no estágio C. Em termos de produção total, ambos os períodos se manifestaram igualmente influentes. Os baixos potenciais de água no solo durante o período B não influenciaram o rendimento comercial e total quando comparado com a "não rega" durante o mesmo período.

A influência dos elevados potenciais de água no solo, em diferentes períodos de desenvolvimento, nas restantes classes de fruto que constituem a produção total (Tabelas 59 e 60), foi resumidamente a seguinte:

- A produção de frutos alaranjados expressa em toneladas por hectare, não apresentou diferenças significativas entre talhões regados e não regados, em nenhum dos períodos de desenvolvimento.

Tabela 59 - Resumo da análise de variância da produção por classes de frutos ($t \cdot ha^{-1}$). B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega

Elementos	Produção t/ha						
	Comercial	Alaranj.	Verdes	Podres	P.apical	Queim.	Total
B							
1	42,730 a	3,276 a	3,589 a	2,091 a	0,093 a	0,353 a	48,857 a
0	41,865 a	3,889 a	3,972 a	2,446 a	0,213 a	0,569 a	49,066 a
C							
1	55,211 a	3,691 a	4,219 a	2,088 a	0,189 a	0,748 a	62,456 a
0	29,384 b	3,474 a	3,342 a	2,449 a	0,117 a	0,174 b	35,466 b
D							
1	51,834 a	3,661 a	5,140 a	4,265 a	0,175 a	0,058 b	61,471 a
0	32,761 b	3,504 a	2,421 b	0,273 b	0,175 a	0,864 a	36,452 b
B x C							
1 1	56,381 a	3,139 a	4,568 a	1,758 a	0,076 b	0,504 ab	63,286 a
0 1	54,042 a	4,242 a	3,871 a	2,418 a	0,303 a	0,992 a	61,627 a
0 0	29,688 b	3,536 a	4,073 a	2,474 a	0,123 ab	0,146 c	36,505 b
1 0	29,079 b	3,413 a	2,611 a	2,425 a	0,111 ab	0,202 c	34,428 b
B x D							
1 1	52,928 a	3,647 ab	4,413 ab	3,968 a	0,075 a	0,000 b	61,385 a
0 1	50,739 a	3,675 ab	5,867 a	4,561 a	0,274 a	0,115 b	61,557 a
1 0	32,991 b	2,905 b	2,766 bc	0,214 b	0,111 a	0,706 a	36,329 b
0 0	32,532 b	4,103 a	2,077 c	0,331 b	0,153 a	1,023 a	36,575 b
C x D							
1 1	63,809 a	3,849 a	5,520 a	3,877 a	6,337 a	0,115 b	73,658 a
1 0	46,614 b	3,532 a	2,919 bc	0,300 b	0,042 b	1,381 a	51,255 b
0 1	39,859 c	3,472 a	4,760 ab	4,653 a	0,12 b	0,000 b	49,283 b
0 0	18,909 d	3,476 a	1,924 c	0,246 b	0,222 ab	0,348 b	21,649 c
B x C x D							
1 1 1	66,412 a	3,088 abc	5,436 a	3,294 a	0,127 b	0,000 c	75,270 a
0 1 1	61,205 a	4,611 a	5,603 a	4,460 a	0,547 a	0,230 c	72,046 a
1 1 0	46,350 b	3,190 abc	3,699 ab	0,222 b	0,024 b	1,008 bc	51,302 b
0 1 0	46,878 b	3,873 abc	2,139 b	0,377 b	0,060 b	1,754 a	51,207 b
0 0 1	40,274 c	2,738 bc	6,131 a	4,663 a	0,000 b	0,000 c	51,067 b
1 0 1	39,444 c	4,206 ab	3,389 ab	4,643 a	0,024 b	0,405 c	47,500 b
1 0 0	18,714 d	2,619 c	1,833 b	0,207 b	0,198 b	0,000 c	21,356 c
0 0 0	19,103 d	4,333 a	2,016 b	0,286 b	0,246 ab	0,291 c	21,942 c
DP	3,562	1,064	1,964	1,283	0,214	0,496	5,117
Significância							
B	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C	***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	***
D	***	N.S.	***	***	N.S.	***	***
B x C	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
B x D	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C x D	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	*	N.S.
B x C x D	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

NOTA: DP = Desvio padrão; * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, $P < 0,05$).

Tabela 60 - Resumo da análise de variância da produção por classes de frutos (% em relação à prod. total). B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega

		% da Produção total										
Elementos		Alaranjados		Verdes		Podres		Pod. apical		Queimados		
B												
0		9,8	a	8,0	a	4,3	a	0,5	a	1,3	a	
1		8,0	a	7,5	a	3,9	a	0,3	a	1,0	a	
C												
0		11,7	a	8,9	a	5,3	a	0,5	a	0,8	a	
1		6,0	b	6,5	a	2,9	b	0,3	b	1,4	a	
D												
0		11,6	a	7,1	a	0,9	b	0,6	a	2,2	a	
1		6,1	b	8,3	a	7,4	a	1,3	b	0,1	b	
B x C												
1	1	5,1	b	7,2	ab	2,4	b	0,1		1,0	ab	
0	1	6,9	b	5,9	b	3,5	ab	0,5		1,9	a	
1	0	10,8	a	7,7	ab	5,4	a	0,5		1,0	ab	
0	0	12,6	a	10,1	a	5,2	a	0,6		0,7	b	
B x D												
1	1	6,4	c	7,2	a	5,3	b	0,1		0,0	b	
0	1	5,8	c	9,4	a	9,4	a	0,4		0,1	b	
1	0	9,5	b	7,7	a	0,6	c	0,5		2,0	a	
0	0	13,7	a	6,5	a	1,2	c	0,6		2,4	a	
C x D												
1	1	5,2	b	7,4	a	5,3	b	0,5	b	0,2	b	
1	0	6,8	b	5,7	a	0,6	c	0,1	c	2,7	a	
0	1	7,1	b	9,2	a	9,4	a	0,0	c	0,0	b	
0	0	16,3	a	8,6	a	1,2	c	1,1	a	1,7	a	
B x C x D												
1	1	1	4,1	e	7,3	ab	4,4	cd	0,2	b	0	c
0	1	1	6,4	e	7,6	ab	6,3	bc	0,8	a	0	c
1	1	0	6,2	e	7,2	ab	0,4	d	0,1	b	2,0	b
0	1	0	7,5	de	4,2	b	0,8	d	0,1	b	3,5	a
0	0	1	5,3	e	11,3	a	9,1	ab	0,0	b	0,3	c
1	0	1	8,9	cd	7,2	ab	9,8	a	0,1	b	0	b
1	0	0	12,8	bc	8,3	ab	1,0	d	1,0	a	2,0	ab
0	0	0	19,9	a	8,9	ab	1,3	d	1,2	a	1,4	bc
DP		2,791		3,699		2,114		0,342		1,021		
Significância												
B		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		
C		***		N.S.		**		*		N.S.		
D		***		N.S.		***		*		***		
B x C		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		
B x D		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		
C x D		***		N.S.		*		***		N.S.		
B x C x D		**		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

Tabela 61 - Influência dos elevados potenciais de água no solo em diferentes períodos de desenvolvimento (B, C e D) nas produções comercial e total.

Períodos de desenvolvimento	Prod.Comercial como % do control M0		Produção Total como % do control M0	
	Período de desenv. D		Período de desenv. D	
	-	+	-	+
0	100	211	100	233
B	98	206	97	216
C	245	320	233	328
B + C	243	348	234	343

+ = Rega no período D; - = Ausência de rega no período D. 0 = Sem rega

A mesma classe de frutos expressa em percentagem da produção total, já evidenciou diferenças significativas. Os elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D promoveram a diminuição da percentagem de frutos alaranjados.

- A influência da rega na produção de frutos verdes ($t \cdot ha^{-1}$) fez-se sentir no período D. Os elevados potenciais de água no solo durante este período promoveu o desenvolvimento vegetativo, a floração e o vingamento de novos frutos.

Em termos percentuais, não se encontraram diferenças significativas em nenhum período de desenvolvimento.

- A rega em D aumentou significativamente a produção de frutos podres ($t \cdot ha^{-1}$).

Em termos percentuais da produção total, verificou-se que o não se ter regado durante o período C, a percentagem de frutos podres aumentou, enquanto que em D se passou o contrário. Ao analisar-se a interacção C x D (Tabela 60) verifica-se que a percentagem de frutos podres se ficou a dever ao facto de se ter regado no período D e que se agravou

quando não se regou no período C seguido do período D com elevados potenciais de água no solo. O revigoração vegetativo foi elevado neste último caso, o que dificultou a concentração de maturação dos frutos, essencial para a colheita única.

- Os elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D diminuíram significativamente a percentagem de frutos com podridão apical.

Relativamente ao rendimento físico por hectare desta classe de frutos, verificou-se não haver diferenças significativas entre os dois níveis de rega em qualquer dos períodos de desenvolvimento.

- Os baixos potenciais de água no solo durante o período D favoreceram um aumento significativo da percentagem de frutos queimados. Este comportamento poderá estar associado a uma redução mais acentuada da área foliar e por consequência uma exposição directa aos raios solares dum maior número de frutos.

A influência dos baixos potenciais de água no solo nas características qualitativas da produção de frutos vermelhos que fazem parte da produção comercial, podem ser observados na Tabela 59. Os aspectos mais relevantes são os seguintes:

- O calibre dos frutos foram influenciados positivamente pelos elevados potenciais de água no solo

durante os períodos de desenvolvimento C e D. A maior influência fez-se sentir durante o primeiro período.

- A percentagem de frutos sãos aumentou com elevados potenciais de água no solo durante o período C e com baixos potenciais durante os períodos B e D.

- A percentagem de frutos rachados aumentou com a rega durante o período D. Nos outros períodos de desenvolvimento não se verificaram diferenças significativas entre os talhões com baixos ou elevados potenciais de água no solo.

- O número de frutos com antracnose aumentou com a rega nos períodos de desenvolvimento B e D e com baixos potenciais de água no solo durante o período C.

- Os baixos potenciais de água no solo durante os períodos C e D, principalmente durante este último, aumentou a percentagem de frutos com "green-shoulder" (polo peduncular do fruto com *colação* esverdeada).

- O número de frutos escaldados aumentou com a rega durante o período B e com baixos potenciais de água no solo durante os períodos C e D. A Tabela 62 mostra que ao regar-se abundantemente durante o período B seguido de baixos potenciais de água no solo durante os períodos C ou C + D o número de frutos escaldados aumenta significativamente. Este comportamento pode estar ligado a um desenvolvimento vegetativo inicial muito vigoroso, que se interrompe posteriormente provocando uma exposição directa dos frutos à radiação solar.

Tabela 62 - Resumo da análise de variância da qualidade física dos frutos vermelhos da produção comercial. B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega

Elementos	Fruto méd.(g)		Sãos		Nº de frutos												
					Rachados	c/Pedunc.	c/Antracn.	c/P.Ped.Verd.	Escaid.								
B																	
0	65,7	a	75,1	a	0,5	a	0,1	a	4,4	b	10,7	a	9,2	b			
1	64,4	a	63,3	b	1,0	a	0,0	a	6,9	a	8,4	a	16,4	a			
C																	
0	48,8	b	67,5	b	1,1	a	0,1	a	8,4	a	7,0	b	15,4	a			
1	81,3	a	74,9	a	0,4	a	0,0	a	2,9	b	12,2	a	9,8	b			
D																	
0	52,3	b	76,2	a	0,1	b	0,1	a	0,6	b	6,1	b	16,9	a			
1	77,2	a	66,2	b	1,4	a	0,0	a	10,7	a	13,1	a	8,8	b			
B x C																	
1	1	85,7	a	71,3	a	0,8	ab	0,0	a	4,8	b	12,4	a	11,0	b		
0	1	76,9	b	78,5	a	0,0	b	0,0	a	1,0	c	12,0	a	8,5	b		
1	0	43,1	c	63,4	b	1,3	a	0,0	a	9,0	a	4,5	b	21,9	a		
0	0	54,5	d	71,6	a	1,0	ab	0,1	a	7,9	a	9,5	ab	9,9	b		
B x D																	
1	1	72,5	b	60,8	b	1,8	a	0,0	a	12,6	a	12,1	ab	12,9	b		
0	1	81,9	a	71,7	a	1,0	ab	0,0	a	8,8	b	14,0	a	4,6	c		
1	0	56,3	c	73,9	a	0,3	b	0,0	a	1,1	c	4,8	c	20,0	a		
0	0	49,5	d	78,5	a	0,0	b	0,1	a	0,1	c	7,5	bc	13,8	ab		
C x D																	
1	1	98,8	a	74,1	a	0,5	b	0,0	a	4,5	b	16,6	a	4,4	b		
1	0	63,8	b	58,3	b	0,3	b	0,0	a	1,3	c	7,8	b	15,1	a		
0	1	55,6	c	75,6	a	2,3	a	0,0	a	16,9	a	9,5	b	13,1	a		
0	0	42,0	d	76,7	a	0,0	b	0,1	a	0,0	c	4,5	b	18,6	a		
B x C x D																	
1	1	1	1	100,0	a	68,3	bc	1,0	abc	0,0	a	7,3	b	18,5	a	5,3	cd
0	1	1	1	97,5	a	80,0	a	0,0	c	0,0	a	1,8	c	14,8	ab	3,5	d
1	1	0	0	71,3	bc	74,3	ab	0,5	c	0,0	a	2,3	c	6,3	d	16,8	ab
0	1	0	0	56,3	d	77,0	ab	0,0	c	0,0	a	0,3	c	9,3	bcd	13,5	bc
0	0	1	1	66,3	c	63,3	cd	2,0	bc	0,0	a	15,8	a	13,3	abc	5,8	cd
1	0	1	1	45,0	e	53,3	d	2,5	a	0,0	a	18,0	a	5,8	d	20,5	ab
1	0	0	0	41,3	e	73,5	bc	0,0	c	0,0	a	0,0	c	3,3	d	23,3	a
0	0	0	0	42,3	e	80,0	a	0,0	c	0,3		0,0	c	5,8	d	14,0	bc
DP																	
				6,032		7,440		1,145		0,176		1,782		6,010		6,288	
Significância																	
B				N.S.		**		N.S.		N.S.		***		N.S.		**	
C				***		*		N.S.		N.S.		***		*		*	
D				***		**		**		N.S.		***		**		**	
B x C				***		N.S.		N.S.		N.S.		*		N.S.		*	
B x D				N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		*		N.S.		N.S.	
C x D				***		**		*		N.S.		***		N.S.		N.S.	
B x C x D				N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

4.3.1.3.2 - Características tecnológicas da matéria-prima

Esta experiência, tais como as descritas anteriormente, evidenciam que a rega afecta as características tecnológicas da matéria-prima tais como "°brix", sólidos totais, acidez total, cor, etc..Autores como VITTUM *et al.*, (1958), MARTIN *et al.*, (1966), ALJIBURY e MAY, (1970), ADAMS *et al.*, (1973), BAVERLE, (1974), HERMANO *et al.*, (1979), WILLIAMS *et al.*, (1979), RUDICH *et al.*,(1979), CEVIK *et al.*, (1981) obtiveram resultados semelhantes.

A influência de elevados potenciais de água no solo, em diferentes períodos de desenvolvimento, sobre as características qualitativas da matéria-prima pode ser observado na Tabela 63.

A influência dos baixos potenciais de água no solo no "°brix" fazem-se sentir fundamentalmente nos períodos de desenvolvimento C e D. RUDICH *et al.* (1977 e 1979) e RENDOM e AMBRI (s/d) concluíram o mesmo. A análise de variância da Tabela 63 e os valores da Tabela 64 mostram que os baixos potenciais de água no solo durante o período D, deram origem a valores de "°brix" mais elevados do que durante o período C.

Relativamente à cor da matéria-prima, a rega fez-se sentir durante o período D. Ao contrário dos resultados obtidos por RUDICH *et al.*, (1977 e 1979), a cor melhorou com os elevados potenciais de água no solo durante o período D. Este comportamento poderá justificar-se pela maior exposição directa dos frutos aos raios solares, o que dificulta a formação do licopeno, pigmento responsável pela cor vermelha do fruto. Não se deve esquecer que a cultura cresceu e desenvolveu-se em solos arenosos com fraca capacidade de

Tabela 63 - Resumo da análise de variância sobre as características tecnológicas da matéria-prima. B, C e D = Períodos de desenvolvimento: 0 - Sem rega, 1 - Rega. SSPC = ("°brix" x Prod. Comercial) ÷ 100.

Elementos	Características Tecnológicas		
	"°brix"	Cor (a/b - Gardner)	SSPC (ct/ha)
B			
0	5,9 a	2,125 a	2,303 a
1	6,2 a	2,164 a	2,434 a
C			
0	6,6 a	2,149 a	1,783 b
1	5,5 b	2,140 a	2,954 a
D			
0	7,1 a	2,103 b	2,175 b
1	5,0 b	2,186 a	2,562 a
B x C			
1 1	5,5 c	2,154 a	3,005 a
0 1	5,4 c	2,126 a	2,904 a
1 0	7,0 a	2,174 a	1,863 b
0 0	6,3 b	2,124 b	1,703 b
B x D			
1 1	5,1 c	2,180 a	2,636 a
0 1	4,9 c	2,193 a	2,488 ab
1 0	7,3 a	2,148 a	2,231 bc
0 0	6,9 b	2,058 b	2,119 c
C x D			
1 1	4,9 c	2,170 ab	3,106 a
1 0	6,0 b	2,110 bc	2,803 b
0 1	5,1 c	2,203 a	2,019 c
0 0	8,2 a	2,095 c	1,547 d
B x C x D			
1 1 1	4,7 g	2,153 abc	3,134 a
0 1 1	5,1 fg	2,188 a	3,077 ab
1 1 0	6,2 bc	2,155 ab	2,875 ab
0 1 0	5,8 cd	2,065 bc	2,731 b
0 0 1	4,8 fg	2,198 a	1,899 de
1 0 1	5,4 df	2,208 a	2,138 cd
1 0 0	8,5 a	2,140 abc	1,588 ef
0 0 0	7,9 a	2,050 c	1,506 f
DP			
	0,466	0,071	0,247
Significância			
B	N.S.	N.S.	N.S.
C	***	N.S.	***
D	***	**	***
B x C	N.S.	N.S.	N.S.
B x D	N.S.	N.S.	N.S.
C x D	***	N.S.	N.S.
B x C x D	N.S.	N.S.	N.S.

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

Tabela 64 - Influência dos elevados potenciais de água no solo em diferentes períodos de desenvolvimento no "brix" e na produção de sólidos solúveis por hectare (SSPC).

Período de desenvolvimento	" brix"		SSPC	
	como % do control M0		como % do control M0	
	Período de desenv. D		Período de desenv. D	
	-	+	-	+
O	100,0	60,8	100,0	126,0
B	107,0	68,4	105,4	142,0
C	73,4	64,6	181,3	204,0
B + C	78,5	59,5	190,9	208,1

+ = Rega no período D; - = Ausência de rega no período D.; SSPC = (Prod. Comercial x 'brix) ÷ 100.

retenção para a água. Um corte de rega bastante cedo reduz a área foliar e por consequência diminui a cobertura dos frutos pelas folhas, deixando-os expostos directamente à radiação solar durante o período da maturação.

Na produção de sólidos totais ($t \cdot ha^{-1}$), a influência dos elevados potenciais de água no solo reflectem-se principalmente nos valores dos períodos C e D. A análise de variância e os valores da Tabela 64 mostraram que a rega no período C é mais importante do que no período de desenvolvimento D.

4.3.2 - Resultados de 1989

4.3.2.1 - Água aplicada pela rega

A sementeira directa deste ensaio efectuou-se em 27 de Abril de 1989. Durante o período de desenvolvimento A (da sementeira ao desbaste), a água aplicada à cultura através da rega e da precipitação foi respectivamente de 43,3 e 92,4 mm.

Os valores de água aplicada pela rega e pela precipitação nos períodos de desenvolvimento B, C e D estão representados na Tabela 65.

Tabela 65 - Valores de água aplicada pela rega e pela precipitação durante os diversos períodos de desenvolvimento.

Períodos de desenvolv.	Período	Rega (mm)		Precipitação (mm)	Rega + Precipitação (mm)	
		MR	MNR		MR	MNR
B	3/6 a 3/7	89,7	19,4	0,8	90,5	20,2
C	4/7 a 6/8	251,8	11,2	0,0	251,8	19,2
D	7/8 a 31/8	109,8	4,7	0,0	109,8	4,7

MR = Valores médios das modalidades regadas.
MNR = " " " " não regadas.

As relações entre a água aplicada (rega + precipitação) à cultura e a evapotranspiração de referência na relva (ET_o), a evaporação da tina classe A (Et) e a evaporação pelo método Piche (Ep) podem ser analisados na Tabela 66.

Tabela 66 - Coeficientes nas modalidades regadas entre a água aplicada (rega (R) + precipitação (P)) e a ET_o, Et e Ep.

Períodos de desenvolvimento	R + P (mm)	ET _o (mm)	Et (mm)	Ep (mm)	(R+P)/ET _o	(R+P)/Et	(R+P)/Ep
B	90,5	169,4	221,5	166,8	0,5	0,4	0,5
C	251,8	179,2	238,7	203,4	1,4	1,1	1,2
D	109,8	102,0	130,8	105,3	1,1	0,8	1,0

ET_o = Evapotranspiração de referência; Et = Evaporação na tina classe A; Ep = evaporação pelo método de Piche.

Os valores dos coeficientes apresentados na Tabela anterior são semelhantes aos apresentados em 1988, exceptuando os relativos ao período B que em 1989 se apresentam mais de acordo com os valores da experiência descrita no ponto 2 deste capítulo.

4.3.2.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio

A caracterização hídrica do perfil do solo ao longo do ciclo cultural foi feita recorrendo a tensiómetros e à sonda de neutrões como na experiência realizada em 1988.

Tensiómetros

A evolução dos potenciais de água no solo medidos com tensiómetros eléctricos e "Jet-fill" apresenta-se na Figura 82. Como se pode verificar na mesma figura, os potenciais de água no solo apresentam valores acima do valor correspondente ao ponto de rega (-20 KPa).

Sonda de neutrões

Como complemento da informação obtida com os tensiómetros, apresenta-se também os valores da humidade volumétrica determinados semanalmente com a sonda de neutrões.

Nos talhões regados (Figura 83), as humidades volumétricas a 20 cm de profundidade apresentou valores entre

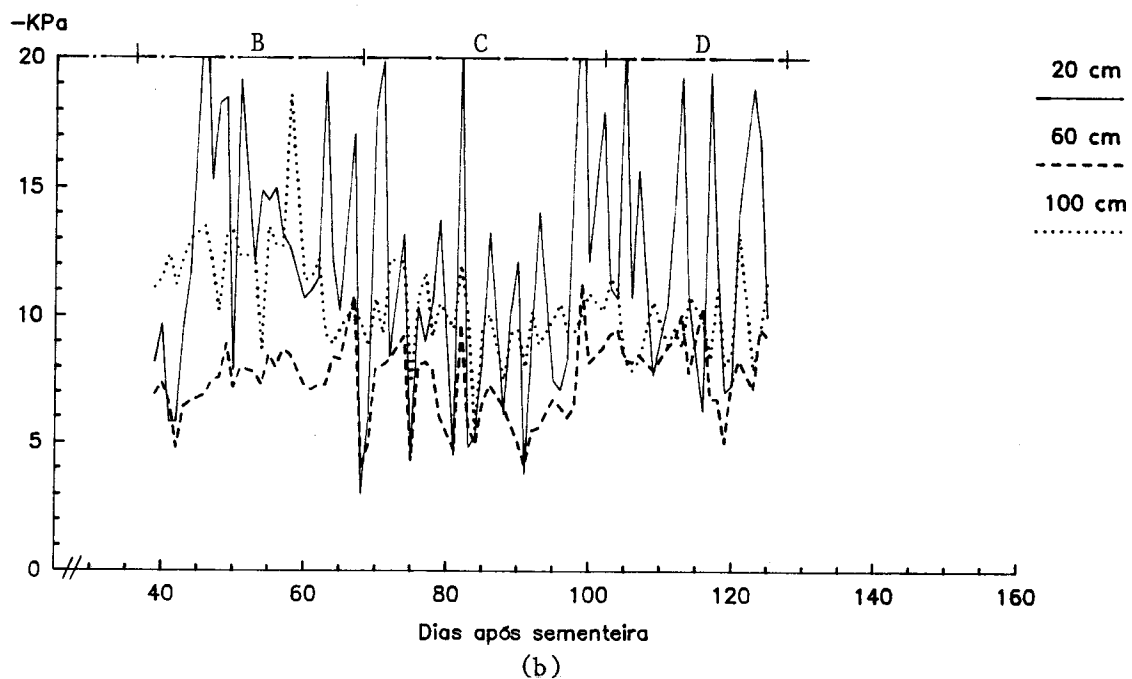
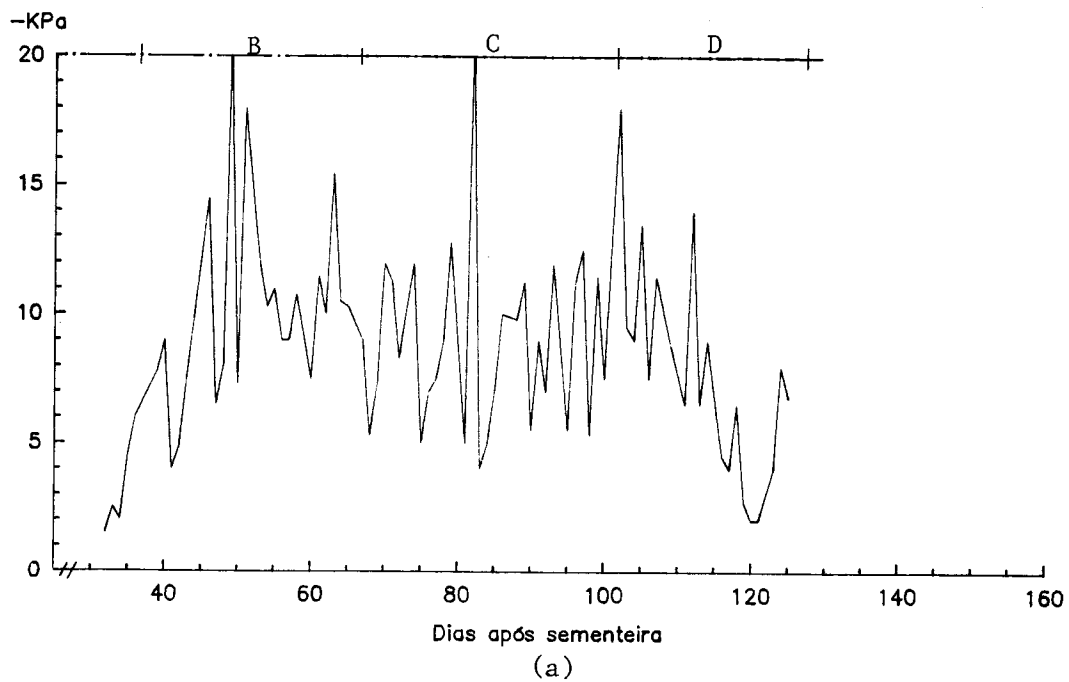


Fig. 82 - Evolução dos potenciais de água no solo nas modalidades regadas (média de 4 modalidades); (a) - Tensiómetros eléctricos, (b) - Tensiómetros "Jet-fill". B, C e D = períodos de desenvolvimento.

entre os 0,15 e 0,28 cm³ de água por cm³ de solo (entre -10 KPa e o correspondente a solo saturado). Para as outras profundidades as humidades volumétricas variaram entre 0,09 e 0,15 cm³, que correspondem a valores de potencial de água no solo de -20 e -5 KPa respectivamente.

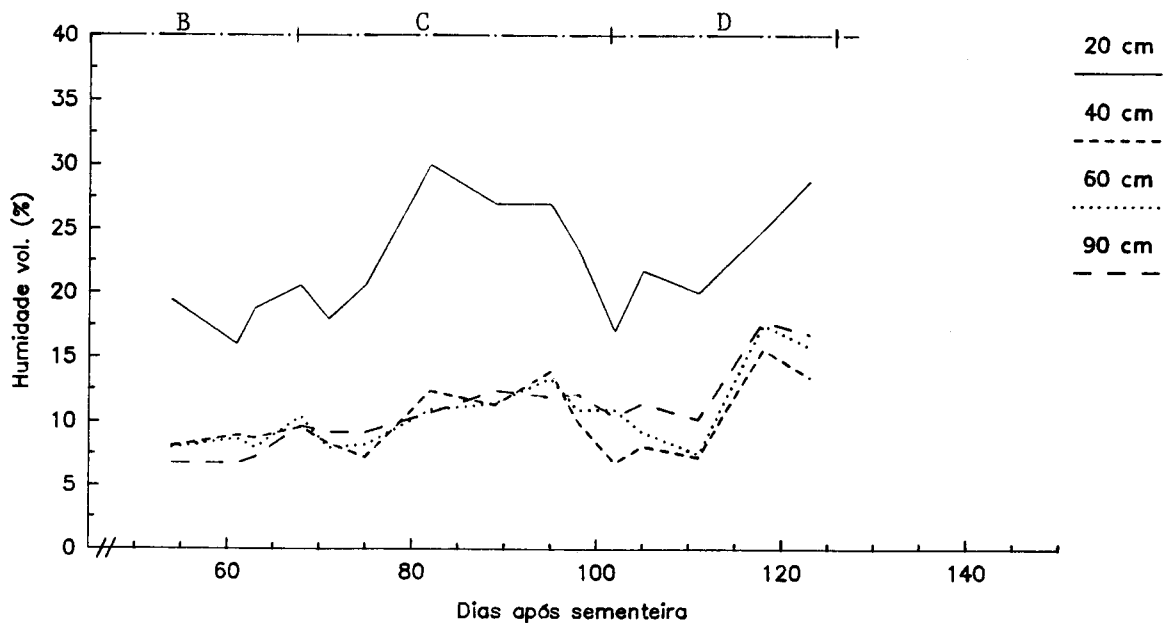


Fig. 83 - Evolução da humidade volumétrica nos talhões regados (média de 4 modalidades).
B, C e D = períodos de desenvolvimento.

A evolução da humidade volumétrica dos perfis de solo dos talhões não regados apresentam-se na Figura 84. Os valores para a profundidade de 20 cm variaram entre 0,03 e 0,06 cm³ · cm⁻³, o que correspondem a potenciais de água no solo de -1500 a -200 KPa.

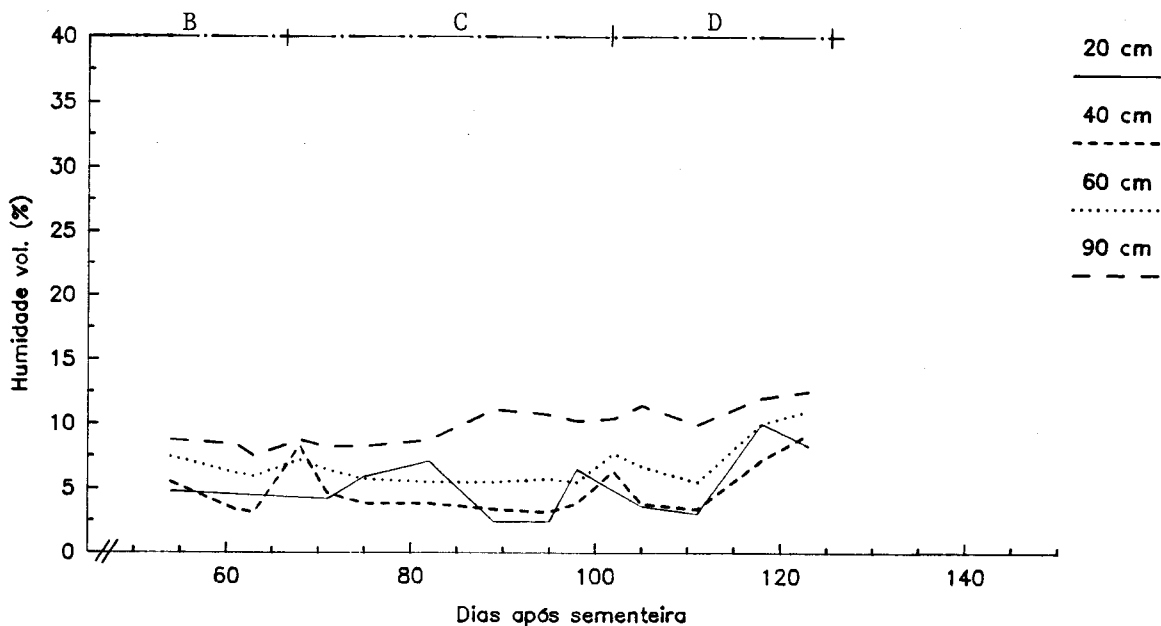


Fig. 84 - Evolução da humidade volumétrica nos talhões não regados (média de 4 modalidades). B, C e D = períodos de desenvolvimento.

4.3.2.3 - Elementos relativos à parte aérea

4.3.2.3.1 - Evolução do potencial de água na planta (Φ_L)

Os valores dos potenciais de água nas folhas obtidos durante o ciclo cultural, podem ser observados na Figura 85. O valor médio e desvio padrão dos potenciais de base durante o ciclo cultural foi de -160 ± 40 KPa para as modalidades regadas (MRM) e de -570 ± 170 KPa para as modalidades sem rega (MNRM). Este comportamento está de acordo com os valores apresentados no capítulo 2.

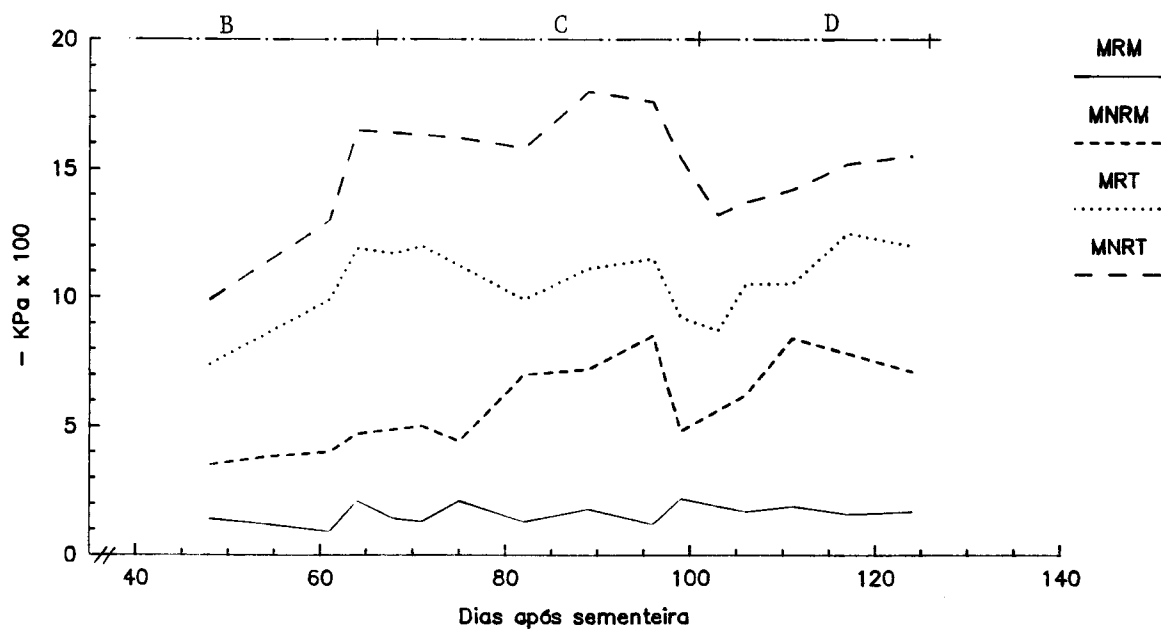


Fig. 85 - Evolução semanal ao longo do ciclo cultural dos potenciais de base nas modalidades regadas (MRM) e modalidades sem rega (MNRM) e os potenciais ao meio-dia solar nos talhões com rega (MRT) e nos talhões sem rega (MNRT). B, C e D = períodos de desenvolvimento.

4.3.2.3.2 - Rendimento físico por classes de frutos

A influência de elevados potenciais de água no solo no rendimento físico, expresso nas diversas classes de fruto que constituem a produção total, estão representados nas Tabelas 67 e 68.

Tabela 67 - Resumo da análise de variância da produção por classes de frutos (t·ha⁻¹). B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega

Elementos	Produção t/ha						Total		
	Comercial	Alaranj.	Verdes	Podres	P.apical	Queim.			
B									
1	43,246 a	3,612 a	3,515 a	2,390 a	0,634 a	0,676 a	50,461 a		
0	42,172 a	3,309 a	2,768 a	1,610 a	0,258 b	0,789 a	47,600 a		
C									
1	61,800 a	2,909 b	3,728 a	2,057 a	0,603 a	0,918 a	69,105 a		
0	23,618 b	4,012 a	2,555 a	1,946 a	0,290 b	0,547 a	28,956 b		
D									
1	54,454 a	4,346 a	4,046 a	2,530 a	0,553 a	0,947 a	62,530 a		
0	30,964 b	2,574 b	2,237 b	1,473 b	0,339 a	0,518 b	35,531 b		
B x C									
1	1	63,042 a	3,237 ab	4,113 a	2,595 a	1,012 a	0,693 ab	71,450 a	
0	1	60,559 a	2,581 b	3,342 ab	1,518 a	0,257 b	1,143 a	66,756 a	
1	0	23,450 b	3,988 a	2,917 ab	2,85 a	0,194 b	0,658 ab	29,468 b	
0	0	23,786 b	4,036 a	2,194 b	1,707 a	0,323 b	0,435 ab	28,444 b	
B x D									
1	1	54,432 a	5,025 a	4,476 a	3,209 a	0,852 a	0,715 ab	63,685 a	
0	1	54,476 a	3,668 b	3,616 b	1,850 b	0,254 b	1,179 a	61,375 a	
1	0	32,059 b	2,200 c	2,554 b	1,571 b	0,417 b	0,637 ab	37,238 b	
0	0	29,869 b	2,949 bc	1,920 b	1,375 b	0,262 b	0,399 b	33,825 b	
C x D									
1	1	81,184 a	3,765 b	4,622 a	2,250 a	0,824 a	0,908 a	89,788 a	
1	0	42,417 b	2,052 c	2,833 ab	1,863 b	0,381 b	0,929 a	48,230 b	
0	1	27,724 c	4,127 a	3,471 a	2,809 a	0,252 b	0,986 a	35,272 c	
0	0	19,512 d	3,097 bc	1,640 b	1,083 b	0,298 b	0,107 b	22,640 d	
B x C x D									
1	1	1	82,571 a	3,993 bc	5,143 a	3,167 a	1,309 a	0,196 c	98,387 a
0	1	1	79,797 a	3,538 bcd	4,101 ab	1,333 b	0,339 bc	1,619 a	87,190 a
1	1	0	43,512 b	2,481 de	3,083 abc	2,024 b	0,714 b	1,191 ab	50,523 b
0	1	0	41,329 b	1,624 e	2,583 bc	1,703 b	0,048 c	0,667 bc	46,322 b
0	0	1	29,154 c	3,798 bc	3,132 abc	2,366 b	0,169 c	0,739 bc	35,560 c
1	0	1	26,293 cd	6,057 a	3,810 ab	3,252 a	0,395 bc	1,233 ab	34,983 c
1	0	0	20,607 de	1,919 de	2,024 bc	1,119 b	0,119 c	0,830 c	23,952 d
0	0	0	18,417 e	4,275 b	1,256 c	1,048 b	0,476 bc	0,131 c	21,328 d
DP			5,164	1,176	1,728	1,073	0,361	0,543	6,170
Significância									
B			N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.
C			***	*	N.S.	N.S.	*	N.S.	***
D			***	***	**	*	N.S.	*	***
B x C			N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.
B x D			N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C x D			***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	***
B x C x D			N.S.	***	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

Tabela 68 - Resumo da análise de variância da produção por classes (% em relação à prod. total). B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega.

Elementos	% da Produção total											
	Alaranjados		Verdes		Podres		Pod. apical		Queimados			
B												
0	9,7	a	6,2	a	4,2	a	0,8	a	1,5	a		
1	8,7	a	7,8	a	5,3	a	1,1	a	1,6	a		
C												
0	14,2	a	8,5	a	6,3	a	1,1	a	1,6	a		
1	4,2	b	5,4	b	3,2	b	0,8	a	1,4	a		
D												
0	9,2	a	6,5	a	4,3	a	1,1	a	1,2	a		
1	9,1	a	7,4	a	5,2	a	0,8	a	1,9	a		
B x C												
1	1	4,6	b	5,8	b	3,7	b	1,4	a	1,3	a	
0	1	3,8	b	5,0	b	2,6	b	0,8	b	1,6	a	
1	0	12,8	a	9,7	a	6,9	a	0,2	b	1,9	a	
1	0	15,5	a	7,4	ab	5,8	ab	1,4	a	1,4	a	
B x D												
1	1	10,8	ab	8,2	a	6,3	a	1,3	a	1,8	a	
0	1	7,4	ab	6,8	a	4,1	a	0,9	b	1,9	a	
1	0	6,6	b	7,3	a	4,4	a	0,4	b	1,4	a	
0	0	11,9	a	5,7	a	4,3	a	1,2	a	1,0	a	
C x D												
1	1	4,2	b	5,0	b	2,5	c	0,9	a	1,0	bc	
1	0	4,2	b	5,9	b	3,8	c	0,8	a	1,9	ab	
0	1	14,8	a	9,9	a	7,8	a	0,8	a	2,7	a	
0	0	14,3	a	7,2	ab	4,9	bc	1,3	a	0,5	c	
B x C x D												
1	1	1	4,3	bc	5,6	b	3,5	bc	1,5	ab	0,2	e
0	1	1	4,1	c	4,5	b	1,5	c	0,4	cd	1,8	bc
1	1	0	4,9	bc	6,2	b	4,0	bc	1,5	ab	2,4	ab
0	1	0	3,5	c	5,6	b	3,4	bc	0,1	c	1,4	bcde
0	0	1	10,8	bc	8,9	ab	6,6	ab	0,5	cd	2,0	abc
1	0	1	17,4	ab	10,9	a	9,1	a	1,1	bc	3,4	a
1	0	0	8,3	bc	8,5	ab	4,8	bc	0,4	cd	0,4	de
0	0	0	20,3	a	5,8	b	4,9	b	2,3	a	0,7	cde

DP	4,536		3,159		2,259		0,609		1,014			
Significância												
B	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.			
C	***		*		***		N.S.		N.S.			
D	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.			
B x C	N.S.		N.S.		N.S.		***		N.S.			
B x D	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.			
C x D	N.S.		N.S.		*		N.S.		***			
B x C x D	**		N.S.		N.S.		**		**			

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

Como se verifica nas Tabelas 67 e 68, a influência dos elevados potenciais de água no solo nas diversas classes de fruto é dum modo geral semelhante aos resultados obtidos no ano de 1988. Convém no entanto realçar alguns aspectos diferentes do que sucedeu em 1988 e que resumidamente são os seguintes:

- Na produção comercial e total, a rega fez-se sentir principalmente nos períodos C e D (idêntico ao ano de 1988). A análise de variância (Tabela 67) e os valores que constam da Tabela 69 mostram que a contribuição da rega do período C nas produções comercial e total foi maior do que em D.

Tabela 69 - Influência dos elevados potenciais de água no solo em diferentes períodos de desenvolvimento (B, C e D) nas produções comercial e total.

Períodos de desenvolvimento	Prod.Comercial como % do control M0		Produção Total como % do control M0	
	Período de desenv. D		Período de desenv. D	
	-	+	-	+
0	100	158	100	167
B	112	143	112	162
C	224	433	218	411
B + C	236	448	238	463

+ = Rega no período D; - = Ausência de rega no período D. 0 - Sem rega

- A produção de frutos alaranjados aumentou com baixos potenciais de água no solo durante o período C e com elevados potenciais durante o período D. O aumento de frutos alaranjados durante o primeiro período está ligado à redução de área foliar e à consequente exposição directa dos frutos à

radiação solar, o que dificultou a formação de licopeno (PORTAS, 1971; RUDICH *et al.*, 1977; GRIEERSON e KADER, 1986). O incremento da produção desta classe de frutos provocado pelos elevados potenciais de água no solo durante o período D, deve-se ao revigoração vegetativo e ao consequente aparecimento de novas flores e frutos, o que dificultou a concentração da maturação.

Em termos percentuais (Tabela 68), só no período C os elevados potenciais de água no solo tiveram influências significativas na redução da percentagem de frutos alaranjados.

Contrariamente aos resultados de 1988, a percentagem de frutos com podridão apical e queimados não apresentaram diferenças significativas entre os níveis regado e não regado, durante os períodos de desenvolvimento B, C e D.

A influência dos baixos potenciais de água no solo na qualidade física dos frutos vermelhos da produção comercial, pode ser observada na Tabela 70. Os aspectos mais relevantes são os seguintes:

O calibre dos frutos foram influenciados positivamente pelos elevados potenciais de água no solo durante os períodos de desenvolvimento B, C e D. A maior influência fez-se sentir durante o período C.

- O número de frutos sãos só foi aumentado pelos elevados potenciais de água no solo durante o período C. Contrariamente aos resultados de 1988, o facto de não se ter regado

durante os períodos B e D não melhorou o número de frutos são relativamente à rega durante os mesmos períodos.

- A percentagem de frutos rachados aumentou com baixos potenciais de água no solo durante os períodos B e C. Em 1988 só durante o período D houve influência, aumentando o número de frutos rachados.

- O número de frutos com antracnose aumentou significativamente com elevados potenciais de água no solo durante os períodos B e D. Contrariamente aos resultados de 1988, não se verificou qualquer influência da rega durante o período C.

- Os baixos potenciais de água no solo durante o período D, aumentou o número de frutos com "green-shoulder".

- Em 1988 e 1989 o número de frutos escaldados aumentou com os baixos potenciais de água no solo durante os períodos C e D. A Tabela 70 mostra também, e contrariamente aos resultados de 1988, que o facto de não se ter regado durante o período B, a percentagem desta classe de frutos aumentou. A diferença de valores naquele período em 1988 e 1989 pode justificar-se pela elevada precipitação ocorrida durante o primeiro ano e ausência no segundo.

Em 1989 a falta de área foliar e a não correcta cobertura dos frutos nas modalidades com ausência de rega durante os períodos B, C e D, contribuíram significativamente para o aumento do número de frutos escaldados.

Tabela 70 - Resumo da análise de variância da qualidade física dos frutos vermelhos da produção comercial. B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega

Elementos	Fruto médio		Nº de Frutos ¹⁾			
	(g)	Sãos	Rachados	c/Antracnose	c/Polo Ped.Verde	Escaldados
B						
0	45,5 b	85,7 a	2,4 a	0,5 b	2,3 a	9,1 a
1	53,1 a	86,9 a	1,8 b	1,6 a	3,1 a	6,2 b
C						
0	38,9 b	84,4 b	3,8 a	0,9 a	2,6 a	8,4 a
1	59,7 a	88,2 a	0,4 b	1,2 a	2,8 a	6,9 b
D						
0	46,5 b	85,8 a	2,0 a	0,4 b	0,7 b	11,1 a
1	52,1 a	86,8 a	2,2 a	1,6 a	4,6 a	4,3 b
B x C						
1 1	69,4 a	89,1 a	0,6 c	1,9 a	3,9 a	3,4 c
0 1	50,0 b	87,3 ab	0,3 c	0,5 b	1,6 b	10,4 a
1 0	36,9 c	84,6 bc	2,8 b	1,2 ab	2,3 b	9,0 ab
0 0	41,0 c	84,1 c	4,6 a	0,5 b	2,9 ab	7,9 b
B x D						
1 1	53,8 a	86,1 ab	1,0 b	2,4 a	5,3 a	4,1 c
0 1	50,5 a	87,6 a	3,4 a	0,9 b	4,0 a	4,4 c
1 0	52,5 a	87,5 a	2,5 a	0,8 b	0,9 b	8,3 b
0 0	40,5 b	83,9 b	1,5 b	0,1 b	0,5 b	13,9 a
C x D						
1 1	68,0 a	86,0 b	0,9 b	1,6 a	5,1 a	5,3 c
1 0	51,4 b	90,4 a	0,0 b	0,8 ab	1,0 b	8,5 b
0 1	36,3 d	87,6 ab	3,5 a	1,6 a	4,1 a	3,3 d
0 0	41,6 c	81,1 c	4,0 a	0,1 b	1,0 b	13,6 a
B x C x D						
1 1 1	77,5 a	83,4 bcd	1,3 c	2,3 ab	7,0 a	4,0 bc
0 1 1	58,5 b	88,8 b	0,5 c	1,0 abc	3,3 b	6,5 b
1 1 0	61,3 b	95,0 a	0,0 c	1,5 abc	0,8 c	2,8 c
0 1 0	41,5 c	85,8 bcd	0,0 c	0,0 c	0,0 c	14,3 a
0 0 1	42,5 c	86,3 bc	6,3 a	0,8 bc	4,8 b	2,3 c
1 0 1	30,0 d	89,0 b	0,8 c	2,5 a	3,5 b	4,3 bc
1 0 0	43,8 c	80,3 d	5,0 a	0,0 c	1,0 c	13,8 a
0 0 0	39,5 c	82,0 cd	3,0 b	0,3 c	1,0 c	13,5 a
DP						
	4,958	2,861	0,870	1,126	1,412	1,808
Significância						
B	***	N.S.	*	*	N.S.	***
C	***	***	***	N.S.	N.S.	*
D	**	N.S.	N.S.	**	***	***
B x C	***	N.S.	**	N.S.	**	***
B x D	N.S.	N.S.	***	N.S.	N.S.	N.S.
C x D	***	***	*	N.S.	N.S.	***
B x C x D	*	***	***	N.S.	*	*

1) Nº de frutos numa amostra de 100 unidades.

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

4.3.2.3.3 - Características tecnológicas da matéria-prima

A influência dos elevados potenciais de água no solo, em diversos períodos de desenvolvimento, sobre as características tecnológicas da matéria-prima, pode ser observada na Tabela 71.

No "°brix" a influência dos baixos potenciais de água no solo fizeram-se sentir fundamentalmente durante os períodos C e D. SIMS *et al.* (1979), RUDICH *et al.* (1977 e 1979) e AMBRI (s/d) referem comportamentos semelhantes. Assim como em 1988, também os resultados deste segundo ano mostram que os baixos potenciais de água no solo durante o período de desenvolvimento D deram origem a maiores valores de "°brix" do que os obtidos durante o período C.

Em relação aos sólidos insolúveis não se obtiveram diferenças significativas entre modalidades regadas e não regadas em nenhum dos períodos de desenvolvimento considerados.

Os baixos potenciais de água no solo durante os períodos C e D aumentaram os sólidos totais dum modo muito semelhante .

Relativamente à acidez total, verificou-se que a rega só teve influência durante o período D. Elevadas tensões de água no solo durante este período aumentou a acidez total. WIGHT *et al.* (1962) , PRASHAR *et al.* (1976), RUDICH *et al.* (1977) e RUDICH e LUCHINSKY (1986) obtiveram resultados semelhantes.

Tabela 71 - Resumo da análise de variância das características tecnológicas da matéria-prima (sumo de tomate). B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega.

Elementos	Características Tecnológicas					
	"° brix"	Sól. Insol.	Sól. Totais	Ac. Total	Côr (a/b Gardner)	
B						
0	6,2 a	0,869 a	7,0 a	0,471 a	2,146 a	
1	5,7 b	1,294 a	6,9 a	0,455 a	2,171 a	
C						
0	6,7 a	1,263 a	8,0 a	0,476 a	2,096 b	
1	5,1 b	0,900 a	6,0 b	0,450 a	2,220 a	
D						
0	6,9 a	1,188 a	7,9 a	0,515 a	2,162 a	
1	4,9 b	0,975 a	6,1 b	0,410 b	2,154 a	
B x C						
1 1	4,9 d	0,987 ab	5,9 b	0,430 a	2,251 a	
0 1	5,4 c	0,813 b	6,2 b	0,469 a	2,189 ab	
1 0	6,4 b	1,600 a	8,1 a	0,480 a	2,09 c	
0 0	7,0 a	0,925 b	7,9 a	0,470 a	2,102 bc	
B x D						
1 1	5,1 c	1,088 ab	6,2 b	0,402 b	2,147 a	
0 1	4,8 c	1,286 a	6,1 b	0,418 b	2,161 a	
1 0	6,2 b	1,500 a	7,7 a	0,507 a	2,194 a	
0 0	7,6 a	0,450 b	8,1 a	0,523 a	2,130 a	
C x D						
1 1	4,4 c	0,838 b	8,9 a	0,380 c	2,225 a	
1 0	5,9 b	0,963 ab	6,8 b	0,510 a	2,215 a	
0 1	5,5 b	1,538 a	7,0 b	0,440 ab	2,084 b	
0 0	7,9 a	0,988 ab	5,2 c	0,512 a	2,109 b	
B x C x D						
1 1 1	4,4 e	0,550 bcd	5,0 d	0,361 c	2,283 a	
0 1 1	4,4 e	1,125 abc	5,5 d	0,399 bc	2,168 abc	
1 1 0	5,4 d	1,425 abc	6,8 c	0,498 ab	2,220 ab	
0 1 0	6,4 c	0,500 cd	6,9 c	0,539 a	2,210 ab	
0 0 1	5,2 d	1,450 ab	6,7 c	0,437 abc	2,155 bc	
1 0 1	5,8 cd	1,625 a	7,4 b	0,443 abc	2,012 d	
1 0 0	7,1 b	1,575 a	8,7 a	0,516 a	2,167 abc	
0 0 0	8,7 a	0,400 d	9,2 a	0,507 ab	2,050 cd	

DP	0,454	0,630	0,688	0,077	0,084	
Significância						
B	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
C	***	N.S.	***	N.S.	***	
D	***	N.S.	***	***	N.S.	
B x C	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
B x D	***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
C x D	***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
B x C x D	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

A rega só mostrou influência na cor da matéria-prima durante o período C. Ao contrário de VITTUM (1962), PRASHAR (1976), RUDICH *et al.* (1977) e RUDICH e LUCHINSKY (1986), os elevados potenciais de água no solo melhoraram a cor. Este comportamento pode estar ligado à má cobertura dos frutos nas modalidades não regadas, o que pode originar uma deficiente formação do licopeno.

A produção de sólidos solúveis (SSPC) e sólidos totais (STPC) por hectare (Tabela 72), tal como em 1988, foram influenciadas positivamente pela rega durante os períodos C e D. A influência mais significativa dos elevados potenciais da água no solo nestes elementos fez-se sentir positivamente durante o primeiro período, tal como aconteceu com as produções comercial e total (ver Tabela 67).

Tabela 72 - Resumo da análise de variância da produção por hectare de sólidos solúveis (SSPC) e sólidos totais (STPC) da produção comercial. B, C e D = Períodos de desenvolvimento: 0 - Sem rega, 1 - Rega

Factores	Produções t / ha	
	SSPC	STPC
B		
0	2,308 a	2,714 a
1	2,222 a	2,683 a
C		
0	1,518 b	1,835 b
1	3,012 a	3,562 a
D		
0	1,996 b	2,307 b
1	2,534 a	3,090 a
B x C		
1 1	2,972 a	3,508 a
0 1	3,053 a	3,616 a
1 0	1,472 b	1,859 b
0 0	1,563 b	1,811 b
B x D		
1 1	2,573 a	3,014 a
0 1	2,495 a	3,166 a
1 0	1,870 b	2,353 b
0 0	2,121 b	2,262 b
C x D		
1 1	3,555 a	4,236 a
1 0	2,470 b	2,888 b
0 1	1,514 c	1,944 c
0 0	1,570 c	1,727 c
B x C x D		
1 1 1	3,630 a	4,079 a
0 1 1	3,475 a	4,394 a
1 1 0	2,309 b	2,937 b
0 1 0	2,632 b	2,838 b
0 0 1	1,516 c	1,937 c
1 0 1	1,512 c	1,950 c
1 0 0	1,432 c	1,768 c
0 0 0	1,611 c	1,685 c
DP		
	0,400	0,537
Significância		
B	N.S.	N.S.
C	***	***
D	***	***
B x C	N.S.	N.S.
B x D	N.S.	N.S.
C x D	***	**
B x C x D	N.S.	N.S.

NOTA: DP = Desvio padrão * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

4.3.3 - Resultado de 1990

4.3.3.1 - Água aplicada pela rega

A data de sementeira deste ensaio realizou-se em 12 de Abril. Durante o período da sementeira ao desbaste, a água aplicada à cultura através da rega e da precipitação foi respectivamente de 12,7 e 28,8 mm.

Os valores de água aplicada pela rega e precipitação nos períodos de desenvolvimento B, C e D são apresentados na Tabela 73.

Tabela 73 - Valores de água aplicada pela rega e precipitação durante os períodos de desenvolvimento em estudo.

Períodos de desenvolv.	Período	Rega (mm)		Precipitação (mm)	Rega + Precipit.(mm)	
		MR	MNR		MR	MNR
B	25/5 a 22/6	72,6	0,0	6,5	79,1	6,5
C	23/6 a 25/7	220,1	23,4	0,6	220,6	24,0
D	26/7 a 21/8	120,3	10,6	0,8	121,1	11,4

MR = Valores médios das modalidades regadas
MNR = " " " " não regadas

As relações entre a água aplicada (rega + precipitação) à cultura e a evapotranspiração de referência na relva (ET_o), a evaporação na tina classe A (E_t) e evaporação pelo método Piche (E_p) podem ser analisados na Tabela 74.

Tabela 74 - Coeficientes nas modalidades regadas entre a água aplicada (rega (R) + precipitação (P)) e a ETo, Et e Ep.

Períodos de desenvolvimento	R + P (mm)	ETo (mm)	Et (mm)	Ep (mm)	(R+P)/ETo	(R+P)/Et	(R+P)/Ep
B	79,1	154,1	229,8	120,3	0,5	0,3	0,7
C	220,6	196,0	308,2	214,7	1,1	0,7	1,0
D	121,4	136,8	225,0	165,0	0,9	0,5	0,7

ETo = Evapotranspiração de referência; Et = Evaporação na tina classe A; Ep = evaporação pelo método de Piche.

Os valores dos coeficientes apresentados na Tabela 74 assemelham-se mais aos resultados de 1989 do que aos de 1988. A razão deste comportamento deve-se fundamentalmente à ocorrência de valores de precipitação muito elevados durante os períodos de desenvolvimento A, B e C no ano de 1988.

4.3.3.2 - Condições hídricas do solo ao longo do ensaio

A caracterização hídrica do perfil do solo foi realizada recorrendo ao mesmo equipamento utilizados nos anos anteriores.

Tensiómetros

A evolução diária dos potenciais de água no solo nas modalidades apresentam-se nas Figuras 86 e 87.

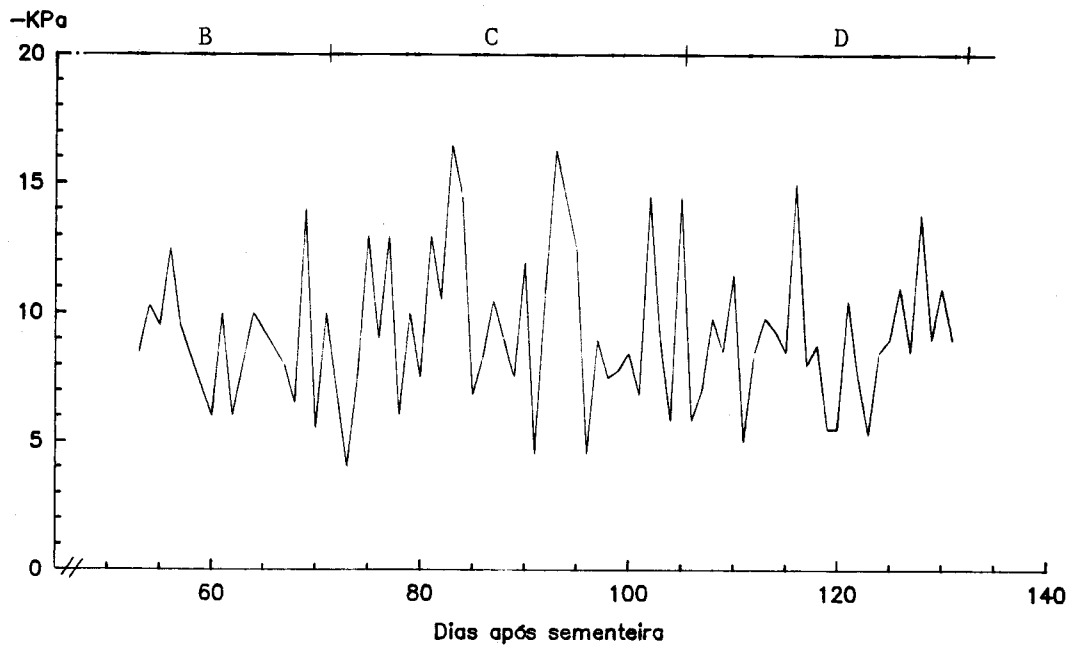


Fig. 86 - Evolução diária dos potenciais de água no solo, medida com os tensiómetros eléctricos (média de 4 modalidades). B, C e D = Períodos de desenvolvimento.

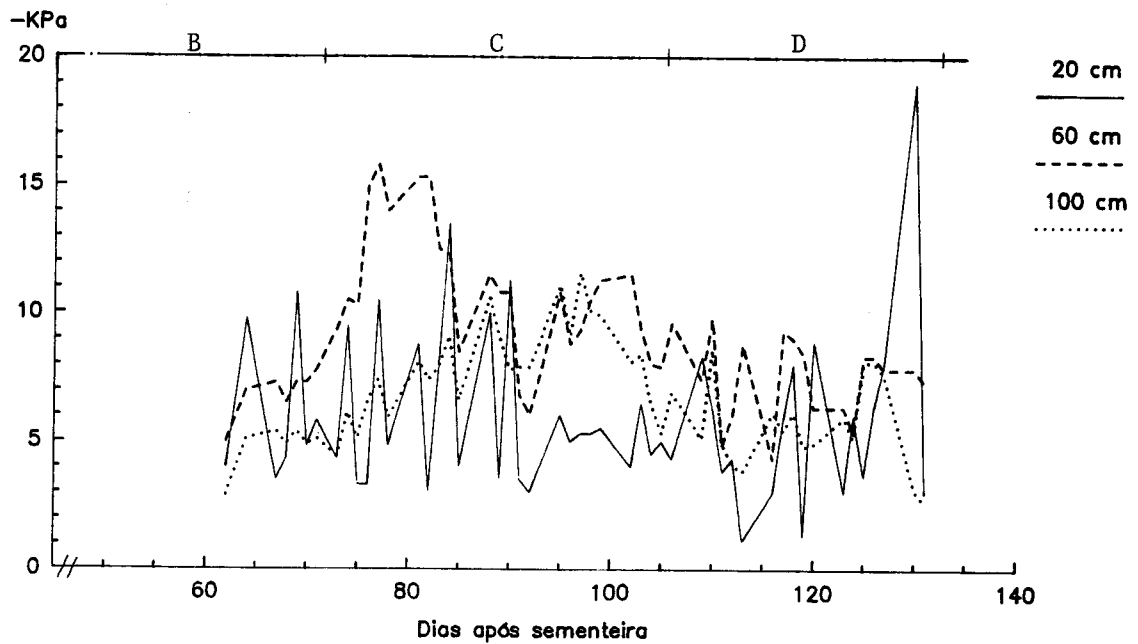


Fig. 87 - Evolução diária dos potenciais de água no solo, medida com tensiómetros "Jet-fill" (média de 4 modalidades). B, C e D = Períodos de desenvolvimento.

Como se pode verificar nas figuras anteriores, os potenciais de água no solo apresentaram ao longo do ciclo cultural e até 90 cm de profundidade valores acima do ponto de rega (-20 KPa).

Sonda de neutrões

A semelhança dos anos anteriores, também em 1990 se recorreu à sonda de neutrões para completar a informação obtida com os tensiómetros.

Os valores de humidade volumétrica nas modalidades regadas apresentam-se na Figura 88. A 20 cm de profundidade os valores variaram entre 0,13 e 0,20 cm³ de água por cm³ de solo, o que correspondem respectivamente a valores de potencial de água no solo na ordem dos -20 a -5 KPa.

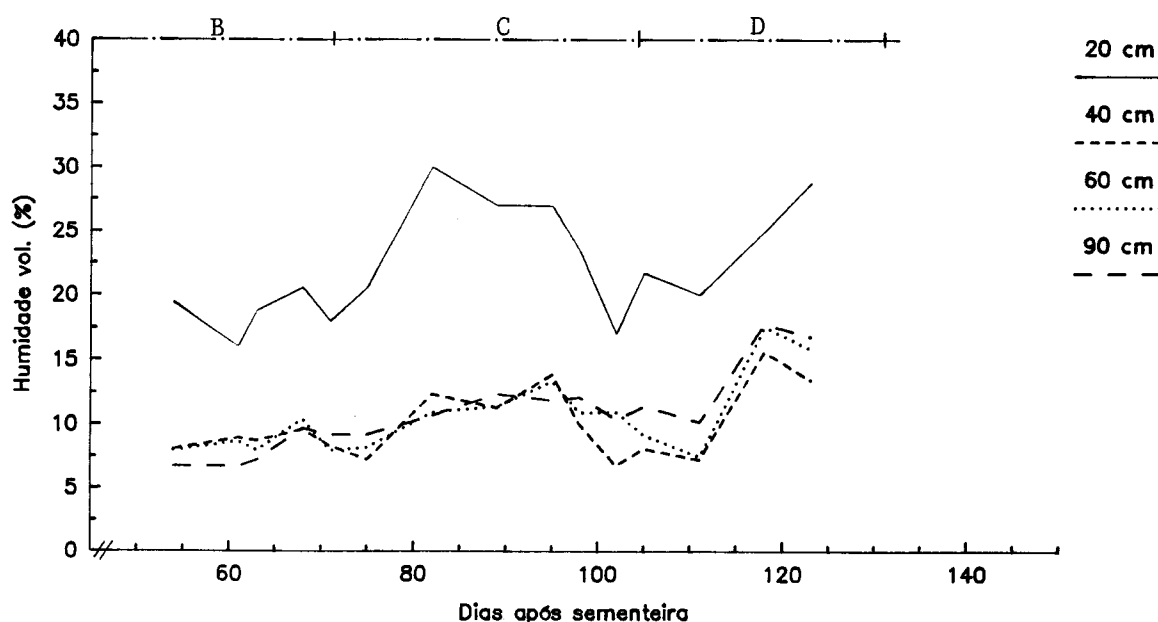


Fig. 88 - Evolução semanal da humidade volumétrica nos talhões regados (média de 4 modalidades)

A evolução da humidade volumétrica nas modalidades não regadas apresentam-se na Figura 89. Os valores para a profundidade de 20 cm oscilaram entre 0,04 e 0,06 cm³ de água por cm³ de solo, o que correspondem respectivamente a potenciais de água no solo na ordem dos -500 a -200 KPa.

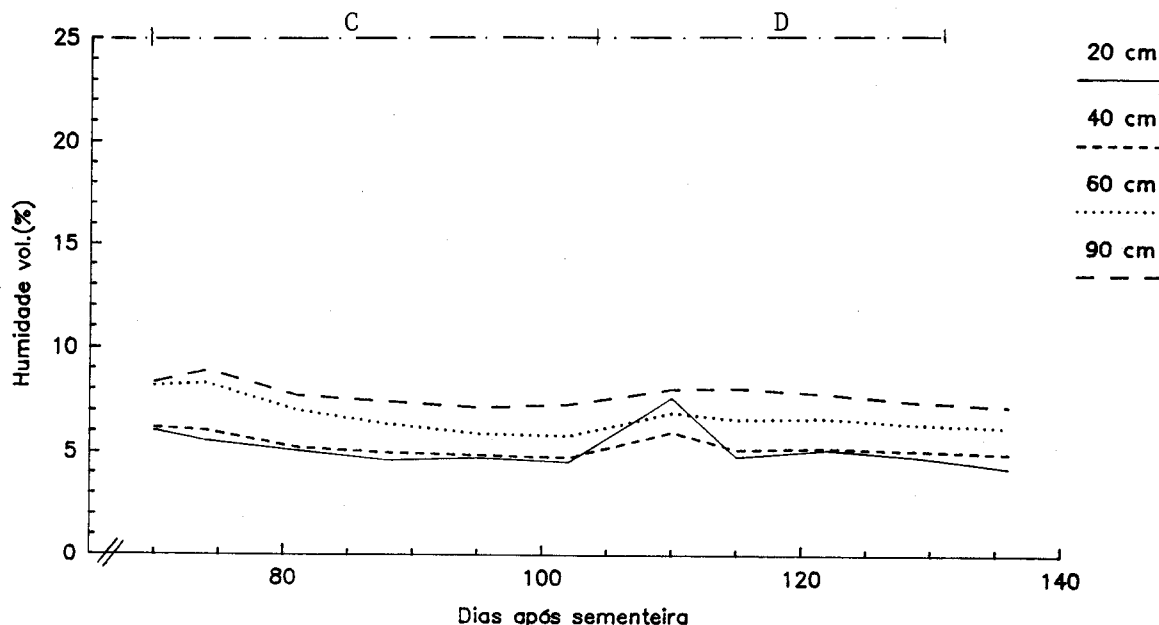


Fig. 89 - Evolução semanal da humidade volumétrica nos talhões não regados (média de 4 modalidades)

4.3.3.3 - Elementos relativos à parte aérea

4.3.3.3.1 - Evolução dos potenciais de água na planta (Φ_L)

A evolução dos potenciais de água nas folhas obtidos durante o ciclo cultural são apresentados na Figura 90. O valor médio e o desvio padrão dos potenciais de base durante o ciclo cultural foi de -196 ± 45 KPa para as modalidades regadas (MRM) e de -570 ± 164 KPa para as modalidades não regadas (MNRM). Estes valores são da mesma ordem de grandeza dos obtidos em 1989.

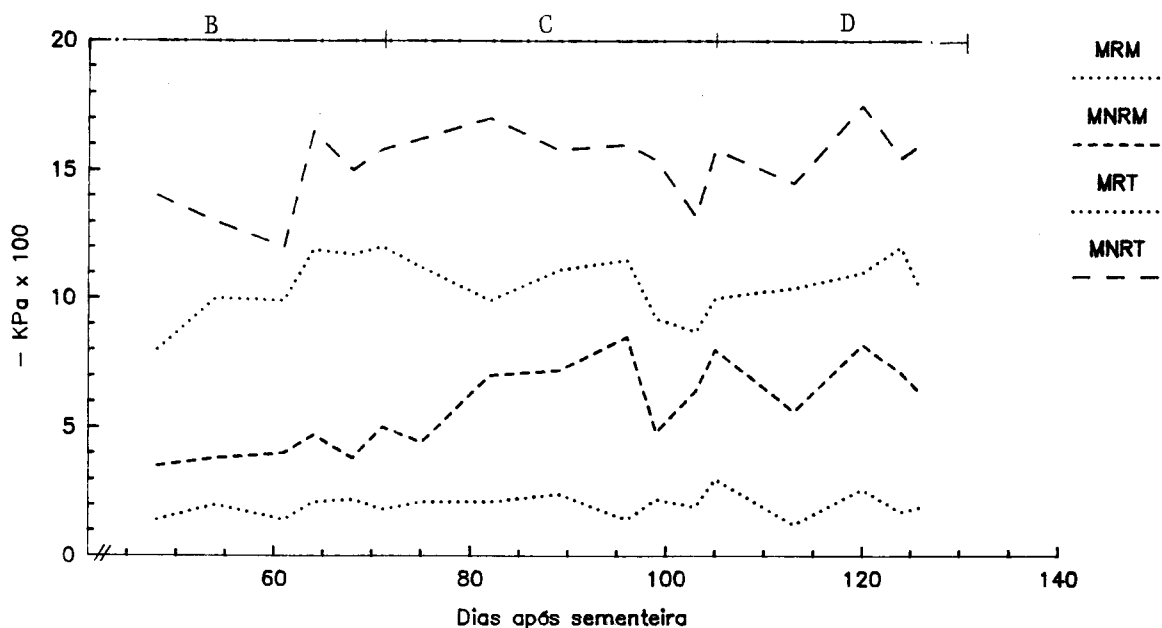


Fig. 90 - Evolução semanal ao longo do ciclo cultural dos potenciais de base nas modalidades regadas (MRM) e nas modalidades não regadas (MNRM) e os potenciais ao meio-dia solar nos talhões com rega (MRT) e nos talhões sem rega (MNRT). B, C e D = Períodos de desenvolvimento.

4.3.3.3.2 - Rendimento físico por classes de frutos

A influência da rega nos períodos de desenvolvimento considerados neste ensaio, apresenta-se nas Tabelas 75 e 76. Ao compararmos os resultados deste ano com os de 1988 e 1989 verifica-se o seguinte:

- A produção comercial e total foi influenciada pelos elevados potenciais de água no solo de modo semelhante ao verificado em 1988 e 1989.

- A produção de frutos alaranjados expressa em toneladas por unidade de superfície não apresenta, tal como em

1988, diferenças significativas entre talhões regados e não regados, em todos os períodos de desenvolvimento.

Em termos de percentagem de produção total, só houve diferenças significativas no período C. Assim como em 1989, os baixos potenciais de água no solo aumentaram o valor percentual desta classe de frutos.

- A resposta da produção de frutos verdes aos elevados potenciais de água no solo apresentou-se semelhante à dos anos anteriores.

- Na produção de frutos podres, os elevados potenciais de água no solo manifestaram a sua influência durante os períodos B e C, aumentando os valores desta classe de frutos. Em 1989 e 1990 a rega só produzia diferenças significativas no período D.

- Os elevados potenciais de água no solo durante os períodos B, C e D diminuíram significativamente a percentagem de frutos com podridão apical. Estes resultados são semelhantes aos obtidos em 1989.

- A percentagem de frutos queimados aumentou com a rega durante o período C. Esta resposta pode ter resultado da abertura do canopeu ao peso dos frutos resultante duma maior produção por hectare.

Os baixos potenciais de água no solo durante o período D favoreceram um aumento significativo da percentagem de frutos queimados. Este comportamento tem uma justificação semelhante à apresentada para os resultados obtidos em 1988.

Tabela 75 - Resumo da análise de variância da produção por classes de frutos (t·ha⁻¹). B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega.

Elementos	Produções t/ha								
	Comercial	Alaranj.	Verdes	Podres	P.apical	Queim.	Total		
B									
1	32,676 a	1,631 a	2,500 a	4,830 a	0,865 a	0,411 a	41,592 a		
0	29,985 a	1,557 a	3,335 a	2,718 b	1,085 a	0,537 a	37,091 b		
C									
1	47,029 a	1,503 a	2,600 a	5,054 a	0,982 a	0,828 a	56,815 a		
0	15,631 b	1,685 a	3,235 a	2,494 b	0,967 a	0,120 b	21,868 b		
D									
1	38,638 a	1,875 a	4,098 a	3,822 a	1,353 a	0,000 b	46,571 a		
0	24,292 b	1,313 a	1,737 b	3,726 a	0,597 b	0,948 a	32,113 b		
B x C									
1	1	49,357 a	1,667 a	2,036 a	6,976 a	0,950 a	0,708 a	60,631 a	
0	1	44,701 a	1,399 a	3,164 a	3,132 b	1,015 a	0,947 a	53,000 b	
1	0	15,994 b	1,595 a	2,964 a	2,684 b	0,780 a	0,113 b	22,554 c	
0	0	15,268 b	1,774 a	3,506 a	2,303 b	1,155 a	0,127 b	21,183 c	
B x D									
1	1	39,387 a	1,959 a	3,435 ab	4,911 a	0,720 c	0,000 b	48,577 a	
0	1	37,350 a	1,792 a	4,762 a	2,542 b	0,468 d	0,000 b	44,564 a	
1	0	25,964 b	1,321 a	1,565 c	4,750 a	1,004 bc	0,821 a	34,607 b	
0	0	22,619 b	1,304 a	1,908 bc	2,893 b	1,702 a	1,074 a	29,619 b	
C x D									
1	1	58,689 a	1,768 a	4,280 a	4,441 ab	0,664 b	0,000 b	68,446 a	
1	0	35,369 b	1,238 a	0,920 b	5,667 a	1,301 a	1,656 a	45,184 b	
0	1	18,048 c	1,982 a	3,917 a	3,012 bc	0,530 b	0,000 b	24,695 c	
0	0	13,214 c	1,387 a	2,553 ab	1,976 c	1,405 a	0,240 b	19,042 c	
B x C x D									
1	1	1	60,750 a	1,870 a	3,369 abc	6,524 a	0,929 bc	0,000 b	71,810 a
0	1	1	56,268 a	1,667 a	5,191 a	2,357 b	0,400 c	0,000 b	65,083 a
1	1	0	37,965 bc	1,464 a	0,703 d	7,428 a	0,972 bc	1,417 a	49,451 b
0	1	0	32,774 c	1,012 a	1,137 cd	3,906 b	1,630 ab	1,895 a	40,917 b
0	0	1	18,072 d	1,917 a	4,334 ab	2,726 b	0,536 c	0,000 b	24,044 c
1	0	1	18,024 d	2,048 a	3,500 abc	3,298 b	0,524 c	0,000 b	25,345 c
1	0	0	13,964 d	1,143 a	2,428 bcd	2,071 b	1,036 abc	0,226 b	19,762 c
0	0	0	12,464 d	1,631 a	2,679 abcd	1,881 b	1,774 a	0,254 b	18,322 c
DP		4,910	0,932	1,775	1,639	0,514	0,456	5,992	
Significância									
B		N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	*	
C		***	N.S.	N.S.	***	N.S.	***	***	
D		***	N.S.	**	N.S.	***	***	***	
B x C		N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	
B x D		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
C x D		***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	***	***	
B x C x D		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

Tabela 76 - Resumo da análise de variância da produção por classes de frutos. (% em relação à produção total). B,C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega

Elementos	% em relação à produção total											
	Alaranjados		Verdes		Podres		Pod. apical		Queimados			
B												
0	5,4	a	11,0	a	8,8	b	4,1	a	1,5	a		
1	4,7	a	7,9	a	11,9	a	2,7	b	1,0	a		
C												
0	7,5	a	14,7	a	11,5	a	4,8	a	0,6	b		
1	2,6	b	4,2	b	9,2	a	2,0	b	1,9	a		
D												
0	4,8	a	7,6	a	11,2	a	5,2	a	2,5	a		
1	5,3	a	11,3	a	9,5	a	1,6	b	0,5	b		
B x C												
1	1	2,8	b	3,1	b	11,9	a	1,7	d	1,5	ab	
0	1	2,5	b	5,3	b	6,5	b	2,3	cd	2,4	a	
1	0	6,8	a	12,7	a	11,8	a	3,7	bc	0,6	b	
0	0	8,2	a	16,6	a	11,1	a	5,9	a	0,7	b	
B x D												
1	1	5,3	a	9,0	ab	11,2	ab	1,8	c	0,0	b	
0	1	5,3	a	13,5	a	7,8	b	1,4	c	0,0	b	
1	0	4,1	a	6,7	b	12,6	a	3,5	b	2,0	a	
0	0	5,4	a	8,4	ab	9,8	ab	6,8	a	3,0	a	
C x D												
1	1	2,5	b	6,3	b	6,4	b	1,0	d	0,0	b	
1	0	2,6	b	2,1	b	11,9	a	3,0	bc	3,8	a	
0	1	8,1	a	16,3	a	12,5	a	2,3	cd	0,0	b	
0	0	6,9	a	13,0	a	10,5	a	7,4	a	1,2	b	
B x C x D												
1	1	1	2,6	b	4,8	cd	9,2	a	1,3	d	0,0	c
0	1	1	2,5	b	7,8	bcd	3,7	b	0,6	d	0,0	c
1	1	0	2,8	b	1,4	d	14,7	a	2,0	cd	2,9	ab
0	1	0	2,6	b	2,8	d	9,3	a	4,0	c	4,7	a
0	0	1	8,2	a	19,3	a	11,9	a	2,2	cd	0,0	c
1	0	1	8,1	a	13,3	abc	13,1	a	2,2	cd	0,0	c
1	0	0	5,5	ab	12,1	abc	10,6	a	5,1	bc	1,1	bc
0	0	0	8,3	a	13,9	ab	10,4	a	9,6	a	1,3	bc

DP	2,917		5,881		3,721		1,422		1,280			
Significância												
B	N.S.		N.S.		*		**		N.S.			
C	***		***		N.S.		***		**			
D	N.S.		N.S.		N.S.		***		***			
B x C	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.			
B x D	N.S.		N.S.		N.S.		***		N.S.			
C x D	N.S.		N.S.		**		**		**			
B x C x D	N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.			

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

A resposta das características qualitativas da produção de frutos vermelhos da produção comercial à influência dos elevados potenciais de água do solo ao longo do ciclo cultural é apresentada na Tabela 77. Os aspectos mais relevantes a considerar são os seguintes:

- O calibre médio do fruto foi influenciado positivamente pela rega durante os períodos C e D. A maior influência fez-se sentir durante o período C, o que está de acordo com os resultados apresentados em 1988 e 1989.

- A percentagem de frutos sãos aumentou com elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D e com baixos potenciais durante o período de desenvolvimento B. Os resultados no período de maturação foram opostos aqueles.

- O número de frutos rachados aumentou com os baixos potenciais de água no solo durante o período C. Nos outros períodos não se verificaram diferenças significativas entre talhões regados e não regados.

- O número de frutos com antracnose aumentou com a rega no período B (igual a 1989) e com baixos potenciais de água no solo durante o período C (igual a 1988).

- Os baixos potenciais de água no solo durante os períodos B e C aumentam significativamente a percentagem de frutos com "green-shoulder" (igual a 1988). Esta aumentou significativamente com a rega durante o período D, o que

Tabela 77 - Resumo da análise de variância da qualidade física dos frutos vermelhos da produção comercial. B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - rega

Elementos	Fruto médio (g)	Sãos	Rachados	Nº de Frutos ¹		
				c/Antracnose	c/Polo Ped.Verde	Escaldados
B						
0	51,3 a	83,1 a	2,6 a	3,1 b	0,9 a	10,5 a
1	51,2 a	79,8 b	2,2 a	5,2 a	0,5 b	12,4 a
C						
0	37,8 b	72,9 b	4,0 a	5,9 a	1,0 a	16,6 a
1	64,7 a	90,1 a	0,8 b	2,3 b	0,4 b	6,4 b
D						
0	45,6 b	79,8 b	2,4 a	3,6 a	0,1 b	14,4 a
1	56,8 a	83,2 a	2,4 a	4,6 a	1,4 a	8,5 b
B x C						
1 1	66,4 a	90,4 a	0,6 b	2,3 b	0,8 bc	6,0 c
0 1	63,0 a	89,8 a	1,0 b	2,4 b	0,1 c	6,8 c
1 0	36,0 b	69,3 c	3,8 a	8,0 a	0,3 c	18,9 a
0 0	39,5 b	76,5 b	4,3 a	3,8 b	1,8 a	14,3 b
B x D						
1 1	55,9 a	78,4 b	2,6 a	5,6 a	0,9 b	12,5 b
0 1	57,8 a	88,0 a	2,1 a	3,5 bc	1,9 a	4,5 c
1 0	46,5 b	83,3 b	1,8 a	4,6 ab	0,1 c	12,4 b
0 0	44,8 b	78,3 b	3,1 a	2,6 c	0,0 c	16,5 a
C x D						
1 1	71,8 a	92,9 a	1,5 b	2,5 b	0,8 b	2,4 d
1 0	57,6 b	87,3 b	0,1 b	2,1 b	0,1 c	10,4 c
0 1	41,9 c	73,5 c	3,3 a	6,6 a	2,0 a	14,6 b
0 0	33,6 d	72,3 c	4,8 a	5,1 a	0,0 c	18,5 a
B x C x D						
1 1 1	74,3 a	91,8 a	1,0 cd	2,5 bc	1,3 b	3,5 ef
0 1 1	69,3 a	94,0 a	2,0 bcd	2,5 bc	0,3 c	1,3 f
1 1 0	58,5 b	89,0 ab	0,3 cd	2,0 c	0,0 c	8,5 d
0 1 0	56,8 b	85,5 bc	0,0 cd	2,3 bc	0,0 c	12,3 cd
0 0 1	46,3 c	82,0 c	2,3 bcd	4,5 b	3,5 a	7,8 de
1 0 1	37,5 d	65,0 e	4,3 ab	8,8 a	0,5 bc	21,5 a
1 0 0	34,5 d	73,5 d	3,3 bc	7,3 a	0,0 c	16,3 bc
0 0 0	32,8 d	71,0 de	6,3 a	3,0 bc	0,0 c	20,8 ab
DP						
	3,592	4,243	1,538	1,610	0,552	3,266
Significância						
B	N.S.	*	N.S.	**	*	N.S.
C	***	***	***	***	**	***
D	***	*	N.S.	N.S.	***	***
B x C	*	*	N.S.	***	***	*
B x D	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C x D	*	N.S.	*	N.S.	**	N.S.
B x C x D	*	*	**	N.S.	***	*

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

contraria os resultados de 1988 e 1989, mas está de acordo com a experiência descrita no ponto 2.3.1.3.6.

- A resposta dos frutos escaldados à rega foi semelhante à verificada em 1988 e 1989, isto é, o fenómeno do escaldão dos frutos acentuou-se com os baixos potenciais de água no solo durante os períodos de desenvolvimento C e D.

4.3.3.3.3 - Características tecnológicas da matéria-prima

A influência de elevados potenciais de água no solo sobre as características tecnológicas do sumo de tomate, apresenta-se na Tabela 78.

No "°brix", a influência dos baixos potenciais de água no solo fizeram-se sentir durante os períodos C e D. Os maiores valores deste parâmetro foram no entanto atingidos no estágio C, ao contrário dos resultados obtidos em 1988 e 1989.

Relativamente aos sólidos insolúveis obtiveram-se neste ano diferenças significativas entre modalidades regadas e não regadas durante os períodos de desenvolvimento B, C e D. A análise de variância mostrou maior significância para o período de desenvolvimento C.

A resposta dos sólidos totais à rega teve um comportamento semelhante ao descrito anteriormente para os sólidos solúveis ("°brix").

Em relação à acidez total e contrariamente aos resultados de 1989 não se obtiveram diferenças significativas entre modalidades regadas e não regadas durante todos os

Tabela 78- Resumo da análise de variância das características tecnológicas no sumo de tomate da matéria-prima. B,C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1-rega

Elementos	Características Tecnológicas															
	"brix"		Sól. Ins.	Sól.Totais	Ac.Total	Côr(a/b Gard.)	Bost.10s	Bost.30s								
B																
0	5,8	a	0,948	a	6,7	a	0,403	a	2,324	a	11,8	a	11,9	a		
1	6,0	a	0,786	b	6,6	a	0,382	a	2,393	a	13,0	a	13,2	a		
C																
0	6,6	a	0,967	a	7,4	a	0,408	a	2,287	b	12,2	a	12,4	a		
1	5,2	b	0,766	b	5,8	b	0,376	a	2,430	a	12,6	a	12,7	a		
D																
0	6,3	a	0,815	b	7,0	a	0,403	a	2,289	b	14,3	a	14,5	a		
1	5,4	b	0,918	a	6,3	b	0,381	a	2,428	a	10,5	a	10,6	a		
B x C																
1	1	5,1	c	0,697	d	5,7	b	0,356	b	2,426	a	13,3	a	13,5	a	
0	1	5,3	c	0,835	cd	5,9	b	0,396	ab	2,434	a	11,8	a	12,0	a	
1	0	6,9	a	0,874	bc	7,7	a	0,407	a	2,359	a	12,7	a	12,8	a	
0	0	6,3	b	1,060	a	7,2	a	0,410	a	2,215	b	11,7	a	11,9	a	
B x D																
1	1	5,6	b	0,806	b	6,3	b	0,352	b	2,445	a	10,7	a	10,7	a	
0	1	5,3	b	1,030	a	6,3	b	0,410	a	2,411	a	10,4	a	10,5	a	
1	0	6,4	a	0,765	b	7,1	a	0,411	a	2,340	ab	15,3	a	15,5	a	
0	0	6,2	a	0,865	b	6,9	a	0,395	ab	2,238	b	13,2	a	13,4	a	
C x D																
1	1	4,9	d	0,845	b	5,6	c	0,371	b	2,479	a	8,4	a	8,4	a	
1	0	5,4	c	0,688	c	6,0	c	0,380	ab	2,381	a	16,8	a	17,0	a	
0	1	6,0	b	0,991	a	6,9	b	0,390	ab	2,378	a	12,6	a	12,8	a	
0	0	7,2	a	0,943	ab	7,9	a	0,426	a	2,196	b	11,8	a	11,9	a	
B x C x D																
1	1	1	4,8	e	0,743	cd	5,5	e	0,349	c	2,442	ab	5,9	b	6,0	b
0	1	1	5,0	e	0,948	ab	5,8	e	0,394	abc	2,515	a	10,8	ab	10,9	ab
1	1	0	5,4	de	0,652	d	6,0	e	0,363	bc	2,410	abc	20,8	a	21,0	a
0	1	0	5,5	d	0,723	cd	6,1	de	0,398	abc	2,353	bc	12,9	ab	13,8	ab
0	0	1	5,7	cd	1,112	a	6,8	cd	0,426	ab	2,308	bc	9,9	ab	10,1	ab
1	0	1	6,4	bc	0,870	bc	7,1	bc	0,355	c	2,448	ab	15,4	ab	15,5	ab
1	0	0	7,5	a	0,877	bc	8,2	a	0,459	a	2,270	cd	10,0	ab	10,1	ab
0	0	0	6,9	ab	1,008	ab	7,7	ab	0,393	abc	2,123	d	13,6	ab	13,8	ab
DP			0,510		0,138		0,526		0,045		0,110		9,574		9,670	
Significância																
B			N.S.		**		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
C			***		***		***		N.S.		**		N.S.		N.S.	
D			***		*		***		N.S.		**		N.S.		N.S.	
B x C			*		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
B x D			N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
C x D			N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	
B x C x D			N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.	

NOTA: DP = Desvio padrão. * - P < 0,05, ** - P < 0,01, *** - P < 0,001; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, P < 0,05).

períodos de desenvolvimento, o que não está de acordo com todos os resultados apresentados anteriormente.

Os elevados potenciais de água no solo influenciaram significativamente a cor durante os períodos de desenvolvimento C e D. Ao contrário de VITTUM (1962), PRASHAR (1976), RUDICH *et al.* (1977) e RUDICH e LUCHINSKY (1986), os elevados potenciais de água no solo melhoraram a cor.

- Na viscosidade não se obtiveram diferenças significativas entre as modalidades regadas e não regadas, em nenhum dos períodos de desenvolvimento considerados. RUDICH *et al.* (1977 e 1979) e RENDON e AMBRI (s/d) obtiveram resultados que mostravam que a rega durante o período D aumentava a consistência do sumo de tomate.

A produção de sólidos solúveis e sólidos totais por hectare (Tabela 79) foram influenciadas positivamente pelos elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D. A influência mais significativa fez-se sentir durante o primeiro período de desenvolvimento. Estes resultados confirmam os valores de 1988 e 1989.

A influência da rega em algumas características tecnológicas de concentrado de tomate com 12,5 "°brix" é apresentada na Tabela 80.

A resposta da viscosidade à acção da rega ocorreu durante o período C. Elevados potenciais de água no solo deram maior consistência ao concentrado de tomate, o que está de acordo com RUDICH *et al.* (1977 e 1979) e RENDON e AMBRI (s/d). A influência da rega na cor apresentou resultados semelhantes aos apresentados anteriormente para o sumo de tomate.

Tabela 79 - Resumo da análise de variância da produção por hectare de sólidos solúveis (SSPC) e sólidos totais (STPC) da produção comercial. B, C e D = Períodos de desenvolvimento; 0 - Sem rega, 1 - Com rega.

Elementos					SSPC (t/ha)	STPC (t/ha)
B						
	0				1,619 a	1,862 a
	1				1,775 a	2,000 a
C						
	0				1,025 b	1,156 b
	1				2,369 a	2,706 a
D						
	0				1,437 b	1,594 b
	1				1,956 a	2,269 c
B x C						
	1	1			2,437 a	2,788 a
	0	1			2,300 a	2,625 a
	1	0			1,112 b	1,212 b
	0	0			0,938 b	1,100 b
B x D						
	1	1			2,012 a	2,300 a
	0	1			1,900 a	2,237 a
	1	0			1,537 b	1,700 b
	0	0			1,337 b	1,487 b
C x D						
	1	1			2,825 a	3,288 a
	1	0			1,912 b	2,125 b
	0	1			1,088 c	1,250 c
	0	0			0,962 c	1,063 c
B x C x D						
	1	1	1		2,850 a	3,325 a
	0	1	1		2,800 a	3,250 a
	1	1	0		2,025 b	2,250 b
	0	1	0		1,800 b	2,000 b
	0	0	1		1,000 b	1,225 c
	1	0	1		1,175 b	1,275 c
	1	0	0		1,050 b	1,150 c
	0	0	0		0,875 b	0,975 c
DP					0,279	0,310
Significância						
	B				N.S.	N.S.
	C				***	***
	D				***	***
	B x C				N.S.	N.S.
	B x D				N.S.	N.S.
	C x D				***	***
	B x C x D				N.S.	N.S.

NOTA: DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, $P < 0,05$).

Tabela 80 - Resumo da análise de variância das características tecnológicas no concentrado de tomate com de 12,5 "° brix". B, C e D = Períodos de desenvolvimento: 0 - Sem rega, 1 - Com rega.

Elementos	Características Tecnológicas		
	Bostwick (cm) 10 s	Bostwick (cm) 30 s	Côr (a/b Gardner)
B			
0	5,3 a	5,7 a	2,299 a
1	6,2 a	6,6 a	2,329 a
C			
0	6,4 a	6,9 a	2,279 b
1	5,1 b	5,5 b	2,349 a
D			
0	5,5 a	5,8 a	2,279 b
1	6,0 a	6,6 a	2,350 a
B x C			
1 1	5,7 ab	6,1 ab	2,351 a
0 1	4,5 b	4,9 b	2,348 a
1 0	6,8 a	7,2 a	2,308 ab
0 0	6,1 a	6,6 a	2,251 b
B x D			
1 1	6,9 a	7,4 a	2,329 a
0 1	5,2 b	5,8 b	2,371 a
1 0	5,5 ab	5,9 ab	2,330 a
0 0	5,4 ab	5,7 b	2,227 b
C x D			
1 1	6,4 a	6,9 a	2,398 a
1 0	3,7 b	6,3 a	2,301 b
0 1	5,7 a	4,2 b	2,303 b
0 0	7,2 a	7,5 a	2,256 b
B x C x D			
1 1 1	7,2 a	7,6 a	2,322 bc
0 1 1	5,7 abc	6,2 abc	2,473 a
1 1 0	4,1 cd	4,7 cd	2,380 ab
0 1 0	3,3 d	3,7 d	2,223 c
0 0 1	4,6 bcd	5,4 bcd	2,270 bc
1 0 1	6,7 ab	7,2 ab	2,335 bc
1 0 0	6,9 ab	7,2 ab	2,280 bc
0 0 0	7,6 a	7,8 a	2,232 bc
DP			
	1,560	1,597	0,008
Significância			
B	N.S.	N.S.	N.S.
C	*	*	*
D	N.S.	N.S.	*
B x C	N.S.	N.S.	N.S.
B x D	N.S.	N.S.	N.S.
C x D	***	**	N.S.
B x C x D	N.S.	N.S.	*

NOTA: DP = Desvio padrão. * - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$; N.S. = Não significativo; Valores médios seguidos pela mesma letra não diferem significativamente (teste LSD, $P < 0,05$).

4.3.4 - Conclusões dos anos de 1988, 1989 e 1990

Após a apresentação e a discussão dos resultados desta experiência durante os anos de 1988, 1989 e 1990, as principais conclusões a reter são as que seguidamente se apresentam.

O efeito dos elevados potenciais de água no solo sobre o rendimento físico.

Os elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D exerceram uma grande influência no aumento da produção comercial. A água aplicada pela rega nos períodos C e D resultaram respectivamente num aumento médio nos três anos, de 144% e de 71%, em comparação com a produção da modalidade control (M0). Como se constata, o período C (desde o vingamento do primeiro fruto até ao completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência) que teve uma duração média de 34 dias, é sem dúvida o período mais importante para a definição da produção comercial final. Convém lembrar ainda que para esta cultivar e para um ponto de rega de -20 KPa, as inflorescências que contribuem para a produção comercial são as referentes às primeiras quatro semanas de floração (ver ponto 2). O não regar-se durante o período C em solos arenosos, com fraca capacidade de retenção para a água, como é o caso do solo por nós utilizado, pode afectar drasticamente o vingamento e o crescimento dos frutos que irão contribuir na sua maioria para a produção comercial final. Estes resultados não estão de acordo com RUDICH *et al.* (1977 e 1979). Estes autores, ao trabalharem com solos com uma

capacidade utilizável de 15%, concluíram que o estágio D era mais efectivo 20% no aumento da produção comercial do que o estágio C.

Na produção de frutos alaranjados verificou-se que os baixos potenciais de água no solo durante os períodos C e D aumentavam a percentagem desta classe de frutos. A percentagem de frutos alaranjados em relação à produção comercial nos talhões não regados chegou a ser superior a três vezes a percentagem verificada nas modalidades regadas. A maior proporção de frutos alaranjados na produção comercial prejudica globalmente a cor. O período de desenvolvimento com maior influência foi o C, pois o não regar-se durante este período reduz a área foliar e por consequência aumenta a exposição directa dos frutos à radiação solar.

A produção de frutos verdes é aumentada com a rega durante o período D, o que dificulta a concentração da maturação. Em termos percentuais verifica-se que os baixos potenciais de água no solo durante o período C aumentaram em alguns anos a percentagem de frutos verdes. Este comportamento pode estar ligado à maior exposição dos frutos à radiação solar directa, o que pode dificultar a formação dos pigmentos carotenoides e licopeno (PORTAS, 1971; RUDICH e LUCHINSKY, 1986; GRIEERSON e KADER, 1986).

Dum modo geral a percentagem de frutos podres aumentou com os baixos potenciais de água no solo durante o período C e com a rega durante o período D. A percentagem de frutos atribuídos ao primeiro período provém de frutos queimados, rachados, com podridão apical que na altura da colheita são contabilizados na categoria de frutos podres, por nessa

altura se apresentarem completamente podres e não ter sido possível distinguir o defeito primário. A podridão dos frutos durante o período D já provêm fundamentalmente de frutos que apodreceram em contacto com a superfície húmida do solo durante o processo de maturação em que a epiderme do fruto se torna mais fina (GRIEERSON e KADER, 1986). A rega neste período permite o aparecimento de novos frutos provocando uma pior concentração na maturação e por consequência o apodrecimento de alguns frutos provenientes das primeiras inflorescências.

A percentagem de frutos com podridão apical aumentam com os baixos potenciais de água no solo, principalmente durante os períodos C e D. A ocorrência deste desarranjo fisiológico provocado pela deficiência de cálcio é aumentada pela deficiência hídrica (WIEBE, 1981; FILL e LAMBETH, 1981; SONNEBERG, 1982; PORTAS, s/d).

A percentagem de frutos queimados geralmente aumentam com baixos potenciais de água durante o período D. Isto ficou a dever-se à redução de área foliar durante este período, o que deixou os frutos mais expostos à radiação solar directa.

O efeito dos elevados potenciais de água no solo sobre a qualidade física da produção comercial.

O calibre do fruto aumentou com a rega durante os períodos C e D. A maior influência fez-se sentir principalmente durante o período C, o que se reflectiu no aumento da produção comercial, como se disse anteriormente.

O número de frutos sãos aumentou dum modo geral com a rega durante o período C e com baixos potenciais de água no solo durante o período D, e por vezes também no período B.

A percentagem de frutos rachados aumentou com a falta de rega durante o período C e com elevados potenciais de água no solo durante o período D. O rachamento concêntrico ou radial na região peduncular ou em qualquer outra parte do fruto, são atribuídas à irregularidade no abastecimento da água à planta. Deficiência de água seguida por abundância, provoca rápida absorção de água pelo fruto, cuja epiderme não acompanha a expansão e rompe-se (CHAUX, 1972; PRASHAR *et al.*, 1976; DENISEN, 1979; VAYSSE, 1981; SONNEBERG, 1982; FILGUEIRA, 1982). MAROTO (1984) e SONNEBERG (1982) referem ainda que as rachas em volta da zona peduncular são mais frequentes principalmente quando as condições climatéricas (princípio de Setembro - período D) permitem um elevado aquecimento do fruto, seguido de contacto directo com a água da chuva, da rega, de orvalhadas ou de humidades relativas elevadas. Segundo NICUCHI (1962) citado por PRASHAR *et al.* (1976), o rachamento pode ser reduzido com o ensobrimento (regando durante o período C).

A percentagem de frutos com antracnose teve um incremento com os baixos potenciais de água no solo durante o período C e com a rega durante o período D.

Os elevados potenciais de água no solo durante o período D aumentaram o número de frutos com "green-shoulder".

O valor de frutos escaldados sofreu um acréscimo com a falta de rega durante os períodos C e D.

O efeito dos elevados potenciais de água no solo sobre as características tecnológicas da matéria-prima.

O "brix" e os sólidos totais aumentaram significativamente com baixos potenciais de água durante os períodos C e D. A maior influência nestes parâmetros fez-se sentir durante o período D. RUDICH *et al.* (1977, 1979) e RENDON e AMBRI (s/d) obtiveram resultados idênticos.

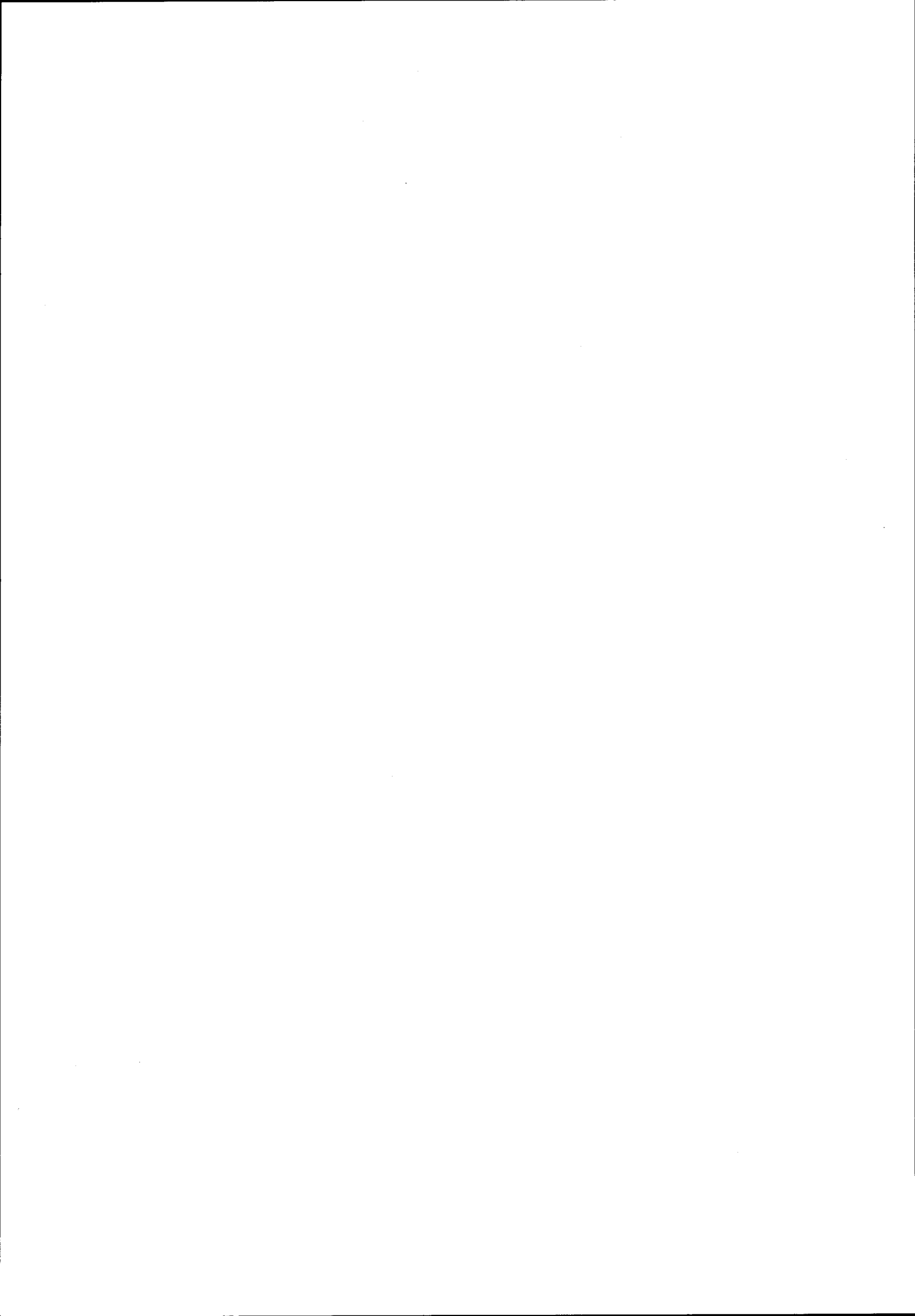
A relação entre os baixos potenciais de água no solo e os sólidos insolúveis não se mostrou muito consistente nos resultados obtidos nesta experiência, nem nos ensaios apresentados anteriormente durante o ponto 2 deste trabalho. No entanto os resultados de 1990 mostram um aumento significativo de sólidos insolúveis com baixos potenciais durante o período C e elevados potenciais de água no solo durante o período D.

A acidez total também não mostrou grande resposta à rega. No entanto baixos potenciais de água durante o período D aumentaram significativamente os valores deste parâmetro.

Os valores da cor do sumo ou concentrado de tomate melhoraram com os elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D. Estes resultados não estão de acordo com PRASHAR *et al.* (1976) e RUDICH *et al.* (1977, 1979). A explicação mais plausível está relacionada com a intensa redução da área foliar quando não se rega durante os períodos C e D, o que promove a exposição directa dos frutos à radiação solar, dificultando a formação do licopeno (PORTAS, 1971; RUDICH e LUCHINSKY, 1986; GRIEERSON e KADER, 1986).

A consistência do sumo ou do concentrado de tomate também pouco variou com a presença ou ausência da rega. Os elevados potenciais de água no solo durante o período C aumentaram em 1990 a consistência do concentrado de tomate, o que está de acordo com RUDICH *et al.* (1977, 1979) e RENDON e AMBRI (s/d). Como se referiu anteriormente, esta característica varia mais com as cultivares (Ver ponto 3.2)

A produção de sólidos solúveis e sólidos totais por hectare foram influenciados positivamente pelos elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D. A maior influência fez-se sentir durante o período de desenvolvimento C e dependeu mais do aumento da produção comercial do que da variação do "°brix".



III - ENSAIO REALIZADO NA CALIFÓRNIA (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA) - 1989

1 - Objectivos

Os principais objectivos desta experiência foram:

(a) - Estudar a resposta quantitativa e qualitativa da cultura do tomate para indústria (cv. UC 82 B) quando sujeita a diferentes dotações de água ao longo do ciclo cultural, utilizando o sistema de rega gota-a-gota em regimes de elevada frequência de rega; (b) - Registo sistemático de elementos climáticos e relativos ao solo e à planta que possam ser utilizados para caracterização do "stress" hídrico ou para controlo automático de sistemas de rega gota-a-gota.

2 - Material e métodos

2.1 - Localização dos ensaios

Os ensaios realizaram-se durante 1989 no "Water Management Research Laboratory" de Fresno, Califórnia.

2.2 - Delineamento experimental geral

O ensaio foi delineado em blocos casualizados com cinco tratamentos de rega e quatro repetições. As modalidades de rega foram definidas de acordo com a evapotranspiração real máxima da cultura (ETR), onde $ETR = K_t \cdot K_c \cdot E_t$. Na equação anterior E_t representa a evaporação na tina classe A e K_c e K_t representam respectivamente os coeficientes da tina e os coeficientes culturais.

Os tratamentos de rega estabelecidos foram os seguintes: $T_1 = 0,40$ ETR; $T_2 = 0,60$ ETR; $T_3 = 0,80$ ETR; $T_4 = 1,0$ ETR e $T_5 = 1,20$ ETR.

Cada talhão foi constituído por 3 camas de 7,5 metros de comprimento. Das três camas, as duas laterais foram utilizadas para observações diversas e a central constituiu a área não perturbada que foi utilizada para determinação do rendimento físico e da qualidade da matéria-prima.

2.3 - Instalação e condução geral do ensaio

A preparação do solo foi feita com uma lavoura com charrua de aivecas (à profundidade de 30-35 cm), seguida de duas gradagens de grades de discos (10 a 15 cm de profundidade).

Para controlo das infestantes, principalmente durante a emergência e o estabelecimento da cultura, foi incorporado com a última gradagem 1,7 l/ha (produto comercial) do herbicida Devrinol 2E.

A cultura foi instalada no local definitivo (1/5/89) utilizando a tecnologia da sementeira directa à rasa (CALADO, 1987 b), em linhas duplas separadas de 40 cm. A distância usada entre centros consecutivos das camas de cultura foi de 1,6 m. A sementeira foi executada com um semeador manual tipo "Jonh Deer".

À quarta folha definitiva (2 de Junho), foi executado o desbaste manual para se obter uma população de 155 000 plantas por hectare.

Para controlo de infestantes fizeram-se duas sachas manuais nas linhas de cultura. A primeira foi executada simultâneamente com a operação de desbaste e a segunda teve lugar a 13 de Junho.

A fertilização da cultura foi aplicada diáriamente através do sistema de rega gota-a-gota. A solução fertilizante foi injectada na água de rega através dum injector hidráulico proporcional, modelo "Dosatrom 40 GPM". Os fertilizantes utilizados foram o CAN 17 (Nitrato amoniacal de cálcio; início de aplicação a 18 de Maio), o ácido fosfórico (início de aplicação a 7 de Junho) e o nitrato de potássio (NKO_3 ; início de aplicação a 27 de Junho). A quantidade de N, K e P aplicados durante o ciclo cultural foi respectivamente de 483, 52 e 634 Kg. Neste ensaio procurou-se seguir as curvas de aplicação de N e P descritas por BAR-YOSEF (1977), BAR-YOSEF *et al.* (1980) e PHENE *et al.* (1987).

Os ramais porta-gotejadores foram instalados depois da sementeira e consistiam numa fita ("T-tape") com gotejadores de caudal turbulento. Os gotejadores estavam espaçados de 20 cm e cada um dispunha dum débito de 1 l/h a uma pressão de 1 Kg/cm^2 . A rega foi controlada manualmente no período inicial (de 5/5 a 20/6/89). A partir de 21 de Junho iniciou-se a rega automatizada e com dotações diferentes para cada modalidade de rega. O controlo automático foi executado por um computador que usava o sinal electrónico dum sensor, que media continuamente a evaporação na tina de classe A. Este equipamento media em cada minuto o nível da água na tina com uma resolução de $\pm 0,1$ mm. De hora a hora calculava-se a evaporação da tina que era transformada em evapotranspiração

real máxima (Ver ponto 2.4.1 deste capítulo) e para cada mm de ETR o computador mandava regar. A duração de cada rega foi ajustada e programada para satisfazer as necessidades em água de cada modalidade. Com a finalidade de se melhorar o "brix", fizeram-se dois cortes de rega parciais nas modalidades T₃, T₄ e T₅. O primeiro realizou-se em 31 de Julho (-20% de dotação máxima diária de cada modalidade) e a segunda em 7 de Agosto (-40%), mantendo-se então estas dotações até à colheita única de cada modalidade.

2.4 - Observações efectuadas

2.4.1 - Evaporação na tina classe A e controlo da rega

Uma tina de classe A automatizada foi usada para determinar a evapotranspiração real da cultura de tomate para indústria (cv. UC 82 B). Os três parâmetros utilizados para calcular a evapotranspiração real máxima da cultura (ETR) foram os seguintes: Coeficiente da tina (Kt), coeficientes culturais (Kc) e a evaporação da tina classe A (Et). Estes três factores foram integrados na equação $ETR = Kt \cdot Kc \cdot Et$. Ao factor Kt, que correlaciona a evaporação da tina com a evapotranspiração de referência, foi atribuído o valor de 0,8 (HOWELL *et al.*, 1983), que está de acordo com experiências anteriores realizadas no "Water Management Research Laboratory" de Fresno. Os valores culturais (Kc) utilizados na equação anterior para determinação da ETR foram semelhantes aos determinados anteriormente por PHENE *et al.* (1987, 1989).

Baseado na evapotranspiração real máxima da cultura (ETR), cinco modalidades de rega foram estabelecidas: $T_1 = 0,4$ ETR; $T_2 = 0,6$ ETR; $T_3 = 0,8$ ETR; $T_4 = 1,0$ ETR e $T_5 = 1,2$ ETR.

A rega para cada modalidade foi controlada automaticamente por um computador (Hewlett Packard, modelo HP 85B) que usava o sinal de retorno ("feedback") dum sensor (Transformador de diferencial linear variável, modelo "BCP Electronics, MN2) que media automaticamente e dum modo contínuo a evaporação na tina classe A (Et). Aquele equipamento (Figura 91) media a variação de $\pm 0,1$ mm no nível da água na tina. Este nível foi medido em cada minuto e acumulado em cada hora. Diferença entre o nível de duas horas consecutivas correspondia ao valor da evaporação numa hora.

Os valores da evaporação eram hora a hora convertidos em evapotranspiração real máxima da cultura e para cada milímetro acumulado de ETR, o computador ordenava uma rega de 1 mm e subtraía 1 mm da ETR acumulada. A duração de cada rega foi ajustada para satisfazer as necessidades de rega de cada modalidade referida anteriormente. Diariamente às 09:00 horas, o nível da água na tina, era repostado automaticamente pelo computador, até se atingir um nível aproximado de 30 mm a partir do topo. A leitura de 30 mm era considerada a leitura das 09:00, assim evitava-se leituras posteriores com valores negativos.

A quantidade de água aplicada diariamente por cada modalidade de rega foi medida num contador volumétrico.

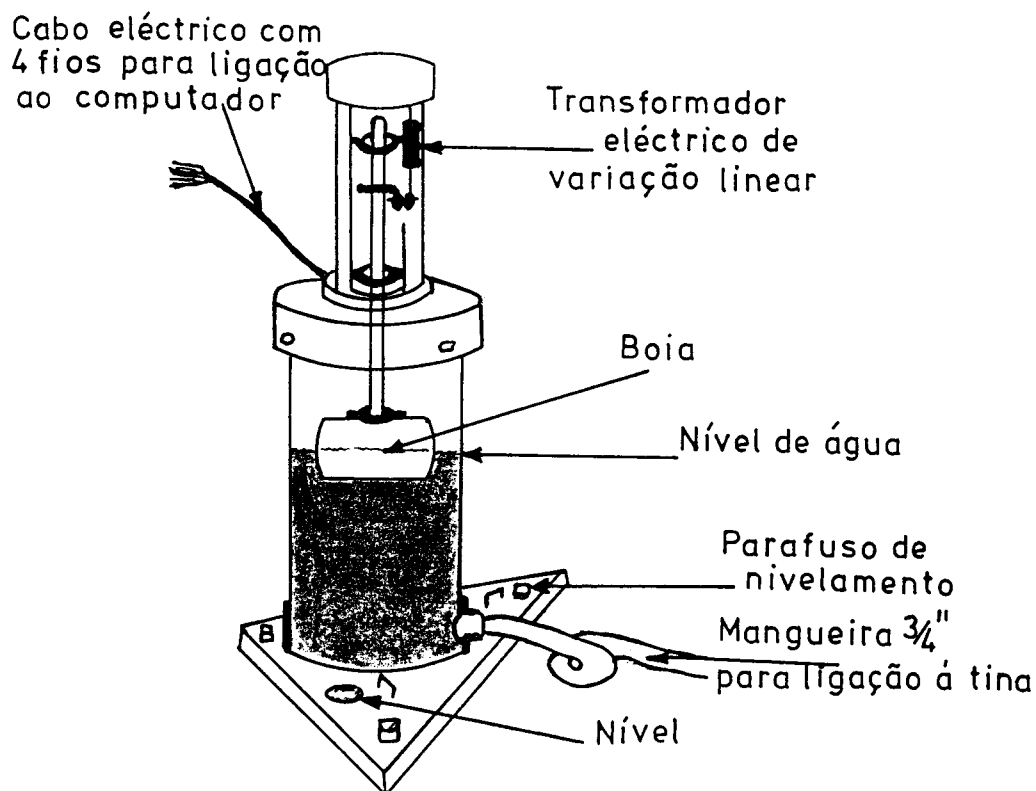


Fig. 91 - Esquema do dispositivo electrónico para medir o nível da água na tina. (Protótipo do "Water Management Research Lab.").

2.4.2 - Potencial da água no solo (Φ_S)

O potencial de água no solo (Φ_S) foi medido hora a hora pelo computador (Hewlett Packard, modelo HP 85B) usando sensores electrónicos ("Agwatronics, Inc., Model Agwa - II, Merced, CA), (SHAW e BAVER, 1939; PHENE *et al.*, 1971; PHENE e HOWELL, 1984). Estes sensores foram instalados em quatro locais na repetição dois de cada modalidade, entre dois

gotejadores, a 15 cm da linha de gotejadores e a 15 cm de profundidade.

Cada sensor (SMPS) foi calibrado a diferentes pressões numa câmara de pressão entre 0 e -160 J/Kg, antes da sua instalação no campo. Estes sensores têm mostrado uma curva de calibração linear entre os -10 e -300 J/Kg (PHENE *et al.*, 1983; PHENE, 1986; PHENE *et al.*, 1988). A resolução de leitura destes sensores *in situ* têm mostrado estar dependentes da calibração a pressões conhecidas e independente da temperatura, salinidade e textura do solo. A sua resolução varia entre 2,5 e 5,5 J/Kg (PHENE, 1986; PHENE e HOWELL, 1984; PHENE, 1989).

2.4.3 - Temperatura do ar e da folha

A temperatura do canopeu (T_c) foi medida diariamente desde 27 de Junho a 31 de Julho (data do 19 corte de rega), em cada modalidade de rega com uma pistola de infravermelhos (modelo "Everest"). Foram feitas doze leituras diárias em cada cama central de cada modalidade e repetição às 14 horas, utilizando um ângulo de cerca de 30° desde a horizontal, apontando a pistola para norte.

A temperatura do ar (T_a) e o défice de pressão de vapor (VPD) foram medidos manualmente em cada talhão (seis leituras), aproximadamente 0,5 m acima do canopeu, usando um psicrómetro modelo ("Weathertronics, model 5245")

2.4.4 - Variação do diâmetro do caule

A variação do diâmetro do caule foram registados hora a hora pelo computador em quatro plantas por modalidade de rega, usando sensores electrónicos iguais ao utilizado para medir o nível da água na tina classe A.

O potencial da água nas folhas (Φ_L) foram medidos semanalmente (durante 4 semanas), hora a hora desde antes do nascer do sol até às 20:00 horas. As medições foram feitas utilizando a técnica da câmara de pressão de Scholander (SCHOLANDER *et al.*, 1965). Os valores obtidos foram posteriormente correlacionados com a variação do diâmetro do caule da cada modalidade (PHENE, C. e PHENE, R., 1987; NAKAYAMA e BUCKS, 1986).

2.4.5 - Potencial de água na folha, resistência estomática e transpiração

O potencial de água na planta foi medido de hora a hora desde o nascer do sol até às 19:00 horas, utilizando uma câmara de pressão tipo Scholander ("Soil moisture equipment Corp."). O número de plantas observadas por modalidade foi de seis plantas.

A resistência estomática e a transpiração foram medidas com um porómetro modelo LI-1600.

2.4.6 - Matéria verde e seca do canopeu

A determinação da matéria verde e seca do canopeu foram determinadas com amostras correspondentes a 3,2 m².

Depois de se avaliar o peso da matéria verde, as plantas foram secas em secadores com ventilação forçada a uma temperatura de 70 °C, até desidratação total.

2.4.7 - Rendimento físico e qualidade da matéria-prima

Quando se atingiu o grau de maturação de 95% de frutos vermelhos mais alaranjados em cada modalidade de rega, fez-se a colheita manual única de todos os frutos para simular uma colheita mecânica. As determinações do rendimento físico foram efectuadas na cama central, não perturbada, a qual tinha as dimensões de 7,5 x 1,6 m. As datas de colheita dos tratamentos T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ foram respectivamente de 7, 14, 16, 21 e 29 de Agosto.

O "°brix" foi determinado em amostras de 5 Kg de frutos vermelhos e bem maduros. Os frutos inteiros foram moidos com uma varinha mágica até se obter um sumo homogéneo. Posteriormente procedeu-se à avaliação do "°brix", tendo-se utilizado para o efeito um refractómetro manual com correcção de temperatura, modelo "KRUSS HRT-32".

2.5 - Resultados e discussão

2.5.1 - Evolução da evaporação da tina classe A e controlo da rega

A evapotranspiração de culturas em desenvolvimento podem ser estimados usando constantes predeterminadas e apropriadas para o fim desejado (PRUITT, 1966). Procedimentos agroclimáticos para avaliação do efeito da quantidade de água

na produtividade das culturas, foram revistos por STANHILL (1962, 1973), LINACRE e TILL (1969), os quais referem que medições da evaporação em superfícies livres de água foram geralmente necessárias. PARMELE e MacGUINNESS (1974) mostram que em climas húmidos medições da evaporação da tina classe A podem servir para estimar razoavelmente a evapotranspiração quando o solo não restringir o crescimento da cultura.

Para os sistemas de alta frequência de rega (RAWLINGS, 1973; PHENE *et al.*, 1973), pequenas quantidades de água aplicadas para repor gastos por evapotranspiração, requerem medições frequentes dos níveis da água na tina. DOOREMBOS e PRUITT (1975) referem que dispositivos que meçam com frequência o nível da água na tina classe A podem ser utilizados no controlo automático da rega.

O controlo da rega desta experiência foi controlada por um dispositivo electrónico (Figura 91) que media o nível de água da tina e permitia a um computador calcular a evaporação e estimar a evapotranspiração real máxima (ver ponto 2.4.1), semelhante ao descrito por PHENE e CAMPBELL (1975).

A Figura 92 mostra a evolução horária da evaporação da tina classe A para um período médio de 8 dias. Nas primeiras horas do dia, a evaporação da água na tina diminui gradualmente até aproximadamente às 09:00 horas da manhã; a partir deste momento a evaporação começa a aumentar atingindo o seu máximo cerca das 20:00 horas. A partir desta hora, a evaporação diminui novamente até às 09:00 horas (Figura 93). Este ciclo é provavelmente explicado pelo elevado calor específico da água que provoca que a maior taxa de evaporação ocorra no

fim da parte da tarde de cada dia, quando a água absorveu a a maior quantidade de calor (CALADO *et al.*, 1989 a, 1989 b).

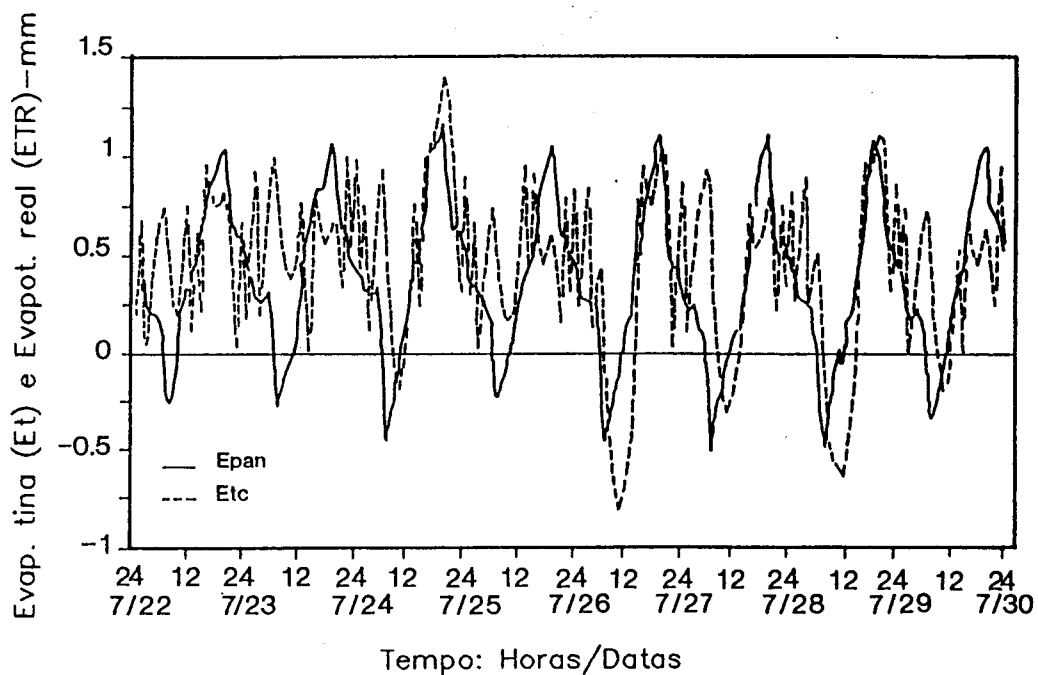


Fig. 92 - Medição horária da evaporação na tina classe A (Et) e aevapotranspiração real (ETR) residual para um período de oito dias.

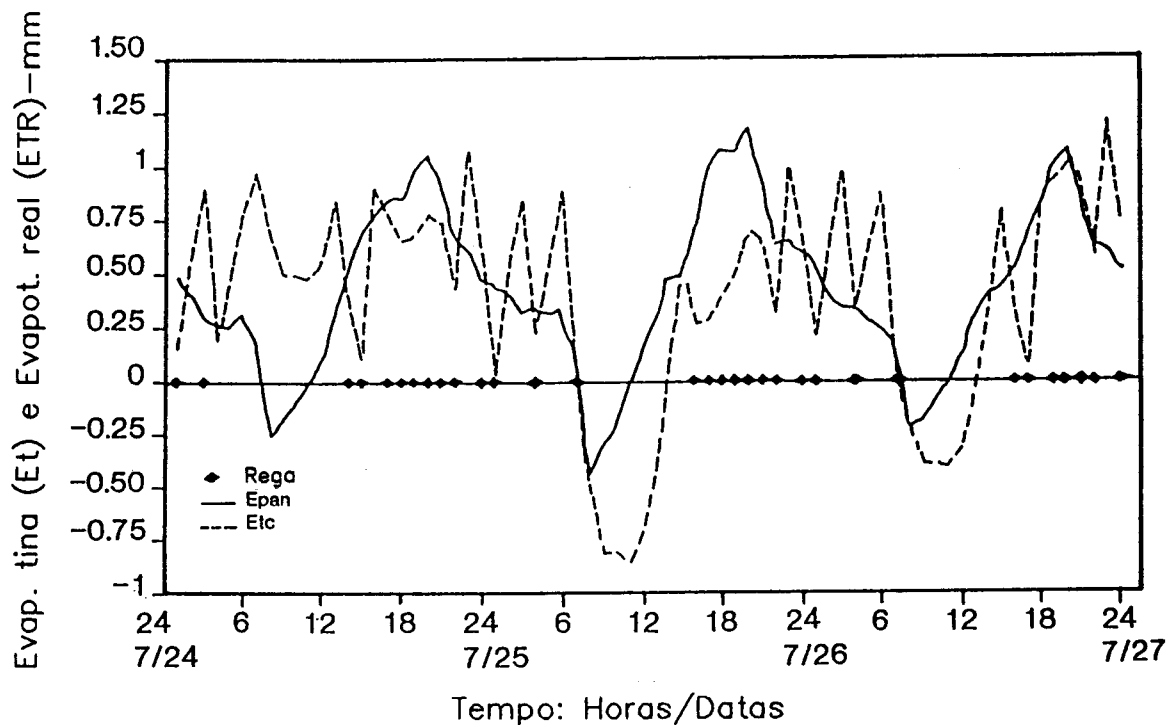


Fig. 93 - Sequência das regas como consequência do processo da evaporação da tina classe A.

Isto não está de acordo com a evapotranspiração actual da cultura, a qual atinge valores máximos entre as 12:00 e as 14:00 horas (CALADO *et al.*, 1989 a; CALADO *et al.*, 1989 c). Como consequência desta resposta desfazada no tempo, as regas diárias foram concentradas principalmente no fim da tarde e ocasionalmente nas primeiras horas do dia (Figura 93). Este desfazamento de 4-5 horas pode ter causado algum esforço hídrico nas plantas, principalmente nas modalidades mais regadas. Este comportamento poderá facilmente ser corrigido com um programa de computador adequado. Nas figuras 92 e 93 verifica-se que existem valores negativos de Et e ETR perto das 09:00 horas da manhã e que parecem estar associadas ao enchimento automático da tina. A causa deste comportamento não foi totalmente esclarecida.

A evolução da ETR diária calculada e dos Kc usados ao longo do ciclo cultural pode ser observado na Figura 94.

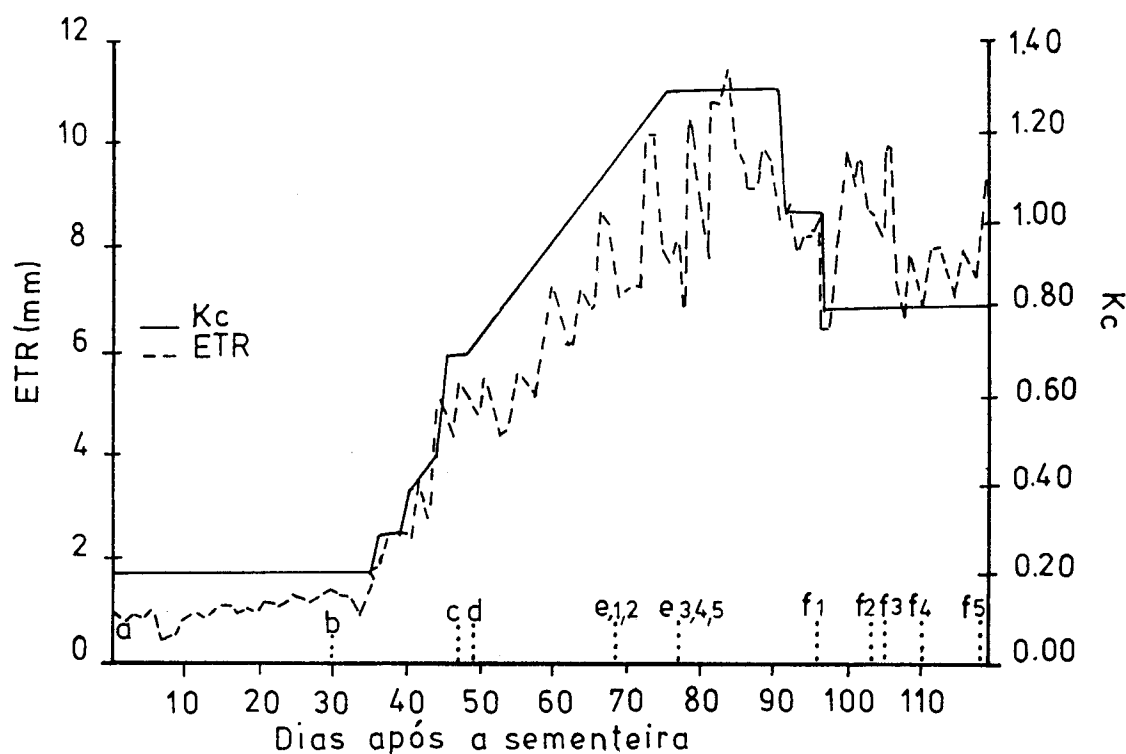


Fig. 94 - Evolução da ETR diária e dos Kc utilizados ao longo do ciclo cultural.

A quantidade total de água aplicada por rega e por precipitação em cada modalidade de rega, poderá ser analisado na Tabela 81.

Tabela 81 - Água total aplicada por precipitação e rega nas cinco modalidades de rega.

Modalidades	Precipitação (mm)	Rega (mm)	Prec. + Rega (mm)
T ₁	16,5	258,4	274,9
T ₂	16,5	395,8	412,3
T ₃	16,5	462,3	478,8
T ₄	16,5	502,8	535,8
T ₅	16,5	623,2	639,7

2.5.2 - Evolução dos potenciais de água no solo (Φ_S)

Neste estudo, os sensores para medir o potencial mátrico do solo (SMPS) mostraram possuir um comportamento sensível, medindo com precisão as variações do potencial de água no solo (Φ_S) ao longo do dia, causadas por cada tratamento de rega. A Figura 95 mostra os valores de Φ_S para cada modalidade de rega durante um período de dez dias consecutivos desde 22 a 30 de Junho.

As principais observações feitas neste estudo foram as seguintes:

a) Baseado nos valores de Φ_S apresentados nas Figuras 95 e 96, os cinco tratamentos de rega impostos e controlados automaticamente pela evaporação da tina deram origem a níveis progressivos de potenciais de água no solo.

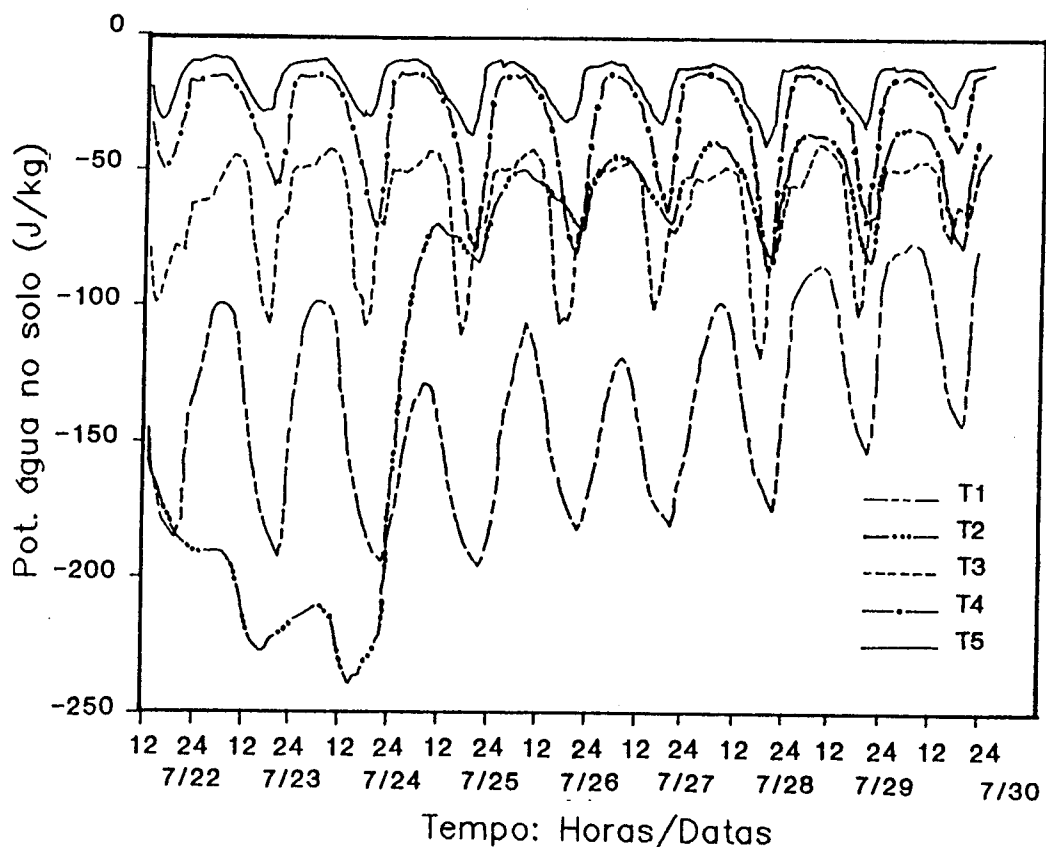


Fig. 95 - Evolução diária dos potenciais de água no solo médios (4 medições por média) em cada tratamento de rega para o período de 22 a 30 de Julho.

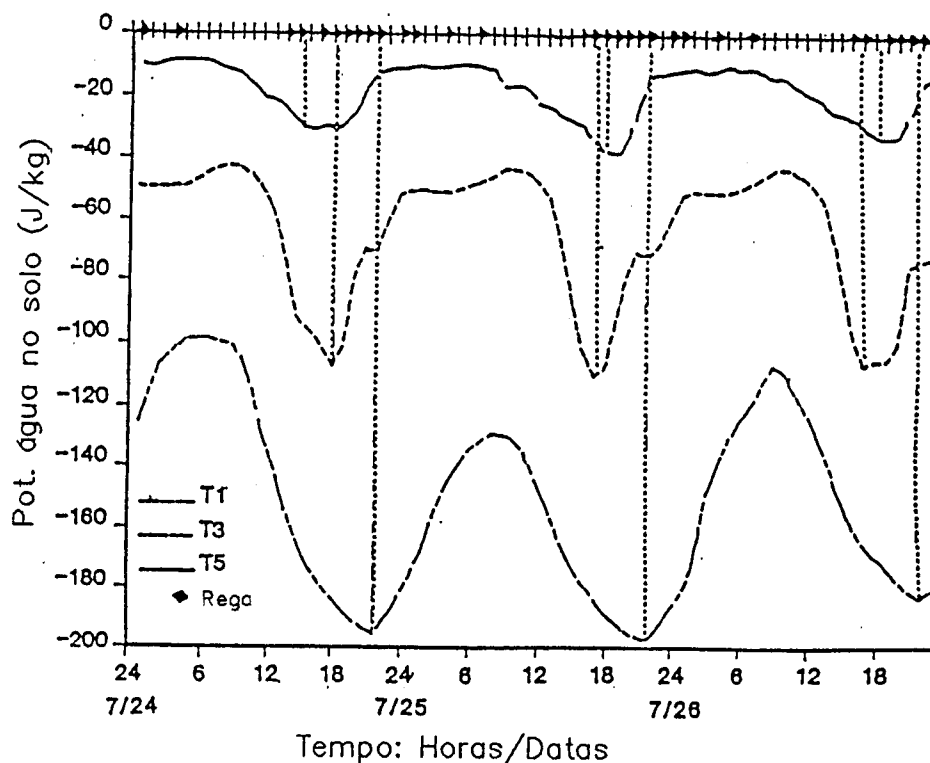


Fig. 96 - Influência das modalidades de rega no pico mínimo dos potenciais de água no solo (4 medições por média) no período de 22 a 30 de Julho.

b) Os tratamentos T_4 e T_5 foram diferentes também em termos de Φ_S .

c) Baseados em resultados anteriores (PHENE e HOWELL, 1981), o controlo da rega através dos potenciais de água no solo com um ponto de rega de -20 J/Kg e usando como retorno ("feedback") medições de Φ_S , poderia controlar-se o sistema de rega tão bem ou melhor que o evidenciado pelo tratamento T_5 .

d) Para quase todos os tratamentos de rega, os Φ_S parecem atingir algum equilíbrio durante a noite. No entanto verificou-se que esse equilíbrio era atingido a horas mais tarde, à medida que a deficiência hídrica das modalidades aumentava, isto é, o tratamento T_4 atingia o seu nível de equilíbrio mais tarde do que o tratamento T_5 . De facto, o tratamento T_1 poucas vezes atingiu o seu Φ_S de equilíbrio.

e) Durante os primeiros 3 dias do período considerado na Figura 95, os Φ_S do tratamento T_2 foram inferiores aos valores esperados. Durante esses 3 dias, uma fuga de água na fita de gotejadores provocou uma diminuição de pressão no sistema e por consequência uma redução da dotação de rega. Isto provocou um esforço hídrico adicional às plantas desta modalidade, já com deficiência hídrica provocada pela programação normal de regas. A seguir a este período de maior "stress" e depois de reparado o sistema de rega do tratamento T_2 , as plantas já afectadas fisiologicamente no sistema radical e na parte aérea reduziram o seu consumo normal de

água, resultando num aumento de Φ_S para os restantes dias (Figura 95).

f) Se o controlo automático da rega T_2 tivesse sido feito através de potenciais de água no solo, em vez de valores de evaporação da tina classe A, o comportamento descrito na alínea anterior poderia ter sido evitado. Um sistema de controlo baseado em Φ_S teria sentido a excessiva deficiência hídrica do solo e iniciaria regas adicionais que possivelmente evitariam danos na cultura.

g) A hora de resposta dos Φ_S à aplicação da água das regas é mostrada na Figura 96. Devido às diferentes respostas no tempo da evaporação da tina e da evapotranspiração (ver ponto 2.6.1 deste capítulo), as regas só começaram normalmente a partir do principio da tarde; mas nessa altura, a depleção da água no solo já ocorreu e o Φ_S diminuíram substancialmente e dum modo proporcional em todos os tratamentos (CALADO *et al.*, 1989 d). Os valores médios dos potenciais de água no solo variaram de -10 a -30 J/Kg no tratamento T_5 , de -42 a -105 em T_3 e de -100 a -195 em T_1 . A resposta dos sensores dum solo seco para um solo húmido foi mais rápido e mais cedo no tratamento T_5 do que no tratamento de rega T_1 . Nas modalidades de rega consideradas neste estudo, aquela resposta diminui de T_5 para T_1 porque a condutividade hidráulica em solo insaturado diminui similarmente.

A resposta oposta ocorreu quando o solo mudou de elevados para baixos potenciais de água no solo. A maior

actividade do sistema radical de T_5 e a maior condutividade hidráulica permitem uma mais rápida e mais cedo absorção de água do solo provocando que o potencial de água no solo diminua mais cedo em T_5 do que em T_3 e T_1 . Estes resultados confirmam que os SMPS têm um retorno de informação ("feedback") que pode ser usado em métodos de controlo de rega: (a) programação com precisão sistemas de alta frequência; (b) definição dos potenciais mátricos na zona radical do tomate.

O número de sensores necessários para integrar a variabilidade do solo e da cultura e para evitar decisões pouco correctas, deverá ser estudada a variabilidade espacial de diferentes tipos de solo. A Figura 97 mostra a título de exemplo, a variação diária dos potenciais de água no solo dos 4 sensores utilizados para definir os valores médios de Φ_S .

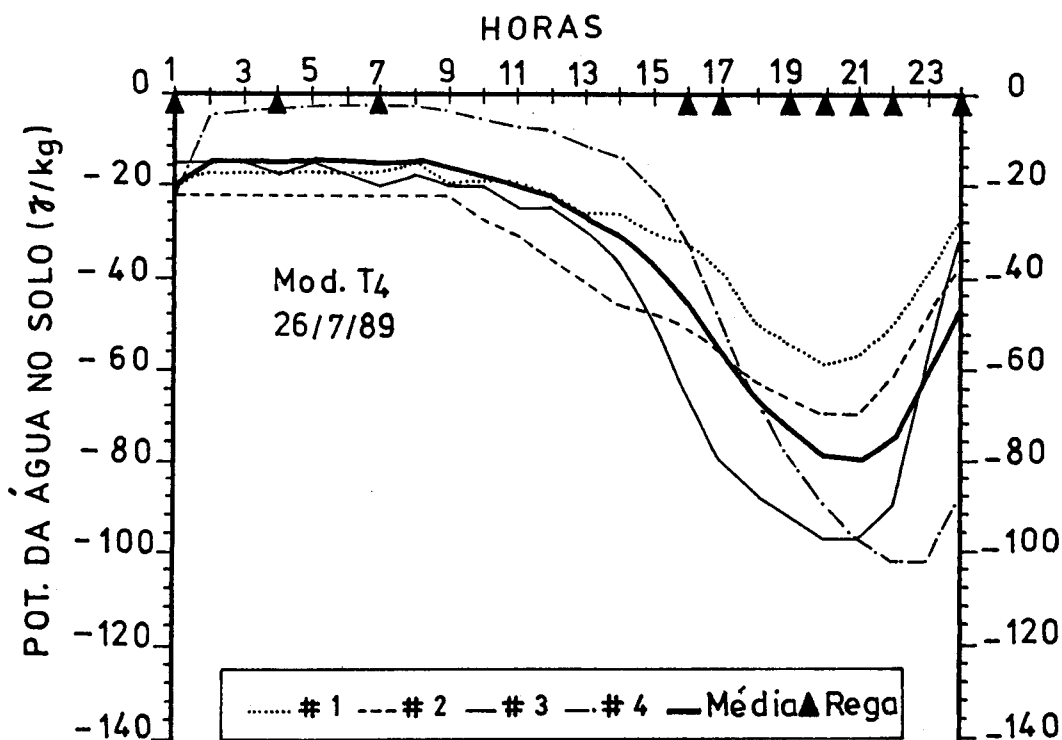


Fig. 97 - Evolução horária dos potenciais de água no solo em diferentes sensores da modalidade de rega T_4 .

2.5.3 - Efeito da deficiência hídrica nos índices de "stress" hídrico da cultura - CWSI

A temperatura da superfície dum corpo está relacionada com a radiação do seu corpo negro, de acordo com a equação de Stefan-Boltzman $T_s = R^{\frac{1}{4}} / E \sigma$, onde T_s é a temperatura da superfície em K ($^{\circ}\text{C} + 273$), R é a radiação emitida pelo corpo negro em W/m^2 , E é a emissividade do corpo (razão da radiação emitida em relação a um corpo negro perfeito e σ é uma constante ($5,674 \times 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2 \text{ por K}^4$). A maioria das culturas são bons emissores de radiação no comprimento de onda de 10 a 14 μm (C.J. PHENE e R.C. PHENE, 1987). Este principio foi por nós utilizado na medição da temperatura do canopeu utilizando a pistola de infravermelhos. A precisão de leitura da temperatura da superfície do canopeu depende duma calibração cuidada, sensibilidade à variação da temperatura ambiental e a interação de superfícies circundantes, particularmente o solo quando o desenvolvimento da parte aérea das plantas é reduzido.

As medições da temperatura do canopeu têm sido introduzidas na conceito dos índices de stress hídrico da cultura (CWSI), para avaliar a deficiência hídrica das plantas (JACKSON, 1982; JACKSON *et al.*, 1981; SOARES, 1987; HATTENDORF *et al.*, 1988). O conceito básico é mostrado adiante na Figura 100. O CWSI é calculado dividindo a distância A-A₀ por A₁-A₀ para o mesmo valor de VPD. O CWSI tem um valor zero para a situação de nenhum "stress" hídrico e um para a situação extrema de esforço hídrico. Este método funciona melhor em culturas que sejam relativamente tolerantes a "stress" hídricos suaves ou moderados (C.J. PHENE e R.C. PHENE, 1987).

Pistolas de infravermelhos já foram usadas de modo contínuo em operações de ar livre. Este equipamento foi já testado num sistema de rega por aspersão linear ("Lateral-move irrigation system"), como controlador da oportunidade de rega na cultura do algodão (PHENE *et al.*, 1985).

HOWELL *et al.* (1983) concluíram o seguinte:

- "... embora o CWSI pareça ser útil para determinar o "stress" hídrico da cultura do algodão, a programação da rega requer decisões de oportunidade e dotação de rega. Por isso, modelos tradicionais de programação da rega (PHENE *et al.*, 1985) poderão ser utilizados para prever a dotação de rega necessárias a preencher as necessidades de água na zona radical da cultura, quando a necessidade de se regar for indicada por qualquer indicador (potencial da água na planta, CWSI ou outra qualquer medição no solo ou na planta)."

Segundo C.J. PHENE e R.C. PHENE (1987), sistemas de rega que necessitem de controlar a frequência e as dotações de rega, tais como os "pivots" e gota-a-gota, o CWSI poderá ser utilizado para registar as deficiências hídricas da cultura e indicar a necessidade de se aumentar ou reduzir a frequência ou a dotação de rega.

Na experiência que nós realizámos no "Water Management Research Lab. (1989), as medições reportaram-se a dois períodos de desenvolvimento da cultura de tomate para indústria: Período I - desde o vingamento dos frutos até ao aparecimento do 1º fruto vermelho, isto é, entre o 57º e 70º dias após sementeira; Período II - desde o 1º fruto vermelho até ao primeiro corte de rega (entre o 71º e 91º dias após sementeira).

Baseadas nas medições anteriores determinaram-se regressões entre as diferenças da temperatura do canopeu (T_c) e a temperatura do ar (T_a) e o déficit de pressão de vapor (VPD). As regressões determinadas para situação sem esforço hídrico podem ser analisadas na Tabela 82.

Tabela 82 - Equações básicas para a situação sem deficiência hídrica ("non-stressed baseline").

Período	Função	r^2	n	Prob.
I	$T_c - T_a = 0,65 - 2,18 \text{ VPD}$	0,8859	183	***
II	$T_c - T_a = 1,22 - 2,19 \text{ VPD}$	0,6606	234	***
I+II	$T_c - T_a = 0,79 - 2,12 \text{ VPD}$	0,7881	417	***

*** - $P < 0,001$; n = nº de observações.

Os coeficientes de "stress" hídrico da cultura (CWSI) foram calculados a partir das seguintes equações:

- Nível sem deficiência hídrica ("non-stressed baseline")

$$T_c - T_a = 0,79 - 2,12 \text{ VPD} \quad (\text{Ver Figura 98})$$

- Nível de deficiência hídrica total ("fully-stressed baseline")

$$T_c - T_a = 3,4 + 0,11 \text{ VPD} \quad (\text{HUTMACHER et al., 1987})$$

A regressão representativa do nível sem deficiência hídrica para o período entre o 57º e 91º dias após a

sementeira é apresentado na Figura 98. A correlação entre VPD e $(T_c - T_a)$ foi altamente significativa. Contudo a mesma figura mostra um amplo intervalo de confiança; assumindo que os valores diários de VPD estão correctos, as leituras de $T_c - T_a$ variaram aproximadamente $\pm 1,5\%$, o que significa que dentro dum limite de confiança de 95%, para o mesmo valor de VPD o valor de $T_c - T_a$ pode variar 3 °C.

Os valores de CWSI obtidos neste estudo mostram as seguintes características:

a) Os valores de CWSI aumentaram do início para o fim do período estudado (Figura 99), em todas as modalidades à excepção da T_5 que mostrou um comportamento estável ($\pm 0,5$). A taxa de crescimento está positivamente relacionada com o nível do "stress" hídrico da planta (RUDICH e LUCHINSKY, 1986).

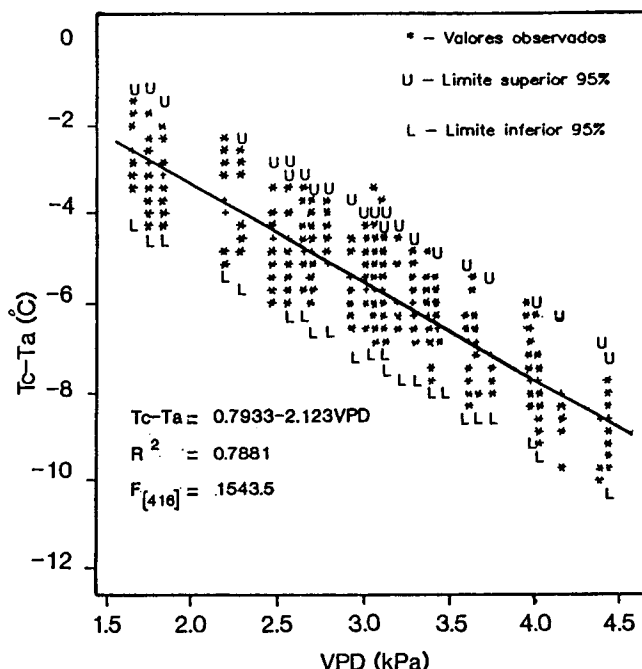


Fig. 98 - Relação entre a diferença de temperatura do canopeu (T_c) e do ar (T_a) e o défice da pressão do vapor atmosférico (VPD) em situação de não "stress" hídrico. A regressão inclui todas as leituras (417) efectuadas na modalidade de rega T_5 .

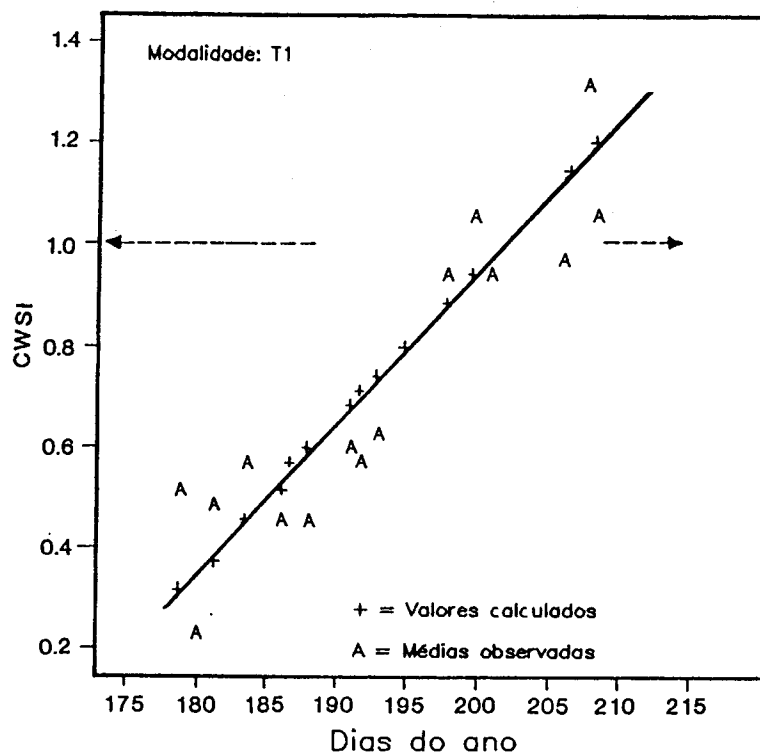


Fig. 99 - Influência temporal e da temperatura do solo na evolução dos CWSI da modalidade de rega T₁.

b) Os valores médios de CWSI para o período entre o 57º e o 91º dias após semeadura são apresentados na Tabela 83 e na Figura 100. Foram encontradas diferenças significativas entre modalidades.

Tabela 83 - Valores médios de CWSI, produção comercial e diminuição percentual da produção comercial.

Modalidades	CWSI	Prod. Com. t/ha	Redução em %
T5	0,00 e	109,7 a	0
T4	0,07 d	95,8 b	12,7
T3	0,26 c	40,7 c	62,9
T2	0,43 b	22,3 d	79,6
T1	0,75 a	10,0 e	91,0
DP	0,3169	6,9848	-
Signif.	0,0001	0,0001	-

DP = Desvio padrão; a, b, c, d, e = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (LSD, $P \leq 0,05$).

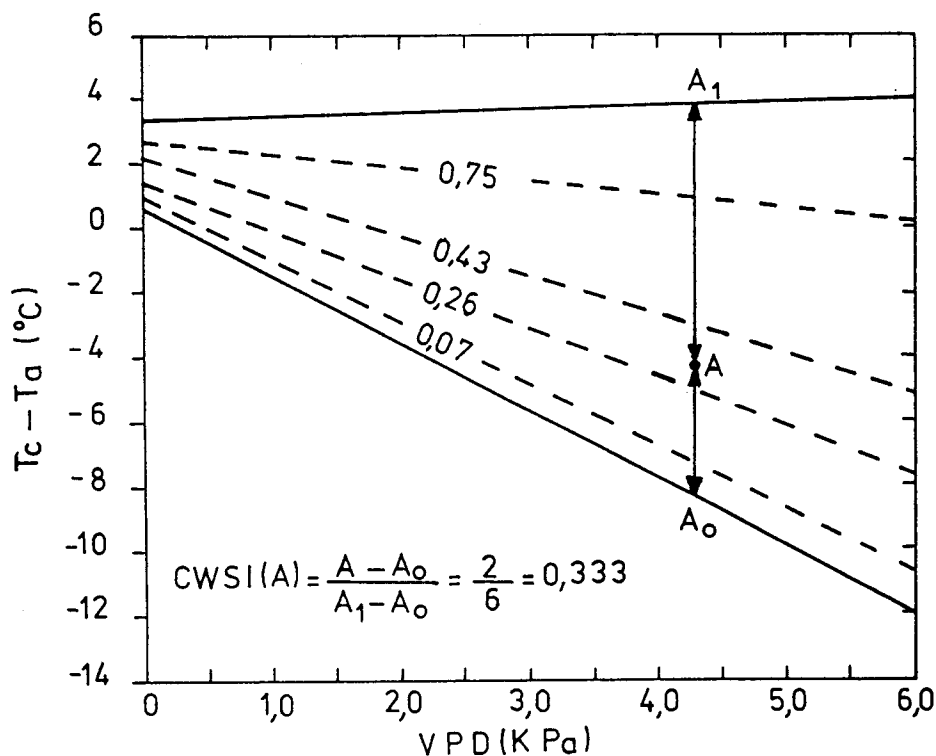


Fig. 100 - A relação dos coeficientes de "stress" hídrico da cultura (CWSI) para a cultura de tomate para indústria (cv. UC 82 B).

c) Os valores de CWSI nas modalidades de rega T_1 e T_2 apresentaram-se superiores a 1, os quais são provavelmente causados pela inclusão parcial da temperatura do solo nas leituras das temperaturas do canopeu. Este problema está geralmente associado ao fraco desenvolvimento da parte aérea no início do ciclo cultural ou por deficiente rega (T_1 e T_2), o que não permitem recobrimento total da superfície do solo.

Até o campo de visão da pistola de infravermelhos ser aperfeiçoado, a sensibilidade e a variabilidade dos CWSI limita o valor do método no início do ciclo cultural ou em culturas mal regadas para os seguintes fins: (a) - Programação e controlo adequado da rega; (b) - Definição do "stress" hídrico da planta regada pelo sistema de rega gota-a-gota.

Contudo, durante períodos de boa cobertura do solo pelo canopeu e quando usado em conjunto com outros métodos de registo e controlo, as medições de CWSI podem servir de

valiosa informação de retorno ("feedback"), (C.J. PHENE e R.C. PHENE, 1987; CALADO *et al.*, 1989 b; CALADO *et al.*, 1989 e).

2.5.4 - Correlação entre a variação do diâmetro do caule e o potencial de água na planta

O diâmetro do caule e o potencial da água na planta estão intimamente correlacionados (KLEPPER *et al.*, 1971). Por isso, a medição do caule poderá ser usado para registrar continuamente o crescimento do caule e o estado hídrico da planta. O método por nós utilizado nesta experiência para prever o potencial de água na planta, foi o do encolhimento do caule (HUCK e KLEPPER, 1977; BENEDICTO, 1991). A variação do caule (δs) em cada modalidade foi medido por um transformador diferencial de variação eléctrica linear (modelo "BCP Electronics, MN2), (PARSONS *et al.*, 1979). O diâmetro do caule usado como referência foi medido antes do nascer do sol. O diâmetro do caule ia depois diminuindo à medida que aumentava a deficiência hídrica na planta.

PARSONS *et al.* (1979) estabeleceu para a cultura do algodão uma regressão significativa entre a variação do caule e os potenciais de água na planta e determinou a altura própria para regar esta cultura (Figura 101).

O "stress" manifestado pelo diâmetro do caule foi integrado numericamente por PARSONS *et al.* (1987) usando a seguinte equação:

$$ISS = \int_{T_0}^{T_1} \delta S(t) dt$$

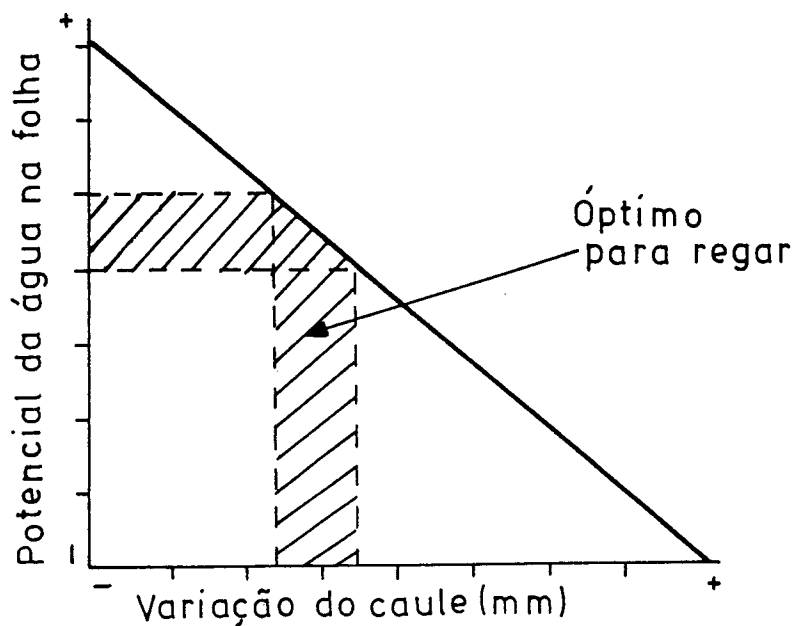


Fig. 101 - Esquema da regressão linear estabelecida entre a variação do caule e os potenciais de água na planta.

onde ISS era a variação integrada do "stress" do caule, em mm x dia, T_0 é a hora antes do nascer do sol, T_1 é a hora depois do sol-posto e $\delta S(t)$ é a variação do diâmetro do caule no tempo t , expressa em mm. Esta técnica de medição pode ser usada para controlo da rega gota-a-gota (C.J. PHENE e R.C. PHENE, 1987).

Os resultados determinados por nós nesta experiência não foram suficientes para estabelecermos na altura do tomate uma correlação entre a variação do caule e o potencial de água na planta. Nestes anos os sensores electrónicos não funcionaram bem, pois estiveram cerca de 30 dias no campo ao sol e ao pó, antes de serem montados nas plantas. Programou-

se novos ensaios para 1990 mas o orçamento da JNICT para o projecto "Estudo de novas tecnologias de rega em Horticultura ao ar livre" foi reduzido e chegou bastante tarde, o que inviabilizou a repetição deste trabalho no "Water Management Research Lab." de Fresno. De qualquer modo mostram-se nas Figuras 102 e 103 duas das várias regressões lineares conseguidas. A variação dos potenciais de água no solo relativos às regressões mencionadas anteriormente são apresentadas na Figura 102.

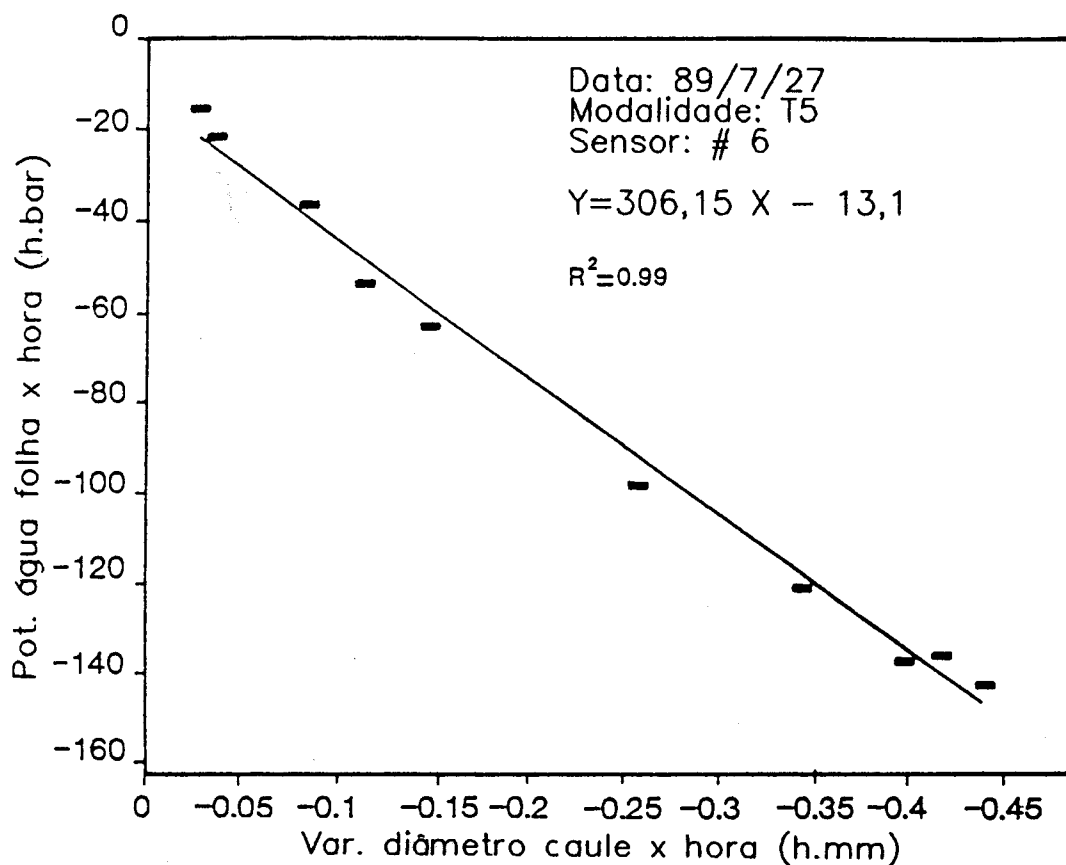


Fig. 102 - Relação entre os valores integrados do potencial de água na planta e a integração dos valores referentes à variação do diâmetro do caule da modalidade de rega T₅.

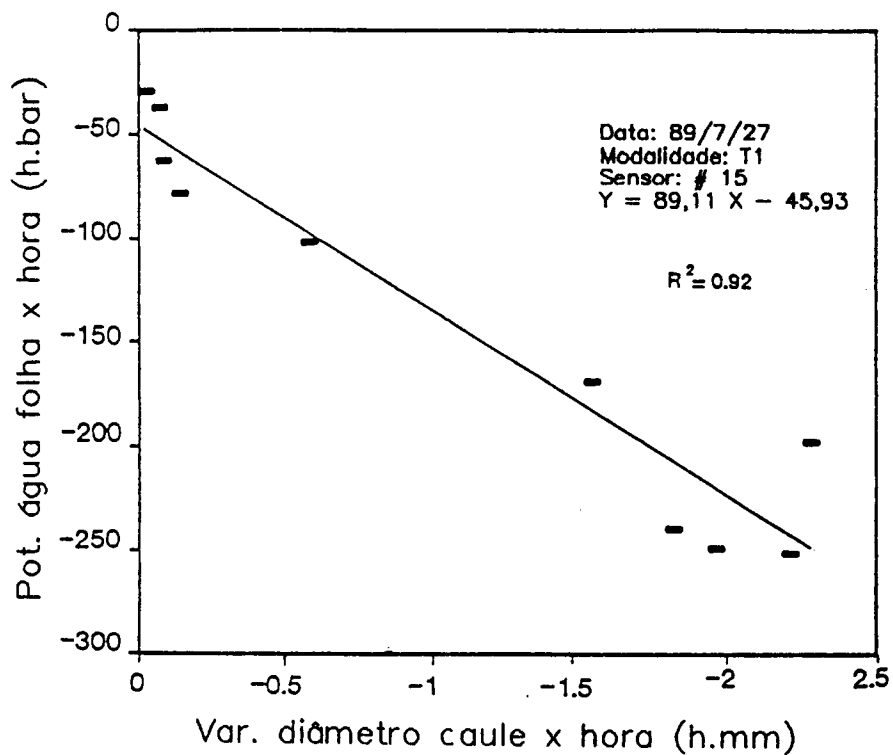


Fig. 103 - Relação entre os valores integrados do potencial de água na planta e a integração dos valores referentes à variação do diâmetro do caule da modalidade de rega T₁.

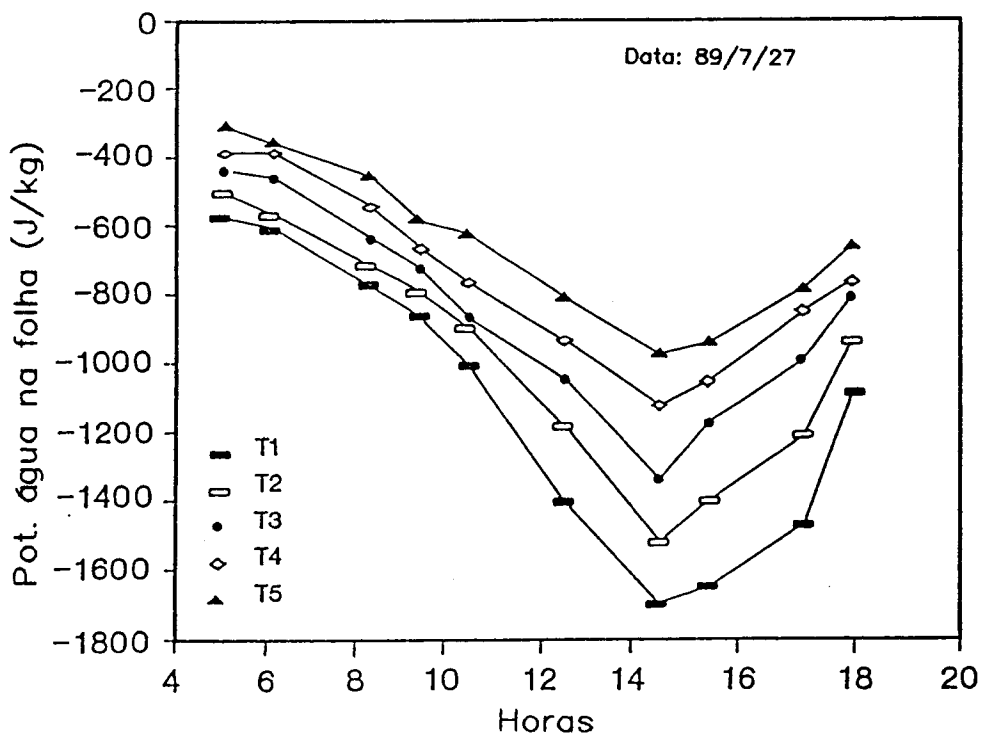


Fig. 104 - Variação horária do potencial da água na planta.

2.5.5 - Variação diurna do potencial de água na planta, transpiração e resistência estomática

O potencial de água na planta, transpiração e resistência estomática foram medidos hora a hora, uma vez por semana desde 13 de Julho a 8 de Agosto. Apresenta-se aqui os valores dum dia de observações representativo das características médias.

Potencial da água na planta (Φ_L)

Os valores apresentados na Figura 105 mostram a variação horária de Φ_L para todas as modalidades de rega no dia 27 de Julho. Os potenciais de base diminuíram de -300 J/Kg na modalidade T₅ para -600 J/Kg na modalidade T₁. Os valores observados ao meio dia solar (13-14 horas) diminuíram de forma semelhante desde os -900 aos -1700 J/Kg para as mesmas modalidades de rega. Dum modo geral estes dados mostram uma sensibilidade de medição às pequenas diferenças de água aplicadas pela rega.

Transpiração (Tr)

A Figura 106 mostra os valores de transpiração (Tr) obtidos hora a hora em todas as modalidades de rega. Os tratamentos com maior deficiência hídrica (T₁ e T₂) alcançaram a máxima taxa de transpiração antes (09:00 h) dos tratamentos melhor regados (T₅, T₄ e T₃), os quais atingiram a máxima transpiração entre as 12:00 e 14:00 horas.

Resistência estomática (R_s)

A Figura 107 mostra os valores da resistência estomática ($s \cdot cm^{-1}$) obtidos hora a hora em todos os tratamentos de rega. Os valores de R_s na modalidade T_1 aumentou das 09:00 às 14:00 horas, hora a que atingiu o seu máximo. Os outros tratamentos apresentaram valores baixos, atingindo os seus máximos mais tarde.

Os potenciais de água na planta parecem ser o melhor dos três elementos analisados para caracterizar a deficiência hídrica em cada modalidade de rega (CALADO *et al.*, 1989 b; CALADO *et al.* 1989 c)

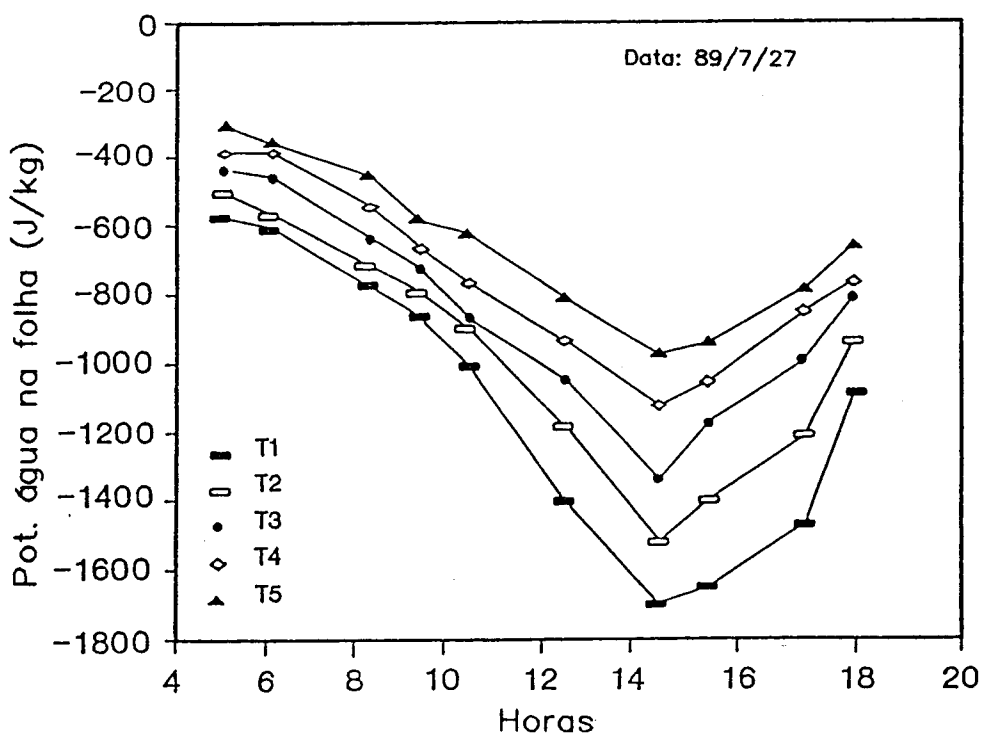


Fig. 105 - Evolução horária do potencial de água na planta em função dos tratamentos de rega.

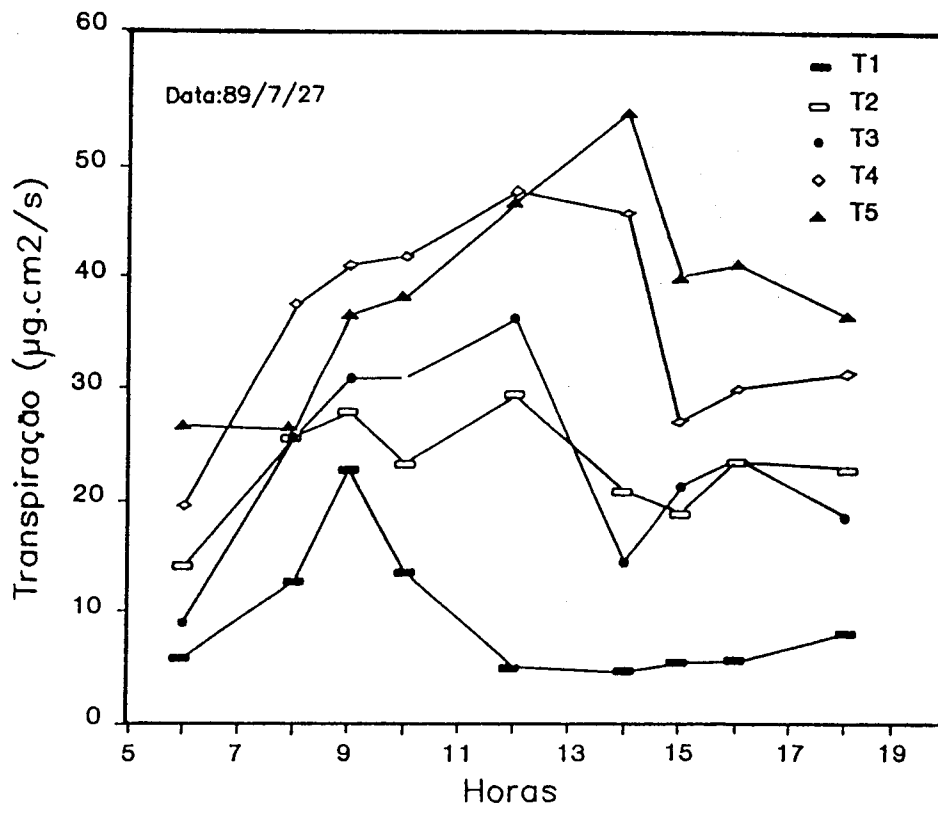


Fig. 106 - Evolução horária da transpiração (Tr).

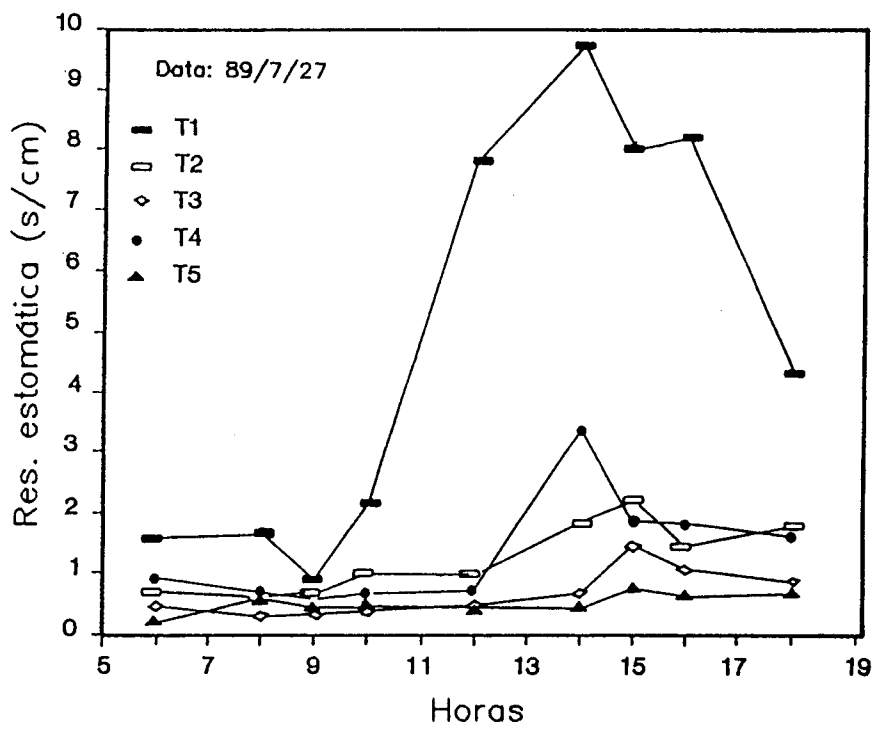


Fig. 107 - Evolução diária da resistência à difusão estomática (Rs).

2.5.6 - Matéria verde e seca do canopeu

Os valores da matéria verde, matéria seca e percentagem de matéria seca no canopeu é mostrado na Tabela 84.

Tabela 84 - Matéria verde e seca do canopeu ($t \cdot h^{-1}$).

Modalidade	Mat.Verde t/ha	Mat.Seca t/ha	% de mat. seca
T5	33,238 a	6,839 a	20,6 e
T4	23,333 b	5,153 b	22,1 d
T3	15,330 c	3,528 c	23,0 c
T2	15,047 c	3,499 c	23,3 b
T1	9,766 d	2,591 d	26,4 a
DP	2,821	0,434	0,0001
Signif.	***	***	***

DP = Desvio padrão; *** = $P \leq 0,0001$; a, b, c, d, e = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (LSD, $P \leq 0,05$).

Convém referir que nas modalidades melhor regadas, os valores de matéria seca determinadas nesta experiência são muito semelhantes aos valores apresentados no capítulo II para a modalidade também melhor regada.

2.5.7 - Rendimento físico e qualidade da matéria-prima

Os principais parâmetros medidos no rendimento físico e na qualidade da matéria-prima são apresentados na Tabela 85.

Tabela 85 - Rendimento físico e qualidade da matéria-prima e eficiência de rega.

Mod.	(1) Água aplic. (mm)	(2) Prod.Com. t/ha	(3) Prod.Total t/ha	(4) "°brix"	(5) SSPC t/ha	(2)÷(1) kg·ha ⁻¹ ·mm ⁻¹	(5)÷(1) kg·ha ⁻¹ ·mm ⁻¹
T5	639,7	109,676 a	142,059 a	4,66 d	5,152 a	171,449 a	8,054 a
T4	535,8	95,787 b	124,250 b	4,997 cd	4,798 a	178,773 a	8,955 a
T3	478,8	40,742 c	65,726 c	5,47 bc	2,222 b	85,092 b	4,641 b
T2	412,3	22,326 d	48,919 d	6,00 ab	1,315 bc	54,151 c	3,191 bc
T1	274,9	9,995 e	27,578 e	6,58 a	0,629 c	36,361 c	2,287 c
DP	-	6,948	7,037	0,415	0,631	15,476	1,201
Signif.	-	***	***	***	***	***	***

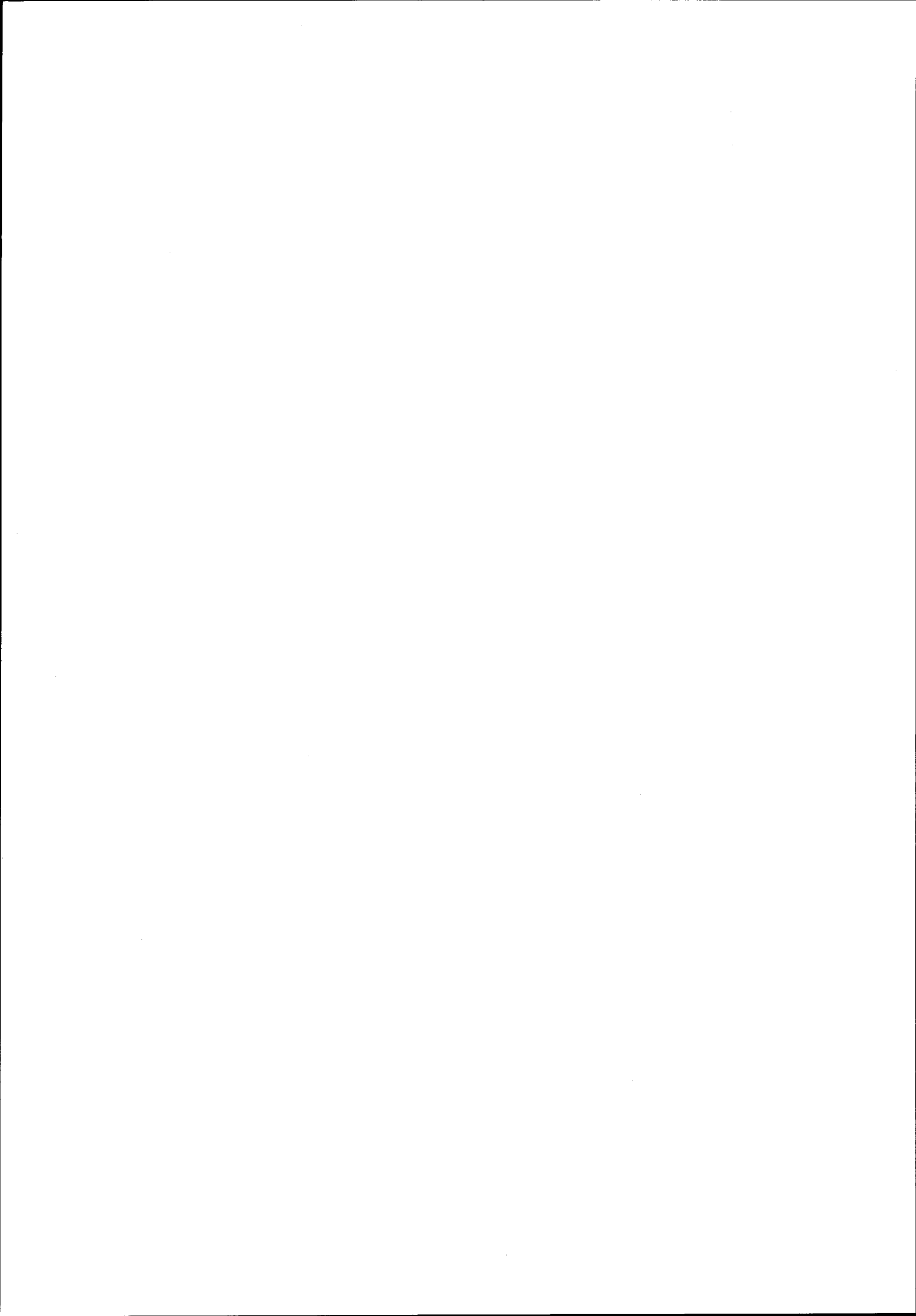
DP = Desvio padrão; *** = $P \leq 0,0001$; a, b, c, d, e = índices diferentes indicam diferenças significativas entre médias (LSD, $P \leq 0,05$); SSPC = Prod.Com x °Brix / 100.

Analisando a Tabela 85 verifica-se que as produções comercial e total aumentam positivamente com a quantidade de água aplicada pela rega e pela precipitação. Convém no entanto realçar que ao contrário do que aconteceu nos ensaios portugueses já analisados, as diferenças entre as modalidades 1,0 ETR e 1,2 ETR são estatisticamente significativas, não apresentando pois uma evolução que possa ser traduzida por uma função matemática do tipo quadrático.

O "°brix" diminuiu com o aumento da água aplicada, comportamento que predominou em todas as experiências apresentadas ao longo deste trabalho.

A produção de sólidos solúveis por hectare (SSPC) apresenta com a ETR uma relação positiva, embora não apresente diferenças significativas entre as duas modalidades mais regadas, isto é, entre 1,0 ETR e 1,2 ETR.

Em relação à eficiência do uso da água da produção comercial e da produção de sólidos solúveis por hectare (SSPC) constata-se que a modalidade 1,0 ETR é a que apresenta melhores valores, embora estatisticamente igual a 1,2 ETR. Daqui se conclui que em termos de produção comercial merece a pena continuar-se a regar a partir da modalidade 1,0 ETR enquanto que em termos de produção de sólidos por hectare e eficiência de uso da água não é proveitoso apesar da diferença de água entre as modalidades 1,2 ETR e 1,0 ETR ser de 103,9 mm.



IV - CONCLUSÕES GERAIS

Apresentam-se a seguir algumas conclusões gerais formuladas a partir dos resultados de cada tipo de experiência e restritas aos aspectos que se consideram de maior interesse dentro dos estudos efectuados.

Controlo automático dos sistemas de rega

Nas experiências em Portugal, o controlo de rega - comandado automaticamente por tensiómetros eléctricos (modelo "Nardeux DTR 1000"), ligados em série a electroválvulas e relógios - funcionou bem como mostraram os valores de ETR e os perfis hídricos do solo de cada modalidade de rega.

A localização do bolbo cerâmico a 15 cm de profundidade na vertical do gotejador, definido por PHENE (1989), mostrou-se adequada para o controlo automático da rega gota-a-gota em regimes de elevada frequência de rega.

Em termos de uso pelo agricultor, pensa-se pois que os tensiómetros eléctricos poderão ser utilizados na automatização de rega. Para um bom funcionamento do sistema deverá atender-se ao seguinte: (a) - Variabilidade espacial da parcela a regar de modo a poder escolher-se o local com características hídricas médias do solo ou determinar-se o número de tensiómetros que deverão estar na base da decisão da oportunidade de rega; (b) - Escolha de pontos de rega com valores de potenciais de água no solo elevados (-10 a -20 KPa) para que os tensiómetros tenham uma reacção rápida e sensível; (c) - Escolha dum sistema com elevadas frequências de rega.

Na experiência da Califórnia, o controlo de rega automático a partir da evaporação da tina classe A também funcionou bem pois o sensor electrónico de medição do nível da água na tina mostrou sensibilidade e precisão nas leituras. Este sistema apresentou no entanto algumas desvantagens técnicas, tais como: (a) - as regas são dum modo geral concentradas no final da tarde de cada dia; (b) - o controlo automático da rega, ao ser feito através da evaporação da tina não detecta nem controla anomalias na rega por fuga de água nas condutas principais e por este motivo os gotejadores podem não regar por períodos longos, afectando a cultura.

Nesta experiência foram estudados outros métodos para definir o esforço hídrico da planta ou para controlar automaticamente a rega. Os sensores de solo mostraram-se sensíveis às variações dos potenciais de água no solo; os coeficientes de "stress" hídrico da cultura - CWSI determinados com uma pistola de infravermelhos - apresentaram também alguma sensibilidade. O método usado para correlacionar a variação do caule com os potenciais de água na folha não obteve resultados totalmente positivos devido ao mau funcionamento dos sensores electrónicos que mediram o diâmetro dos caules das plantas.

A perda por percolação dos principais macronutrientes

As principais conclusões obtidas nesta área foram as seguintes:

- Em solos arenosos e Primaveras chuvosas, dever-se-ia aplicar o mínimo possível de fertilizantes na adubação de fundo, de modo a reduzir a percolação de N, P e K.

- Aconselha-se a utilização da rega de elevada frequência (várias regas por dia) com pequenas dotações de água (± 1 mm/regas) de modo a evitar-se a perda de N, P e K que chegou a atingir valores médios de 6,9, 9,7 e 17,5% do total de azoto, fósforo e potássio.

- Recomenda-se a aplicação por fertirrigação das quantidades de fertilizantes necessários diariamente à cultura.

- A melhor modalidade de rega em termos de perda de nutrientes por percolação e em termos de produção por unidade de superfície foi a que se fez com um potencial de água no solo de -20 KPa.

- A perda por percolação de N, P e K em solos arenosos pode constituir uma importante fonte de poluição da toalha freática se não houver um correcto manuseio da água e de fertilizantes¹⁵.

Comportamento fenológico da cv. Rio Grande

- O sistema radical mostrou um desenvolvimento radical relativamente superficial. Dos 88% do comprimento radical total desenvolvido até aos 40 cm de profundidade, 43% encontram-se nos primeiros 20 cm e 45% nos segundos 20 cm do perfil. Os maiores valores de comprimento radical verificaram-se no entanto na faixa do perfil do solo entre os 31 e

15 - Note-se a este propósito que as presentes experiências influenciaram a apresentação à CBE - DG VI do projecto de investigação "Melhoramento da qualidade tecnológica do tomate para indústria" já em execução em Portugal, Espanha, Grécia, Itália e França. Uma das acções estuda precisamente os factores água e macronutrientes (N, P e K).

40 cm de profundidade. Isto pode justificar-se-á pela existência dum novo horizonte pedológico a 40 cm de profundidade, que devido aos elevados valores de densidade aparente (Dap) causará uma maior resistência mecânica à penetração das raízes e reduzirá o crescimento destas para profundidade maior, criando aliás um ligeiro aumento do comprimento radical quando comparado com as faixas de perfil mais superficiais. Convém realçar que em todas as modalidades as raízes se desenvolveram preferencialmente no horizonte Ap, motivado pela redução dos valores de Dap devido à mobilização do solo até 40 cm.

Os resultados mostraram uma relação positiva entre os potenciais de água no solo e os valores de comprimento radical, que aumentaram com a quantidade de água aplicada.

Convém lembrar que com um sistema radical superficial e um solo com fraca capacidade de retenção para a água, uma avaria no sistema de rega poderá afectar significativamente o comportamento normal e com ele o rendimento físico por hectare.

- Os maiores valores de matéria seca e índice de área foliar foram atingidos no período do completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência. A taxa de crescimento foi mais elevada entre o 1º fruto vingado e aquele período de desenvolvimento.

Os valores máximos de I.A.F. (obtidos na fase do completo desenvolvimento dos frutos da 1ª inflorescência) das modalidades -20, -40 e -60 Kpa situam-se entre os valores de 2 e 3 de harmonia com o referido por GAMA (1987) numa cultura

de tomate instalada por transplantação no mesmo local e no mesmo tipo de solo.

Conseguiram-se estabelecer algumas relações entre estes elementos e vários parâmetros relativos ao rendimento físico e qualidade da matéria-prima. Para valores de I.A.F. superiores a 3, o rendimento físico não aumenta significativamente e o "°brix" e os sólidos totais têm um decréscimo cada vez menos acentuado. Para valores inferiores de I.A.F. o "°brix" e sólidos totais sofrem um aumento acentuado, enquanto as produções comercial e total diminuem mais intensamente.

- A concentração da floração - frutificação decresce com o aumento da ETR. Nas modalidades com os pontos de rega a -20, -40 e -60 KPa as flores das primeiras três semanas contribuem com cerca de 80% da produção comercial enquanto que na modalidade de mais rega (-10 KPa) concorrem só para 55%.

A duração do ciclo cultural para atingir a concentração de maturação conveniente para a colheita única apresentou diferenças de 8 a 10 dias para mais entre as modalidades de -10 KPa e -60 KPa.

Rendimento físico por unidade de superfície

Rendimento físico vs. ETR

A produção comercial na cv. Rio Grande cresceu com o aumento de potenciais de água no solo. No entanto aumentos de ETR a partir de valores correspondentes à modalidade -20 KPa não promoveram aumentos estatisticamente significativos na produção comercial. Na cultivar UC 82 B (linha

dupla) cultivada em Fresno - Califórnia, a produção comercial aumentou sempre significativamente com o incremento dos valores de ETR, entre as modalidades de rega 1,2 ETR e 1,0 ETR.

A produção total apresentou o mesmo comportamento que a produção comercial.

As características dos frutos vermelhos que constituíam a produção comercial da cv. Rio Grande variaram também com as condições hídricas do solo. O calibre, a percentagem de frutos sãos, frutos com antracnose e "green-shoulder" aumentaram de -60 Kpa para -10 Kpa. Relação oposta tiveram as classes de frutos escaldados, rachados e com podridão apical.

Em termos de eficiência de uso da água na produção comercial e total a melhor modalidade foi a -20 KPa embora estatisticamente não significativa com a modalidade -40 KPa e por vezes também com a -60 KPa (1990). Donde se conclui mais uma vez da distinção bem evidente entre produtividade económica da cultura de tomate e eficiência do uso da água de rega.

Rendimento físico vs. ETR vs. Densidades de populações na cv. Rio Grande

Nestes ensaios, a modalidade -10 KPa apresenta valores de produção comercial e total significativamente inferiores aos da modalidade -20 Kpa. A regressão entre ETR e esses elementos foi do tipo quadrático, tal como já acontecera em ensaios portugueses anteriores. Neste trabalho pode-se constatar que as produções comercial e total, a de frutos podres, a de frutos com podridão apical e a de frutos

escaldados estão mais correlacionados com a quantidade de água aplicada pela rega do que com o número de plantas por hectare. Os três primeiros elementos apresentaram uma correlação positiva com a ETR enquanto que as classes de frutos com podridão apical e de frutos escaldados correlacionaram-se de forma negativa.

Com o número de plantas está mais correlacionado a produção de frutos verdes (relação positiva) e as produções comercial e total por planta (relação negativa).

Rendimento físico vs. ETR vs. cultivares

Dum modo geral a produção comercial das cultivares UC 82 B, E 6203, H 7151 e Rio Grande aumentou significativamente nas modalidades de rega entre -60 KPa e -20 KPa. A produção desta modalidade com a de -10 KPa não foi estatisticamente distinta, aliás o comportamento mais comum ns ensaios realizados em Portugal.

Relativamente ao comportamento produtivo da cv. UC 82 B confirmou-se a importância da utilização da linha dupla nesta cultivar de canopeu de dimensões reduzidas. Ao aumento do número de plantas por hectare para o dobro, correspondeu um incremento de 31% na produção comercial.

Salienta-se ainda o bom comportamento produtivo da cv. Rio Grande que conjuntamente com a 'UC 82 B' (linha dupla) apresenta os valores mais elevados na produção total. A produção comercial daquela cultivar é estatisticamente inferior à da 'UC 82 B' (linha dupla) pela grande susceptibilidade à podridão dos frutos nas modalidades de rega com elevados potenciais de água no solo (-10 Kpa e -20 Kpa).



No que diz respeito à qualidade dos frutos da produção comercial, chama-se a atenção para a 'Rio Grande' que comparativamente com as outras cultivares estudadas tem maiores susceptibilidades ao rachamento, à antracnose e à coloração verde do polo peduncular ("green-shoulders").

Rendimento físico vs. potenciais de água no solo vs. períodos de desenvolvimento B, C e D

A água aplicada pela rega nos períodos da floração, vingamento e início do desenvolvimento dos frutos (C) e do desenvolvimento e maturação dos frutos (D) resultam num aumento médio da produção respectivamente de 144% e de 71%, comparada com a modalidade de controlo - sem rega. O período C é de longe o mais importante na definição da produção comercial.

A percentagem de frutos podres aumentou com baixos potenciais de água no solo durante o período C e com elevados potenciais no período D.

O calibre dos frutos vermelhos aumentou com a rega durante os períodos C e D. A maior influência fez-se sentir fundamentalmente durante o primeiro período. O número de frutos vermelhos são aumentou dum modo geral com a rega durante o período C e com baixos potenciais de água no solo durante o período D. O número de frutos rachados aumentou com a falta de rega durante o período C e com elevados potenciais de água no solo durante o período D.

Características tecnológicas da matéria-prima

Para além dos bolores nos frutos vai-se acentuando a tendência para pagar o tomate de acordo com outros elementos da sua qualidade. Desde há muito que nos EUA as unidades fabris estabelecem contratos com o agricultor onde se definem as normas de qualidade. A matéria-prima começou por transacionar-se de acordo com o extracto seco do fruto. Actualmente fazem-se também rejeições ou reduções atendendo a outras características como a cor, podres, sólidos insolúveis e material que não é tomate (terra, folhas, etc.) e outras.

Em 1991 em Portugal deveria ter-se começado a pagar a matéria-prima não só de acordo com a qualidade exterior dos frutos mas também usando uma escala de extracto seco (Tabela 86) (CEE, 1991).

Tabela 86 - Tabela de preços de acordo com o extracto seco ("brix").

Extracto seco	Correção de preço
De 4 a 4,3 %	- 10 %
De 4,3 a 4,8 %	- 5 %
De 4,8 a 5,4 %	Preço base
De 5,4 a 5,8 %	+ 5 %
Mais de 5,8 %	+ 10 %

CEE (1991 a e 1991 b)

Faz muito sentido pagar a matéria-prima de acordo com o seu extracto seco pois não é lógico que se gaste energia para "encher" os frutos de água (baixos valores de extracto seco), para a transportar do campo à fábrica, e por último gastar

mais energia para tirar água suplementar quando se está a fabricar o concentrado. A classificação da matéria-prima tenderá a ser no futuro mais complexa e específica de acordo com as características do ou dos produtos finais a laborar por determinada fábrica. Por exemplo, para uma fábrica que produza "ketchups", um dos parâmetros importantes é a consistência que positivamente tem a ver com os sólidos insolúveis e não com os sólidos solúveis.

Características tecnológicas vs. ETR

O "°brix" e os sólidos totais apresentaram uma relação negativa com a evapotranspiração real (ETR), isto é, à medida que esta aumentou aqueles diminuíram. O grande aumento daqueles elementos fez-se sentir para valores de potencial de água no solo na ordem dos -60 KPa e potenciais de base na folha na ordem de -420 a -550 KPa. Das características tecnológicas avaliadas estas foram as que mais variaram com a quantidade de água aplicada à cultura. A produção de matéria seca solúvel por hectare (SSPC) foi significativamente superior na modalidade -20 KPa. A eficiência do uso da água para produção da "SSPC" foi no entanto significativamente superior na modalidade M4 -60 KPa.

Aplicando a tabela de preços de acordo com o extracto seco da matéria-prima (Tabela 86), teríamos para a cv. Rio Grande 1989 e 1990 a situação que se apresenta na Tabela 87. Como se pode ver nesta tabela de resumo global a modalidade -20 KPa é a que melhor conjuga os factores quantidade e o extracto seco e aumenta a sua diferença em relação à modalidade de -10 Kpa.

Tabela 87 - Correção de preços da matéria-prima de acordo com o extracto seco - cv. Rio Grande¹.

Mod. rega	1989			1990		
	Correcção do preço	Prod.Com. (t/ha)	Prod.Com. corrigida (t/ha)	Correcção do preço	Prod.Com. (t/ha)	Prod.Com. corrigida (t/ha)
-10 Kpa	- 10%	96,130	86,517	- 10%	85,237	76,713
-20 KPa	- 5%	103,463	98,290	- 5%	84,067	79,864
-40 KPa	Preço base	77,130	77,130	Preço base	66,063	66,063
-60 KPa	+ 5%	49,571	52,050	+ 10%	44,163	48,573

1 - Para análise estatística ver ponto 2 do capítulo II.

A acidez total e a cor mostraram uma tendência para melhorar com a redução dos potenciais de água no solo. O aroma ("flavour") traduzido pelo razão entre o "°brix" e a acidez total também melhorou com o decréscimo dos valores de ETR.

Os sólidos insolúveis e a viscosidade do sumo de tomate não tiveram um comportamento claro nem variaram com os valores de ETR utilizados.

A cv. UC 82 B ensaiada na Califórnia em 1989, apresentou valores de "°brix" superiores aos registados nos ensaios em Portugal. No entanto a sua relação com a quantidade de água aplicada pela rega foi semelhante, isto é, diminuíram com o aumento de ETR. Aplicando a tabela de preços da CEE de acordo com o extracto seco da matéria-prima (Tabela 86) teríamos para a cv. UC 82 B a correção da produção comercial que se apresenta na Tabela 88.

Tabela 88 - Correção de preços da matéria-prima de acordo com o extracto seco - cv.
UC 82 B¹.

Mod.rega	Correcção do preço	Prod.Comercial (t/ha)	Prod.Com.corrigida (t/ha)
1,2 ETR	- 5%	109,676	104,192
1,0 ETR	Preço base	95,787	95,787
0,8 ETR	+ 5%	40,742	42,774
0,6 ETR	+ 10%	22,326	24,558
0,4 ETR	+ 10%	9,995	10,994

1 - Para análise estatística ver ponto 2.6.7 do cap. III.

Características tecnológicas vs. ETR vs. cultivares

Relativamente ao "°brix" e sólidos totais as cultivares apresentaram dum modo geral uma relação com ETR semelhante à descrita já anteriormente, isto é, diminuem à medida que a quantidade de água aplicada. No entanto esta relação é mais ou menos acentuada de acordo com a cultivar. Se se aplicasse a tabela de preços da campanha de 1991 em Portugal (Tabela 86) teríamos a situação que se apresenta na tabela 89.

Tabela 89 - Correção do preço da matéria-prima de acordo com o extracto seco em Portugal¹.

Mod.Regua	'UC 82 B' (L.Dupla)	'UC 82 B' (L.Simples)	'E 6203'	'H 7151'	'Rio Grande'
-10 KPa	- 10%	- 10%	- 10%	- 10%	- 10%
-20 KPa	- 10%	- 10%	- 5%	- 10%	- 10%
-40 KPa	- 5%	Preço base	+ 5%	Preço base	Preço base
-60 KPa	Preço base	+ 5%	+ 10%	+ 10%	+ 10%

1 - Para análise estatística ver ponto 3.2.3.2 e 3.2.3.3. do cap. II.

Como se constata na tabela anterior, a 'UC 82 B' é a que apresentou os valores mais baixos. A cultivar que apresentou melhores resultados foi a 'E 6203' seguida da 'H 7151' e 'Rio Grande'.

No conjunto das características tecnológicas da matéria-prima, destaca-se a 'E 6203' que em relação às outras cultivares estudadas apresenta não só os melhores valores de "°brix" e sólidos totais mas também de acidez total, cor e o segundo melhor valor de consistência.

Chama-se a atenção para os valores de consistência, cuja variação não foi significativa entre modalidades de rega (comportamento geral nos ensaios descritos neste trabalho). Apresentou diferenças significativas entre cultivares, sendo a melhor prática para se aumentar os valores desta característica tecnológica.

Características tecnológicas vs. potenciais de água no solo vs. períodos de desenvolvimento

O "°brix" e os sólidos totais aumentaram significativamente com os baixos potenciais de água no solo durante os períodos da floração, vingamento e início do desenvolvimento dos frutos (C) e do desenvolvimento e maturação dos frutos (D). A maior influência positiva nestas características tecnológicas fez-se sentir durante o período D.

A acidez total aumentou significativamente com baixos potenciais de água no solo durante o período D.

Os valores da cor do sumo e do concentrado de tomate melhoraram significativamente com elevados potenciais de água no solo durante os períodos C e D. Estes resultados

contrariam os de outros autores (PRASHAR *et al.*, 1976; RUDICH *et al.*, 1977, 1979).

A consistência do sumo ou do concentrado de tomate variou com a presença ou ausência da rega. Os elevados potenciais de água no solo durante o período C aumentaram por vezes significativamente a consistência do concentrado de tomate. Esta característica parece variar mais com as cultivares, como já foi referido anteriormente.

RESUMO

O objectivo principal deste trabalho é a caracterização da resposta quantitativa e qualitativa da cultura do tomate para indústria (*Lycopersicon esculentum* Mill.) quando sujeita a diferentes níveis de "stress" hídrico. Paralelamente àquele objectivo é nossa intenção estudar a operacionalidade da automatização da rega gota-a-gota em regime de elevada frequência, experimentando diferentes dispositivos de controlo automático.

No capítulo I faz-se a inserção do presente trabalho nos programas e projectos de investigação do Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora, tais como o "Projecto de Investigação da Cultura Mecanizada do Tomate para Indústria - METI" e principalmente o projecto "Estudo de Novas Tecnologias de Rega em Horticultura ao Ar Livre". Na segunda parte do mesmo capítulo realça-se: (1) - a importância da rega na produção de culturas hortícolas em climas Csa; (2) - o impacto sócio-económico que a rega gota-a-gota automatizada pode ter nos solos marginais dos perímetros regados em Portugal e (3) o relevo da cultura do tomate para indústria no quase inexistente sector agro-industrial do País.

No capítulo II analisa-se a experimentação realizada em Portugal de 1988 a 1990. Começa-se por descrever as características físicas e químicas dos solos arenosos da Estação Experimental António Teixeira em Coruche e que representam cerca de 30% (4000 hectares) da área total do vale do Sorraia.

As condições climáticas durante os ensaios estão indicadas em várias figuras e foram medidas na estação

meteorológica da Estação Experimental mencionada anteriormente.

As características do sistema de rega utilizado nos ensaios são igualmente descritas.

Da experimentação realizada em Portugal principia-se por analisar os ensaios "Resposta da cultura de tomate para indústria (cv. Rio Grande) à influência de diversos potenciais de água no solo (-10, -20, -40 e -60 KPa).

Começa-se por descrever o material e métodos utilizados: descrição do material vegetal, delineamento experimental, controlo automático da rega com tensiómetros eléctricos e observações efectuadas durante o ciclo cultural.

Os resultados obtidos são apresentados e discutidos por cada ano de ensaios (1989 e 1990). Os principais pontos desenvolvidos foram os seguintes:

- Água aplicada e perdida por percolação medidos diariamente por contadores volumétricos e pequenos lisímetros de drenagem.

- Determinação diária da evapotranspiração real (ETR) para cada modalidade, evapotranspiração de referência (ET_o), evaporação da tina classe A e dos coeficientes entre estes elementos.

- Avaliação diária da perda por percolação dos macronutrientes N, P e K.

- O comportamento do sistema radical em função da ETR e da profundidade do solo.

- A influência dos diversos potenciais de água no solo na duração do ciclo cultural.

- Avaliação e análise de elementos ligados à parte aérea da planta tais como a evolução do peso da matéria verde e seca do canopeu, índice de área foliar, potencial da água na planta, floração e frutificação.

- Avaliação do rendimento físico por classe de frutos (ex: frutos vermelhos, alaranjados, verdes, escaldados, queimados, podres, rachados, com podridão apical, com polo peduncular verde e com antracnose) e das características tecnológicas da matéria-prima ("°brix", sólidos totais, sólidos insolúveis, cor, acidez total e viscosidade).

Determinaram-se ainda regressões entre os valores de ETR e elementos ligados ao rendimento físico e qualidade da matéria-prima ou entre estes últimos.

- Por último apresentam-se algumas conclusões formuladas a partir dos resultados obtidos durante os dois anos de experimentação.

Dois ensaios complementares com a duração dum ano cada, são depois analisados neste capítulo.

No primeiro destes ensaios (1989) analisa-se a interacção entre potenciais de água no solo e densidades de populações (133 333, 66 667, 33 333 e 16 667 plantas/hectare). Efectuaram-se observações sobre o ciclo cultural e rendimento físico por classes de frutos.

No segundo ensaio complementar (1990) estuda-se a influência dos potenciais de água no solo (-10, -20, -40 e -60 KPa) x cultivares ('UC 82 B' - linha simples, 'UC 82 B' - linha dupla, 'E 6203', 'H 7151' e 'Rio Grande') no ciclo cultural, no rendimento físico por classes de frutos e nas características tecnológicas da matéria-prima.

No final do capítulo II analisa-se o último ensaio realizado em Portugal. Esta experiência foi realizada em 1988, 1989 e 1990 na Estação Experimental António Teixeira e procura estudar a influência dos elevados potenciais de água no solo ($\Phi_S > -20$ KPa) em 3 períodos de desenvolvimento sobre o rendimento físico e qualidade da matéria-prima da cv. Rio Grande. Os períodos de desenvolvimento considerados para o estudo são os seguintes: B - Período do crescimento; desde o desbaste à 4ª folha definitiva até ao início da floração (quando a 1ª flôr vinga); C - Período da floração, vingamento e início do desenvolvimento dos frutos; começa com o primeiro fruto vingado e termina quando os frutos da 1ª inflorescência atingem o completo desenvolvimento com cor alaranjada; D - Desde o final do período C até quando 75% do número total de frutos está com coloração vermelha ou alaranjada. Neste ensaio procura-se caracterizar as situações quando e como a rega mais influencia as diferentes classes de frutos da produção total e as características tecnológicas da matéria-prima ("°brix", sólidos totais, sólidos insolúveis, cor, acidez total e viscosidade). A rega foi controlada com tensiómetros eléctricos colocados a 20 cm de profundidade da linha de cultura. O ponto de rega estabelecido foi de -20 KPa.

No capítulo III analisa-se a experiência realizada no "Water Management Research Lab." de Fresno, Califórnia, USA.

Os principais objectivos deste projecto são: (a) - Estudar o efeito de cinco dotações de água (0,4 ETR, 0,6 ETR, 0,8 ETR, 1,0 ETR e 1,2 ETR) na produção e qualidade da matéria-prima do tomate para indústria ('UC 82B'), usando

para o efeito a rega gota-a-gota em regimes de elevada frequência; e (b) - Registrar sistematicamente vários elementos do solo, da planta e ambientais para utilização em dispositivos automáticos de controlo de sistemas de rega.

A rega de cada modalidade foi controlada automaticamente por um computador que usava um sinal dum sensor electrónico que media continuamente o nível da água. O nível da água na tina classe "A" era avaliada em cada minuto e acumulada em cada hora. Os valores da evaporação da água na tina eram posteriormente convertidos em valores de ETR e para cada mm de evapotranspiração acumulada o computador ordenava de hora a hora uma rega e subtraía 1 mm à ETR acumulada.

Vários elementos do solo, da planta e ambientais foram sistematicamente registados manualmente ou por computador: (1) - O potencial mátrico do solo (Φ_S) medido de hora a hora por sensores electrónicos; (2) - A temperatura do canopeu foi medida diariamente em cada modalidade de rega com um tensiómetro de infra-vermelhos. Os valores destas medições são posteriormente utilizados na definição de coeficientes de "stress" hídrico da cultura (CWSI); (3) - A variação do diâmetro do caule das plantas (SDM) foram registados de hora a hora pelo computador; (4) - Os potenciais de água na planta (Φ_L), a resistência estomática (R_s) e a transpiração (Tr) foram medidos hora a hora, uma vez por semana. Os valores de Φ_L são correlacionados com os valores de SDM, e (5) - A produção e a qualidade da matéria-prima também foram medidos e correlacionados com as dotações de água aplicada pela rega.

No capítulo IV tiram-se as principais conclusões dos ensaios. Passa-se em revista a operacionalidade dos sistemas de controle automático utilizados nos ensaios e a possível utilização de outros estudados neste trabalho.

Posteriormente aborda-se a relação das dotações de rega e o rendimento físico e a qualidade da matéria-prima (características tecnológicas), sugerindo-se algumas medidas para melhoria no rendimento industrial.

SUMMARY

The chief aim of this work is the characterization of the quantitative and qualitative responses of tomatoes for processing (*Lycopersicon esculentum* Mill.), when submitted to different levels of water stress. In close relationship with that objective, also is our purposes to study the performances of the high frequency drip irrigation systems using some devices for an automated feedback control.

The present study is inserted in the research projects of the Department of Crop Science of the University of Évora ("Mechanized Production of Tomatoes for Processing" and "Study of New Technologies of irrigation in Open-Field Vegetable Crops").

In chapter I, the following items are focused: (1) - The irrigation importance in the production of vegetable crops grown in *Csa* climates; (2) - Social and economic impacts that automated drip irrigation systems could cause in the poor soils of some Portuguese irrigated perimeters; (3) - The relevant role in Portugal of the tomato crop for processing in the almost not existing food - industry sector.

In chapter II, the research work that held place in Portugal from 1988 to 1990, is analyzed. It begins with the physical and chemical characteristics of the sandy soils of the Research Station António Teixeira, in Coruche, that represent near 30% (4.000 hectares) of Sorraia Valley surface.

The climate conditions during the trials are indicated in several figures and were recorded at the meteorological station of the Research Station "António Teixeira", near the fields.

Also the drip irrigation system used in all trials is described here.

From the research work made in Portugal we begin to analyze with the trial "Response of processing tomato crop (cv. Rio Grande) to different soil water potentials (-10, -20, -40 and -60 KPa). The trials descriptions has: cultivar description, experimental design, automated control of drip irrigation by electric tensiometers and the parameters measured during the growing season.

Afterwards the results collected in this trials are presented and discussed by each experimental year (1989 and 1990). The main items developed are the following:

- Rates of water applied and lost by percolation, measured respectively by volumetric counters and small drainage lysimeters.

- Daily evaluation of real evapotranspiration (ETR) for each irrigation treatment; evapotranspiration of reference (ET_o); evaporation of water from a class "A" pan. Also the calculations of coefficients between those parameters was made.

- Daily evaluation of percolation lost of N, P and K for each irrigation treatment.

- Growth and development of the root system in the soil profile and for each irrigation treatment.

- Relationship between soil water potentials and the cropping cycle length.

- Evaluation of plant canopy parameters as: fresh and dry weights, leaf area index, leaf water potential, flowering and fruiting.

- Evaluation of tomato fresh weight yields for several fruit categories (e.g. red, orange, green, sunscald, sunburned, rotten, cracked, blossom-end rotten fruits and fruits with green shoulders and anthracnose) and technological characteristics (e.g. "°brix", total solids, insoluble solids, color, total acidity and consistency).

Several regressions and correlations between those parameters and ETR were established.

Two complementary trials, each with one year of duration, is analyzed in this chapter. In both trials was used an irrigation system similar with that was described for the first trial.

In the first of these two trials, carried out in 1989, the interaction between soil water potentials (-10, -20, -40 and -60 KPa) and plant populations (133,333; 66,667; 33,333 and 16,667) plants/hectare) is analyzed. Field observation on cropping cycle length and tomato fresh weight yields for several fruit categories, are made.

In the second complementary trial (1990) we study the influence of soil water potentials (-10, -20, -40 and -60 KPa) x cultivars ('UC 82B' - single row; 'UC 82B' - twin rows; 'E 6203'; 'H 7151' and 'Rio Grande') on the cropping cycle length, the tomato fresh weight yields for several fruit categories and the technological characteristics of fruit.

In the end of the chapter II, the last trial that was carried out in Portugal is analyzed. This experiment was conducted from 1988 to 1990 also at the Research Station "António Teixeira" and deals with the effect of high soil wa-

ter potentials (> -20 KPa) in defined growth stages of processing tomatoes plants ('Rio Grande') on yield and fruit quality. Growth stages considered for irrigation study are: B = Stage of vegetative growth - from thinning at the 4th true leaf to the beginning of flowering (1st fruit setting); C = Stage of flowering, fruit set and the beginning of fruit development - this stage beginning with the fruit setting and ending with the first fruit reaching full size with orange colour; D = from the end of stage C until approximately 75% of red and pink fruits. In this trial we tried an approach to when and how the low water tensions has the highest effects in the several fruit categories of the total production and the technological characteristics of commercial production ("brix", total solids, insoluble solids, colour, total acidity and consistency). The drip irrigation system was controlled automatically by electric tensiometers buried in the crop line, 20 cm from the emitter and 20 cm depth. The irrigation threshold was -20 KPa.

In chapter III, the trial carried out at the "Water Management Research Lab. of Fresno", California, U.S.A. was analysed.

The main objectives of this project are: (a) to study the effects of high frequency drip-irrigation at five water application rates (0,4 ETR, 0,6 ETR, 0,8 ETR, 1,0 ETR and 1,20 ETR) on yield and quality of processing tomatoes ('UC 82B'); and (b) to systematically monitor several soil, plant and environmental parameters for feedback control of automated drip irrigation systems.

The irrigation for each treatment was controlled automatically by a desktop computer utilizing the electronic signal from an automatic electronic water level sensor which measured continuously water level. The level of pan was read every minute and averaged over each hour. The values of water evaporation were converted into ETR values and for each mm of accumulated ETR, the computer called for an irrigation and one mm was subtracted from the accumulated ETR.

Several soil, environmental and plant parameters were systematically monitored either manually or by computer: (1) - soil matric potential (Φ_S), using electronic soil matric potential sensors; (2) - plant canopy temperatures measured daily in order to estimate the crop water stress index (CWSI) in each treatment with a non contact infrared thermometer; (3) - Stem diameter changes (SDM) monitored hourly by the computer at four different locations using stem diameter sensors; (4) - Diurnal leaf xylem water potential (Φ_L), stomated diffuse resistance (R_s) and transpiration (T_r), obtained weekly. The Φ_L are correlated with SDM measurements, and (5) yield and fruit quality also were measured and correlated with amounts of water applied.

In the chapter IV, the main conclusions of all trials are presented.

Some considerations are made on the performances of automatic control systems both used in these trials and others that can be used in the future.

As conclusions, the relationships between water application rates and yield and technological characteristics are

made. Also, some procedures to improve industrial productivity are suggested.

BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-AL, Z.E.; SAEED, A. - *The affects of plant population, irrigation frequency and cultivars on yield and canning qualities of tomato fruits grown under hot tropical conditions*, "Acta Horticulturae" n^o 49, 1975, p. 193-209.
- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, S. - *Lysimeters*, FAO Irrigation and drainage paper 39, ROME, 1982, 68 p.
- ADAMS, P.; WINSOR, G.W.; DONALD, D.J. - *The effects of nitrogen, potassium and sub-irrigation on the yield, quality and composition of single-truss tomatoes*, "J. Hort. Sci.", 48, 1973, p. 123-133.
- ALJIBURY, F.D.; MAY, D. - *Irrigation schedules and production of processing tomatoes on the San Joaquin Westside*, "California Agriculture", 1970, 24 (8), p. 10-11.
- ALVES, I. - *Modelos água/produção. Aproximações simplificadas para a gestão da rega*, Tese de mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 1990.
- ARNOLD, C.Y. - *The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system*, Proc. Amer. "Soc. Hort. Sci." 74, 1959, p.430-445.
- ATHERTON, J.G.; HARRIS, G.P. - *Flowering*. In: *The tomato crop*, Chapman and Hall Ltd., New York, 1986, p. 335-361.
- AUSTIN, M.E.; PIES, S.K. - *Use of heat units to predict dates for once over tomato harvest*, "Hortscience" 3, 1968, p.3-41.
- BAR - YOSEF, B. - *Trickle irrigation and fertilization of tomatoes in sand dunes: Water, N and P distributions in The soil and uptake by plants*. "Agron. J.", 69, 1977, p. 486-491.
- BAR - YOSEF, B; STAMMERS, C.; SAVING, B. - *Growth of trickle irrigated tomato as related to rooting volume and uptake of N and water*. "Agron. J.", 72, 1980, p. 815-822.
- BAUGHN, J.N.; TANNER, C.B. - *Leaf Water Potencial: Comparison of pressure chamber and in situ hygrometer on five herbaceous species.*, "Crop Science" vol. 16 n^o 2, 1976.

- BAVERLE, N.L. - *The influence of type of irrigation and fertilization on tomato yield and quality*, Agric. Res. Dev. Cent., nº 73, 1974, p. 5-8.
- BELL, J.P. - *Neutron probe practice*, Institute of Hydrology Report nº 19, 2nd. ed., Wallingford, 1976, 39 p.
- BELTRÃO, J. - *Le controle des doses d'irrigation par le tensiometre*, p. 103-110. (Ciclostilado) (s/d).
- BEN-ASHER, J. - *Trickle irrigation timing and its effects on plant and soil water status*, Agricultural Water Management 2, (3), 1979, p. 225-232.
- BENAMI, A.; OFEN, A. - *Irrigation engineering (Sprinkler, trickle, surface irrigation - Principles, design and agricultural practices)*, Israel Inst. of Tecnology, Haifa, 1983.
- BENEDICTO, C.R. - *La determinacion de las necesidades de riego - Dispositivos electrónicos*, Maquinas y tractores 4, 1991, p. 30-33.
- BERNIER, G.; KINET, J.M.; SACHS, R.M. - *The physiology of flowering*, vol. II, CRC Press Inc., Boca Raton, 1985, 231 p.
- BLATT, C.R.; McRAE, K.B. - *Effect of irrigation and nitrogen, phosphorus and potassium rate and placement on tomato fruit yield and size*, "Can. J. Soil Sci." 66; 1986, p. 653-660.
- BLEASDALE, J.K.A. - *Plant phyiology in relation to horticulture*, 2ª ed., MacMillan Press, London, 1984, 143 p.
- BOHM, W. - *In situ estimation of root lenght at natural soil profiles*, "J. Agric. Sci. Camb.", 87, 1976, p. 365-368.
- BOHM, W. - *Methodes of studying root system*, "Ecological Studies", 33, Springer-verlag, New York, 1979.
- BOHM, W; MADUAKOR, H.; TAYLOR, H.M. - *Comparison of five methodes for characterizing soybean rooting density and development*, "Agron. J.", 69, 1977, p. 415-419.
- BOYER - *Leaf Water Potencials measured with a presure chamber*, "Plant Physiol." 42, 1967, p. 133-137.
- BRANTHOME, X.; PLÉ, Y. - *Irrigation for mechanized harvest of processing tomatoes*, Acta Horticulturae 200, 1986, p. 165-172.
- BRENDLER, R.A.; FISHER, B.B.; HALL, H.D.; MAY, D.M.; TOSCANO, N.C. - *Integrated pest management for tomatoes*, pub. 324, Davis, Univ. Califórnia, 1982, 18-23.

- BROADBENT, F.E.; TYLER, K.B.; MAY, D.M. - *Tomatoes make efficient use of applied nitrogen*, "California Agriculture, 1989, p. 24-25.
- BUCKS, D.A.; NAKAYAMA, F.S.; WARRICK, A.W. - *Principles, practices, and potentialities of trickle (drip) irrigation*, in *Advances in irrigation*, vol. 1, Academic Press, New York, 1982, p. 220-290.
- CALADO, A.M. - *A rega como operação cultural em horticultura (Alguns aspectos pertinentes para a cultura do tomate a Sul do Tejo)*, Univ. de Évora, Évora, 1987 a, 134 p.
- CALADO, A.M. - *A sementeira e a plantação (Análise destas operações culturais em Horticultura ao ar livre)*, Universidade de Évora, 1987 b, 82 p.
- CALADO, A.M. - *Evaluation of processing tomato cultivars*, *Tomato News* nº 7-8, vol. 3, 1991, p. 53-61.
- CALADO, A.M.; MONZON, A.; CLARK, D.A.; PHENE, C.J.; MA, C.; WANG, Y. - *Drip irrigation of tomatoes - Irrigation control system based on evaporation from a class 'A' pan*, Water Management Research Lab. of Fresno, Annual Report, 1989 a, p. 89-91.
- CALADO, A.M.; MONZON, A.; CLARK, D.A.; PHENE, C.J.; MA, C.; WANG, Y. - *Monitoring and control of plant water stress in processing tomatoes*, "Acta Horticulturae" nº 277, Avignon, 1989 b, p. 129-136.
- CALADO, A.M.; PHENE, C.J.; MONZON, A.; CLARK, D.A.; MA, C.; WANG, Y. - *Drip irrigation of processing tomatoes - Effect of irrigation on stem diameter changes*, Water Management Research Lab., Annual Report, 1989 f, p. 98-100.
- CALADO, A.M.; PHENE, C.J.; CLARK, D.A.; MA, C.; MONZON, A.; WANG, Y. - *Drip irrigation of processing tomatoes - Effect of irrigation water application on soil matric potential*, Water Management Research Lab. of Fresno, Annual Report, 1989 d, p. 92-94.
- CALADO, A.M.; PHENE, C.J.; MONZON, A.; CLARK, D.A.; HUTMACHER, R.B.; MA, C.; WANG, Y. - *Drip irrigation of processing tomatoes - effect of irrigation water application on leaf water potential, stomatal diffusion resistance and transpiration*, Water Management Research Lab. of Fresno, Annual Report, 1989 c, p. 101-103.
- CALADO, A.M.; PHENE, C.J.; MONZON, A.; MA, C.; WANG, Y. - *Drip irrigation of processing tomatoes - Effect of irrigation water application on crop water stress*

index (CWSI), Water Management Research Lab., Annual Report, 1989 e, p. 95-97.

- CALADO, A.M.; PORTAS, C.A.M.; FIGUEIREDO, M.J.R. - Growth and development of tomato 'Cal J', "Acta Horticulturae" 100, 1979, p. 159-172.
- CALADO, A.M.; PORTAS, C.M. - *Base temperature and date of planting in processing tomatoes*, Acta Horticulturae nº 200, Davis 1986, p. 185-194.
- CALADO, A.M.; PORTAS, C.M.; FERREIRA, A.G. - *Mobility of nitrogen, phosphorus and potassium in sandy soils in tomatoes for processing*, Abstracts of Contributed papers, 1. Oral, 1585. XXIII Int. Hort. Cong., Firenze, Italia, 1990.
- CALADO, A.M.; PORTAS, C.M.; FERREIRA, A.G.; SILVA, H.L.P.da - *Percolation lost of macronutrients in processing tomatoes cultivated in sandy soils*, "Acta Horticulturae", Mendoza-Argentina, 1991 (em publicação).
- CALADO, J.J. - *Compêndio de trigonometria*, Emp. Literária Fluminense, Lda., Lisboa, 1967.
- CANNEL, G.J.; ASBELL, C.W. - *Irrigation of field tomatoes and measurements of soil water changes by neutron moderation methods*, "Jorn. of the Amer. Soc. for Hort. Science", 99, 1974, p. 305-308.
- CASTELO BRANCO, M.A.; DOMINGUES, H.; VENTURA, A.; LUCAS, M.D.; SEQUEIRA, E.M. - *Contribuição para o estudo do efeito de distribuição radical nos teores foliares da beterraba sacarina*, Pedologia, Oeiras 18 (2), 1983, 151-172.
- CEE - *Regulamento (CEE) Nº 2036/91 da Comissão*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 11 de Junho de 1991 a, Nº L 186/36 - Nº L 186/37.
- CEE - *Regulamento (CEE) Nº 2037/91 da Comissão*, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 11 de Junho de 1991 b, Nº L 186/38 - Nº L 186/40.
- CEVIK, B.; KIRDA, C.; DINC, G. - *Effect of some irrigation systems on yield and quality of tomato grown in plastic covered greenhouse in the south of Turkey*, "Acta Horticulturae", nº 119, 1981, p. 333-342.
- CHAUX, C. - *Productions légumières - Colection d'enseignement horticole*, Paris Éditions J.B. Bailière, 1972.
- COOPER, P.J.M.; KEATINGE, J.D.H.; HUGHES, G. - *A Technique for calculation of its components by field measurements*, "Field Crop Researcher" 7, 1983, p. 299-312.

- COSTA, J.B. da - *Caracterização e constituição do solo*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1973.
- CSIZINSKY, A.A. - *The importance of irrigation frequency and fertilizer placement in growing vegetable with drip irrigation*, "Proc. Fla. State Hort. Soc." 92, 1979, p. 76-80.
- DANGLER, J.M.; LOCASCIO, S.J. - *External and internal blotchy ripening and fruit elemental content of trickle-irrigated tomatoes as affected by N and K application time*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 115 (4), 1990, p. 547-549.
- DANGLER, J.M.; LOCASCIO, S.J. - *Yield of trickle-irrigated tomatoes as affected by time of N and K application*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 115 (4), 1990, p. 585-589.
- DEBRUYN, J.W.; GARRETSEN, F.; KOISTRA, E. - *Variation in taste and chemical composition of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)*, "Euphytica", 20, 1971, p. 214-227.
- DENISEN, E.L. - *Principles of Horticulture*, 2ª ed., NEW YORK, MacMillan publishing Co., 1979, p. 91-110.
- DINAR, M.; STEVENS, M.A. - *The relationship between starch accumulation and soluble solids content of tomato fruits*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 106, 1981, p. 106-415.
- DIRINCK, P.; SCHREYEN, L.; van WASSENHOVE, F.; SCHAMP, N. - *Flavour quality of tomatoes*, "J. Sci. food Agr." 27, 1976, p. 499-508.
- DOORENBOS, J. - *Agrometeorological field stations*, FAO Irrigation and Drainage Paper 27, Rome, 1976.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. - *Effectos del água sobre el rendimiento de los cultivos*, FAO Riego y drenage nº 33 (versão espanhola), Roma, 1980, 212 p.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. - *Guidelines for predicting crop water requirements*, FAO Irrig. Drain. Paper 24 (revised), Rome, 1977,
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. - *Guidlines for predicting crop water requirements*, FAO Irrig. Drain. Pap., Rome, 24, 1975.
- DOSS, B.D.; EVANS, C.E.; JOHNSON, W.A. - *Rates of Nitrogen and irrigation for tomatoes*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 100 (4), 1975, p. 435-437.
- DOSS, B.D.; EVANS, C.E.; TURNER, J.L. - *Influence of subsoil acidity on tomato yield and fruit size*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 102 (5), 1977, p. 643-645.

- DOSS, B.D.; TURNER, J.L.; EVANS, C.E. - *Good fall tomatoes with Trickle irrigation*, Agricultural Exp. Station of Auburn Univ., 1979, p. 9.
- DUMAS, Y. - *Tomatoes for processing in 90's: nutrition and crop fertilization*, "Acta Horticulturae" nº 277, 1990, p. 155-166.
- DUMAS, Y. - *Crop management for processing tomatoes in the year 2000*, Mendoza, 1991 (em publicação na Acta Horticulturae).
- ELFVING, D.C. - *Crop response to trickle irrigation in "Horticultural Reviews" vol. 4*, 1982, p. 1-48.
- FEDDES, R.A.; KOWALIK, P.; ZARADNY, H. - *Simulation of field water use and crops yield*, Pudoc, Wageningen. Simulation monographs, 1978.
- FERRERES, E.; AMRY, B.; FACI, J.; KANGAR, A.; HENDERSON, D; RESENDE, M. - *A closer look at deficit high-frequency irrigation*, "Calif. Agriculture" August, 1978, p. 4-5.
- FEIO, M. - *Clima e Agricultura*, Min. Agr. Pesca e Alimentação, Lisboa, 1991, p. 172-180.
- FILGUEIRA, F.A.R. - *Manual de Olericultura*, São Paulo, Editora Agronômica "CERES" Lda., 1982, p. 254-255.
- FILL, W.; LAMBETH, V. - *Effects of soil water regime and nitrogen form on blossom - end rot, yield, water relation and elemental composition of tomato*, "J. Amer. Hort. Sci.", Alexandria, 105 (5), 1980, p. 730-734.
- FLOCKER, W.J. - *Effects of irrigation and nitrogen application on quality factors of canning tomatoes*, Davis, Veg. Crops Sci., Univ. Calif., 1961.
- FREEMAN, B.H.; BLACKWELL, J.; GARZOLI, K.V. - *Irrigation frequency and total water application with Trickle and furrow systems*, "Agr. Water Management", 1, 1976, p. 21-31.
- FROST, D.J.; KRETCHMAN, D.W. - *Plant spatial arrangement and density effects on small-and medium-vined processing tomatoes*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 113 (1), 1988, p. 51-55.
- FURSTENAU, E. - *Dicionário de termos técnicos de inglês*, 11ª ed., Vol. I e II, Editora Globo, Porto Alegre, 1980.
- GAMA, M.I.F. - *Evapotranspiração real. Estudo realizado na cultura de tomate em região de clima mediterrânico*. Tese de Doutorado, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 1987.

- GERARD, C.J.; HIPPI, B.W.; COWLEY, W.R. - *Tomatoes - irrigation, spacing, blossom - end rot*, Bulletin n^o 1113, Texas Agricultural Experiment Station, 1971, 19 p.
- GOLDBERG, D.; GORNAT, B.; BAR, Y. - *The distribution of roots, water and minerals as a result of trickle irrigation*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 96, 1971, p. 645-648.
- GOLDBERG, S.D.; GORNAT, B.; SHMVELI, M.; BEN-ASHER, I.; RINOT, M. - *Increasing the agricultural use of saline water by means of trickle irrigation*, "Water Res. Bul." 7, 1971, p. 802-809.
- GOLDBERG, S.D.; SHMVELI, M. - *Drip irrigation - a method used under arid desert conditions of high water and soil salinity*, "Trans. Amer. Soc. Agr. Eng.", 13, 1970, p. 38-41.
- GOODWIN, T.W.; JAMIKORN, M. - *Biosynthesis of carotenes in ripening tomatoes*, Nature (Lond.), 170, 1952, p. 104-105
- GOULD, W.A. - *Tomato production, processing and quality evaluation*, 2nd. ed., AVI Publishing Company, Westport, Connecticut, 1974
- GRIEERSON, D.; KADER, A.A. - *Fruit ripening and quality*. In: *The tomato crop*, Chapman and Hall Ltd., New York, 1986, p. 241-280.
- HAN, C.S. - *Comparision of irrigation schedules for processing tomatoes based on soil moisture measurement and climatological data*, "Acta Hort." 228, 1988, p. 91-96.
- HATTENDORF, M.J.; CARLSON, R.E.; HALIM, R.A.; BUXTOM, D.R. - *Crop water stress index and yield of water-deficit-stressed alfafa*, "Agr.J." 80, 1988, p. 871-875.
- HATTENDORF, M.J.; REDELFS, M.S.; AMOS, B.; STONE, L.R.; GWIN, Jr., R.E. - *Comparative water use characteristics of six row crops*, "Agron. J." vol. 80, 1988, p. 80-85.
- HAYASE, F.; CHUNG, T-Y; KATO, H. - *Changes of volitle components of tomato fruits during ripening*, "Food Chem." 14, 1984, p. 113-124.
- HELYES, L. - *Relation among the water supply, foliage temperature and the yield of tomato*, "Acta Horticulturae" n^o 277, Avignon, 1990, p. 115-122.
- HERNANDO, V.; GASQUE, B.; ORIHUEL, B. - *Los efectos del regimen de fertilidade sobre o rendimiento*,

calidad y tamaño del tomate de invierno, Anales de edafología y agrobiología v. 38 (11/12), 1979, p. 2125-2140.

- HERTER, F.G.; PEREIRA, A. das - *Temperatura mínima basal do tomateiro cv. Petomech*, "Hort. Bras." 2 (2), 1984, p.39-40.
- HILER, E.A.; HOWEL - *Grain sorghum response to trickle and subsurface irrigation*, "Trans. Amer. Sci. Agr. Eng.", St. Joseph, 16, 1973, p. 799-803.
- HILLEL, D. - *Advances in irrigation*, vol. 1, Academic Press, New York, 1982, 302 p.
- HILLEL, D. - *Advances in irrigation*, vol. 3, Academic Press, New York, 1985, 323 p.
- HO, L.C.; HEWITT, J.D. - *Fruit development In: The tomato crop*, Chapman and Hall Ltd., New York, 1986, p. 201-231.
- HOBBS, E.H.; KROGMAN, K.K. - *Frequent light irrigation scheduling to improve efficiency of water use*, "Can. Agr. Eng.", Ontário, 20, 1978, p. 109-112.
- HODGNETT, M.G. - *The neutron probe for soil moisture measurement*. In Gensler, W.G. (ed.) - *Advanced Agricultural Instruments. Design and use*, NATO ASI Series E nº 111, 1986.
- HOWELL, T.; McCORMICK, R.L.; PHENE, C.J. - *Design and installation of large weighing lysimeters*, Transactions of ASAE, 1985, p. 106-113.
- HOWELL, T.A.; HATFIELD, J.L.; RHOADES, J.D.; MERON, M. - *Responses of cotton water stress indicators to soil salinity*, Irrigation Science 5, 1983, p. 25-33.
- HOWELL, T.A.; PHENE, C.J.; MEEK, D.W.; MILLER, R.J. - *Evaporation from screened class A pan in a semi-arid climates*, Agricultural Meteorology, 29, 1988, p. 111-124.
- HUCK, M.G.; KLEPPER, B. - *Water relations of cotton. II. Continuous estimates of plant water potential from stem diameter measurements*, "Agronomy journal" 69, 1977, p. 593-597.
- HUGUET, J.G. - *Appréciation de l'état hydrique d'une plante à partir des variation micrométriques de la dimension des fruits ou des tiges au cours de la journée*, "Agronomie" 5 (8), 1985, p. 733-741.
- HUTMACHER, R.; VAIL, S.; PHENE, C. - *Sensitivity of plant water status indicators to vapor pressure deficit: non stressed processing tomatoes*, Water Management Research Lab., Annual Report, 1987, p. 75-77.

- I.G.P.A.I. - Inspeção Geral dos Produtos Agr. e Ind., NP-1581 - *Definição e classificação e características do concentrado do tomate*, I.G.P.A.I., Lisboa, 1978.
- INGA - Inst. Nac. de Interv. e Garantia Agrícola - *Elementos soltos sobre a produção de matéria-prima, produção e exportação de concentrado de tomate, (ciclostilado)*, Lisboa, 1991.
- JACKSON, R.D. - *Canopy temperature and crop water stress*, *Advances in irrigation*, 1, 1982, p. 43-85.
- JACKSON, R.D.; IDSO, S.B.; REGINATO, R.J.; PINTER, P.J. - *Canopy temperature as a crop water stress indicator*, *Water Resources Research*, vol. 17, nº 4, 1981, p.1133-1138.
- JANES, H.W.; CHIN, C.K.; BACHMANSKY, J. - *Growth and metabolism of tomato roots grown in tissue cultures held at various temperatures*, "HortScience" vol. 23 (4), 1988, p. 773.
- JEFFERS, J.N.R. (Traduzido por OLIVEIRA, A.) - *Delineamento experimental e análise estatística em investigação florestal*, Centro de estudos dos solos florestais, Lisboa, 1964 - p.
- JENSEN, M.E.; HARRISON, D.S.; KOWEN, H.C.; ROBINSON, F.E. - *The role of irrigation in food and fiber production*, In 'Design and Operation of Farm Irrigation Systems', M.F. Jensen Editor, Monogr. 3, American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, Michigan, 1980, p. 15-37.
- JONES, J.B.; JONES, J.P.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. - *Compendium of tomato diseases*, APS Press, St. Paul, 1991, 73 p.
- KLEPPER, B; BROWNING, V.D.; TAYLOR - *Stem diameter in relation to plant water status*, "Transactions of the American Society of Agricultural Engineers" 48 (3), 1971, 683 p.
- LEVIN, I.; SARIG, S.; MERON, M. - *Tensiometers location in controlled automated drip irrigation of cotton*, p. 782-791 (ciclostilado).
- LINACRE, E.T.; TILL, M.R. - *Irrigation timing and amounts*, "J. Aust. Inst. Agric. Sci." 35 (3), 1969, p. 175-196.
- LOCASCIO, S.J.; MYERS, J.M.; KOSTEWICZ, S.R. - *Quantity and rate of water application for drip irrigated tomatoes*, "Proc. Fla. State Hort. Soc. 94, 1981, p. 163-166.
- LOCASCIO S.J.; OLSON, S.M.; RHOADS, F.M.; STANLEY, C.D.; CSIZINSZKY, A. - *Water and fertilizer timing for*

Trickle-irrigated tomatoes, "Proc. Fla. State Hort. Soc.", 1985, p. 237-239.

- LORENZ, O.; MAYNARD, D. - *Knott's Handbook for vegetable growers*, 2^a ed., New York, Wiley Interscience Publication, 1980, 390 p.
- LORENZ, O.A.; MAYNARD, D.N. - *Knott's handbook for vegetable growers*, 3 ed., John Wiley & Sons, New York, 1988, 456 p.
- MAROTO, J.V. - *Horticultura Herbacea Especial*. Madrid, Mundi Prensa, 1983, p. 317-352.
- MARTIN, P.E.; LINGLE, J.C.; HAGAN, R.M.; FLOCKER, W.J. - *Irrigation of tomatoes in a single harvest program*, "California Agriculture", 1966, 20 (6), p. 12-14.
- MARTINS, F. - *Estudo de crescimento da batata em condições Mediterrânicas*, (Tese de doutoramento), Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 1990, 354 p.
- MAY, D. - *Vegetable Highlights*, University of California, Cooperative Extension, 1988.
- MAY, D.M.; PETER, D.; WOLCOTT, T.; GRIMES, D. - *Moisture stress as it affects yields, soluble solids and viscosity of tomatoes - 1989*, "Acta Horticultural" n^o 277, Avignon, 1989, p. 123-128.
- MAY, D.M.; VALENCIA, J. - *Single vs. double row spacing of six processing of six processing tomato cultivars*, "Acta Horticulturae" n^o 277, Avignon, 1990, p. 97-101.
- MAYNARD, D.N.; LORENZ, O.A.; MAGNIFICO, V. - *Growth and potassium partitioning in tomato*, "J. Amer. Hort. Sci." 105, 1980, p. 79-82.
- MEEK, B.D.; EHLIG, C.F.; STOLZY, L.H.; GRAHAM, L.E. - *Furrow and Trickle irrigation: effects on soil oxygen and ethylene and tomato yield*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 47, 1983, p. 631-635.
- METI - "Divulgando" n^os 1 a 24, Évora, Universidade de Évora, 1975-1989.
- MHOR, W.P. - *Measuring consistency of tomato thin pulp and purce*. Can. J. Plant Sci. 67, 1987 b, p. 919.
- MHOR, W.P. - *Tomato fruit properties affecting consistency of concentrated product*, "Can. J. Plant Sci." 67, 1987 a, p.881.
- MHOR, W.P. - *Tomato anatomy: solids: consistency relationship. Influence of fruit anatomy and solids composition of tomatoes on product*

consistency, "Can. Inst. Food Sci. Technol. J." vol. 23, nº 4/5, 1990, p. 193-197.

- MILLER, R.J.; ROLSTON, D.E.; RAUSCHKOLB, R.S.; WOLFE, D.W. - *Labeled nitrogen uptake by drip-irrigated tomatoes*, "Agr. J. vol. 73, 1981, p. 265-270.
- MITCHELL, J.P.; SHENNAN, C.; GRATTAN, S.R.; MAY, D.M. - *Tomato Fruit yields and quality under water deficit and salinity*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 116 (2), 1991, p. 215-221.
- MIYAO, G. - *Plant spacing study reaffirms earlier recommendations*, "The California Tomato Grower", 32 (6), 1989, p. 10.
- MIZRAHI, Y.; TALEISNIK, E; KAGAN-ZUR, V. - *A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 113 (2), 1988, p. 202-206.
- McKIMION, J.M.; PHENE, C.J.; PARSONS J. - *Using the microcomputer in meteorological measurements*, "Agricultural engenering", 1978, p. 22-23.
- NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. - *Trickle irrigation for crop production - Design, operation and management*, Elsevier, Amsterdam, 1986, p. 188-327.
- NICHOLS, M.A.; NONNECKE, I.L.; PHATAK, S.C. - *Plant density suties with direct seeded tomatoes in Ontario, Canada*, "Sci. Hort." 1 (4), 1973, p. 309-320.
- NUNES, C.; NOBRE, C.O. - *Guia dos produtos fitofarmaceuticos - produtos com venda autorizada*, Direcção-Geral da Protecção da Produção Agrícola, Lisboa, 1980, 91 p.
- OLIVEIRA, A.J. - *Sobre o uso eficiente da água de rega. Análise Técnico-económica de ensaios efectuados no CEATA e na Estação de Culturas Regadas de Alvalade*, Lisboa, Direcção Geral do Serviço Agrícola, 1974.
- OLIVEIRA, A.J.; SILVA, A.A. de S.; RAMOS, J.A. - *Análise Técnico-económica de ensaios de rega x adubação (perímetros de rega de Campilhos- Alto Sado)*, Oeiras, Inst. Nac. Inv. Agr. e Ext. Rural, 1985
- OLIVEIRA, M. do R. - *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, 1988, 311 p.
- OLIVEIRA, M.R.; PORTAS, C.M. - *Acerca do enraizamento das plantas cultivadas - Aspectos pertinentes para as culturas olerícolas*, ciclostilado, 1991.

- PACHECO, C.M. - *Influência de técnicas de não mobilização e de mobilização sobre aspectos estruturais e hídricos de solos com vinha, bem como sobre o respectivo sistema radical. Consequências das relações hídricas solo-vinha na produção*, Tese de Doutoramento, Univ. Tec. de Lisboa, Inst. Sup. Agronomia, Lisboa, 1989, 423 p.
- PARMELE, L.; MacGUINNESS, J.L. - *Comparision of measured and estimated daily potential evapotranspiration in a humid region*, "J. Hidrol." 22, 1974, p. 239-251.
- PARSONS, J.E.; PHENE, C.J.; BAKER, D.N.; LAMBERT, J.R.; MacKINION, J.M. - *Soil water stress and photosynthesis in cotton*, "Physiology Plantarum" 47, 1979, p. 185-189.
- PEIXOTO, J.; FIGUEIRA, M; CARVALHO, R.; FARIA, R. - *Hidrometeorologia Dinâmica*, Inst. Geofísico do Infante D. Luis, Lisboa, 1973.
- PEREIRA, L.S.; FERREIRA, M.I. - *Conceitos de base e nomenclatura relativos à evapotranspiração das culturas*, "Recursos Hídricos" 4 (1-3): 19-25, Lisboa, 1983.
- PETOSEED - *Seeds for the World*, Peto Italiana S.R.L., Parma, 1978, p. 54-5
- PHENE, C.J. - *Measurement of soil water by the thermal diffusion method*, Proceedings of California plant and soil conference, "American Society of Agronomy", 1986, p. 40-47.
- PHENE, C.J. - *Techniques for computerized irrigation management*, ELSEVIER Science publishers, Amsterdam, 1988, p. 189-208.
- PHENE, C.J.; BAR - YOSEF, B.; HUTMACHER, R.B.; PATTON, S.H.; DAVIS, K.R.; McCORMICK, R.L. - *Fertilization of high-yielding subsurface trickle irrigated tomatoes*. "Proceedings of the thirty-fourth Annual California Fertilizer Conference, 1986, p. 33-43.
- PHENE, C.J.; BEALE, O.W. - *High-frequency irrigation for water-nutrient management in humid regions*, "Soil Sci. Soc. Amer. J." 40, 1976, p. 430-436.
- PHENE, C.J.; BLUME, M.F.; HICE, M.M.S.; MEEK, D.W.; RE, J.V. - *Management of surface trickle irrigation systems*, "American Society of Agricultural Engineers", 1983, 22 p.
- PHENE, C.J.; CAMPBELL, R.B. - *Automating pan evaporation measurements for irrigation control*, "Agricultural Meteorology" 15, 1975, p. 181-191.

- PHENE, C.J.; DAVIS, K.R.; HUTMACHER, R.B.; McCORMICK, R.L. - *Advantage of subsurface irrigation for Processing Tomatoes*, "Acta Horticulturae", 200, 1987, p. 101-114.
- PHENE, C.J.; DAVIS, K.R.; McCORMICK, R.I. - *Subsurface drip irrigation: Management for maximizing yields and reducing drainage*, Drip Irrigation Symposium, San Diego, 1988, 20 p.
- PHENE, C.J.; DAVIS, K.R.; McCORMICK, R.L.; BRUN, J.L. - *Effect of spraying tomatoes with "NF 10" stimulant on yield and quality*, Water Management Research Lab., Annual report, 1987, p. 78-79.
- PHENE, C.J.; DAVIS, K.R.; McCORMICK; PIERRO, J.D. - *Evapotranspiration of drip irrigated tomatoes*, Water Management Research Lab. Annual Report, 1987, p. 66-69.
- PHENE, C.J.; HOFFMAN, G.J.; AUSTIN, R.S. - *Controlling automated irrigation with a soil matric potential sensor*, "Trans. ASAE" 16, 1973, p. 773-776.
- PHENE, C.J.; HOFFMAN, G.J.; RAWLINS, S.L. - *Measuring soil matric potential in situ by sensing heat dissipation within a porous body: I. Theory and sensor construction*, "Soil Sci. Soc. Proc." 35, 1971, p. 27-23.
- PHENE, C.J.; HOWELL, T.A. - *Control of high-frequency irrigation systems*, "ASAE", Orlando, 1981, 19 p.
- PHENE, C.J.; HOWELL, T.A. - *Soil sensor control of high-frequency irrigation systems*, "Trans. ASAE" 27(2), 1984, p. 392-396.
- PHENE, C.J.; HOWELL, T.A.; SIKOKSKI, M.D. - *A traveling trickle irrigation system*, In Hillel, D. (Ed.) *Advances in irrigation*, vol III, 1985, p. 1-49.
- PHENE, C.J.; HUTMACHER, R.B.; DAVIS, K.R.; McCORMICK, R.L. - *Subsurface drip systems offers success*, "California Arizona Farm. Press", 7(40), 1985, p. 8, 24 e 31.
- PHENE, C.; McCORMICK, R.; DAVIS, K.; PIERRO, J.; MEEK, D. - *A lysimeter feedback irrigation controller system for evapotranspiration measurements and real time irrigation scheduling*, "Transactions of the ASAE", 32 (2)., 1989, p. 477-484.
- PHENE, C.J.; PHENE, R.C. - *Drip irrigation systems and management*, ASPAC, Extension Bulletin n^o 244, 1987, 24 p.
- PHENE, C.J.; ROSE, J.L.; HILE, M.M.S.; CHAVEZ, R.L.; ROBB, D.J. - *Subsurface irrigation and fertilization of*

processing tomatoes, Drip/Tricke Magazine, Winter Ed., 1982, p. 15-16.

- PIZARRO, F. - *Riegos localizados de alta frequência - goteo, microaspersion, exudacion*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1987, 459 p.
- PORTAS, C.M. - *Early growth of tomato roots: some parameters and techniques with relations with water use and direct seeding*, *Proceedings CEE Agrimed Seminar on Drips Irrigation*, Univ. Bologna, 1980.
- PORTAS, C.M.; DORDIO, J. - *Tomato root systems. A short review with reference on tomatoes*, "Acta Horticultural" nº 100, 1980, p. 113-124.
- PORTAS, C.M. - *Acerca do sistema radical de algumas culturas hortícolas*. Luanda, Universidade de Luanda, 1970.
- PORTAS, C.M. - *Apontamentos sobre a cultura do tomateiro (1ª parte)*, Luanda, Junta Provincial de Povoamento de Angola, 1971, 37 p.
- PORTAS, C.M. - *Research and experimental development (R & D) programmes on tomatoes for processing - A broad survey*, "Acta Horticulturae" nº 200, Davis, 1987, p. 17-33.
- PORTAS, C.M. - *Zonas naturais para o tomate de industria*, "Revista Agronómica", Lisboa, vol. L - Tomo III, s/d, 1-26.
- PORTAS, C.M.; COSTA, P. - *Produção, comercialização e consumo hortícola em Portugal Continental*, "I Colóquio Nacional de Horticultura e Floricultura", Lisboa, 1977, 9-30.
- PORTAS, C.M.; MONTEIRO, A. - *Lições de Horticultura Geral - Elementos auxiliares, quadros tabelas e figuras*, Associação de Estudantes de Agronomia. Lisboa, 1985.
- PORTAS, C.M.; OLIVEIRA, W.; STILWELL, M.; CALADO, A.M.; DIAS, V.; ALTISENT, M. - *The tomatoe processing industry in Portugal*. "HortScience" 21 (1), 1986.
- PORTAS, C.M.; PALHAVÁ, M. - *Vegetable production for processing*, "Proceedings of XIInd Int. Hort. Congress, vol II", Hamburg, 1984, p. 611-622.
- PORTAS, C.M.; PLÉ, Y.; BRANTHONE, X.; CALADO, A.M. - *Tomatoes for processing in the 90's: Agricultural Field Practices*, "Acta Horticultural" nº 277, Avignon, 1989.
- PORTAS, C.M.; TAYLOR, H.M. - *Growth and survival of young plant roots in dry soil*, "Soil Sci.", nº 3, 1976, p. 170-175.

- PRASHAR, C.R.K.; PEARL, R.; HAGAN, R.M. - *Review on water and crop quality*, "Scientia Horticulturae", Amsterdam, 5, 1976, p. 193-205.
- PRUITT, W.O. - *Emperical method of estimating evapotranspiration using primarily evaporation pans*, Proc. Conf. Evapotranspiration, "Am. Soc. Agric. Eng.", Chicago, III, 1966, p. 57-61.
- PRUITT, W.O.; ANGUS - *Large weighing lysimeter for measuring evapotranspiration*, "Trans. ASAE", 3, 1960, p. 13-18.
- PRUITT, W.O.; ASCE, M.; KANGAR, A.A.; HENDERSON, D. - *Production functions for tomatoes as affected by irrigation and row spacing*, Proceedings of ASCE Irrigation and drainage Div. Specialty Conference, Boine, Idaho, 1980, p. 1-19.
- PRUITT, W.O.; FERERES, E.; HENDERSON, D.W.; HAGAN, R.M. - *Evapotranspiration losses of tomatoes under drip and furrow irrigation*, "California Agriculturae" May-June, 1984, p. 10-11.
- RAES, D.; AELST, P.V.; WYSEURE, G. - *ETREF, ETCROP, ETSPLIT and deficit computer package for calculating crop water requirements - reference manual*, Lab. of Soil Eng. K.V. LEUVEN, 1986, 64 p.
- RANDALL, H.C.; LOCASCIO, J.S. - *Root growth and water status of Trickle-irrigated cucumber and tomato*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 113 (6), 1988, p. 830-835.
- RAWLINS, S.L. - *Principles of managing high-frequency irrigation*, "Soil Sci. Soc. Amer. Proc.", 37, 1973, p. 626-629.
- REICHARDT, R. - *A água na produção agrícola*, Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda, Piracicaba, 1978, 119 p.
- RENDON, E.; AMBRI, A. - *Response of tomato varieties to soil water tension during fruit development and ripening*, ciclostilado, s/d.
- RICK, C.M. - *High soluble-solids content in large-fruited tomato lines derived from a wild green-fruited species*, "Hilgardia" 42, 1974, p. 493.
- RICK, C.M.; DeVERNA, J.N.; CHETELAT, R.T.; STEVENS, M.A. - *Potencial contributions of wide crosses to improvement of processing tomatoes*, "Acta Horticulturae" 200, Davis, 1987, p. 45-51.
- ROCHA, F. - *Nomes vulgares de algumas infestantes e respectivo nome botânico*, Direcção Geral da Protecção da Produção Agrícola, Oeiras, 1979, 121 p.

- RODRIGUEZ, R.R.; RODRIGUEZ, J.M.T.; JUAN, J.A. - *Cultivo moderno del tomate*, Mundi-Prensa, Madrid, 1984, 206 p.
- RUDICH, J.; GEIZENBERG, C.; GERA, G.; KALMAR, D.; HAREL, S. - *Drip irrigation of late - seeded tomato plants for processing*, I. S.H.S., "Acta Horticulturae" n° 89, 1979, p. 59-68.
- RUDICH, J.; KALMAR, C.; GEIZENBERG, C.; HAREL, S. - *Low water tensions in defined growth stages of processing tomato plants and their affects on yield and quality*, "J. of Hort. Sci." 52, 1977, p. 391-399.
- RUDICH, J.; LUCHINSKY, V. - *Water economy*, in: *The tomato Crop*, Chapman and Hall Ltd., New York, 1986, p. 335-361.
- RUDICH, J.; RENDON-POBLETE, E.; STEVENS, M.A.; AMBRI, A.I. - *Use of leaf water potential to determine water stress in field grown tomato plants*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 106 n° 6, 1981, p. 732-736.
- SALGADO, J.; OLIVEIRA, C.; PACHECO, C.A. - *Water-Movement studies in a soil by using a neutron gauge*, Internacional Atomic Energy Agency, Vienna, 1983, p. 367-374.
- SAMMIS - *Comparison of sprinkler, Trickle subsurface and furrow irrigation methods for row crops*, "Agr. J.", Madison, 72, 1980, p. 701-704.
- SANDERS, D.C.; HOWELL, T.A.; HILE, M.M.S.; HODGES, L.; PHENE, C.J. - *Tomato root development affected by travelling trickle irrigation rate*, "HortScience" 24 (6), 1989, p. 930-933.
- SANDERS, D.C.; HOWELL, T.A.; HILE, M.M.S.; HODGES; MEEK, D.; PHENE, C.J. - *Yield and quality of processing tomatoes in response to irrigation rate and Schedule*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 114 (6), 1989, p. 904-908.
- SARDINHA, R.M.; PORTAS, C.M.; MARCELINO, F.A. - *Dias-grau de crescimento - Algumas estações de Angola e da Metrópole*.
- SCHOLANDER, P.F.; BRADSTREET, E.D.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A. - *Sap concentration in halophytes and some other plants*, "Plant Physiol." 41, 1966, p. 529-532.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. - A - *Sap pressure in vascular plants*, Science N.Y., p. 339-346. B - *Sap Pressure in plants*, Science N.Y., 149, 1965, p. 920-922. (Citado por Gama 1987).

- SHULTZ, B.; McGUINNESS, H.; HORWITH, B.; VANDERMEER, J.; PHILLIPS, C.; PERFECTO, I.; ROSSET, P.; AMBROSE, R.; HANSEN, M. - *Effects of plant densities, irrigation, and hornworm larvae on yields in experimental intercrops of tomatoes and cucumbers*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 (5), 1987, p. 747-755.
- SEGUIN, B. - *Etudes comparés de methodes d'estimation d'ETO en climat méditerranéen du sud de France (Région d'Avignon)*. Annales Agronomiques 26/6), 1974, p. 671-691.
- SERRALHEIRO, R. - *Hidráulica agrícola I - Texto de apoio didáctico*, Universidade de Évora, Évora, 1981, 383 p.
- SERRALHEIRO, R. - *Intervenção ao nível da parcela de rega para melhorar a gestão da água*, Universidade do Algarve, Faro, 1984.
- SHAIIDIAN, S. - *Estudo da mobilidade do azoto, fósforo e potássio na cultura de tomate para indústria com rega gota-a-gota*, Relatório Final do Curso de Engenharia Agrícola. Évora, 1989, III p.
- SHAW, B.; BAVER, L.D. - *An electrothermal method for following moisture changes of the soil situ*, "Soil Sci. Soc. Amer. Proc." 4, 1939, p. 78-83.
- SHOLANDER, P.E.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREER, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. - *Sap pressure in vascular plants*, "Science" 148, 1965, p. 339-346.
- SIMS, W.L., ZOBEL, M.P.; MAY, D.M.; MULLEN, R.J.; OSTERLI, P.P. - *Mechanized growing and harvesting of processing tomatoes*, Leaflet 2682, Berkeley, University of California, 1979, p. 1-30.
- SINGH, S.D. - *Effects of planting configuration on water use and economics of drip irrigation systems*, "Agronomy Journal" vol. 70, 1978, p. 951-954.
- SIRJACOBS, M. - *Gestion Courante de l'irrigation localisée sous abris - serres en région aride. Utilization de l'ynimètres à drainage*. "Tropicultura" vol. 6, nº 2, 1988, p. 6.
- SLATYER, R; McILROY, I. - *Practical Microclimatology*, Unesco Publ., prep. by CSIRO, Camberra, 1961.
- SOARES, A.M. - *La temperature de surface des couverts végétaux en liaison avec le microclimat et l'état hydrique du sol*, Tese pour Doctorat, Univ. des Sciences et Techniques du Languedoc, 1987, 123 p.
- SONNEBERG, P.E. - *Olericultura especial (1ª parte)*, 4ª ed., Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 1981, p. 8-50.

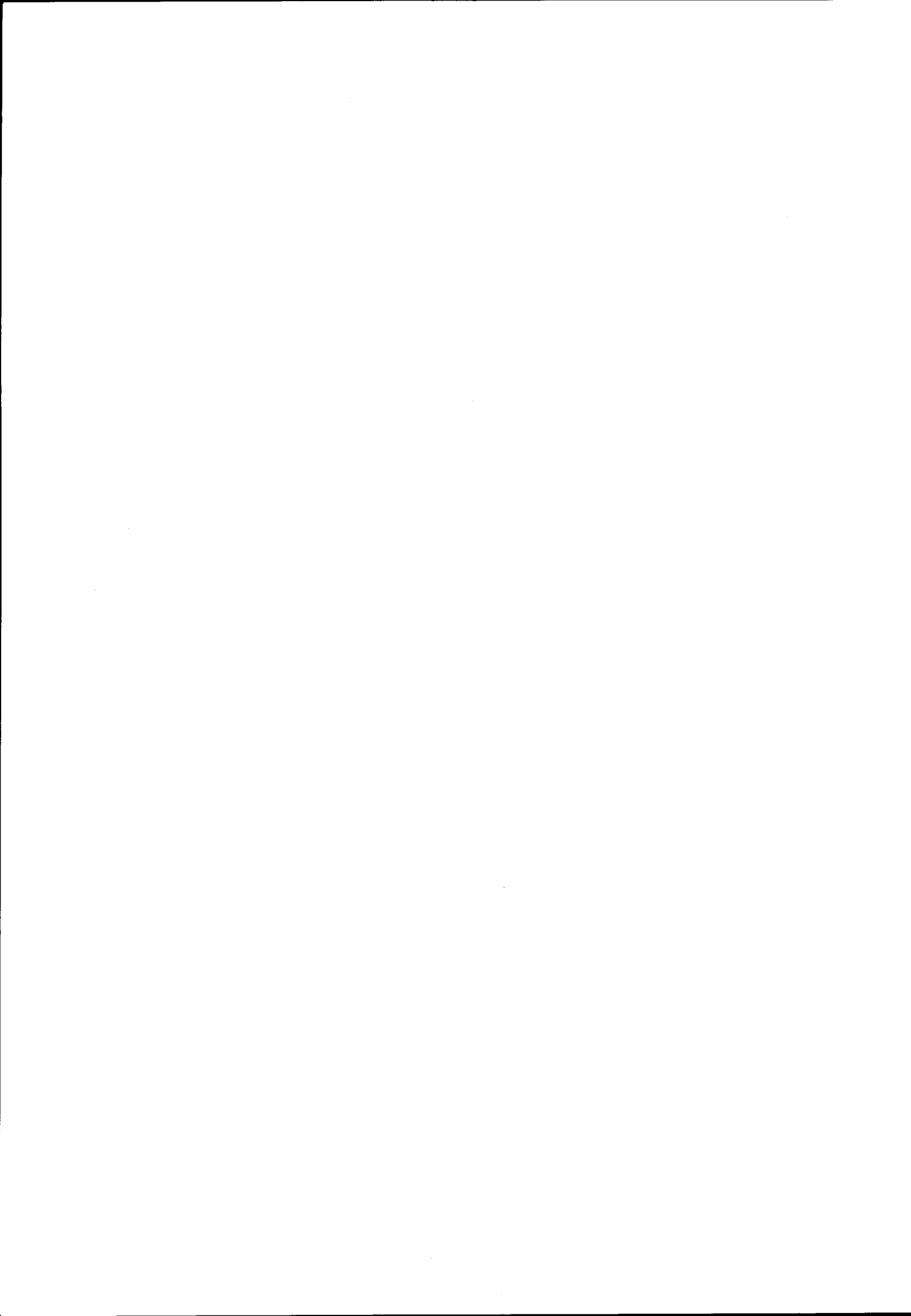
- SONNEVELD, C.; ENDRE, J. van den. - *The effect of some salts on head weight tipburn of lettuce and on fruit production and blossom-end rot of tomatoes*, "Neth. J. Agric. Sci." 23, 1975, p. 191-201.
- SPLITTSTOESSER, W. - *Vegetable growing handbook (principles and procedures for producing an abundance of quality vegetables)*, 2^a ed., westport, Avi publishing Company, Inc., 1984, p. 1-83.
- STANHILL, G. - *The control of field irrigation practice from measurements of evapotranspiration*, "Israel J. Agric. Res." 12, 1962, p. 51-62.
- STANHILL, G. - *Simplified agroclimatic procedures for assessing the effect of water supply*, Proc. Uppsala Symp., Unesco, 1973, p. 461-476.
- STEVENS, M.A. - *Inheritance of viscosity potential in tomato*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 101 (2), 1976, p. 152-155.
- STEVENS, M.A.; KADER, A.A.; ALBRIGH-HOLTON, M.; ALGAZI, M. - *Genotyp variation for flavour and composition in fresh market tomatoes*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 102, 1977 a, p. 680-689.
- STEVENS, M.A.; KADER, A.A.; ALBRIGHT, M. - *Intercultivar variation in composition of locular and pericarp portions of fresh market tomatoes*. "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 102, 1977 b, p. 689-692.
- STILWELL, M.R.; PORTAS, C.M. - *Timing in portuguese direct seeded tomatoes for industry*, "Acta Horticulturae" 72, 1977, p. 201-210.
- STOFELLA, P.J.; MAYNARD, D.N. - *Stand deficiencies and replanting effect on tomato fruit yield and size*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci." 113 (5), 1988, p. 689-693.
- SWEENEY, D.W.; GRAETZ, D.A.; BOTTCHEER, A.B.; LOCASCIO, S.J.; CAMPBELL, K.L. - *Tomato yield and nitrogen recovery as influenced by irrigation method, nitrogen source, and mulch*, "HortScience", vol. 22 (1), 1987, p. 27-29.
- TAN, C; DHANVANTARI, B.N. - *Effect of irrigation and plant population on yield, fruit speck and blossom-end rot of processing tomatoes*, "Can. J. Plant Sci." 65, 1985, p. 1011-1018.
- TAN, C; FULTON, J. - *Ratio between evapotranspiration of irrigated crops from floating lysimeters and class A Pan evaporation*, "Canada J. Plant Science" 60, 1980.

- TAN, C.J.; FULTON - *Water uptake and root distribution by corn and tomato at different depths*, "HortScience" 20 (4), 1985, p. 686-688.
- TAYLOR, H.; JORDAN, W.R.; SINCLAIR, T. - *Limitations to efficient water use in crop production*, Amer. Soc. of Agronomy. Inc. - Crop Sci. of America Inc. - Soil Science Soc. of America, Inc. Madison; 1983, 538 p.
- THOMPSON, C.H. and KELLY - *Vegetable Crops*, New York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1957, p. 33-152.
- TIGCHELAR, E.C. - *Tomatoes for processing in the 90s: Genetics and breeding*, "Acta Horticulturae" 277, Avignon, 1990, p. 31-37.
- TOMES, M.L. - *Temperature inhibition of carotene biosyntheses in tomato*. "Bot. Gaz." 124, 1963, p. 180-185.
- TREWARTHA, G. - *An introduction to weather and climate*, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1943, New York, 1943, p. 1-545.
- TSCHESCHKE, P.; ALFARO, J.F.; KELLER, J.; HANKS, R.J. - *Trickle irrigation soil water potencial as influenced by management of highly saline water*, "Soil Science", vol. 117, nº 4, 1974, p. 226-231.
- TSIPORI, Y.; SHIMSHI, D. - *The effect of trickler line spacing on yield of tomatoes (*Lycopersicum esculentum* Mill.)*, "Soil Sci. Soc. Am." vol. 43, 1979, p. 1225-1228.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA - *Integrated pest management for tomatoes*, 2^a ed., Okland, Univ. California, 1985, 103 p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA - *Using reference Evapotranspiration (ET_o) and crop coefficients to estimate crop evapotranspiration (ET) for agronomic crops*, Leaflet 21427, Division of Agricultural Resources, Berkeley, 1987.
- VAN GENUCHTEN, M. TH. - *A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of Unsaturated soils*, "Soil Science Journal" vol. 44 (5), 1980, p. 892-898.
- VAYSSE, P. - *Water stress response of tomato under protected culture on drip irrigation*, "Acta Horticulturae" nº 119, 1981, p. 285-291.
- VIERS, G. - *Elements de climatologie*, Éditions Fernaud Nathan, Paris, 1974, p. 1-224.
- VITTUM M.T.; TAPLEY, W.T.; PECK, N.H. - *Response of tomato varieties to irrigation and fertility level*, New York State Agricultural Experimental Station,

Cornell University, Geneva, Bulletin 782, 1958,
78 p.

- WACQUANT, C.; MUSARD, M.; ZVANG, H. - *Les besoins en eau de la tomate de marché et la conduite de l'irrigation*, "La tomate" journée d'information, Invuflec, Paris, 1975.
- WARNOCK, S.J. - *Tomato heat unit accumulation at various locations in California*, "Hortscience" vol. 5 (5), 1970, p. 440-441.
- WARNOCK, S.J.; ISAACS, R.L. - *A linear heat unit system for tomatoes in California*. "Amer. Soc. Hort. Sci." 94 (6), 1969, p. 677-678.
- WARNOCK, S.J. - *A review of taxonomy and phylogeny of the genus Lycopersion*, "HortScience", vol. 23 (4), 1988, p. 669-673.
- WEAVER, S.E.; TAN, C.S. - *Critical period of weed interference in field-seeded tomatoes and its relation to water stress and shading*, "Can. J. Pl. Sci.", 67 (2), 1987, p. 575-583.
- WEST, J.; PEIRCE, L.C. - *Yields of tomato phenotypes modified by planting density, mulch, and row covers*, "HortScience" 23 (2), 1988, p. 321-324.
- WIEBE, H. - *Effect of water quantity of physiology disorders and quantity of plants*, "Acta Horticulturae", The Hague, n° 119, 1981, p. 67-75.
- WIERJUM, L.K. - *The calcium supply of fruits and storage times in relation to water transport*, In "Symposium on vegetable growing under glass", ISHS, The Hague, 1966.
- WIGHT, J.R.; LINGLE, J.C.; FLOCKER, W.J.; LEONARD, S.J. - *The effects of irrigation and nitrogen fertilization treatments on the yield, maturation and quality of canning tomatoes*, "Proc. Amer. Soc. Sci.", St. Joseph, 81, 1962, p. 451-457.
- WILD, A. - *Russel's soil condition and plant growth*, Longman Scientific and Technical, London, 11^a ed., 1988, p. 137.
- WILLIAMS, J.; SISTRUNK, W. - *Effects of cultivar, irrigation, ethephon and harvest date on the yield and quality of processing tomatoes*, "J. Amer. Soc. Hort. Sci.", Alexandria, 104 (4), 1979, p. 435-439.
- WOLCOTT, T.; MARSH, G.L.; MERSON, R.L. - *1989 Processing tomato variety trials*, Dept. of Food Science and Technology, Univ. of California, Davis, (s/d).

- WOLCOTT, T.; MARSH, G.L.; MERSON, R.L. - *Methods for rapidly evaluation consistency potential of new processing tomato varieties*, "Acta Horticultural" n^o 200, Davis, 1987, p.
- WOLF, S.; RUDICH, J. - *The growth rates of fruits on different parts of the tomato plant and the effect of water stress on dry weight accumulation*, "Scientia Horticulturae", 34, 1988, p. 1-11.
- WOLF, D.W. - *The challenge: expanding the utilization of irrigation scheduling principles*, "Acta Horticulturae" 278, 1990, p. 879-886.



NOTA FINAL

O autor deseja expressar o seu agradecimento a todos quantos contribuíram para a realização deste trabalho, de entre os quais entende dever destacar por o seu contributo ter sido relevante: o Prof. Cat. Carlos Martins Portas, do Departamento de Fitotecnia do Instituto Superior de Agronomia, que foi o seu orientador, pelo estímulo, colaboração e revisão da dissertação; o Doutor Claude Phene, director do "Water Management Research Lab." de Fresno, Califórnia, pela orientação e colaboração nos ensaios realizados nos E.U.A. e em Portugal; o Doutor William L. Sims, do "Department of Vegetable Crops" da "University of California, Davis" pelo estímulo e colaboração; o Investigador Joaquim A.P. Vacas de Carvalho, da Estação Zootécnica Nacional, pelo precioso apoio na interpretação estatística dos resultados; o Prof. Associado Francisco Mercês de Mello, da Univ. de Évora, pelo apoio no ajustamento de funções matemáticas; a Prof. Aux. Maria do Rosário G. Oliveira, da Univ. de Évora pela ajuda no capítulo do estudo do sistema radical; o Prof. Associado Alfredo Gonçalves Ferreira, da Univ. de Évora e Orientador do Departamento de Regadio de Coruche, pelo apoio na definição da metodologia experimental e facilidades concedidas na realização dos ensaios; o assistente Eng. Rui Marçal, do Inst. Superior de Agronomia pelas sugestões sobre a utilização de tensiómetros; a Dr^a Maria de Lurdes Pimenta da Silva, da Univ. de Évora, pelo apoio na realização de análises químicas de água e solo; o investigador Eng. Teles Grilo da Univ. de Évora pela ajuda na caracterização dos

solos; o Prof. Associado Ricardo Serralheiro da Univ. de Évora, pelas sugestões sobre a rega; o Eng. Téc. Agr. Dimas dos Reis, da Univ. de Évora, pelo apoio em programação e execução de gráficos; o Sr. João Carlos Mello pela realização gráfica de algumas figuras; o Sr. Machado, capataz da Estação António Teixeira, por todo o apoio no campo para realização dos ensaios; os Srs. Inácio Chumbo e Gualter de Medeiros e o Eng. Téc. Agr. Agnelo Ferreira, do Departamento de Fitotecnia da Univ. de Évora pela ajuda na execução dos ensaios de campo; finalmente aos colegas, pessoal técnico e administrativo do Departamento de Fitotecnia da Universidade de Évora e a todos aqueles que de uma forma ou de outra colaboraram para a elaboração deste trabalho.

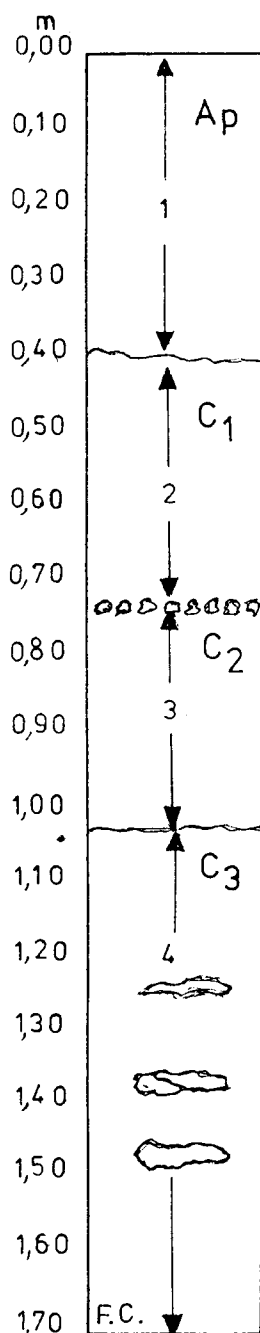
O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa Mobilizador de Ciências e Tecnologia - projecto nº 87 71, financiado pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.

O Instituto Nacional de Investigação Científica subsidiou as despesas de execução gráfica e impressão desta dissertação, ao abrigo de decreto-lei nº 414/80.

1 - Descrição morfológica do perfil de solo no talhão

20.

Solo Rg (a)



1 - Pardo a pardo-escuro, 10 YR 4/3 (h); Arenoso a arenoso franco com pouco saibro, cascalho e rara pedra miúda quartzosas, boleadas a sobreroladas; Com raras palhetas de sericite; Sem agregação; consistência (h) muito friável, não pegajoso e não plástico a pouco plástico; Compacidade pequena; Bastantes a muitas raízes finas, diminuindo com a profundidade; Húmido.

Transição evidente para:

2 - 10 YR 5/6 - Pardo amarelado escuro (h); Arenoso com algum saibro, cascalho e pedra miúda quartzosa, boleados ou sobrerolados; Sem agregação; Consistência (h) muito friável, não pegajoso e não plástico, sem raízes; Húmido; Assentando sobre linha de pedras quartzosas, boleadas.

Transição gradual para:

3 - Pardo amarelado a amarelo pardacento, 10 YR 5/6-6/6 (h); Arenoso com bastante material quartzoso de dimensão saibro, cascalho, pedra miúda; Sem agregação; Consistência (h) muito friável, não pegajoso e não plástico a pouco plástico; Compacidade semelhante ao horizonte anterior; Sem raízes; Húmido.

4 - Transição evidente para material originário constituído por areia quartzosa mais ou menos grosseira acompanhada de material quartzoso boleado de dimensão de saibro, cascalho, pedra miúda e de nódulos e faixas endurecidas de cor ferruginosa com algum pintalgado anegrado (manganezífero ou ferruginoso) que fazem lembrar material alterado e de consistência branda a ligeiramente duro; Nódulos e faixas a alternar com areia de praia com coloração parda muito pálida - 10 YR 7/3; Encontrou-se água a 1,70 m.

2 - Caracterização física e química do perfil do solo no talhão 20.

Convém referir que o perfil foi analisado a 17 de Fevereiro de 1988 antes de qualquer preparação do solo.

Tabela 90 - Caracterização física e química do perfil do solo

Parâmetros analisados	Profundidades (cm)		
	0-40	41-74	75-105
Areia grossa (% peso)	64,1	69,8	79,1
Areia fina " "	28,2	25,6	17,5
Limo " "	4,3	1,4	0,6
Argila " "	3,4	3,2	2,8
Classe de textura	Arenoso	Arenoso	Arenoso
Densidade real	2,40	2,53	2,55
Densidade aparente	1,62	1,75	-
Mat. orgânica	1,24	0,40	0,21
pH (H ₂ O)	5,5	5,5	5,6
NO ₃ ^a (ppm)	6	3	8
P ₂ O ₅ ^a (ppm)	190	171	220
K ₂ O ^a (ppm)	55	66	103

a - (Egner - Riehm)

ESCALA PARA CLASSIFICAÇÃO DAS CULTIVARES

- 1 - Mau 5 - Muito bom vigor
- 1 - Mau 5 - Muito boa concentração na
floração
- 1 - Mau 5 - Muito boa concentração de
frutos
- 1 - Pequeno 5 - Grande dimensão de fruto
- 1 - Maturação precoce, 5 - Maturação tardia
- 1 - Má 5 - Boa cor do fruto
- 1 - Fraca 4 - Muito boa consistência
- 1 - Má 5 - Boa resistência à podridão dos
frutos
- 1 - Má 5 - Muito boa separação dos frutos
- 1 - Má 5 - Muito boa resistência ao es-
caldão dos frutos
- 1 - Má 5 - Muito boa produção
- 1 - Pouco 5 - Muito susceptível à antracnose



TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS

1 - 1989

- 10 de Maio: Pulverização do solo junto ao colo das plantas com deltametrina (décis).

- 29 de Maio: Pulverização com mancozebe + Metalaxil (Ridomil MZ-72) + oxidemetão-metilo (metasystox R) para combate preventivo e curativo de míldio-alternária e afídeos respectivamente.

- 16 de Junho: Aplicação com atomizador duma solução à base de mancozebe (mancocide) + deltametrina (décis) para combate à alternária-míldio, septoriose e afídeos respectivamente.

- 11 de Julho: Tratamento com atomizador utilizando mancozebe (mancocide) + deltametrina (décis).

- 9 de Agosto: Tratamento fitossanitário com mancozebe KOR 80 + hidroxido de triciclohexilestanho (plictram 25 W) + deltametrina (décis) para controlo de ácaros, míldio, alternária, septariose e lagarta do tomate.

2 - 1990

- 18 de Maio: tratamento com oxidemetão-metilo (metasystox R) + mancozebe (mancocide) contra afídeos e alternária-míldio-septoriose, respectivamente.

- 6 de Junho: Pulverização do solo em volta do colo das plantas com paratião (E 605 forte) contra a rosca.

- 18 de Junho: Tratamento com atomizador utilizando mancozebe + metalaxil (ridomil MZ-72) + deltametrina (décis) para combate de míldio, alternaria e afídeos respectivamente.

- 3 de Junho: Tratamento com atomizador utilizando metamidofos (tameron) + mancozebe + metalaxil (ridomil MZ-72) para combate contra a lagarta do tomate, afídeos e míldio, alternária respectivamente.

- 6 de Agosto: Tratamento com dicofol + tetradifos (acaricida Hoechst) contra aranhão vermelho e outros.

Tabela 91 - Calibração da sonda de nêutrons "DIDCOT" para tubos de acesso em alumínio.

Profundidade do solo - Z (cm)	Função	r ²	n	Sig.
Z = 20	$\theta_v (\%) = -124597 + 148,703 (A/Ao)$	0,9503	10	**
20 < Z ≤ 50	$\theta_v (\%) = -0,0517701 + 71,3566 (A/Ao)$	0,9837	10	**
50 < Z ≤ 80	$\theta_v (\%) = -1,42044 + 86,9919 (A/Ao)$	0,9796	10	**

Legenda: $\theta_v (\%)$ - Humidade volúmica expressa em percentagem; A - número de contagens da sonda correspondente a θ_v ; Ao - número de contagens da sonda em água (leitura padrão); A/Ao - leituras normalizadas; n - nº de amostras. ** - P < 0,01

Tabela 92 - Calibração da sonda de nêutrons "DIDCOT" para tubos de acesso em PVC

Profundidade do solo - Z (cm)	Função	r ²	n	Sig.
Z = 20	$\theta_v (\%) = 0,0589982 + 94,9200 (A/Ao)$	0,9966	11	**
20 < Z ≤ 50	$\theta_v (\%) = 0,0843993 + 58,9470 (A/Ao)$	0,9853	12	**
50 < Z ≤ 80	$\theta_v (\%) = -1,68591 + 71,1754 (A/Ao)$	0,9933	12	**

Legenda: $\theta_v (\%)$ - Humidade volúmica expressa em percentagem; A - número de contagens da sonda correspondentes a θ_v ; Ao - número de contagens da sonda em água (leitura padrão); A/Ao - leituras normalizadas; n - nº de amostras. ** - P < 0,01.

