

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO MESTRADO EM METEOROLOGIA

JOSÉ ALBERTO DA SILVA FERREIRA

**MONITORAMENTO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA DO MELOEIRO (*Cucumis melo*
L) COM TERMOMETRIA INFRAVERMELHA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Meteorologia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos exigidos para a obtenção do Grau de Mestre em Meteorologia.

Prof. BERNARDO BARBOSA DA SILVA
Orientador

Prof. TANTRAVAHI VENKATA RAMANA RAO
Co-Orientador

CAMPINA GRANDE - PB
JUNHO - 1995



F383m Ferreira, José Alberto da Silva.
Monitoramento da deficiência hídrica do meloeiro (Cucumis melo L.) com termometria infravermelha / José Alberto da Silva Ferreira. - Campina Grande, 1995.
79 f.

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1995.
Referências.
"Orientação : Prof. Bernardo Barbosa da Silva, Prof. Tantravahi Venkata Ramana Rao".

1. Meteorologia - Recursos Hídricos. 2. Deficiência Hídrica. 3. Melão (Cucumis Melo L.) - Meloeiro. 4. Dissertação - Meteorologia. I. Silva, Bernardo Barbosa da. II. Rao, Tantravahi Venkata Ramana. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB)

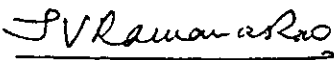
CDU 551.5:556.18(043)

MONITORAMENTO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO MELOEIRO COM TERMOMETRIA
INFRAVERMELHA.

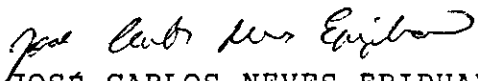
JOSÉ ALBERTO DA SILVA FERREIRA

DISSERTAÇÃO APROVADA COM DISTINÇÃO EM 21/06/95


BERNARDO BARBOSA DA SILVA
Orientador


TANTRAVAHÍ VENKATA RÁMANA RAO
Co-Orientador


PEDRO VIEIRA DE AZEVEDO
Membro


JOSÉ CARLOS NEVES EPIPHÂNIO
Membro

CAMPINA GRANDE
JUNHO - 1995

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Lup Cauby Ferreira e Wanni Yêda da Silva Ferreira, que sempre me apoiaram e me deram a educação para minha formação profissional e para a vida. Aos meus irmãos, Ricardo da Silva Ferreira e Ivana Ferreira Saliba, aos meus familiares Carmen da Silva Ferreira, Luis Carlos Saliba, Lisarb e Nelson Salem, Brasil e Nina, e aos meus padrinhos Bubi e Ritinha pela confiança que depositaram em mim e pelo carinho e amizade que sempre recebi.

AGRADECIMENTOS

O autor é profundamente agradecido à Fazenda São João Ltda, pelo total apoio recebido durante a realização do experimento, em particular aos Engenheiros Jorge Moreira Maia Neto e Hélio, e a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que esta pesquisa se concretizasse. Em especial aos professores Dr. Bernardo Barbosa da Silva e Dr. Ramana Rao, orientador e co-orientador, respectivamente, pela confiança e incentivo oferecidos.

Aos professores José Espínola Sobrinho, Pedro Vieira de Azevedo e Enílson Palmeira Cavalcanti, aos amigos, Edinor Neto, Ariston, Cássio, Coringa e aos pesquisadores Sílvio Steinmetz (EMBRAPA-Pelotas) e Amorim Neto pelas sugestões e conselhos dispensados.

Às funcionárias Eyres e Divaneti pela ajuda nas áreas da informática e administrativa, respectivamente.

Agradeço a todos os colegas de curso pela amizade e ajuda recebida durante a realização deste.

Finalmente, agradeço a Deus pela oportunidade de enriquecer o meu aprendizado nesta vida e nas outras que virão.

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	viii
Lista de tabelas.....	xi
Lista de abreviações e símbolos.....	xiii
Resumo.....	xv
Abstract.....	xvi
1. Introdução.....	01
2. Revisão bibliográfica.....	03
3. Material e métodos.....	9
3.1- Descrição geral do experimento.....	9
3.1.1- Localização.....	9
3.1.2 - Clima.....	9
3.1.3 - Solo.....	9
3.1.4 - Cultura.....	9
3.1.5 - Configuração experimental.....	10
3.1.6 - Sistema de irrigação empregado.....	11
3.1.7 - Tratos culturais.....	11
3.2 - Monitoramento da umidade do solo.....	11
3.3 - Medições meteorológicas.....	15
3.4 - Medições da temperatura do dossel.....	15
3.5 - Medições porométricas.....	16
3.5.1 - Resistência da cultura, r_c	16
3.5.2 - Resistência potencial da cultura, r_{cp}	16
3.5.2.1 - Método porométrico.....	16
3.5.2.2 - Método de O'Toole & Real.....	16
3.5.3 - Taxa de transpiração da cultura.....	17
3.6 - Índice estresse hídrico da cultura.....	18
3.6.1 - Determinação do SDD.....	18
3.6.2 - Determinação do CWSI _i	18
3.6.3 - Determinação do CWSI _j	19
3.7 - Determinação dos parâmetros morfológicos.....	22
4. Resultados e discussão.....	23
4.1 - Umidade do solo.....	23
4.1.1 - Tensiômetros.....	23
4.1.2 - Resultado da sondagem.....	23
4.2 - Análise das variáveis morfológicas.....	25
4.2.1 - Biomassa verde.....	25
4.2.2 - Biomassa seca.....	26
4.2.3 - Área foliar.....	28
4.3 - Análise das medições fisiológicas.....	29
4.3.1 - Resistência da cultura.....	29
4.3.2 - Resistência potencial da cultura.....	33
4.3.2.1 - Método porométrico.....	33
4.3.2.2 - Método de O'Toole & Real.....	33
4.3.3 - Taxa de transpiração da cultura.....	36
4.4 - Temperatura do dossel da cultura, T_c	39
4.4.1 - Comportamento diurno de T_c	39
4.4.2 - Comportamento estacional de T_c	43
4.5 - Índices de estresse hídrico.....	46
4.5.1 - Graus dia de estresse, SDD.....	46

4.5.2 - Comportamento estacional do CWSIi.....	52
4.5.3 - Comportamento estacional do CWSIj.....	60
4.6 - Resultado da produção de frutos.....	65
4.7 - Resultado qualitativo da análise dos frutos.....	65
4.7.1 - Conservação (vida útil pós-colheita).....	65
4.7.2 - Perda de peso.....	65
4.7.3 - Sólidos solúveis totais.....	66
4.7.4 - pH.....	66
5 - Conclusões.....	67
6 - Referências bibliográficas.....	68
Apêndice.....	72

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 4.1 - Umidade do solo nas parcelas PN (□), P1(■), P2 (●) e P3 (○) obtida por (a) tensiômetros e (b) sonda de nêutrons.	24
Figura 4.2 - Comportamento estacional das medições da biomassa verde do meloeiro das parcelas PN (□) e P3 (●), juntamente com as curvas de regressão.	27
Figura 4.3 - Comportamento estacional das medições de biomassa seca do meloeiro das parcelas PN (□) e P3 (●), juntamente com as curvas de regressão.	27
Figura 4.4 - Comportamento estacional das medições da área foliar do meloeiro para as parcela PN (□) e P3 (●), juntamente com as curvas de regressão.	28
Figura 4.5 - Comportamento estacional da resistência estomática da cultura nos horários das 10h30min (a) e 12h30min (b), nos tratamentos PN (□) e P3 (●).	31
Figura 4.6 - Ciclo diurno da resistência estomática da cultura em 9 (DAS = 48) (a) e 28 de dezembro (DAS = 67) (b) de 1993, nos tratamentos PN e P3.	32
Figura 4.7 - Relação de Tc-Ta com o déficit de pressão de vapor para o meloeiro em condições de transpiração potencial.	34
Figura 4.8 - Ciclo diurno da taxa de transpiração da cultura em 9 (DAS = 48) (a) e 28 (DAS = 67) (b) de dezembro nos tratamentos PN e P3.	37
Figura 4.9 - Comportamento estacional da taxa de transpiração da cultura do meloeiro para as parcelas P3 (●) e PN (□), às 10h30min (a) e 12h30min (b).	38
Figura 4.10 - Comportamento diurno das temperaturas do ar e do dossel da cultura nas PN (□), P3 (●) e Ta (+) em 25 (DAS = 34) de novembro e (b) 2 (DAS = 41) de dezembro de 1993.	40
Figura 4.11 - Comportamento diurno das temperaturas do ar e do dossel da cultura nas parcelas PN (□), P3 (●) e Ta (+) em (a) 09 (DAS = 48) e (b) 16 (DAS = 55) de dezembro de 1993.	41
Figura 4.12 - Comportamento diurno das temperaturas do ar e do dossel da cultura nas parcelas PN (□), P3 (●) e Ta (+) em 28 (DAS = 67) de dezembro de 1993.	42
Figura 4.13 - Comportamento estacional da temperatura do dossel da cultura no tratamento PN (□) e P3 (●): (a) às 10h30min e (b) às 12h30min.	44
Figura 4.14 - Comportamento estacional do saldo de radiação nos horário das (a) 10h30min e (b) 12h30min.	45

- Figura 4.15 - Comportamento estacional do graus dia de estresse (SDD) nos tratamentos: (a) PN (□) e P1 (●) e (b) PN(□) e P2 (●) às 10h30min. 47
- Figura 4.16 - Comportamento estacional do graus dia de estresse (SDD) nos tratamentos: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1 (●) às 12h30min. 48
- Figura 4.17 - Comportamento estacional do graus dia de estresse (SDD) nos tratamentos: (a) PN (□) e P2 (●) e (b) PN (□) e P3 (●) às 12h30min. 49
- Figura 4.18 - Comportamento estacional SDD+ nos tratamentos: (a) PN (□) e (b) P3 (●) às 10h30min. 50
- Figura 4.19 - Comportamento estacional do SDD+ nos tratamentos: (a) PN (□) e (b) P3 (●) às 12h30min. 59
- Figura 4.20 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtida no abrigo meteorológico para as parcelas: (a) PN (□) e P1(●) e (b) PN (□) e P2(●) às 10h30min. 54
- Figura 4.21 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtida no abrigo meteorológico para as parcelas: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1(●) às 12h30min. 55
- Figura 4.22 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtida no abrigo meteorológico para as parcelas: (a) PN(□) e P2(●) e (b) PN(□) e P3(●) às 12h30min. 56
- Figura 4.23 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtida através do termômetro infravermelho para as parcelas: (a) PN (□) e P1(●) e (b) PN(□) e P2 (●) às 10h30min. 57
- Figura 4.24 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtida através do termômetro infravermelho para as parcelas: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1 (●) às 12h30min. 58
- Figura 4.25 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtida através do termômetro infravermelho para as parcelas: (a) PN (□) e P2(●) e (b) PN(□) e P3(●) às 12h30min. 59
- Figura 4.26 - Comportamento estacional do CWSIj com rcp obtida pelo método de O'Toole & Real (1986) nas parcelas: (a) PN (□) e P1 (●) e (b) PN (□) e P2(●) às 10h30min. 62
- Figura 4.27 - Comportamento estacional do CWSIj com rcp obtida pelo método de O'Toole & Real (1986) nas parcelas: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1 (●) às 12h30min. 63

Figura 4.28 - Comportamento estacional do CWSIj com rcp obtida pelo método de O'Toole & Real (1986) nas parcelas: (a) PN (□) e P2(●) e (b) PN (□) e P3 (●) às 12h30min.

LISTA DE TABELAS

	pág
Tabela 3.1 - Características físico-hídricas do solo da área do experimental na Fazenda São João - RN.	10
Tabela 3.2 - Valores diários da irrigação e total de água acumulada (mm), nas quatro parcelas.	12
Tabela 4.1 - Valores medidos da biomassa verde em g/planta (BV), biomassa seca em g/planta (BS) e área foliar em cm ² /planta (AF) nos tratamentos PN e P3.	25
Tabela 4.2 - Variação estacional da resistência estomática da cultura à difusão do vapor d'água (s/m), obtida com base em medições porométricas das faces abaxial e adaxial de folhas do meloeiro, nos tratamentos PN e P3.	30
Tabela 4.3 - Valores da resistência estomática e transpiração do meloeiro, obtidos por porometria na parcela PN.	33
Tabela 4.4 - Valores da temperatura do dossel (Tc), da diferença entre a temperatura do dossel e a do ar (Tc-Ta), saldo de radiação (Sr), tangente à curva de saturação (Δ) e déficit de pressão do vapor (DPV), em diferentes dias e horários, para a parcela PN.	36
Tabela 4.5 - Dados da produção de frutos por parcela, em Kg/200m ² .	65
Tabela A1 - Ciclo diurno de Ta (°C), Tc (°C), DT1 (°C) (infravermelho), DT2 (°C) (abrigo), DPV (KPa) e Sr (W/m ²), nas parcelas PN e P3, no dia 25 de novembro de 1993.	73
Tabela A2 - Ciclo diurno de Ta (°C), Tc (°C), DT1 (°C) (infravermelho), DT2 (°C) (abrigo), DPV (KPa) e Sr (W/m ²), nas parcelas PN e P3, no dia 02 de dezembro de 1993.	74
Tabela A3 - Ciclo diurno de Ta (°C), Tc (°C), DT1 (°C) (infravermelho), DT2 (°C) (abrigo), DPV (KPa) e Sr (W/m ²), nas parcelas PN e P3, no dia 09 de dezembro de 1993.	75
Tabela A4 - Ciclo diurno de Ta (°C), Tc (°C), DT1 (°C) (infravermelho), DT2 (°C) (abrigo), DPV (KPa) e Sr (W/m ²), nas parcelas PN e P3, no dia 16 de dezembro de 1993.	76
Tabela A5 - Ciclo diurno de Ta (°C), Tc (°C), DT1 (°C) (infravermelho), DT2 (°C) (abrigo), DPV (KPa) e Sr (W/m ²), nas parcelas PN e P3, no dia 28 de dezembro de 1993.	77

Tabela A6 - Variação estacional das temperaturas do ar, T_a ($^{\circ}\text{C}$), do dossel na parcela PN e na P3, déficit de pressão de vapor DPV (KPa), saldo de radiação, S_r (W/m^2), e as diferenças entre T_c e T_a , DT1 ($^{\circ}\text{C}$) com T_a do termômetro infravermelho e DT2 ($^{\circ}\text{C}$) com T_a do abrigo meteorológico, no horário das 10h30min.

78

Tabela A7 - Variação estacional das temperaturas do ar, T_a ($^{\circ}\text{C}$), do dossel na parcela PN e na P3, déficit de pressão de vapor DPV (KPa), saldo de radiação, S_r (W/m^2), e as diferenças entre T_c e T_a , DT1 ($^{\circ}\text{C}$) com T_a do termômetro infravermelho e DT2 ($^{\circ}\text{C}$) com T_a do abrigo meteorológico, no horário das 12h30min.

79

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

AD%	-	porcentagem de água disponível;
AF	-	área foliar do meloeiro;
a	-	coeficiente linear de regressão;
b	-	coeficiente angular de regressão;
BS	-	biomassa seca;
BV	-	biomassa verde;
cp	-	calor específico do ar à pressão constante;
CP	-	contagem padrão;
CR	-	contagem relativa;
CWSI	-	índice de estresse hídrico da cultura;
CWSIi	-	índice de estresse hídrico da cultura segundo o método proposto por Idso;
CWSIj	-	índice de estresse hídrico da cultura segundo o método proposto por Jackson;
d	-	deslocamento do plano zero;
Da	-	densidade aparente do solo;
DAS	-	dias após a semeadura;
DPV	-	déficit de pressão de vapor;
DT1	-	diferença entre Tc e Ta, com Ta obtida no termômetro infravermelho;
DT2	-	diferença entre Tc e Ta, com Ta obtida no abrigo meteorológico;
ETr	-	evapotranspiração real;
ETp	-	evapotranspiração potencial;
e _a	-	tensão atual do vapor d'água;
e _{s,a}	-	tensão de saturação à temperatura do ar;
e _{s,c}	-	tensão de saturação à temperatura do dossel;
G	-	fluxo de calor no solo;
H	-	fluxo de calor sensível
OBS%	-	porcentagem de água medida;
PN	-	parcela que recebeu a irrigação normal;
Po	-	pressão atmosférica;
P1	-	parcela que recebeu 90% da irrigação normal;
P2	-	parcela que recebeu 80% da irrigação normal;
P3	-	parcela que recebeu 70% da irrigação normal;
R	-	constante universal do gas ideal;
Rv	-	constante específica do vapor d'água;
r ²	-	coeficiente de determinação;
r _a	-	resistência aerodinâmica à difusão do vapor d'água;
r _{an}	-	resistência aerodinâmica potencial;
r _c	-	resistência da cultura à difusão do vapor d'água;
r _{cn}	-	resistência da cultura transpirando a taxas potenciais
Sr	-	saldo de radiação;
Ta	-	temperatura do ar;
Tc	-	temperatura do dossel;
Tka	-	temperatura absoluta do ar;
Tkc	-	temperatura absoluta do dossel;
Tkm	-	média das temperaturas absolutas do ar e do dossel;
TOT AC	-	lâmina de água irrigada acumulada a cada dia;
Tr	-	taxa de transpiração da folha
u(z)	-	velocidade do vento na altura z;

Um%	-	porcentagem da umidade de murchamento;
VV	-	média do vento percorrido
γ	-	constante psicrométrica;
ρ	-	densidade do ar;
Δ	-	tangente à curva de saturação do vapor.
λ	-	calor latente de vaporização da água;
λE	-	fluxo de calor latente;

RESUMO

O melão (*Cucumis melo* L.) foi pesquisado em experimento realizado na fazenda São João Ltda, localizada em Mossoró-RN, entre 22 de outubro de 1993 a 13 de janeiro de 1994, quando foi realizada a última colheita, e teve como objetivo principal a racionalização dos recursos hídricos dessa região. O experimento foi dividido em quatro parcelas de 8 x 100 m², sendo aplicadas quatro lâminas diferenciadas de água, uma para cada parcela. A parcela PN recebeu a irrigação normalmente utilizada pela fazenda (estimada através da evaporação do tanque Classe A) e as parcelas P1, P2 e P3 receberam, respectivamente, 90, 80 e 70% da irrigação normal. Foram obtidos dados da temperatura do dossel da cultura (T_c), temperaturas dos termômetros de bulbo seco (T_a) e de úmido (T_w), pressão atmosférica (P_o), radiação solar global incidente (R_g) e refletida (R_r), saldo de radiação (S_r), resistências da cultura (r_c) e aerodinâmica (r_a) e velocidade do vento (VV). A temperatura do dossel da cultura foi monitorada através de um termômetro infravermelho e para obter a resistência da cultura foi utilizado um porômetro. A umidade do solo foi monitorada com sonda de nêutrons e com tensiômetros. A determinação da deficiência hídrica foi analisada usando três métodos. O graus-dia de estresse (SDD), o índice de estresse hídrico da cultura (CWSI_i) proposto por Idso e o índice de estresse hídrico da cultura (CWSI_j) proposto por Jackson. O SDD apresentou valores da parcela P3 maiores do que a PN, principalmente no final do experimento. O CWSI_i apresentou grande variabilidade durante o experimento devido, principalmente, à variação da radiação solar global incidente. A linha base superior, utilizada neste índice, apresentou o valor de 4,1 °C. O CWSI_j também apresentou grande variabilidade de um dia para outro devido, provavelmente, a radiação solar e a velocidade do vento, que variaram muito durante o experimento. A dedução de um valor limite, no qual deveria começar a irrigação para não haver prejuízo para a cultura, foi dificultada pela variabilidade dos valores mas o valor de 0,3 parece ser um bom índice. A análise morfológica apresentou biomassa verde e seca e área foliar da parcela P3 menores do que os da parcela PN. A produção de frutos também foi maior na parcela PN, do que na P3, mas a parcela com mais produtividade foi a P1. Conclui-se que a diminuição da lâmina de água em 30% foi suficiente para alterar o desenvolvimento morfológico e a produção da cultura.

ABSTRACT

A field experiment was conducted during the 1993 crop season (October 22, 1993 to January 13, 1994) in a private farm, Fazenda São João, located in the city of Mossoró-RN. The crop under study was melon (*Cucumis melo* L.) cultivar Gold Mine. The main objective of this study was to rationalize the use of water resources of this region for crop production. The experiment was divided into four plots, each plot measuring 8m x 100m. Each plot received a different irrigation treatment. The plot PN received the irrigation treatment identical to that adapted by the farm (which is based on the evaporation measurements of a Class A pan evaporimeter) and the other three plots received 90, 80 and 70%, respectively, of the irrigation amount applied to the plot PN. Canopy (T_c), dry (T_a) and wet bulb (T_w) temperatures; atmospheric pressure (P_o); global (R_g), reflected (R_r) and net (R_n) radiations; crop (r_c) and aerodynamic (r_a) resistances and wind velocity (VV) data were collected during the growing season of the melon crop. The canopy temperature was monitored by an infrared thermometer and a steady state porometer was used to measure the crop resistance. The soil humidity was monitored by using a neutron probe and also by the use of tensiometers. The water deficit was analyzed using different moisture stress indices such as the stress degree day (SDD), the crop water stress index (CWSI_i) proposed by IDSO et al. (1981) and the CWSI_j proposed by JACKSON et al. (1981). The values of the SDD index for the plot P3 were higher than those of plot PN, particularly at the end of the experimental season. The values of the CWSI_i presented a large variability during the season due to variations in the global solar radiation and the wind velocity. The results suggest that the irrigation of the melon crop should be administered when the index reaches a value of 0.3 for the prevailing local climatic conditions. The morphological analysis presented higher values of fresh and dry biomasses and leaf area for plot PN compared to those of plot P3. The fruit production of plot PN was also higher than that of plot P3, but the productivity of plot P1 was the highest. It is concluded that a decrease of 30% of irrigated water was sufficient to change the morphological development and crop productivity.

1 - INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da população mundial, a produção de alimentos vem se tornando prioritária em muitos países. Diversos estudos e tecnologias têm sido gerados para aumentar o rendimento das culturas.

O crescimento, o desenvolvimento e a produção das culturas são substancialmente afetados pelas condições climatológicas, o que tem propiciado a realização de diversas pesquisas agrometeorológicas visando otimizar o uso da água e aumentar a eficiência do aproveitamento edafoclimático das áreas irrigadas.

Nas latitudes médias ou altas, a água para a agricultura não é um problema, haja vista que nessas regiões a precipitação geralmente é mais bem distribuída e a demanda evaporativa é relativamente menor do que aquela registrada nas latitudes tropicais. O que mais afeta a produção agrícola nessas regiões são as geadas que ocorrem no inverno e, eventualmente, a ocorrência de veranicos.

Já nas regiões áridas e nas semi-áridas, o clima apresenta aspectos muito favoráveis ao cultivo de diversas culturas, principalmente devido à disponibilidade de energia, mas oferece sérias restrições quanto à disponibilidade hídrica de origem pluvial, em função de sua variabilidade espacial e temporal. Neste sentido, a prática da irrigação é indispensável para garantir e/ou otimizar a produção agrícola.

No semi-árido do Nordeste brasileiro, a irrigação tem se constituído numa grande alternativa ao desenvolvimento regional, por propiciar a geração de novos empregos, o aumento da produtividade e a viabilização da agricultura como alternativa de investimento.

Para otimizar o uso da água, utilizar melhor os recursos hídricos da região e evitar prejuízo às plantas, pela falta ou excesso de água, várias técnicas têm sido desenvolvidas visando determinar o conteúdo de água no solo e na planta. A termometria infravermelha se constitui numa dessas técnicas. Este método possibilita a obtenção da temperatura de alvos sem entrar em contato com os mesmos, através da quantificação da radiação infravermelha emitida por eles. Quando o termômetro infravermelho é direcionado para uma cultura, ele mede a temperatura do dossel vegetativo. Se esta cultura não estiver com deficiência hídrica deve estar transpirando a taxas tais que fazem com que a sua temperatura se apresente inferior à do ar circundante. Esta técnica vem sendo pesquisada em diferentes países e já começam a surgir os primeiros estudos no Brasil como EIPHANIO (1983), FOLEGATTI (1988),

DANTAS (1987), SILVA et al. (1991) e (1993), RAMANA RAO et al. (1993), DANTAS e RAMANA RAO (1994), SILVA (1994) e AMORIM NETO (1994).

A cultura utilizada neste trabalho foi o melão (*Cucumis melo* L.) que tem uma grande importância econômica e social na região Nordeste. Grande parte da sua produção é exportada para a Europa, gerando divisas para o país e promovendo a geração de mão-de-obra naquela localidade.

A região polarizada por Mossoró, onde foi localizado o experimento, apresenta limitações de disponibilidade de água para a irrigação. Nesta região a água é obtida em poços tubulares, cuja profundidade média é de 900 m. Por isso, a água, além de onerosa, devido ao alto custo da perfuração do poço, apresenta vazão limitada, o que restringe a expansão da área irrigada atual. Neste sentido, a pesquisa objetivou a racionalização do manejo da água no meloeiro, ao avaliar o comportamento da cultura submetida a diferentes tratamentos de irrigação, e comparando ao manejo adotado atualmente.

Os objetivos específicos do trabalho foram: a) monitoramento da temperatura do dossel da cultura (T_c) e das demais variáveis atmosféricas necessárias na determinação de deficiência hídrica através de diferentes índices de estresse hídrico (SDD, CWSI_i e CWSI_j); e b) análise dos efeitos dos tratamentos em variáveis morfológicas, fisiológicas e de produção da cultura.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quando uma planta se encontra bem suprida de água a temperatura das folhas se apresenta inferior à do ar circundante, resultado do resfriamento provocado pela transpiração. Quando diminui a água disponível para a planta, inicia-se o fechamento dos estômatos, ocasionando a diminuição da transpiração, e a energia solar que estava sendo convertida em calor latente passa a ser absorvida pelas folhas, provocando seu aquecimento. Através dessa constatação, muitos estudos foram realizados procurando relacionar o conteúdo hídrico das plantas com sua temperatura.

Há bastante tempo, estudos que relacionam a temperatura das folhas com o conteúdo hídrico das plantas têm sido realizados. No entanto, no início do século não havia consenso da associação existente entre estresse hídrico e aquecimento foliar, o que está muito bem documentado por JACKSON (1982).

A possibilidade de usar a diferença de temperatura entre a folha e o ar ($T_f - T_a$) para programar irrigações foi feita por EHRLER (1973) para o algodão. Ele encontrou uma diferença de $T_f - T_a$ de -3 a 2°C, dependendo do estado de água no solo. Um resultado do seu estudo foi a obtenção da relação linear entre $T_f - T_a$ e o déficit de pressão do vapor (DPV). A temperatura das folhas das plantas nesse trabalho foi medida com termopares, o que tornava as medições incômodas e tediosas. Com o invento do termômetro com sensor infravermelho, as medições tornaram-se muito práticas.

As bases físicas e fisiológicas para a refletância da vegetação para o comprimento de onda no infravermelho próximo e no visível foram estudados por KNIPLING (1970). A refletância do dossel da planta é similar à da folha, que possui uma baixa refletância no visível e no infravermelho de comprimento de onda maior que 1,3 μm e alta refletância no infravermelho próximo (0,7 a 1,2 μm), mas é modificada pela disponibilidade da radiação solar incidente, estrutura da planta, área das folhas, sombreamento e refletividade do solo. O autor evidenciou que o estresse hídrico proporciona maior influência na reflexão na região do visível, quando comparada com a do infravermelho próximo, e justificou tal observação em razão da sensibilidade da clorofila para os distúrbios fisiológicos, já que esta apresenta uma forte absorção da radiação visível.

Como a temperatura do dossel é influenciada pela radiação solar, STONE et al. (1975) estudaram a influência das nuvens na determinação da temperatura do dossel (T_c) do sorgo

(*Sorghum bicolor*, L. Moench). Observaram que com a presença de nuvens e, conseqüentemente, diminuição da radiação solar, Tc levava cerca de 1 a 2 minutos para estabilizar. Na medida que a intensidade da radiação solar aumentava, em razão da desobstrução do disco solar, o tempo para estabilizar a temperatura do dossel era bem menor.

IDSO et al. (1977) avaliaram a possibilidade do uso da termometria infravermelha para o manejo de água e estimativa de produtividade do trigo irrigado (*Triticum durum*). Concluíram que era possível tal manejo e projeção da produtividade com base no grau dia de estresse (SDD), que propuseram. O SDD é resultado do somatório da diferença entre as temperaturas do dossel da cultura e do ar circundante (Tc-Ta), medidas em horários de máxima temperatura do dossel (Tc), o que ocorre de uma a duas horas após o meio-dia solar.

JACKSON et al. (1977) utilizaram medições da temperatura do dossel do trigo (*Triticum durum*), feitas por termometria infravermelha e a compararam com a temperatura de uma parcela de referência (sem restrição hídrica). Concluíram que essa técnica se constitui em ferramenta prática para avaliar as necessidades hídricas do trigo, programar a irrigação e estimar a produção da cultura. Eles também utilizaram dados do conteúdo de água do solo, medidos com sonda de nêutrons e os relacionaram com a temperatura do dossel e a produtividade da cultura. Também utilizaram o SDD, que se mostrou um promissor indicador do tempo e quantidade das irrigações.

O uso do termômetro infravermelho para medir a temperatura do dossel de uma cultura requer estimativas das dimensões do alvo, baseadas na posição do sensor em relação à superfície que será monitorada. A distância do alvo e o ângulo de visada afetam a forma e a área do alvo. Quando o termômetro infravermelho é posicionado com um certo ângulo com a horizontal e o dossel, o campo de visão assume uma visão cônica, elíptica, parabólica ou hiperbólica. Quando o termômetro infravermelho é utilizado para se obter a temperatura do dossel de uma cultura, este campo de visão não deve passar do alvo desejado, o que pode acarretar em erros grosseiros na medição de Tc (O'TOOLE & REAL, 1984).

O relacionamento entre a temperatura da cultura e os desenvolvimentos fisiológico e fenológico do milho (*Zea mays* L.) com diferentes níveis de umidade do solo, foi estudado por GARDNER et al. (1981). Eles observaram que as plantas que receberam irrigação plena foram 50 cm, em média, mais altas do que as plantas não irrigadas. Também observaram que a redução da produção foi maior quando o estresse ocorreu durante o período de polinização ou enchimento de grãos. Dos cinco índices de temperatura da cultura que relacionaram com o estágio de crescimento fenológico, três foram altamente correlacionados, um teve baixa correlação e um não se correlacionou com o desenvolvimento fenológico.

SLACK et al. (1981) utilizaram a diferença Tc - Ta, medida com um termômetro infravermelho, para programar a irrigação do milho (*Zea mays* L.). Relacionaram a diferença Tc - Ta com a água do solo, radiação solar e umidade relativa. Essa relação foi usada para

prever a lâmina de irrigação requerida pela cultura e a compararam com outros métodos de previsão. Concluíram, também, que $T_c - T_a$ é um bom indicador do estresse hídrico da cultura.

Apesar de a obtenção do SDD ser simples, a caracterização de valores que indiquem o momento de irrigar, por exemplo, torna-se difícil dado a interferência que variáveis meteorológicas produzem na temperatura do dossel das culturas. Por essa razão IDSO et al. (1981) propuseram uma normalização do SDD e lançaram o CWSI_i, com base na relação linear entre $T_c - T_a$ e o DPV. Utilizaram, para isso, várias culturas que estavam com um bom suprimento de água. Eles postularam que essa relação, que é única para cada cultura, fornece um critério simples para a determinação da evapotranspiração da cultura, que deve estar transpirando a taxas potenciais quando a água no solo não for um fator limitante. Ademais, para calcular o CWSI_i precisa-se identificar o valor do limite superior da diferença $T_c - T_a$ para a cultura estressada (upper baseline). Para obter essa relação eles utilizaram dados de dias de céu claro ou com cirrus tênues, pois a cobertura de nuvens afeta a relação.

JACKSON et al. (1981) calcularam o índice de estresse hídrico da cultura (CWSI_j) do trigo utilizando dados de T_c , obtidos por termometria infravermelha, temperatura dos bulbos seco e úmido e saldo de radiação estimado, usando equações derivadas do balanço de energia na cultura. Concluíram que o CWSI_j é uma importante ferramenta para a quantificação do estresse hídrico da cultura, e que são necessárias medições instantâneas na cultura para o seu cálculo.

A termometria infravermelha foi usada por PINTER & REGINATO (1982) para monitorar o estresse hídrico do algodão e para programar irrigações. Eles observaram a existência de uma correlação entre o CWSI_i e o potencial hídrico da folha e, ainda, que o CWSI_i não foi correlacionado com a temperatura do ar, DPV ou radiação solar.

JACKSON (1982) observou que a temperatura das plantas é um indicador de sua condição hídrica e que os valores críticos dos índices de temperatura precisam ser estabelecidos para várias culturas, pois um CWSI de 0,3 pode ser um valor crítico para o trigo mas não para o algodão. Observou, também, que em climas úmidos as temperaturas do dossel são próximas à temperatura do ar enquanto que em climas áridos ela pode ser mais de 10°C abaixo da temperatura do ar.

O estresse hídrico do algodão, observado por REGINATO (1983), foi relacionado com dois parâmetros fisiológicos comumente usados para quantificar o estresse hídrico da planta, que são o potencial hídrico da folha e a condutância estomática. O potencial hídrico da folha foi inversamente correlacionado com o DPV, para plantas não estressadas. Para calcular o estresse das plantas foram utilizados o método proposto por IDSO et al. (1981) e por JACKSON et al. (1981).

A termometria infravermelha foi utilizada por EPIPHANIO (1983) para a detecção do estresse hídrico na cultura do milho (*Zea mays* L.), submetido a diferentes irrigações após o florescimento. Para a quantificação do estresse foi utilizado o fator de déficit total (FDT), que

representa o grau de estresse a que esteve submetido a cultura durante um determinado período do seu ciclo vital. O autor concluiu que o FDT demonstrou ser um índice diagnóstico das condições hídricas a que estava submetido a cultura do milho e que este se apresentou significativamente correlacionado com a produtividade da cultura.

O estresse do algodão com completa ou parcial cobertura do solo foi estudado por WANJURA et al. (1984) usando o CWSI_i e o CWSI_j. Observaram que valores de T_c-T_a de dosséis cobrindo parcialmente o solo são menos sensíveis ao DPV do que os que têm cobertura completa. Também observaram que o CWSI_j fornece estimativas que são aplicadas sobre uma maior quantidade de condições do que o CWSI_i, mas necessita de dados adicionais tais como o saldo de radiação (S_r), a resistência da cultura transpirando a taxas potenciais (r_{cp}) e a resistência aerodinâmica (r_a), sendo que estimativas precisas de r_{cp} e r_a podem ser difíceis pois são influenciadas pela espécie, arquitetura, velocidade do vento e outros fatores da cultura.

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), com uma condição ótima de água e outra com deficiência, foi monitorada de hora em hora durante três dias consecutivos em uma casa de vegetação, entre 7h e 17h, por LIMA FILHO (1983). O autor usou termometria infravermelha para obter a temperatura do dossel e observou que essa técnica pode ser usada como um índice para detectar deficiência hídrica em culturas.

HOWELL et al. (1984) estudaram a temperatura do dossel do algodão (*Gossypium hirsutum* L. c. v. Acala SJ-2) para detectar o estresse hídrico dessa cultura. Observaram que a linha base não estressada, obtida pelo CWSI_i, não depende do espaçamento das linhas do algodão e não mostra uma mudança sazonal. Também observaram que o rendimento da cultura foi correlacionado negativamente com a média sazonal do CWSI_i. Os autores concluíram que a diferença T_c - T_a conjuntamente com as medições do DPV que foram usados na formulação do CWSI_i, parece ser útil na quantificação do estresse hídrico da cultura, do déficit de água no solo e da salinidade do solo.

O trigo (*Triticum aestivum* cv. Avocet) foi estudado por STEINER et al. (1985) no sudeste Australiano, quando foram utilizados quatro tratamentos de irrigação. Observaram que a produção de grãos e outros componentes da produção foram afetados pelos tratamentos de irrigação e que a produção de matéria seca de grãos foi correlacionada positivamente com a evapotranspiração. Observaram, também, uma correlação inversa entre a média de T_c - T_a e a produção de grãos, quando concluíram que a diferença de temperatura do dossel é um proveitoso indicador de estresse hídrico da cultura.

O balanço de energia foi usado por HATFIELD (1985) para obter a resistência da cultura (r_c) do trigo. A resistência foi calculada usando medições da temperatura do dossel e outras variáveis meteorológicas. Ele observou que r_c responde para a radiação solar incidente e decresce gradualmente com o aumento da radiação solar e que o tratamento sombreado apresentou valores de r_c maiores que o não sombreado. Concluiu que a técnica do balanço de

energia pode fornecer um método precioso para avaliar a resistência do dossel para estudos de campo da transpiração e fotossíntese.

GARDNER et al. (1986) estudaram a relação entre a temperatura do dossel do milho e a produção de grãos. Consideraram o índice de estresse térmico (TSI) como a diferença de temperatura, ao meio-dia, entre um local específico e uma área de máxima produção. Concluíram que essa relação é uma importante ferramenta para identificar a resposta de diferentes híbridos à seca.

O balanço de energia e a relação entre $T_c - T_a$ e DPV foram usados por O'TOOLE & REAL (1986) para estimar as resistências aerodinâmica e da cultura. A substituição da relação no balanço de energia permite estimar valores médios de r_a , r_c e, também, r_{ap} e r_{cp} . O valor encontrado por eles para r_{cp} do arroz foi de 14 s/m e para o r_{ap} 5 s/m.

A relação entre a produção e CWSI da alfafa (*Medicago sativa* L.) foi estudada por HATTENDORF et al. (1988). Observaram que essa relação é exponencial e a redução na produção ao redor de 10 a 20% resultou do valor médio do CWSI de 0,05 e 0,1, respectivamente.

BERGAMASCHI et al. (1989) avaliaram as condições micrometeorológicas da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com e sem irrigação e observaram que suas alterações são mais acentuadas com a evolução do déficit hídrico e nas horas mais quentes do dia. Na cultura não irrigada e em dias de alta demanda evaporativa da atmosfera, T_c foi sempre superior à do ar, observando-se o contrário na cultura irrigada. A temperatura e o déficit de saturação do vapor d'água na camada limite também aumentaram com o déficit hídrico do solo.

A resposta das plantas do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidas a quatro tratamentos de irrigação foi estudada por PAZZETTI et al. (1992). Observaram que o potencial hídrico foliar, resistência estomática e transpiração, apresentam uma estreita relação com a temperatura foliar e do dossel, e que a diferença de temperatura entre plantas com e sem estresse hídrico pode evidenciar o estado hídrico da cultura e pode ser usada como um indicador do momento da irrigação.

WANJURA et al. (1992) utilizaram um sistema automático de irrigação controlado por medições contínuas da temperatura do dossel do algodão, para determinar o valor limite de T_c onde a produção é máxima. Observaram que as temperaturas limites de 28 e 30 °C foram as que apresentaram produções máximas e um melhor uso de água pela cultura.

O comportamento da temperatura do dossel e da resistência estomática do algodoeiro herbáceo irrigado foi estudado por RAMANA RAO et al. (1993). Constataram a influência exercida pela radiação fotossinteticamente ativa na resistência estomática e compararam as temperaturas do dossel medidas com termômetro infravermelho, com aquelas obtidas pelo porômetro. Concluíram que, embora o termômetro infravermelho focalizasse um maior número de folhas, havia uma boa concordância entre suas medições e as do porômetro.

Atribuíram essa concordância ao fato de terem realizado medições porométricas em folhas da parte superior da planta e mais expostas à radiação solar.

SILVA et al. (1993) avaliaram o comportamento diurno do CWSI_j para o algodoeiro herbáceo em condições de campo, em Ipanguaçu - RN. A resistência da cultura em condições de transpiração potencial foi estimada segundo O'TOOLE & REAL (1986) e concluíram que o comportamento diurno do CWSI_j se assemelha, em forma, à diferença $T_c - T_a$.

DANTAS & RAMANA RAO (1994) monitoraram a deficiência hídrica na cultura do milho (*Zea mays* L.) submetida a quatro níveis de irrigação (100, 75, 50 e 25%). Os autores concluíram que é possível distinguir a deficiência hídrica da cultura através da temperatura da cobertura foliar. Concluíram, também, que as plantas do tratamento com deficiência hídrica estavam sempre mais aquecidas do que as plantas sem deficiência hídrica.

SILVA (1994) concluiu que o algodoeiro herbáceo deve ser irrigado sempre que o CWSI_i e/ou CWSI_j alcançar valor igual a 0,3. Observou, ainda, que o estresse hídrico produziu consideráveis alterações na produtividade e morfologia daquela cultura.

Como se pode observar, existe uma grande lacuna a ser preenchida, no que concerne à utilização da termometria infravermelha na cultura do melão e o manejo de irrigação nessa cultura, com tal técnica. Essas razões foram determinantes na realização da presente pesquisa.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Descrição geral do experimento

3.1.1 - Localização

O experimento foi realizado no período de 22 de outubro de 1993 e 13 de janeiro de 1994 na Fazenda São João, localizada no município de Mossoró-RN, cujas coordenadas geográficas são: latitude 5° 11' S, longitude 37° 20' W e altitude 18m (BEZERRA, 1993).

3.1.2 - Clima

De acordo com estudos de MEDINA & MAIA NETO (1989) o clima local é do tipo 'BSwh', segundo com o sistema de classificação de Koppen. Corresponde a um clima muito quente, semi-árido e com estação chuvosa limitada aos meses de fevereiro a maio, sendo que as precipitações apresentam grande variabilidade espacial e temporal. A temperatura do ar é geralmente superior a 24°C, sendo que nos meses mais quentes (dezembro e janeiro) as médias mensais situam-se em torno de 31°C. Uma outra característica marcante do clima local é a evaporação acentuada, resultante de uma elevada radiação solar e de velocidade do vento com médias horárias superiores a 5,0 m/s.

3.1.3 - Solo

As características físico-hídricas do solo da Fazenda São João são apresentadas na Tabela 3.1, conforme classificação realizada no laboratório de solos da Escola Superior de Agronomia de Mossoró. De acordo com a granulometria, o solo da área experimental é classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico Latossólico Textura Argilosa. É profundo, poroso, bem drenado, de moderadamente ácido a praticamente neutro, segundo DNPEA/SUDENE (1971).

3.1.4 - Cultura

A cultura utilizada foi o melão valenciano (*Cucumis melo* L.), cultivar Gold Mine, conhecido como meloeiro, sendo originário dos continentes Asiático e Africano, derivado das formas selvagens e muitos acreditam que a Índia seja a sua região de origem.

O melão é bem aceito no nosso mercado por seus frutos serem saudáveis, aromáticos e bastante saborosos. No estado natural, é excelente alimento, muito rico em hidratos de carbono e vitamina C, possuindo ainda boas quantidades das vitaminas A e B₁, além dos elementos fósforo e cálcio (CAIXETA et al., 1979).

A semeadura foi realizada em 22 de outubro de 1993 (DAS = 0), tendo sido registrada a germinação 3 dias após o plantio (DAS = 3). O replantio ocorreu no DAS = 14. No dia 13 de novembro verificou-se o início da floração, sendo que a cobertura total do solo ocorreu no DAS = 28. A frutificação foi iniciada em 24 de novembro (DAS = 33), tendo resultado na primeira colheita em 21 de dezembro (DAS = 63). As demais colheitas ocorreram nos 63, 69, 76 e 83 dias após a semeadura.

Tabela 3.1 - Características físico-hídricas do solo da área experimental na Fazenda São João - RN.

Características físico-hídricas		Profundidade		
		0-15	15-35	35-84
Granulometria (%)	Areia	54,82	54,84	47,78
	Silte	10,14	10,23	10,06
	Argila	35,04	34,93	42,89
Classificação Textural		Argilo Arenosa	Argilo Arenosa	Argilo Arenosa
Densidade Aparente (g/cm ³)		1,67	1,63	1,59
Densidade do Solo (g/cm ³)		2,50	2,52	2,52
Tensão (MPa)		Umidade Volumétrica (%)		
0,01		32,99	31,25	29,90
0,03		28,71	25,97	23,31
0,10		22,65	20,65	20,95
0,30		18,02	16,90	17,93
1,50		16,21	15,71	16,58

3.1.5 - Configuração experimental

A área do experimento foi dividida em quatro parcelas iguais de 8 x 100 m² com quatro fileiras de 100 m de extensão. O espaçamento entre as covas foi de 1 m e entre parcelas de 2 m, que após o desbaste resultaram numa densidade populacional de 20.000 plantas/ha. A

parcela que teve a irrigação considerada normal (100 %), corresponde àquela utilizada na área de produção da fazenda e foi designada de PN, sendo a que recebeu a maior lâmina de água. As outras três parcelas foram designadas de P1, P2 e P3, e receberam 90, 80 e 70% da irrigação normal, respectivamente. As irrigações diferenciaram-se no dia 17 de novembro de 1993 (DAS = 26).

3.1.6 - Sistema de irrigação empregado

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o de gotejamento e a irrigação foi feita diariamente. A lâmina de água da irrigação aplicada era função da evaporação do tanque Classe A, instalado dentro da fazenda. Foram colocados 100 gotejadores por fileira, separados por 1m, juntamente com as covas. Como pode ser observado na Tabela 3.2, foram administradas 59 irrigações em cada um dos tratamentos, sendo que os tratamentos PN, P1, P2 e P3, receberam lâminas de irrigação total igual a 609,6, 556,4, 508,3 e 465,0 mm, respectivamente.

3.1.6 - Tratos culturais

A adubação foi feita diariamente, através da irrigação, a partir do 28/10 (DAS = 6). Utilizou-se NH_4NO_3 , KNO_3 , KCl , CaNO_3 , K_2SO_4 , ácido fosfórico e, a partir do dia 24/11 (DAS = 33), uréia.

Foram realizados, no total, dez pulverizações para controle de ervas daninhas e de pragas, através de pulverizador costal e de barras adaptadas em tratores, nos DAS = 32, 35, 38, 43, 46, 50, 55, 59, 63, e 66. Os produtos utilizados foram Vertimec, Molibidênio, Bayfidan, Folicur, Karate, CAB-2, Sulfur-800, Sumithion, Capafan, Afugan e Tecto. Houve, também, pulverização de ferro, zinco e magnésio, este somente no DAS = 66. O controle de ervas daninhas foi feito, também, através de duas capinas nos DAS = 32 e 55. Nos DAS = 47 e 49 houve a retirada de melões que se apresentavam com defeitos (melões cabaço) e, por conseguinte, sem valor comercial.

3.2 - Monitoramento da umidade do solo

A umidade do solo na área experimental foi monitorada por oito tensiômetros, dois por parcela, colocados às profundidades de 20 e 40 cm. Foi utilizado, também, o método de moderação de nêutrons, utilizando uma sonda de nêutrons (Troxxler modelo 3332) com tubos de acesso de alumínio por tratamento. KJAR (1984) relatou que o raio de abrangência de uma sonda de nêutrons, varia de 15 a 20 cm, em um solo úmido, e de 50 cm ou mais em um solo relativamente seco. Como no experimento a irrigação era diária, assumiu-se que o raio de abrangência dos nêutrons da sonda atingia, aproximadamente, 20 cm em cada profundidade medida.

Tabela 3.2 - Valores diários da irrigação e total de água acumulada (mm), nas quatro parcelas.

DATA	DAS	PN	TOT AC PN	P1	TOT AC P1	P2	TOT AC P2	P3	TOT AC P3
22/10	0	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
23/10	1	0	7,6	0	7,6	0	7,6	0	7,6
24/10	2	0	7,6	0	7,6	0	7,6	0	7,6
25/10	3	0	7,6	0	7,6	0	7,6	0	7,6
26/10	4	0	7,6	0	7,6	0	7,6	0	7,6
27/10	5	6,2	13,8	6,2	13,8	6,2	13,8	6,2	13,8
28/10	6	3,1	16,9	3,1	16,9	3,1	16,9	3,1	16,9
29/10	7	3,1	20,0	3,1	20,0	3,1	20,0	3,1	20,0
30/10	8	3,1	23,1	3,1	23,1	3,1	23,1	3,1	23,1
31/10	9	3,1	26,2	3,1	26,2	3,1	26,2	3,1	26,2
01/11	10	5,7	31,9	5,7	31,9	5,7	31,9	5,7	31,9
02/11	11	0	31,9	0	31,9	0	31,9	0	31,9
03/11	12	0	31,9	0	31,9	0	31,9	0	31,9
04/11	13	6,6	38,5	6,6	38,5	6,6	38,5	6,6	38,5
05/11	14	1,9	40,4	1,9	40,4	1,9	40,4	1,9	40,4
06/11	15	0	40,4	0	40,4	0	40,4	0	40,4
07/11	16	7,5	47,9	7,5	47,9	7,5	47,9	7,5	47,9
08/11	17	0	47,9	0	47,9	0	47,9	0	47,9
09/11	18	0	47,9	0	47,9	0	47,9	0	47,9
10/11	19	9,1	57,0	9,1	57,0	9,1	57,0	9,1	57,0
11/11	20	0	57,0	0	57,0	0	57,0	0	57,0
12/11	21	6,3	63,3	6,3	63,3	6,3	63,3	6,3	63,3
13/11	22	0	63,3	0	63,3	0	63,3	0	63,3
14/11	23	5,7	69,0	5,7	69,0	5,7	69,0	5,7	69,0
15/11	24	0	69,0	0	69,0	0	69,0	0	69,0
16/11	25	13,8	82,8	13,8	82,8	13,8	82,8	13,8	82,8
17/11	26	12,2	94,9	10,9	93,7	9,8	92,6	8,9	91,6
18/11	27	12,2	107,1	10,9	104,7	9,8	102,5	8,9	100,5
19/11	28	12,2	119,3	10,9	115,6	9,8	112,3	8,9	109,4
20/11	29	12,2	131,4	10,9	126,6	9,8	122,2	8,9	118,2
21/11	30	12,2	143,6	10,9	137,5	9,8	132,0	8,9	127,1
22/11	31	13,7	157,3	12,4	149,9	11,1	143,2	10,0	137,1
23/11	32	12,2	169,5	10,9	160,8	9,8	153,0	8,9	146,0
24/11	33	13,7	183,2	12,4	173,2	11,1	164,1	10,0	156,0
25/11	34	13,7	197,0	12,4	185,6	11,1	175,3	10,0	166,0
26/11	35	12,8	209,8	11,5	197,1	10,4	185,6	9,3	175,4
27/11	36	14,7	224,5	13,2	210,3	11,9	197,5	10,7	186,1
28/11	37	15,3	239,8	13,8	224,1	12,4	210,0	11,2	197,2
29/11	38	14,9	254,7	13,5	237,5	12,1	222,1	10,9	208,1
30/11	39	14,6	269,4	13,2	250,7	11,8	233,9	10,7	218,8
01/12	40	12,8	282,1	11,5	262,2	10,4	244,3	9,3	228,1
02/12	41	15,3	297,5	13,8	276,0	12,4	256,7	11,2	239,3
03/12	42	17,1	314,6	15,4	291,4	13,9	270,5	12,5	251,8
04/12	43	16,2	330,8	14,6	306,0	13,1	283,7	11,8	263,6
05/12	44	16,8	347,6	15,2	321,1	13,6	297,3	12,3	275,9

06/12	45	11,3	358,9	10,1	331,3	9,1	306,4	8,2	284,1
07/12	46	15,6	374,5	14,1	345,4	12,7	319,1	11,4	295,5
08/12	47	17,2	391,8	15,5	360,9	14,0	333,1	12,6	308,0
09/12	48	17,2	409,0	15,5	376,4	14,0	347,0	12,6	320,6
10/12	49	16,9	425,9	15,2	391,6	13,7	360,7	12,3	332,9
11/12	50	9,0	434,9	7,5	399,1	6,1	366,8	4,7	337,6
12/12	51	9,1	444,0	8,2	407,3	7,4	374,2	6,6	344,3
13/12	52	9,1	453,1	8,2	415,5	7,4	381,5	6,6	350,9
14/12	53	8,9	462,0	8,0	423,5	7,2	388,7	6,5	357,4
15/12	54	7,6	469,5	6,8	430,3	6,1	394,9	5,5	362,9
16/12	55	14,5	484,1	13,1	443,4	11,8	406,6	10,6	373,5
17/12	56	12,2	496,2	11,0	454,4	9,9	416,5	8,9	382,4
18/12	57	12,9	509,1	11,6	465,9	10,4	426,9	9,4	391,8
19/12	58	7,1	516,2	6,4	472,3	5,8	432,7	5,2	396,9
20/12	59	10,8	527,0	9,7	482,0	8,7	441,4	7,9	404,8
21/12	60	10,8	537,8	9,7	491,8	8,7	450,1	7,9	412,7
22/12	61	9,7	547,5	8,7	500,5	7,9	458,0	7,1	419,8
23/12	62	9,7	557,2	8,7	509,2	7,9	465,9	7,1	426,8
24/12	63	10,3	567,6	9,3	518,5	8,4	474,3	7,5	434,4
25/12	64	9,6	577,2	8,7	527,2	7,8	482,1	7,0	441,4
26/12	65	9,4	586,6	8,4	535,6	7,6	489,6	6,8	448,2
27/12	66	9,4	595,9	8,4	544,1	7,6	497,2	6,8	455,0
28/12	67	5,8	601,7	5,2	549,3	4,7	501,9	4,2	459,3
29/12	68	7,9	609,6	7,1	556,4	6,4	508,3	5,7	465,0

A sistemática empregada na calibração da sonda consistiu na detecção da contagem no meio (CM) às profundidades de 20, 40, 60, 80 e 100 cm de profundidade e a contagem-padrão (CP), sobre solo saturado. Em seguida, foram obtidas três amostras de solo a 20 cm do tubo de acesso, para determinação de umidade em massa (%). Secaram-se as amostras de solo a 100 - 110 °C por 48 horas. Com base nas amostras e contagens relativas realizadas (contagem relativa = CM/CP), obteve-se a equação de calibração:

$$u = 9,66 + 13,86CR \quad (3.1)$$

que apresentou coeficiente de determinação igual a 0,8986.

Foram instalados dois tubos de alumínio em cada um dos tratamentos, sendo as leituras realizadas três vezes por semana, nas profundidades de 20, 40, 60, 80, e 100 cm.

A água disponível, ou capacidade de água disponível, é usualmente definida como os teores de umidade do solo compreendidos entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP) (KLAR, 1984). A CC corresponde a teores de umidade que variam de -0,5 a -0,1 bares, dependendo do solo e, o PMP, a valores que giram em torno de -15 bares. Mas esse relativo empirismo nas determinações do PMP e CC tem significado para soluções práticas, porém não o tem fisicamente. A medida que a água vai sendo absorvida pelas plantas e evaporada para a atmosfera, o solo a retém cada vez mais intensamente, ou seja, a potenciais mais baixos, fazendo com que mais energia seja necessária para retirá-la. Assim, há uma quantidade menor de água do que aquela compreendida entre a CC e o PMP que é chamado pelo autor de Intervalo de Água Facilmente Disponível, variável de acordo com a demanda evaporativa da atmosfera, a curva característica de umidade do solo e o vegetal envolvido.

O mesmo problema é observado por REICHARDT (1985) que relata a dependência entre água disponível e fatores do solo (condutividade hidráulica, difusividade, relações entre umidade e potencial), da planta (densidade das raízes, profundidade, taxa de crescimento das raízes, fisiologia da raiz, área foliar) e da atmosfera (déficit de saturação, vento, radiação disponível). O autor também relata que, devido a esses fatores, não existe uma forma exata e precisa para a descrição de um fenômeno tão complexo como o da dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera.

KIEHL (1979) observou que o potencial de água nas folhas das plantas, garantindo sua turgidez, também dependia de fatores dinâmicos formando um sistema solo-planta-atmosfera. A disponibilidade de água às plantas depende da natureza do solo, da planta, da atmosfera, do vento e da radiação solar. Por essas razões, o autor relatou que a expressão "umidade de murcha permanente" ou "ponto de murcha permanente" (PMP) é mais apropriadamente indicada como "porcentagem de água a 15 bares" e que a água disponível é calculada pela diferença entre a porcentagem de água do solo medida e a porcentagem da umidade de murchamento, cuja expressão é:

$$AD\% = OBS\% - Um\% \quad (3.2)$$

onde AD% é a porcentagem de água disponível, OBS% é a porcentagem de água medida e Um% a umidade de murchamento.

Já o cálculo da camada de água disponível (CAD) em cm, pode ser feito pela expressão:

$$CAD = \frac{(OBS\% - Um\%) * Da * H}{100 * d} \quad (3.3)$$

onde Da é a densidade aparente do solo, H a espessura do solo em cm e d a densidade da solução do solo, cujo valor estipulado por KIEHL (1979) foi de 1 g/cm³.

A leitura dos tensiômetros foi feita diariamente a partir do dia 6 de novembro de 1993 até o dia 28 de dezembro de 1993, enquanto que a da sonda foi feita três vezes por semana, a partir dia 13 de novembro de 1993 até o dia 27 de dezembro de 1993.

3.3 - Medições meteorológicas

As medições meteorológicas compreendem aquelas obtidas no interior do abrigo meteorológico, instalado entre os tratamentos e contendo os seguintes instrumentos: barômetro de cápsulas aneróides, termômetros de bulbo seco, de bulbo úmido, de máxima e de mínima. Foram obtidas também leituras de um anemômetro totalizador a 2m, heliógrafo, actinógrafo bimetálico, radiômetros Eppley (global e refletida) e saldorradiômetro. Todas as leituras foram feitas nos horários de 9h, 10h30min, 12h, 12h30min e 15h (hora local).

3.4 - Medições da temperatura do dossel

A medição da temperatura do dossel (Tc) foi obtida por um termômetro infravermelho AG-42, Telatemp. Este instrumento tem resolução de 0,1°C e precisão de ± 0,5 °C. O seu ângulo de visada é de 5° e detecta radiação eletromagnética na faixa de 8,0 a 14 μm. Durante as medições o termômetro era posicionado a cerca de 0,80 m do dossel da cultura com uma inclinação de 45° com a horizontal. Em cada tratamento foram realizadas medições simultâneas de Tc, Tc-Ta (com o próprio termômetro infravermelho) e do saldo de radiação (Sr), em cada uma das quatro fileiras do tratamento, nos horários das 10h30min e 12h30min (hora local). Semanalmente eram obtidos ciclos diurnos das 6h às 17h, obedecendo essa mesma sistemática. O registro da velocidade do vento percorrido era feito no intervalo de 30 minutos, compreendendo o início e o fim das leituras de Tc, de forma a proporcionar a velocidade média do vento nesse período. Logo em seguida, era feita a leitura do psicrômetro e do barômetro, que se encontravam no interior do abrigo meteorológico instalado entre as parcelas.

3.5 - Medições porométricas

3.5.1 - Resistência da cultura, r_c

Dados de radiação fotossinteticamente ativa, temperatura da folha, taxa de transpiração e condutância estomática foram obtidos através de um porômetro de estado estável LI-1600 da LI-COR. Foram realizadas medições nas faces abaxial e adaxial de duas folhas vigorosas e ensolaradas das parcelas PN e P3. As resistências estomáticas foram obtidas através da inversão dos valores da condutância de cada face e a resistência total da folha foi obtida através do somatório, em paralelo, das resistências estomáticas das duas faces de cada folha analisada, através da seguinte expressão:

$$r_{s(tot)} = \frac{r_{s(aba)} * r_{s(ada)}}{r_{s(aba)} + r_{s(ada)}} \quad (3.4)$$

Com esses valores, determinou-se a média aritmética das resistências das duas folhas analisadas por tratamento, que assumiu-se ser a resistência apresentada pela cultura (r_c). Foram considerados dois horários de medições porométricas, 10h30min e 12h30min (hora local) e obtido, semanalmente, um ciclo diurno de medições porométricas das 6h às 17h, com intervalo de uma hora.

3.5.2 - Resistência potencial da cultura, r_{cp}

Foram utilizados dois métodos para determinar a resistência à difusão do vapor d'água, em condições de transpiração potencial, r_{cp} . O primeiro método consistiu em selecionar as medições porométricas que evidenciavam que a cultura se encontrava transpirando a taxas potenciais e, no segundo, utilizou-se o método de O'TOOLE & REAL (1986).

3.5.2.1 - Método porométrico

Este método consiste em selecionar medições porométricas de dias em que a transpiração da cultura, bem como a termometria infravermelha, evidenciaram taxas comparativamente máximas. Assim, a resistência r_{cp} corresponde à média dos valores das resistências estomáticas da cultura obtidas em diferentes horários dos dias com tal característica.

3.5.2.2 - Método de O'Toole & Real

A equação 3.5, deduzida por JACKSON et al. (1981) do balanço de energia da cultura, fornece uma relação linear entre $T_c - T_a$ e o déficit de pressão de vapor (DPV), com o saldo de radiação (S_r), resistência aerodinâmica (r_a) e r_{cp} permanecendo constantes. A equação é da forma:

$$(T_c - T_a) = \frac{r_a Sr}{\rho cp} \left[\frac{\gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)} \right] - \frac{(e_{s,a} - e_a)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)} \quad (3.5)$$

A linearidade em questão pode ser expressa por:

$$T_c - T_a = a + b DPV \quad (3.6)$$

onde a e b são os coeficientes linear e angular, respectivamente, da reta de regressão de $T_c - T_a$ versus DPV . Igualando as equações 3.5 e 3.6, deduz-se que a e b são dados por:

$$a = \frac{r_a Sr}{\rho cp} \frac{\gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)} \quad (3.7)$$

$$b = \frac{-1}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)} \quad (3.8)$$

Para estimar a e b pelas equações 3.7 e 3.8 é necessário que Sr , r_a , r_{cp} e Δ sejam, como mencionado, constantes, o que raramente ocorre em condições de campo. Entretanto, os valores médios em um período que a cultura está transpirando a taxas potenciais podem ser usados (O'TOOLE & REAL, 1986). Reformulando as equações 3.7 e 3.8 para \bar{r}_{ap} e \bar{r}_{cp} , obtém-se:

$$\bar{r}_{ap} = \frac{\rho cp a}{\bar{S} r b \left(\bar{\Delta} + \frac{1}{b}\right)} \quad (3.9)$$

$$\bar{r}_{cp} = -\bar{r}_{ap} \left(\frac{\bar{\Delta} + \frac{1}{b}}{\gamma} + 1\right) \quad (3.10)$$

3.5.3 - Taxa de transpiração da cultura

A taxa de transpiração da cultura (Tr) correspondeu à média aritmética das medições realizadas diretamente nas faces abaxial e adaxial de duas folhas da cultura, por tratamento.

Foram consideradas medições nos horários das 10h30min e 12h30min, e ciclos diurnos semanais com intervalo de uma hora.

3.6 - Índices de estresse hídrico da cultura

Foram considerados o índice de graus dias de estresse da cultura (SDD), proposto por IDSO et al. (1977) e JACKSON et al. (1977), o índice de estresse hídrico da cultura (CWSI_i), proposto por IDSO et al. (1981) e o índice de estresse hídrico da cultura (CWSI_j), formulado por JACKSON et al. (1981) que tem como base o balanço de energia.

3.6.1 - Determinação do SDD

O SDD é usado para avaliar o grau de estresse hídrico de uma cultura, programar irrigações e prever o seu rendimento. O SDD é definido como:

$$SDD = \sum_{i=1}^n (Tc - Ta)_i \quad (3.11)$$

onde Tc é a temperatura do dossel da cultura, Ta é a temperatura do ar, i é o dia inicial, geralmente quando há diferenciação dos tratamentos, e n é o dia final, geralmente quando são suspensas as irrigações. Foi feito, também, o SDD positivo, que é o somatório apenas das diferenças positivas de Tc - Ta e é definido como:

$$SDD = \sum_{i=1}^n [(Tc - Ta)_i > 0] \quad (3.12)$$

3.6.2 - Determinação do CWSI_i

A equação do CWSI_i de IDSO et al. (1981) é da forma:

$$CWSI_i = \frac{(Tc - Ta)_{obs} - (Tc - Ta)_{reg}}{(Tc - Ta)_{max} - (Tc - Ta)_{reg}} \quad (3.13)$$

onde Tc é a temperatura do dossel, Ta a temperatura do ar, (Tc-Ta)_{max} é a diferença obtida quando a cultura está na condição de estresse máximo e (Tc-Ta)_{obs} é a diferença observada num determinado momento que se pretende quantificar o estado hídrico da cultura. A determinação de (Tc-Ta)_{reg} foi obtida por uma regressão linear, obtida para a cultura numa condição de bom suprimento de água, cuja expressão é do tipo:

$$(Tc - Ta) = a + bDPV \quad (3.14)$$

onde a e b são os coeficientes linear e angular da regressão e DPV é o déficit de pressão de vapor d'água (KPa), que é obtido pela expressão:

$$DPV = e_s(Ta) - e_a(Ta) \quad (3.15)$$

onde $e_s(Ta)$ é a pressão de saturação do vapor d'água (KPa), que foi obtidas pela equação de Tetens (ROSENBERG, 1983) e $e_a(Ta)$ é a pressão atual de vapor d'água (KPa):

$$e_s(Ta) = 0,61078 \text{EXP}^{\frac{aTa}{b+Ta}} \quad (3.16)$$

com $a = 17,269$ e $b = 237,3$, e a tensão atual do vapor d'água foi obtida segundo a expressão (VAREJÃO SILVA, 1979):

$$e_a = \{e_s(Tw) - [0,00066Po(Ta - Tw)(1 + 0,00115Tw)]\} * 0,1 \quad (3.17)$$

onde Ta e Tw são as temperaturas do ar e do bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$), Po é a pressão atmosférica (mb) e $e_s(Tw)$ é dado em mb.

3.6.3 - Determinação do CWSIj

JACKSON et al. (1981) propuseram o CWSIj de uma cultura a partir do balanço de energia.

$$S_r = G + H + \lambda E \quad (3.18)$$

onde S_r é o saldo de radiação (W/m^2), G é o fluxo de calor no solo (W/m^2), H é fluxo de calor sensível (W/m^2) do dossel para o ar e λE é o fluxo de calor latente para o ar (W/m^2), com λ sendo o calor latente de vaporização. De forma simples, H e λE podem ser expressos por:

$$H = \rho c p \frac{(Tc - Ta)}{r_a} \quad (3.19)$$

$$\lambda E = \rho c p \frac{(e_{s,c} - e_a)}{[\gamma(r_a + r_c)]} \quad (3.20)$$

onde ρ é a densidade do ar (Kg/m^3), c_p é o calor específico a pressão constante do ar ($\text{J}/\text{Kg}^{\circ}\text{K}$), T_c a temperatura do dossel da cultura ($^{\circ}\text{C}$), T_a a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), $e_{s,c}$ a pressão de vapor saturada (Pa) de T_c , e_a a pressão de vapor do ar (Pa), γ é a constante

psicrométrica (Pa/°C), r_a a resistência aerodinâmica (s/m) e r_c a resistência da cultura (s/m) ao transporte do vapor (MONTEITH, 1973).

Combinando as equações 3.18, 3.19 e 3.20, assumindo que G é desprezível, e resolvendo para $(T_c - T_a)$ obtém-se:

$$\frac{(T_c - T_a)}{r_a} = \frac{Sr}{\rho c p} - \frac{(e_{s,c} - e_a)}{\gamma(r_a + r_c)} \quad (3.21)$$

onde $e_{s,c} = e_{s,a} + \Delta(T_c - T_a)$. Substituindo na equação 3.21, tem-se:

$$(T_c - T_a) = \frac{r_a Sr}{\rho c p} \left[\frac{\gamma(1 + \frac{r_c}{r_a})}{\Delta + \gamma(1 + \frac{r_c}{r_a})} \right] - \frac{(e_{s,a} - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + \frac{r_c}{r_a})} \quad (3.22)$$

que é a relação clássica (JACKSON, 1981) para a diferença entre T_c e T_a , onde Δ é a tangente à curva de saturação do vapor d'água, cuja expressão pode ser obtida segundo a expressão (VIANELLO & ALVES, 1991):

$$\Delta = \frac{\lambda e_s(T)}{R_v T^2} \quad (3.23)$$

onde λ é o calor latente de vaporização da água; R_v é a constante específica do vapor d'água, igual a 461,5 J/KgK; T é a temperatura média absoluta e $e_s(T)$ é calculada segundo a equação 3.16.

Para o caso de uma cultura transpirando a taxas potenciais, pode-se representar a resistência por r_{cp} , e ao substituir r_c na equação 3.22 por r_{cp} , tem-se uma fórmula que permite estimar a temperatura da cultura transpirando potencialmente, ou seja:

$$T_c - T_a = \frac{r_a Sr \gamma^*}{\rho c p (\Delta + \gamma^*)} - \frac{(e_{s,a} - e_a)}{(\Delta + \gamma^*)} \quad (3.24)$$

onde

$$\gamma^* = \gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a} \right) \quad (3.25)$$

JACKSON et al. (1981) consideraram que um índice de estresse hídrico deve ser formulado de forma a contemplar situações de extremo estresse hídrico, quando deveria ser

máximo e igual à unidade, e de plena disponibilidade hídrica, ocasião em que apresentaria o seu valor mínimo e igual a zero. Neste sentido, o índice de estresse hídrico da cultura proposto pelos autores é definido por:

$$CWSI_j = 1 - \frac{ETr}{ETp} \quad (3.26)$$

onde ETr é a evapotranspiração real e ETp é a evapotranspiração potencial.

Substituindo-se o valor de Tc-Ta, dado pela equação 3.22, na equação 3.19 e combinando-se esta com a equação 3.18, obtém-se:

$$\lambda E_r = \frac{\Delta S_r + \rho c p \frac{(e_{s,a} - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \quad (3.27)$$

que é a equação de Penman-Monteith para a evapotranspiração em termos de resistências do dossel e aerodinâmica (MONTEITH, 1973; THOM e OLIVER, 1977). A evapotranspiração potencial pode ser obtida ao substituir r_c por r_{cp} na equação 3.27, que a torna igual a:

$$\lambda E_p = \frac{\Delta S_r + \rho c p \frac{(e_{s,a} - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)} \quad (3.28)$$

Como pode ser verificado, ao dividir ETr por ETp e substituir o resultado na equação 3.26, obtém-se a expressão do CWSI_j, qual seja:

$$CWSI_j = \frac{\chi \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right) - \chi \left(1 + \frac{r_{cp}}{r_a}\right)}{\Delta + \chi \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \quad (3.29)$$

Para se chegar a 3.29, foi considerado que Δ, para ambas situações (real e potencial), eram iguais, o que não é verdadeiro, principalmente quando o status de água da planta diante de uma outra situação for muito diferente.

Para determinar o CWSI_j usando a equação 3.29 deve-se identificar qual é o valor de r_c/r_a, que pode ser obtido rearranjando-se a equação 3.21, que resultou em:

$$\frac{r_c}{r_a} = \frac{[(r_a Sr \gamma) / (\rho c p)] - (T_c - T_a)(\gamma + \Delta) - (e_{s,a} - e_a)}{\gamma \{(T_c - T_a) - [(r_a Sr) / (\rho c p)]\}} \quad (3.30)$$

onde os termos já foram anteriormente definidos.

A resistência aerodinâmica à difusão do vapor (r_a) foi obtida pela expressão proposta por MONTEITH (1973):

$$r_a = \frac{\{\ln[(z-d)/z_0]\}^2}{0.16u(z)} \left[1 - \frac{5g(z-d)(T_{kc} - T_{ka})}{T_{km}u(z)^2} \right] \quad (3.31)$$

onde $d = 0,65h$ e $z_0 = 0,13h$ representam o deslocamento do plano zero (m) e o coeficiente de rugosidade da superfície (m), respectivamente, sendo a altura da planta (h) igual a 50 cm, $u(z)$ é a velocidade média do vento obtida no nível z acima do solo, g é a aceleração da gravidade e T_{kc} , T_{ka} e T_{km} representam as temperaturas absolutas (K) do dossel da cultura, do ar e a média dessas duas temperaturas. O valor 0,16 é a constante de Von Karman ao quadrado.

3.7 - Determinação dos parâmetros morfológicos

A determinação da biomassa verde (BV) e seca (BS), bem como a área foliar (AF), foi feita através de amostras de plantas (três por parcela), a cada cinco dias aproximadamente, a partir do 21 DAS. As amostras eram coletadas aleatoriamente nas parcelas PN e P3. As biomassas verde e seca resultaram das pesagens das plantas, sem raízes, e após, secagem em estufa até o peso se tornar constante. A área foliar era obtida através do somatório das áreas das folhas de cada planta, através de um medidor de área.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Umidade do solo

4.1.1 - Tensiômetros

De acordo com os tensiômetros instalados em cada parcela, ficou evidenciado que na parcela PN foram registrados as menores tensões, seguidas das parcelas P1 e P3 (Figura 4.1a). Na parcela P2 as observações foram interrompidas no DAS = 44, por falha no próprio tensiômetro, e seus valores não foram plotados. De uma maneira geral, as tensões medidas a 40 cm são concordantes com as irrigações administradas nas parcelas estudadas (Tabela 3.2).

4.1.2 Resultado da sondagem

Através da curva característica do solo e da equação 3.3 foi obtida a camada de água disponível no solo. Na Figura 4.1b estão apresentados os valores da capacidade de água disponível, para as plantas dos quatro tratamentos, até a profundidade de 60 cm, segundo a sonda de nêutrons. Observa-se uma diminuição, com o tempo, da quantidade de água armazenada no solo, para as quatro parcelas e que a parcela P1 tinha mais água disponível até o DAS = 59, quando sofreu uma diminuição. As parcelas P2 e P3 mostram uma diminuição gradativa da água disponível a partir do DAS = 42, chegando aos mínimos de 73 e 63 mm para P2 e P3, respectivamente. Isso fez com que a água disponível, nesse período, tivesse uma retenção maior por parte do solo, prejudicando a transpiração das plantas nas parcelas P2 e P3. Esse fato é verificado através da Figura 4.1a, do potencial matricial do solo.

De uma maneira geral, a camada de água disponível em cada tratamento esteve de acordo com as irrigações praticadas, exceto por apresentar maior conteúdo na parcela P1, como se observa na Figura 4.1b. Isto parece decorrer de uma maior proximidade do tubo de acesso ou mesmo do solo, já que tal situação permaneceu desde o início das observações, DAS = 22, até o DAS = 57. Ou seja, mesmo antes de se iniciar a diferenciação da irrigação, já se verificava tal comportamento.

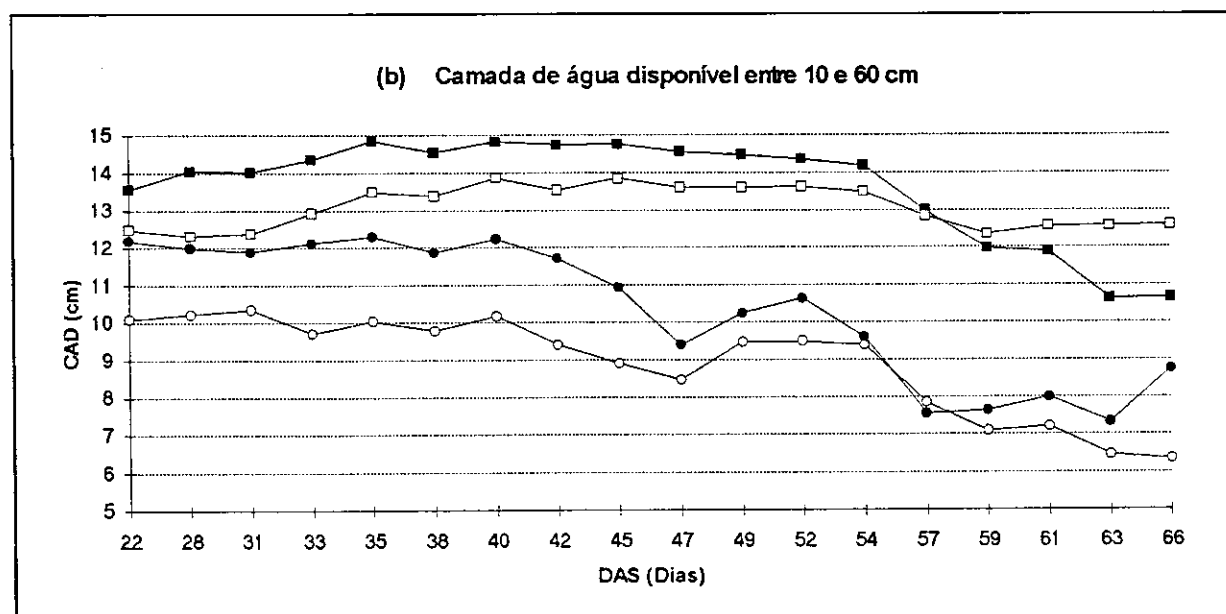
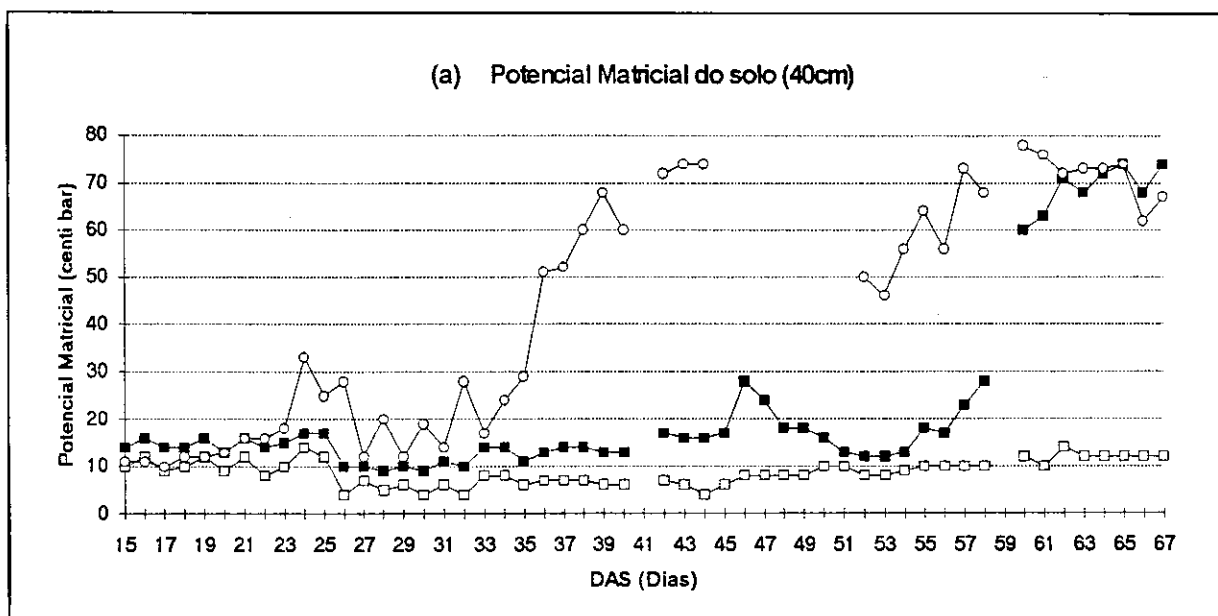


Figura 4.1 - Umidade do solo nas parcelas PN (□), P1(■), P2 (●) e P3 (○) obtida por (a) tensiômetros e (b) sonda de nêutrons.

4.2 Análise das variáveis morfológicas

Os dados referentes às medições das biomassas verde (BV) e seca (BS), bem como da área foliar (AF), encontram-se na Tabela 4.1 e estão representadas em forma gráfica, juntamente com as curvas de regressão ajustadas aos mesmos, nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4. A coleta de três plantas por parcela só foi feita após a diferenciação da irrigação. Devido a isso, os valores dessas três variáveis, nos DAS = 21 e DAS = 26, são iguais para as duas parcelas.

Tabela 4.1 - Valores medidos da biomassa verde em g/planta (BV), biomassa seca em g/planta (BS) e área foliar em cm²/planta (AF) nos tratamentos PN e P3.

DAS	BV PN	BV P3	BS PN	BS P3	AF PN	AF P3
21	47,06	47,06	4,51	4,51	757,64	757,64
26	191,95	191,95	23,69	23,69	2650,97	2650,97
31	449,00	371,84	41,15	50,07	5832,38	6714,81
36	1032,80	1249,89	106,07	124,44	10420,36	12020,36
42	2693,11	2851,08	215,01	223,35	19570,15	17301,75
46	4424,50	3319,19	233,81	219,46	24988,17	16655,68
51	6760,90	3406,83	468,94	236,98	33921,94	16462,33
56	3738,53	3628,87	284,63	288,56	19783,00	17043,14
61	3872,55	2201,60	323,64	176,27	18649,78	13865,20
66	4393,06	1506,44	319,34	169,62	11838,22	10755,13
70	3395,08	2918,21	296,46	261,83	19948,57	18641,78
76	1547,62	1442,09	197,64	185,01	16624,25	12628,28

4.2.1 Biomassa verde

De uma maneira geral, o aumento da BV no tratamento PN é superior ao obtido no tratamento P3 e pode ser atribuído ao fator água. Na parcela PN chegou-se a medir 6760,9 g/planta de BV, no DAS = 51, enquanto que o maior valor de P3 foi de 3628,87 g/planta, registrado no DAS = 56. A parcela PN apresenta valores com uma dispersão maior do que a parcela P3, com relação à curva de regressão, também constatado por SILVA (1994) para o algodão. De acordo com BENICASA (1988) os valores obtidos por regressão representam melhor a evolução estacional da cultura e de acordo com esta, o maior valor obtido na parcela PN foi de 5568,76 g/planta, e de 3238,25 g/planta na parcela P3. O valor máximo da parcela P3 representa pouco mais da metade do valor máximo da biomassa verde apresentada pela parcela PN. A equação normal de regressão da biomassa verde obtida, na parcela PN foi a seguinte:

$$BV(PN) = 5568,8277 * EXP\left[\frac{(DAS - 56,9417)^2}{-275,3091}\right] \quad (4.1)$$

que apresentou um coeficiente de determinação (r^2) de 0,9779 e EXP é a base do logaritmo neperiano. Para a biomassa verde da parcela P3, obteve-se $r^2 = 0,9284$ para a regressão:

$$BV(P3) = 3843,1921 * EXP\left[\frac{(DAS - 56,3359)^2}{-298,9147}\right] \quad (4.2)$$

4.2.2 - Biomassa seca

O comportamento estacional da biomassa seca nas parcelas PN e P3, e as regressões correspondentes são apresentadas na Figura 4.3. O valor máximo obtido pela regressão para a parcela PN foi de 343,9 g/planta (valor máximo observado 323,64 g/planta) e para a parcela P3 é de 235,73 g/planta (valor máximo medido 288,56 g/planta).

Na Figura 4.3 pode-se observar que a parcela PN produziu uma quantidade maior de matéria seca com relação a P3, e que os valores apresentam um comportamento mais uniforme sem grandes dispersões, demonstrando assim, um aumento gradativo ao longo do ciclo da cultura. Também fica evidenciado que o fator água influenciou o crescimento da cultura em P3.

A diferença entre a biomassa seca de PN e P3 foi muito pequena até o DAS = 46, inclusive com alguns valores da parcela P3 maiores do que a PN. Após, os valores de P3 chegaram a atingir valores 49,5% menores do que os de PN. Já a diferença entre a biomassa verde e seca das parcelas PN e P3 foram, em média, 91.1 % na PN e 90.4 % na P3. Isso demonstra a grande quantidade de água utilizada pela planta. A equação de regressão da biomassa seca, obtida para a parcela PN é a seguinte:

$$BS(PN) = 413,003 * EXP\left[\frac{(DAS - 58,5309)^2}{-335,5976}\right] \quad (4.3)$$

que resultou em coeficiente de determinação (r^2) de 0,9675. Para a biomassa seca da parcela P3, r^2 foi igual a 0,9067 e a regressão obtida foi a seguinte:

$$BS(P3) = 313,1316 * EXP\left[\frac{(DAS - 57,8383)^2}{-364,3647}\right] \quad (4.4)$$

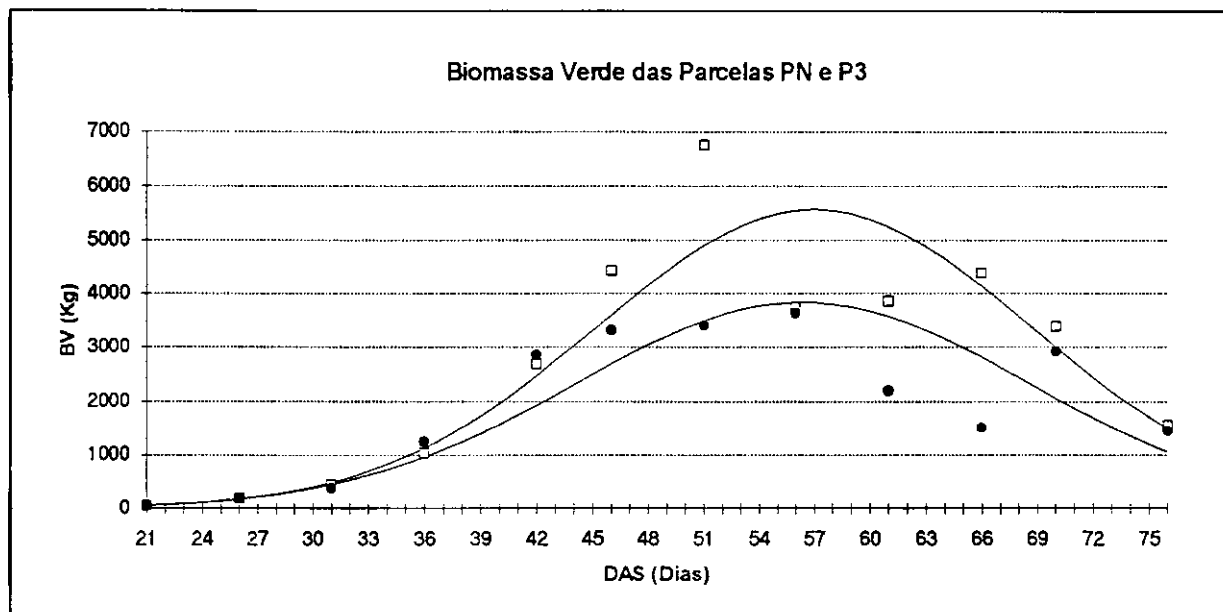


Figura 4.2 - Comportamento estacional das medições da biomassa verde do meloeiro das parcelas PN (□) e P3 (●), juntamente com as curvas de regressão.

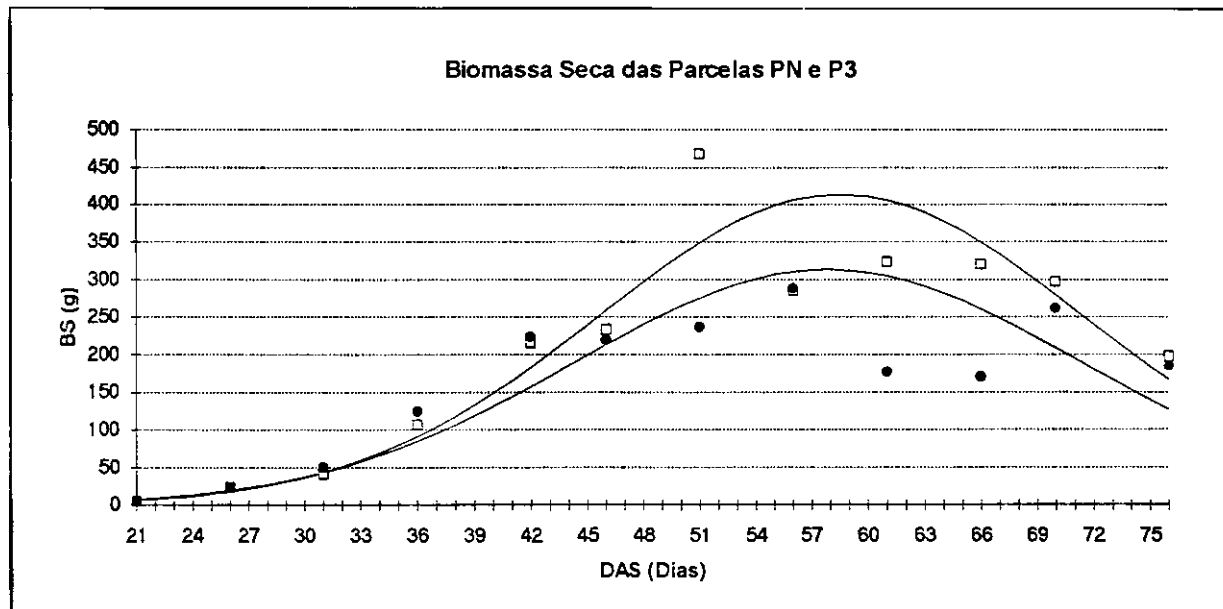


Figura 4.3 - Comportamento estacional das medições de biomassa seca do meloeiro das parcelas PN (□) e P3 (●), juntamente com as curvas de regressão.

4.2.3 - Área foliar

A área foliar é considerada muito importante porque através dela pode-se avaliar a eficiência da cultura no que concerne ao aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa e, por conseguinte, na produção à matéria. Na Figura 4.4 está apresentado o comportamento da área foliar. Novamente, a parcela PN apresenta valores maiores do que os medidos em P3. O valor máximo atingido pela regressão na parcela PN foi de 2,26 m²/planta (valor máximo medido foi 3,4 m²/planta) e de 1,8 m²/planta na parcela P3 (valor máximo medido foi 1,7 m²/planta). A equação de regressão da área foliar, para a parcela PN foi a seguinte:

$$AF(PN) = 27498,2408 * EXP\left[\frac{(DAS - 56,6934)^2}{-390,7477}\right] \quad (4.5)$$

que apresentou coeficiente de determinação de 0,892. Para a parcela P3, r² foi igual a 0,8561 e a regressão obtida foi da forma:

$$AF(P3) = 20945,2181 * EXP\left[\frac{(DAS - 56,644)^2}{-447,019}\right] \quad (4.6)$$

Analisando-se os resultados, fica evidente a influência do fator água nas três variáveis, principalmente na biomassa verde. O decréscimo de 30% de irrigação em P3 foi suficiente para alterar o desenvolvimento e o crescimento da cultura, evidenciando a grande sensibilidade da cultura do meloeiro ao fator hídrico.

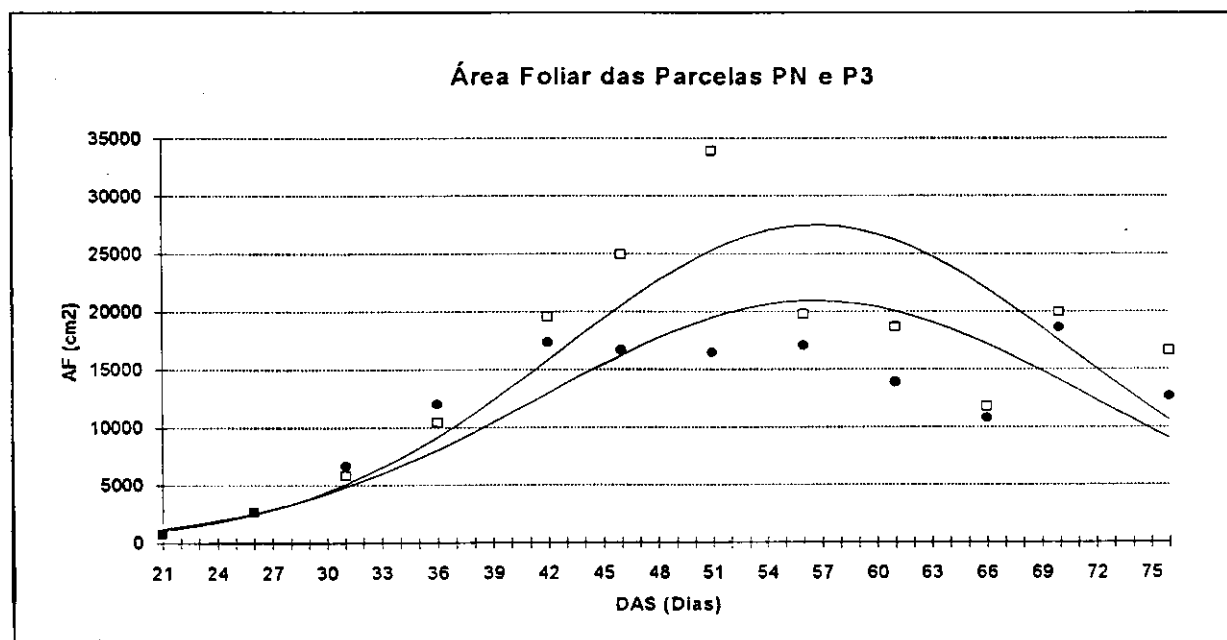


Figura 4.4 - Comportamento estacional das medições da área foliar do meloeiro para as parcela PN (□) e P3 (●), juntamente com as curvas de regressão.

4.3 Análise das medições fisiológicas

4.3.1 Resistência estomática da cultura, r_c

A variação estacional da resistência estomática da cultura (r_c) em s/m, obtida nos horários das 10h30min e 12h30min, está representada na Figura 4.5, para os tratamentos PN e P3 e se encontram na Tabela 4.2. De acordo com a referida figura, pode-se notar que não há diferença de r_c , para os dois tratamentos, entre os dois horários até o DAS = 41, com exceção do DAS = 33 na Figura 4.5b. Após esse dia, há uma pequena variação dos valores de r_c entre os dois tratamentos, nos dois horários, até o DAS = 49. A partir desse dia, a variação de r_c na parcela P3 às 12h30min é muito grande em comparação com a parcela PN do mesmo horário e, também, com os valores dessas mesmas parcelas às 10h30min, sendo que os valores de P3 são sistematicamente superiores aos de PN no horário das 12h30min. Pode-se justificar tal fato em razão de dois fatores: a diminuição de oferta de água para a cultura e grande demanda atmosférica local, que chega a valores do saldo de radiação de 600 W/m^2 . Na parcela P3, o maior valor observado de r_c no horário das 10h30min foi de $180,63 \text{ s/m}$, obtido no dia 23 de dezembro (DAS = 62), enquanto que no horário das 12h30min o maior valor observado foi de $400,64 \text{ s/m}$ (valor que está plotado fora da escala da Figura 4.5b, para melhor avaliação dos outros valores na figura), obtido na mesma parcela e no mesmo dia. SILVA (1994) encontrou para o algodão um valor máximo de 6667 s/m , às 14 horas, e um mínimo de $19,1 \text{ s/m}$, às 10 horas.

Na Figura 4.6 são apresentados os valores da resistência estomática da cultura para dois ciclos diurnos nos dias 9 (DAS = 48) e 28 de dezembro (DAS = 67) de 1993, para ambos tratamentos. No gráfico do dia 9 os valores de r_c da parcela P3 são, na maioria dos horários, superiores aos da parcela PN, sobretudo após o meio-dia, chegando a atingir $224,97 \text{ s/m}$ às 16 horas na parcela P3 em comparação com 75 s/m na parcela PN. Como pode ser observado, os maiores valores encontram-se no final do dia e resultam da grande demanda atmosférica local. HATFIELD (1985) encontrou uma situação semelhante para o trigo, com valores de r_c mais altos no início e fim do dia, do que nas horas de maior radiação solar e observou que r_c diminuía com o aumento da radiação solar e da umidade do solo. A influência da água do solo sobre r_c também foi relatada por PAZZETTI et al. (1992) para o feijão. Eles observaram que as plantas apresentavam valores mais altos pela manhã devido a uma recuperação hídrica incompleta durante a noite. O mesmo pode ter acontecido com o melão onde a água disponível da irrigação era, praticamente, toda utilizada nas horas mais quentes do dia, ocasionando uma pequena deficiência hídrica do solo no final da tarde, e conseqüentemente, nas primeiras horas da manhã.

Já no gráfico do dia 28 de dezembro, Figura 4.6 b, r_c alterna valores altos e baixos durante o dia, sendo que a parcela P3 apresenta valores muito altos no fim do dia (onde às 17h o valor da resistência estomática está, novamente, fora da escala da figura para uma melhor

avaliação dos outros valores). Estas oscilações estão diretamente associadas à radiação solar, que são afetadas pela nebulosidade local intermitente. Para esse mesmo dia, observa-se que os valores de r_c são maiores do que aqueles medidos em 9 de dezembro. Isso resulta da fase adiantada de desenvolvimento de cultura, que já não conseguia mais transpirar a taxas potenciais.

Tabela 4.2 - Variação estacional da resistência estomática da cultura à difusão do vapor d'água (s/m), obtida com base em medições porométricas das faces abaxial e adaxial de folhas do meloeiro, nos tratamentos PN e P3.

DAS	10h30min		12h30min	
	PN	P3	PN	P3
28	18,49	15,84	29,13	23,46
31	25,76	17,24	20,04	13,56
33	32,33	40,98	69,33	26,62
34	22,01	15,10	19,49	16,56
35	40,35	42,20	41,18	44,26
38	36,66	33,17	34,07	34,66
40	34,46	30,99	29,02	48,86
41	29,96	25,78	23,01	22,26
45	32,41	89,93	16,92	39,94
47	27,42	35,58	25,94	39,09
48	20,51	53,12	14,24	69,44
52	43,34	46,28	72,58	43,38
54	36,23	37,85	53,42	244,79
55	75,25	55,47	68,51	82,37
59	34,90	107,46	56,18	81,95
61	96,90	63,03	38,17	102,57
62	77,83	180,17	116,85	400,64
66	113,64	82,70	46,42	83,80
67	66,56	131,05	83,40	65,48

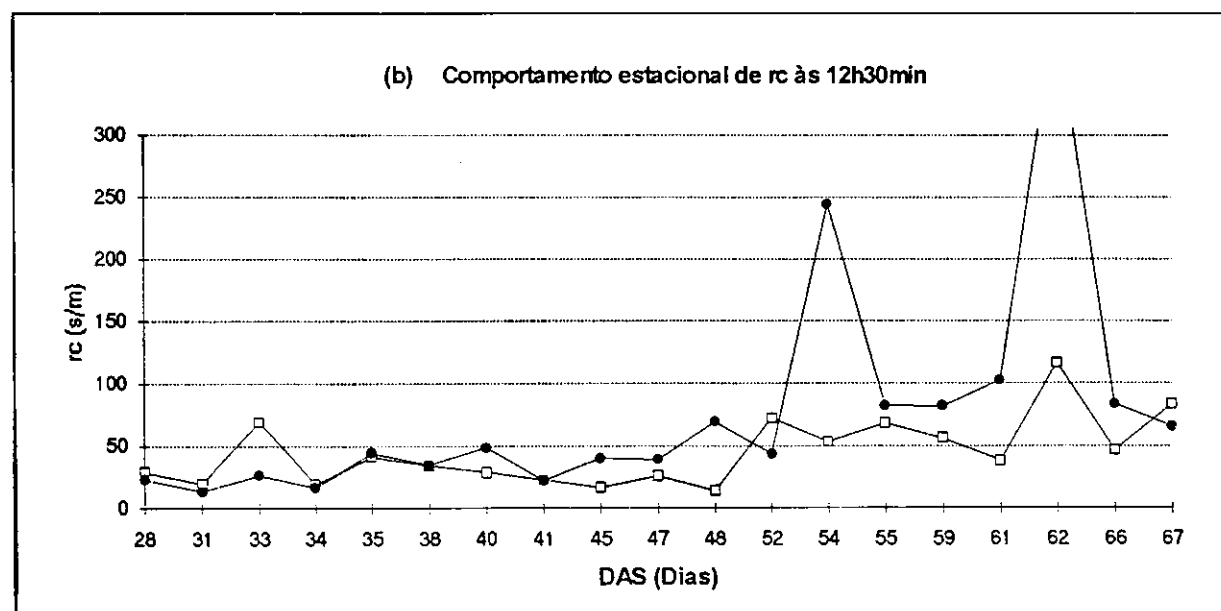
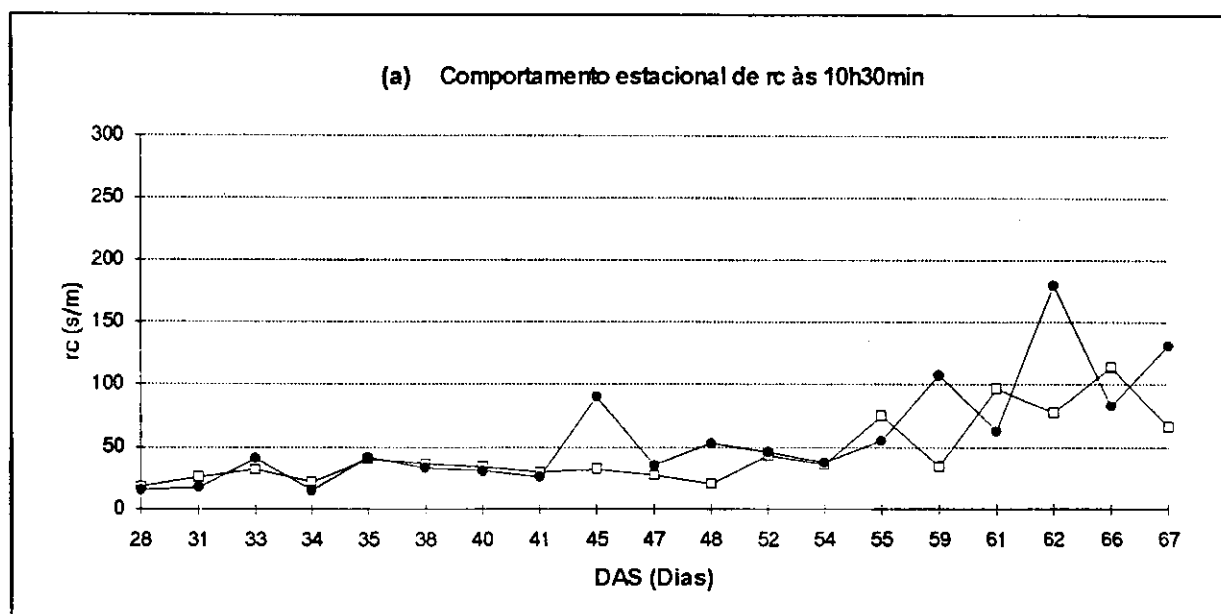


Figura 4.5 - Comportamento estacional da resistência estomática da cultura nos horários das (a) 10h30min e (b) 12h30min, nos tratamentos PN (□) e P3 (●).

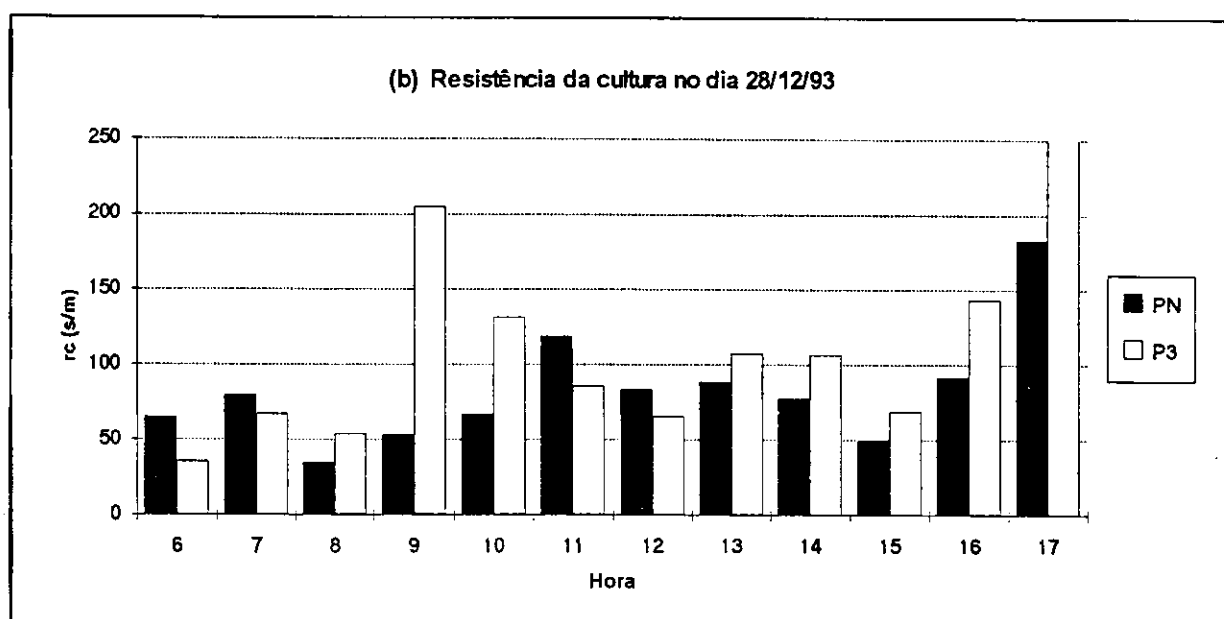
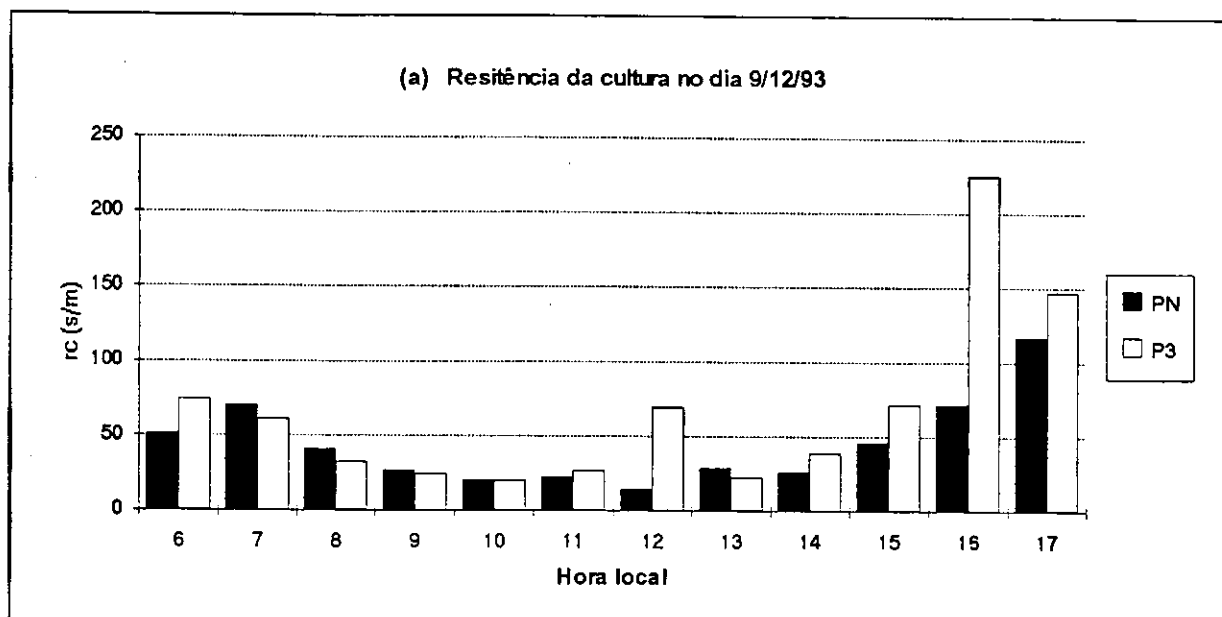


Figura 4.6 - Ciclo diurno da resistência estomáca da cultura em 9 (DAS = 48) (a) e 28 de dezembro (DAS = 67) (b) de 1993, nos tratamentos PN e P3.

4.3.2 - Resistência potencial da cultura, r_{cp}

4.3.2.1 - Método porométrico

Na análise das medições porométricas dos ciclos diurnos e das observações nos horários das 10h30min e 12h30min, observou-se que em alguns dias a condutividade estomática das folhas do meloeiro apresentou valores comparativamente mais elevados. Dessa forma, todos esses valores foram utilizados para calcular a resistência estomática da cultura quando esta se encontrava transpirando a taxas potenciais, cujos resultados são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Valores da resistência estomática e transpiração do meloeiro, obtidos por porometria na parcela PN.

Dia	Hora	Resistência (s/m)		Transpiração ($\mu\text{g}/\text{cm}^2\text{s}$)	
		Folha 1	Folha 2	Folha 1	Folha 2
19/11	10h30min	18,66	13,02	87,86	104,08
22/11	10h00min	18,38	16,10	87,64	104,68
22/11	12h00min	14,75	12,36	121,58	132,1
25/11	10h00min	13,53	16,67	80,18	85,38
25/11	11h00min	21,23	16,13	72,28	81,92
25/11	12h00min	18,98	14,14	69,62	79,64
25/11	13h00min	14,81	25,19	78,7	58,04
25/11	14h00min	15,17	11,22	86,58	108,04
02/12	13h00min	13,19	16,31	118,14	109,84
06/12	12h00min	16,39	17,45	94,52	93,4
09/12	12h00min	11,71	16,78	110,87	89,82

O valor médio da resistência estomática foi de 16,01 s/m e pode ser usado como um valor representativo da resistência r_{cp} da cultura para quantificar estresse hídrico através da termometria infravermelha. Isso é possível porque a termometria infravermelha baseia-se na obtenção da temperatura de folhas mais expostas à radiação solar (dossel vegetativo) e sobre estas folhas mais expostas é que se realizaram as medições porométricas. Para obter um valor representativo da resistência foram utilizadas folhas que não fossem muito jovens, que apresentam baixa resistência, e nem muito velhas, que apresentam alta resistência. Esse mesmo critério foi usado por SILVA (1994) que encontrou r_{cp} igual a 22,82 s/m para a cultura do algodão e por FROTA (1994) e SOUZA (1994) que estudaram o comportamento fisiológico do algodoeiro herbáceo.

4.3.2.2 - Método de O'Toole & Real

Para o cálculo da resistência r_{cp} segundo o método de O'Toole & Real, foram utilizados valores selecionados de ciclos diurnos e dos horários das 10h30min e 12h30min, que são apresentados na Tabela 4.4 e resultou em médias do saldo de radiação $S_r = 333,4 \text{ W/m}^2$ e da tangente à curva de saturação $\Delta = 265,54 \text{ Pa/K}$. Na Figura 4.7 está representada a relação entre a diferença $T_c - T_a$ versus o déficit de pressão de vapor (DPV), obtida com base nos dados da Tabela 4.4, que resultou na seguinte reta de regressão linear.

$$T_c - T_a = 0,76 - 2,02 \text{ DPV} \quad (4.7)$$

que apresentou um coeficiente de determinação $r^2 = 0,94$, com $n = 23$ e erro padrão da estimativa de $T_c - T_a$ igual a $0,11 \text{ }^\circ\text{C}$. FOLEGATTI (1988) obteve para o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L) quatro regressões, por faixa de intensidade de radiação solar global, sendo $T_c - T_a = 2,90 - 2,05 \text{ DPV}$, a que proporcionou maior coeficiente de determinação (0,74 para $n=14$). Para o algodoeiro herbáceo cv. CNPA 6M, SILVA (1994) obteve $T_c - T_a = 0,76 - 1,92 \text{ DPV}$, com $r^2 = 0,90$ e $n = 33$.

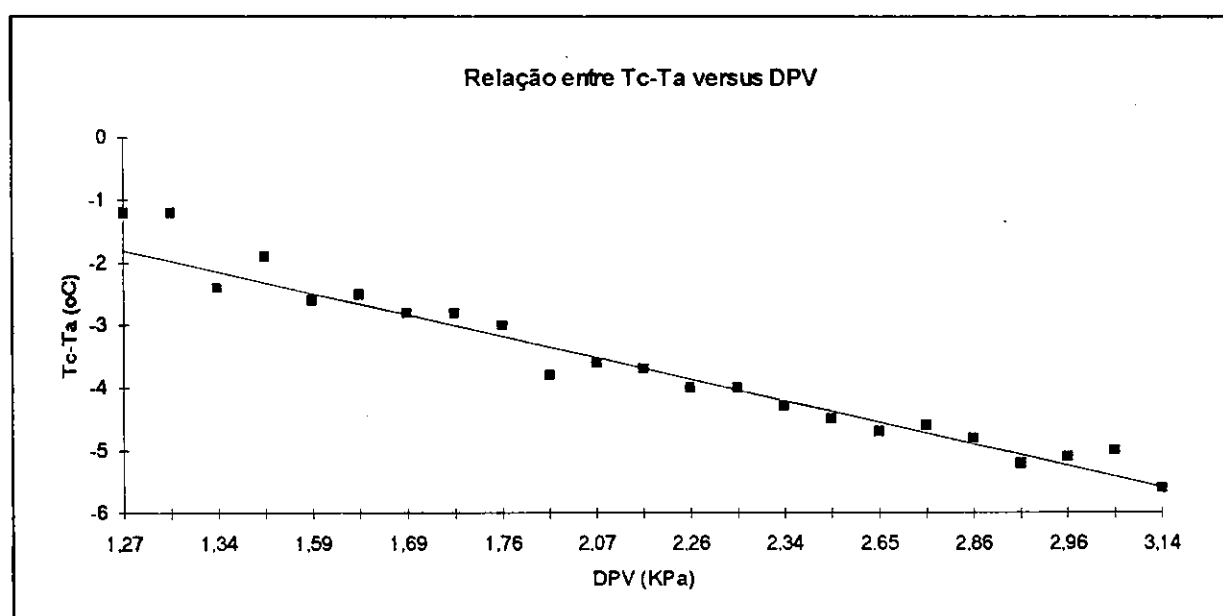


Figura 4.7 - Relação entre a diferença $T_c - T_a$ com o déficit de pressão de vapor para o meloeiro em condições de transpiração potencial.

Através das equações 3.9 e 3.10, das médias de S_r e de Δ , e dos coeficientes linear e angular da reta de regressão acima, obteve-se $r_{ap} = 5,97 \text{ s/m}$ e $r_{cp} = 14,63 \text{ s/m}$. SILVA (1994) obteve para o algodoeiro herbáceo, valores de $r_{ap} = 5,88 \text{ s/m}$ e $r_{cp} = 18,04 \text{ s/m}$, enquanto O'TOOLE & REAL (1986) encontraram, para o arroz, valores de $r_{ap} = 5,00 \text{ s/m}$ e $r_{cp} = 14 \text{ s/m}$.

Tabela 4.4 - Valores da temperatura do dossel (T_c), da diferença entre a temperatura do dossel e a do ar ($T_c - T_a$), saldo de radiação (S_r), tangente à curva de saturação (Δ) e déficit de pressão do vapor (DPV), em diferentes dias e horários, para a parcela PN.

DATA	HORA	T_a (°C)	T_c (°C)	$T_c - T_a$ (°C)	DPV (KPa)	S_r (W/m ²)	Δ (Pa/K)
25/11	8	29,6	25,8	-3,80	2,01	511,7	246,95
25/11	9	31,0	27,0	-4,00	2,26	592,4	265,18
25/11	10	31,6	27,3	-4,30	2,34	362,0	273,53
25/11	11	32,6	27,9	-4,70	2,65	369,4	287,84
25/11	12	33,0	28,4	-4,60	2,71	355,6	293,49
25/11	13	33,5	28,7	-4,80	2,86	280,3	301,01
25/11	15	34,0	28,8	-5,20	2,94	98,7	308,08
25/11	16	30,9	28,1	-2,80	1,69	109,3	262,81
25/11	17	29,4	28,2	-1,20	1,27	10,6	242,35
02/12	8	29,0	26,5	-2,50	1,60	463,9	238,50
02/12	11	33,1	28,0	-5,10	2,96	664,6	295,43
02/12	12	33,9	28,9	-5,00	3,13	736,8	307,17
02/12	14	32,4	28,7	-3,70	2,23	506,4	284,07
09/12	7	27,4	26,2	-1,20	1,27	278,1	218,75
09/12	17	29,3	27,4	-1,90	1,54	-8,5	241,68
16/12	8	28,6	25,8	-2,80	1,73	409,8	233,91
16/12	9	30,1	26,5	-3,60	2,07	500,0	253,10
16/12	13	34,0	28,4	-5,60	3,14	596,6	309,29
16/12	15	32,1	27,6	-4,50	2,48	254,8	280,61
16/12	16	31,2	27,2	-4,00	2,32	141,2	267,85
16/12	17	28,9	26,3	-2,60	1,59	-1,1	237,36
23/12	7	27,4	25,0	-2,40	1,34	264,3	219,63
23/12	8	29,0	26,0	-3,00	1,76	172,0	238,89

4.3.3 - Taxa de transpiração da cultura

Na Tabela 4.3 estão apresentados os valores da transpiração máxima da cultura do meloeiro, isto é, transpiração em condição potencial. O maior valor encontrado foi 132,1 μ /cm²s na folha 2, no dia 22 de novembro (DAS = 31). Teoricamente, todas as outras folhas deveriam estar transpirando àquela taxa, o que não foi observado, pois nem todas as folhas estão recebendo a mesma radiação solar e nem têm a mesma idade. O valor médio da transpiração potencial diurna encontrado foi de 93,4 μ g/cm²s. Na Figura 4.8 estão apresentados dois ciclos diurnos da transpiração, um ciclo antes da primeira colheita e outro com o a cultura bem desenvolvida. Na Figura 4.8a, do dia 9/12 (DAS = 48), é possível observar que a transpiração é pequena no início e final do dia e aumenta próximo às 12 horas, sendo que neste horário ela atinge o máximo, estando associada à intensidade da radiação solar. A transpiração da parcela P3 comportou-se como a PN, sendo que em algumas vezes ela a superou. O gráfico do dia 28/12 (DAS = 67) (Figura 4.8b) apresenta baixos valores de transpiração ao longo do dia, nas duas parcelas, devido a variação da radiação solar nesse dia que teve a interferência de nuvens cirrus, e pelo avançado grau de desenvolvimento da cultura. Estes gráficos estão completamente de acordo com a Figura 4.6 da resistência estomática da cultura, para esses dois dias. SILVA (1994) e SOUZA (1994) encontraram, para o algodão, transpiração média diurna igual a 45,87 μ g/cm²s e uma taxa máxima de 71,7 μ g/cm²s.

A Figura 4.9 apresenta o comportamento estacional da taxa de transpiração nos horários das 10h30min e 12h30min, para as duas parcelas. Através da Figura 4.9a, é possível observar que a taxa de transpiração diminui com o desenvolvimento da cultura e que a parcela P3 apresenta valores similares aos da parcela PN. O maior valor da transpiração foi observado no dia 22 de novembro (DAS = 29) na parcela P3. Na Figura 4.9b observa-se que a taxa de transpiração da parcela PN é maior que aquela da parcela P3, tendo um valor máximo no mesmo dia no horário das 10h30min (DAS = 29). A partir do dia 25 de novembro (DAS = 33) a taxa de transpiração da parcela PN é sempre maior, com exceção dos dias 13 (DAS = 52) e 28 (DAS = 67) de dezembro, evidenciando que com o passar do tempo a parcela P3 sentiu a falta de água neste horário, quando a radiação solar é muito alta.

Na Figura 4.9b também se observa uma diminuição da transpiração da cultura com a evolução temporal, o que é explicado pela fenologia da cultura, isto é, pelo envelhecimento da cultura. Por outro lado, fica evidenciado que a transpiração da parcela PN igualmente excede os valores da parcela P3, de onde se conclui que o fator água é o responsável por tal comportamento. SILVA (1994) observou comportamento semelhante com o algodoeiro herbáceo, em condições climáticas similares.

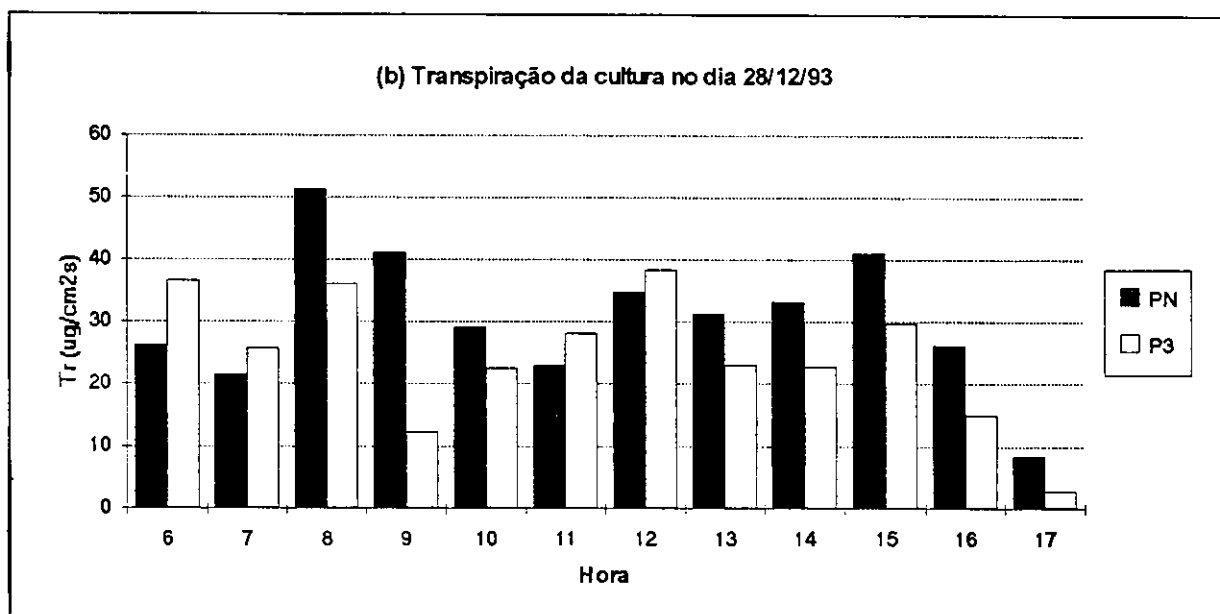
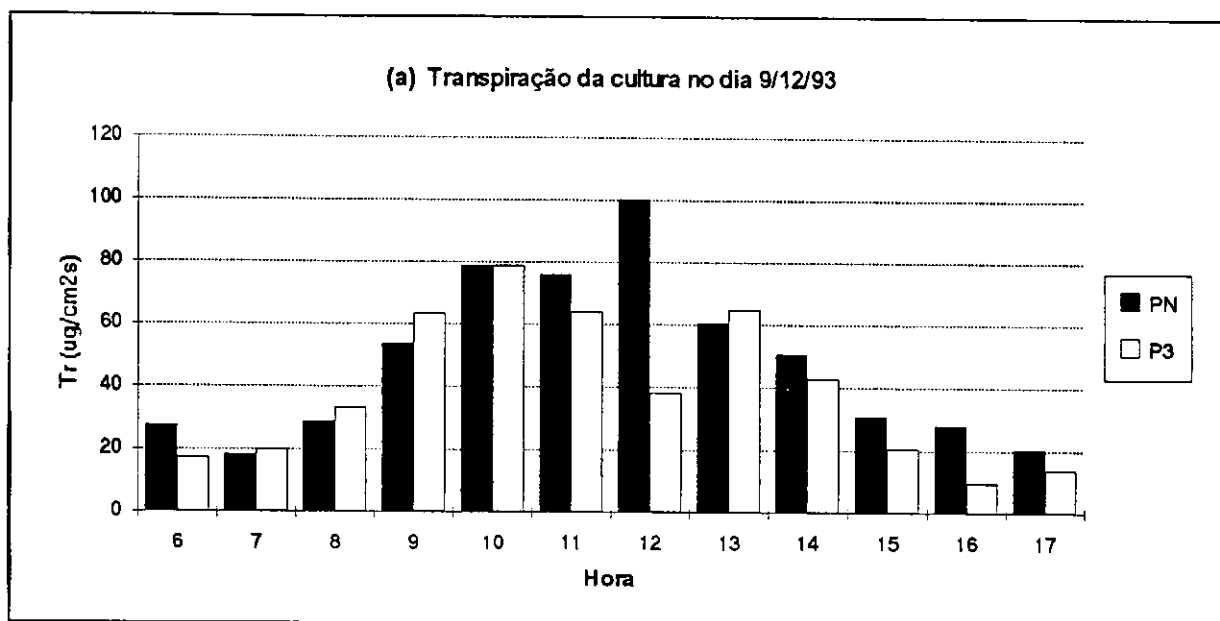


Figura 4.8 - Ciclo diurno da taxa de transpiração da cultura em 9 (DAS = 48) (a) e 28 (DAS = 67) (b) de dezembro nos tratamentos PN e P3.

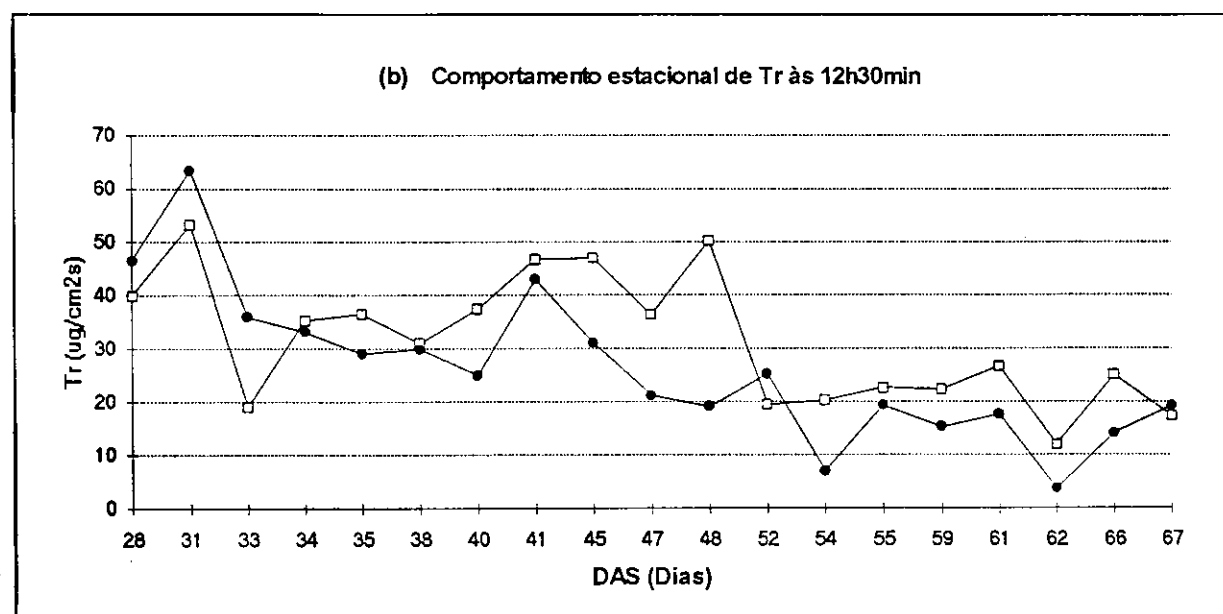
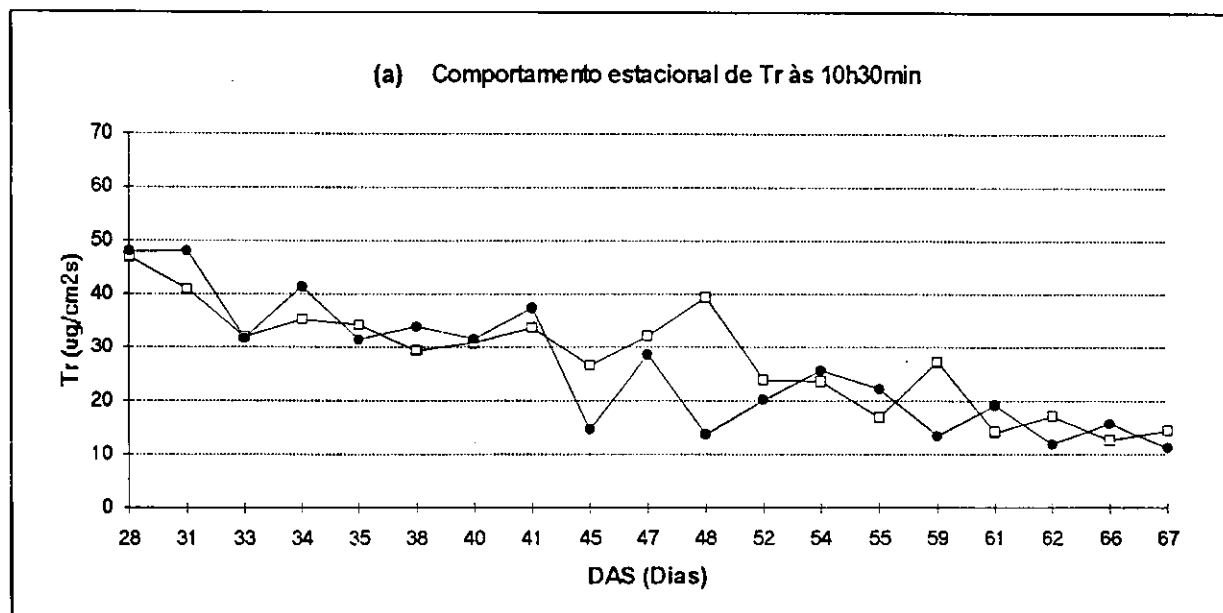


Figura 4.9 - Comportamento estacional da taxa de transpiração da cultura do meloeiro para as parcelas P3 (●) e PN (□), às 10h30min (a) e 12h30min (b).

4.4 - Temperatura do dossel da cultura, Tc

A análise da temperatura do dossel da cultura (Tc) nas parcelas P3 (Tc P3) e PN (Tc PN) é feita com base nos seus comportamentos diurno e estacional. Os valores da temperatura do ar (Ta), do déficit de pressão do vapor (DPV), das diferenças entre as temperaturas do dossel e do ar obtidas pelo termômetro infravermelho (DT1) e medidas no abrigo meteorológico (DT2) são mostrados no Apêndice (Tabelas A1, A2, A3, A4 e A5)

4.4.1 - Comportamento diurno de Tc

O comportamento de Tc nos tratamentos PN e P3, bem como Ta para o dia 25 de novembro (DAS = 34), são mostrados na Figura 4.10a. Durante todo o período, Tc se mantém abaixo da temperatura do ar. É possível notar que as temperaturas dos dois dosséis aumentam até as 9 horas, quando, a partir desse ponto, elas diminuem um pouco e ficam estáveis até às 14 horas. Após, tem um novo aumento. Essa variação de Tc nas duas parcelas foi devido a variação da radiação solar neste dia. Na Figura 4.10b é apresentado mais uma vez o comportamento de Tc e Ta no segundo ciclo, realizado no dia 2 de dezembro (DAS = 41). Novamente as temperaturas dos dosséis de PN e P3 mantêm-se abaixo da temperatura do ar e os valores de Tc do tratamento P3 são ligeiramente maiores aos de PN. Nesta figura não foi notada uma variação de Tc pois a radiação solar não teve grandes variações entre os horários de leitura. A Figura 4.11a refere-se ao dia 9 de dezembro (DAS = 48). Pode-se perceber que os valores de Tc nos tratamentos PN e P3 são suplantados pela temperatura do ar após as 12 horas. Devido, possivelmente, ao manejo de água. No quarto ciclo, Figura 4.11b, dia 16 de dezembro (DAS = 55), Tc de PN e P3 permanecem abaixo da temperatura do ar durante todo o dia. Somente às 10 horas é que elas chegam a igualar-se com Ta. Tc de P3 foi um pouco maior do que Tc de PN entre 11 e 12 horas. O último ciclo, realizado dia 28 de dezembro (DAS = 67), é apresentado na Figura 4.12. Neste ciclo, as temperaturas dos dosséis de PN e P3 ultrapassaram a temperatura do ar em vários horários. Tc de P3 ultrapassou Ta às 9, 10, 12, 15 e 16 horas, enquanto que Tc de PN só ultrapassou Ta às 10 e 15 horas. Essa grande variação entre as temperaturas do ar e do dossel é devido ao fato que nesta época a cultura se encontrava na senescência.

LIMA FILHO (1983) encontrou comportamentos diários de Tc para o feijão semelhantes aos do melão. Observou que Tc tinha valores baixos no início e final do dia e altos valores próximo ao meio-dia.

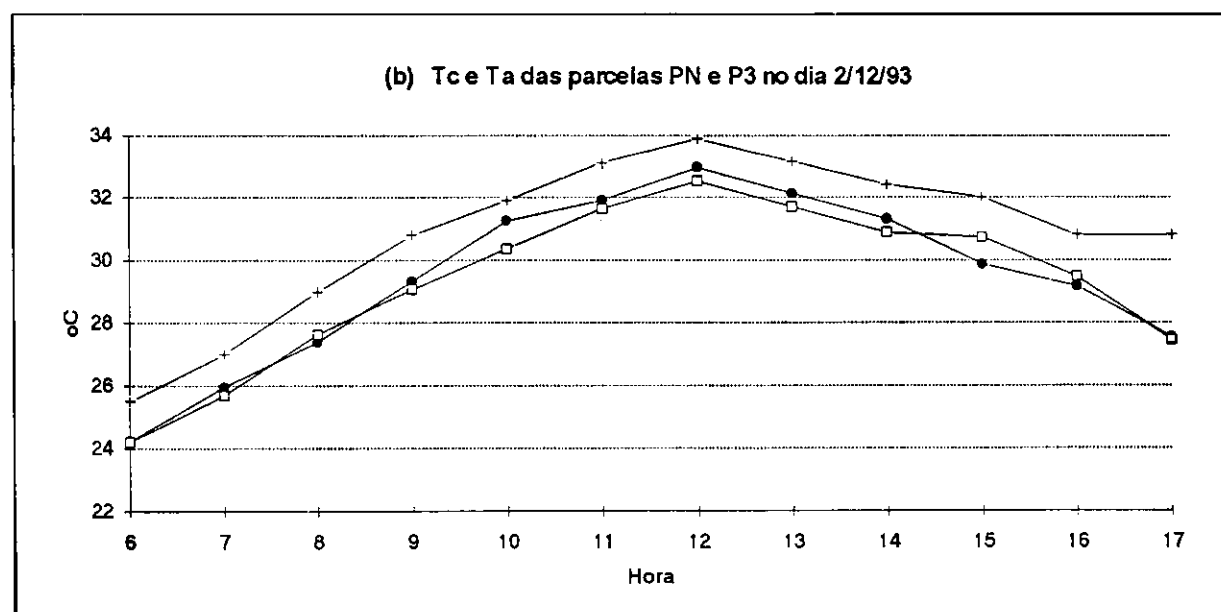
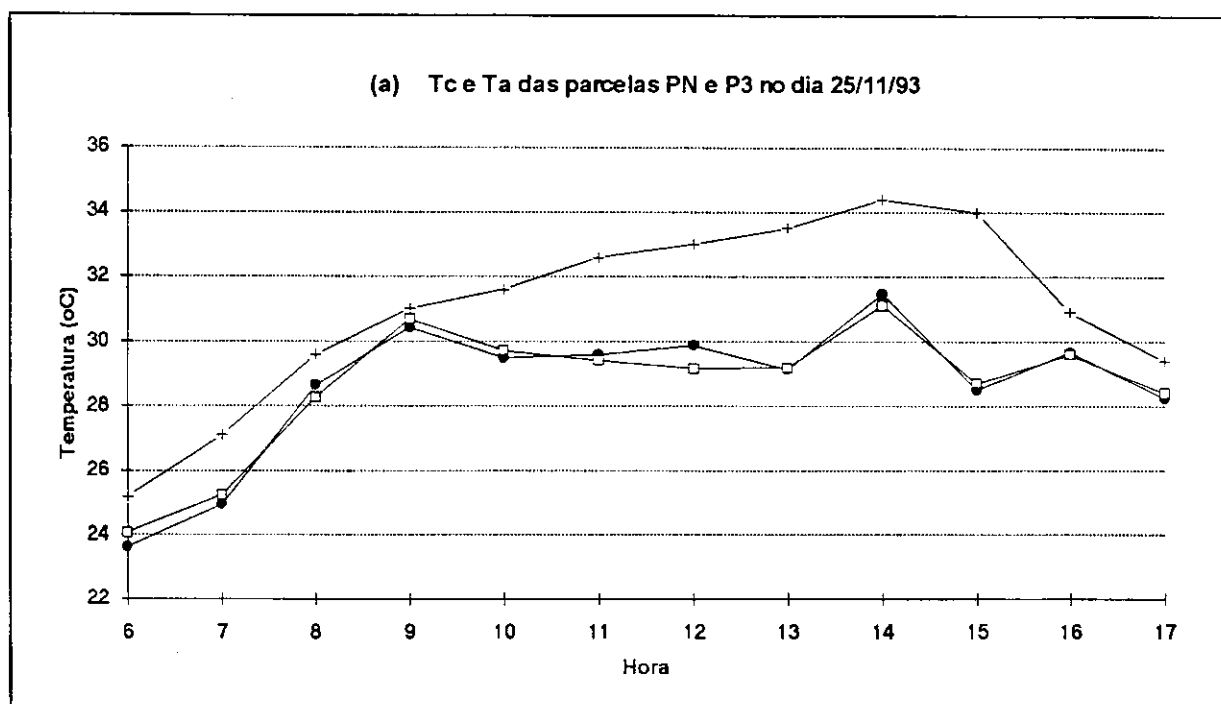


Figura 4.10 - Comportamento diurno das temperaturas do ar e do dossel da cultura nas parcelas PN (□), P3 (●) e Ta (+) em (a) 25 (DAS = 34) de novembro e (b) 2 (DAS = 41) de dezembro de 1993.

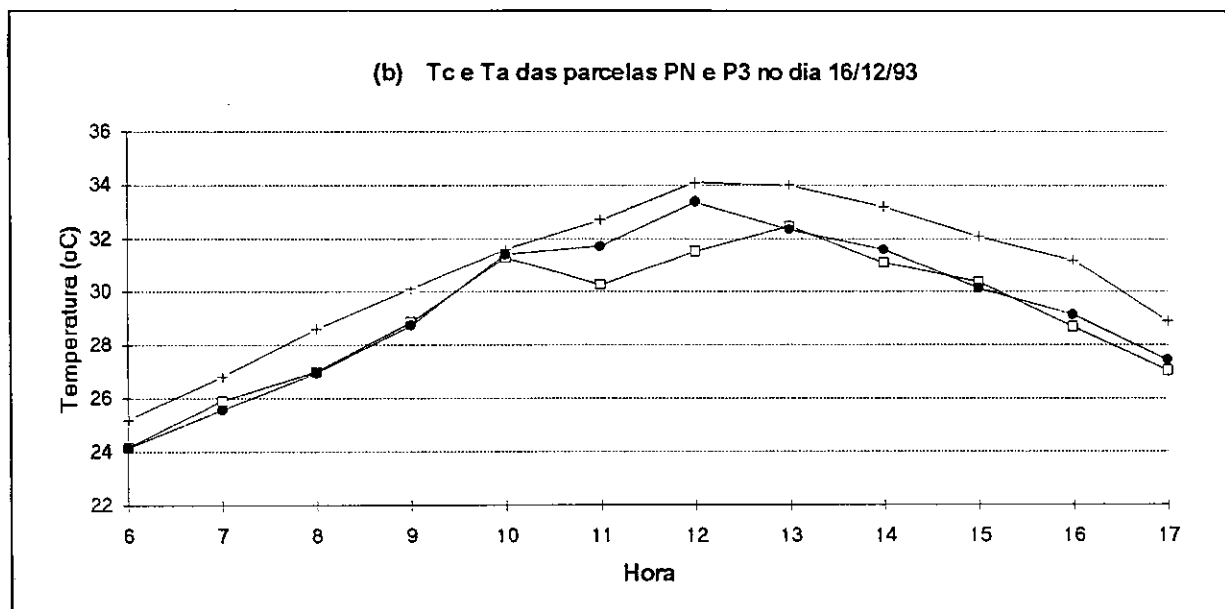
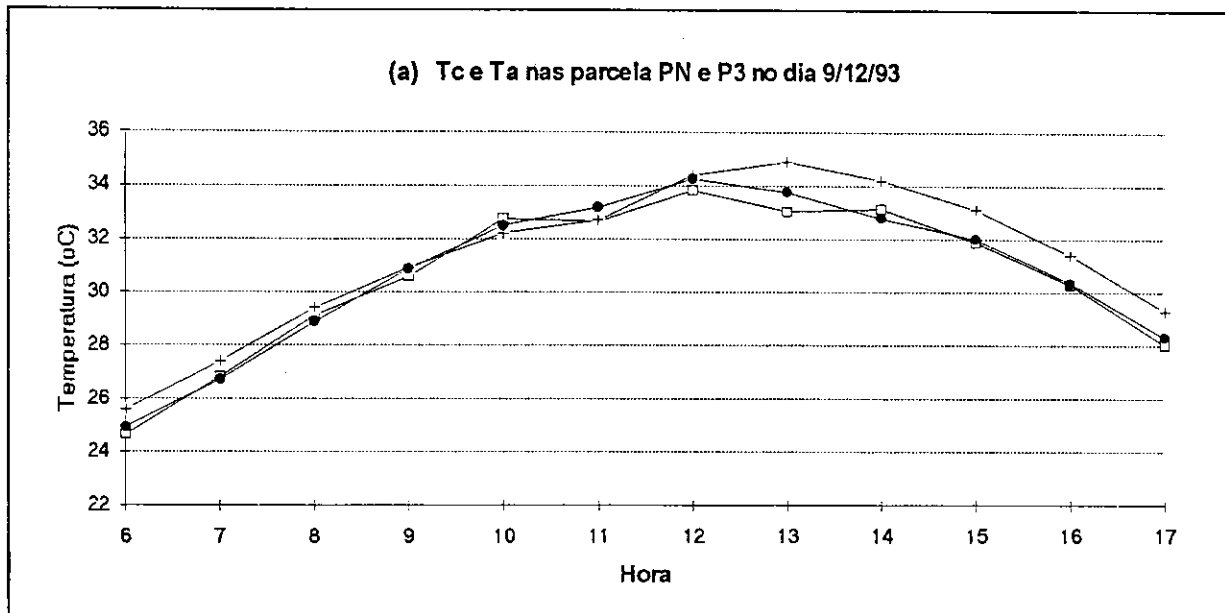


Figura 4.11 - Comportamento diurno das temperaturas do ar e do dossel da cultura nas parcelas PN (□), P3 (●) e Ta (+) em 09 (DAS = 48) (a) e 16 (DAS = 55) (b) de dezembro de 1993.

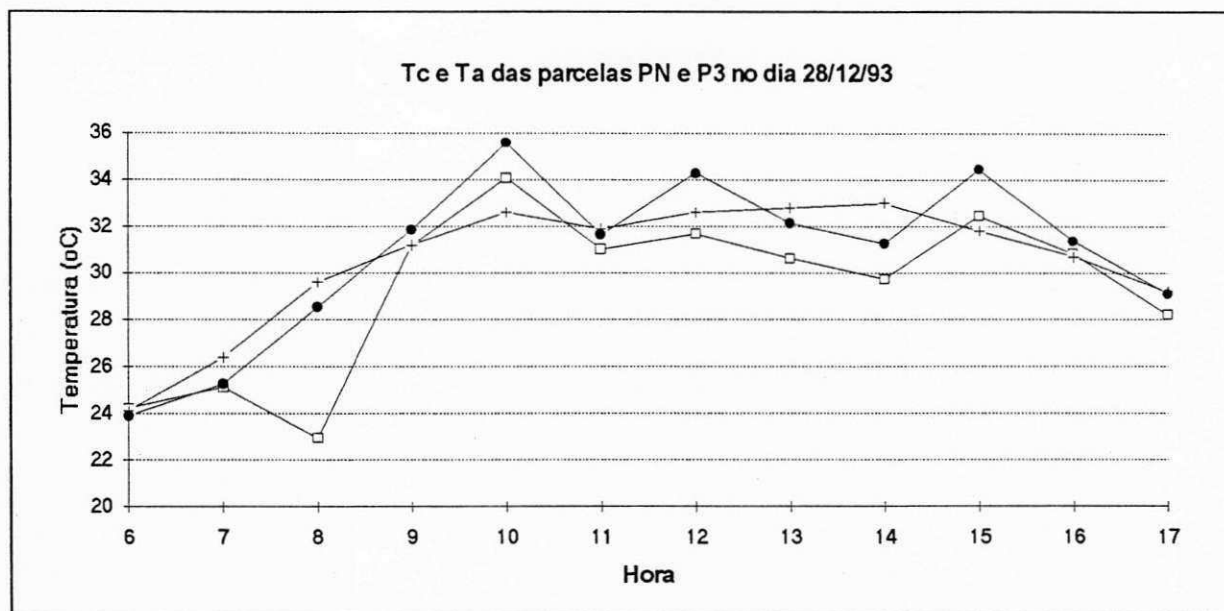


Figura 4.12 - Comportamento diurno das temperaturas do ar e do dossel da cultura nas parcelas PN (□), P3 (●) e Ta (+) em 28 (DAS = 67) de dezembro de 1993.

4.4.2 - Comportamento estacional da temperatura do dossel

Na Figura 4.13 estão representados os valores de T_c para aos tratamentos PN e P3 nos horários das 10h30min e 12h30min. Observa-se grande variabilidade dos valores de T_c de um dia para o outro, o que não se pode atribuir ao fator água, em virtude das irrigações serem diárias. Na realidade, o grande responsável por tal comportamento é a radiação solar global, que está retratada pelos valores do saldo de radiação, que se encontram plotados na Figura 4.14. Para que se possa comprovar a influência de S_r sobre T_c , observe-se as Figuras 4.13 e 4.14, nos DAS = 38, 39, 40, 45, 49, 50, 51 e 57, às 10h30min, além de outros. Essa mesma influência também pode ser notada na horário das 12h30min.

De maneira geral, observa-se uma tendência de aumento de T_c após a primeira metade das observações, em ambos os horários, sendo mais acentuada no tratamento P3. Neste caso, o fator hídrico é o responsável por essas diferenças de T_c , entre os tratamentos.

SAHA et al. (1986) observaram o mesmo comportamento para a temperatura do dossel da cultura do grão-de-bico, onde a parcela estressada teve valores maiores do que a não estressada. Esse mesmo comportamento foi observado por SILVA (1994) com o algodoeiro em dois tratamentos de irrigação: um estressado e outro não estressado, assim como FOLEGATTI (1988), PAZZETTI (1992) e AMORIM NETO (1994), que trabalharam com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), dentre outros.

Os valores da temperatura do dossel da parcela P3 (T_c P3) e da PN (T_c PN), do déficit de pressão de vapor (DPV), diferença entre T_c e T_a , com a temperatura do ar obtida através do termômetro infravermelho (DT1) e obtida no abrigo meteorológico (DT2) e saldo de radiação (S_r) são mostrados nas Tabelas A6 e A7 que estão no apêndice. Conforme se pode observar, os valores de DT1 são geralmente inferiores aos de DT2, o que indica que o ar atmosférico a 0,4 m do dossel do meloeiro se encontrava mais aquecido do que o da altura do abrigo meteorológico. Este fato decorre do grande aquecimento do solo entre as parcelas, chegando a alcançar 50 °C. Isto oferece uma grande contribuição ao processo de evapotranspiração da cultura e deve ser investigada em estudos posteriores.

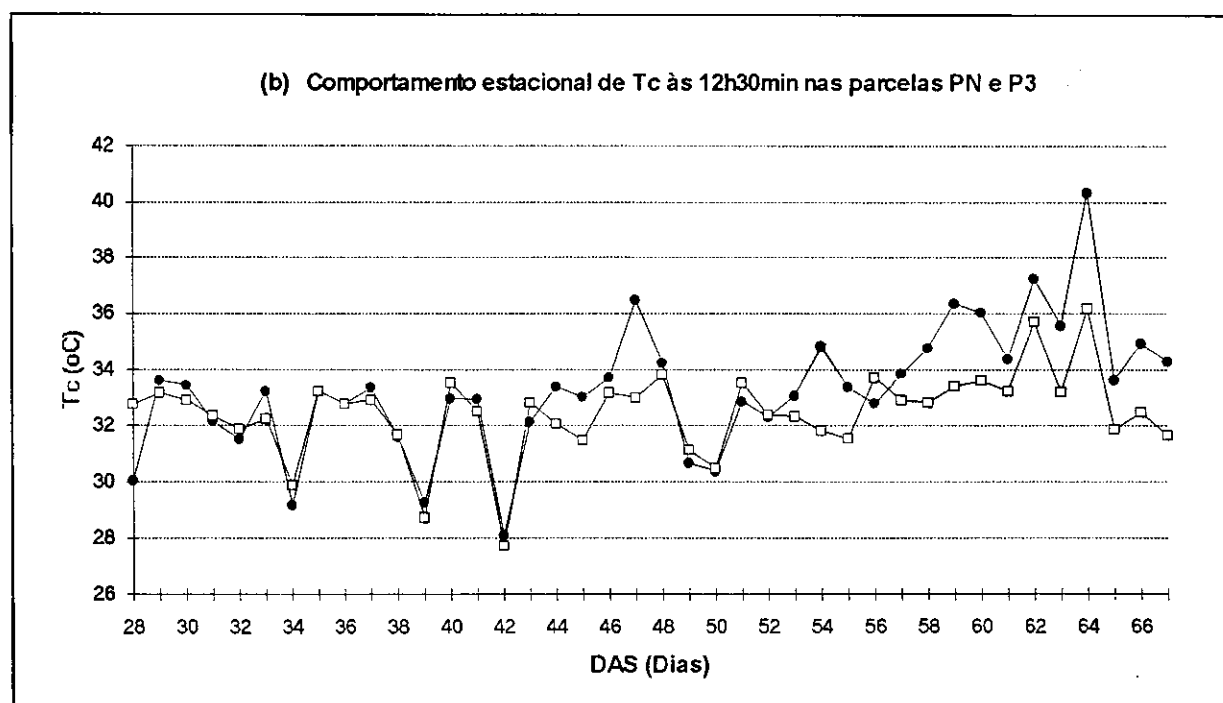
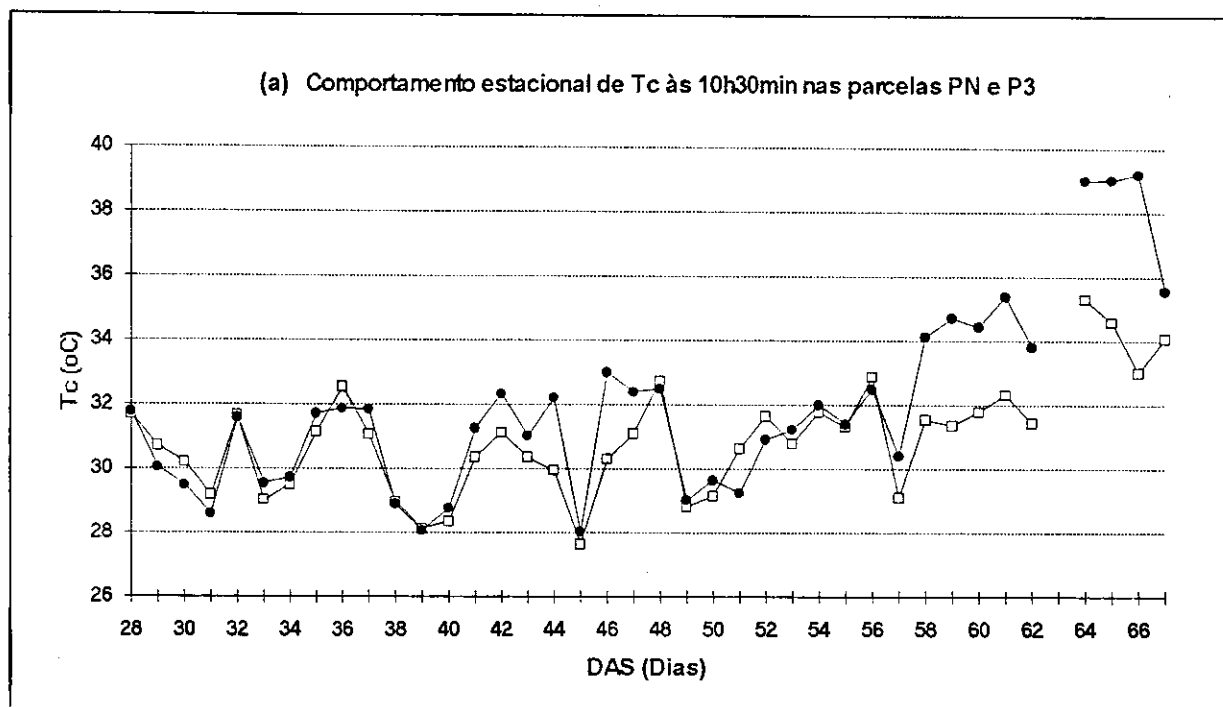


Figura 4.13 - Comportamento estacional da temperatura do dossel da cultura no tratamento PN (□) e P3 (●): (a) às 10h30min e (b) às 12h30min.

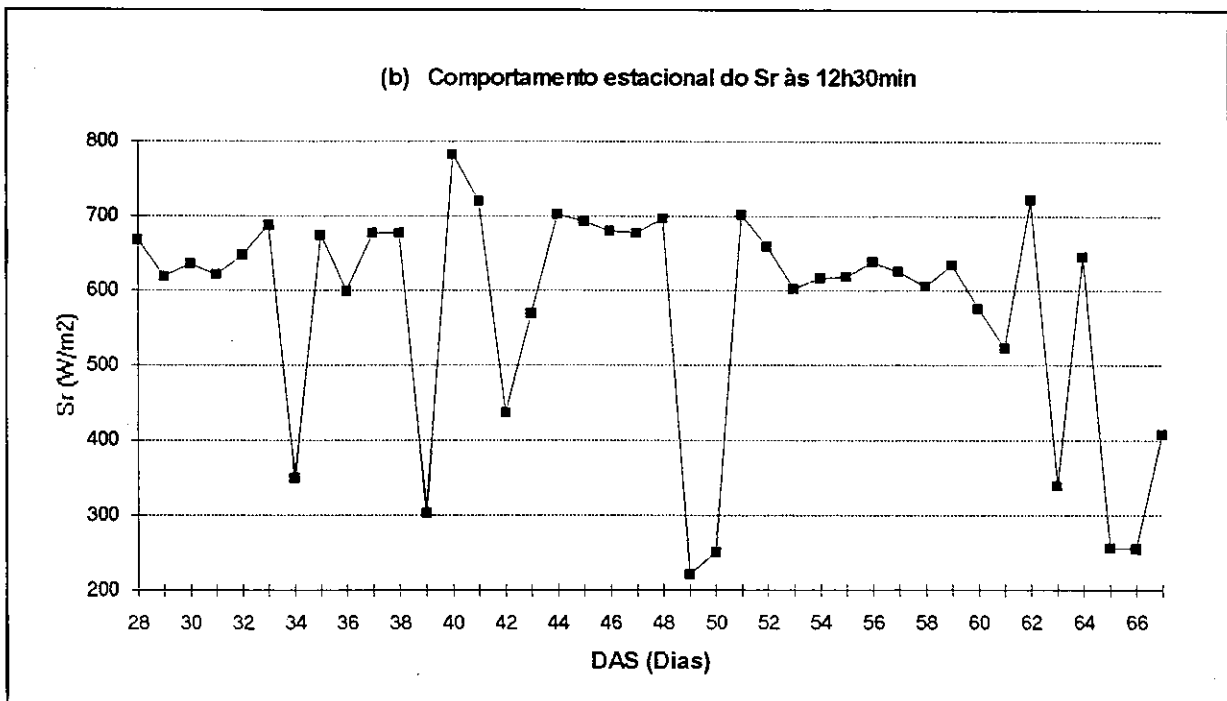
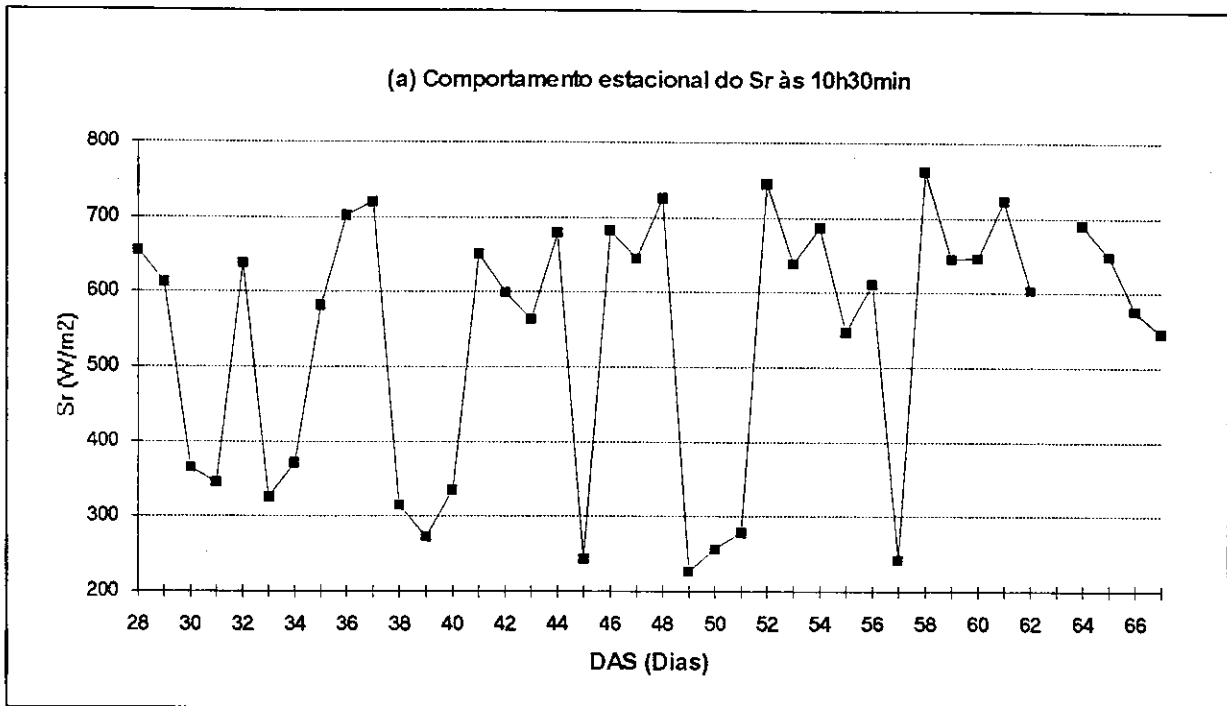


Figura 4.14 - Comportamento estacional do saldo de radiação nos horário das (a) 10h30min e (b) 12h30min.

4.5 - Índices de estresse hídrico

4.5.1 - Graus Dia de Estresse Acumulado (SDD)

Nas Figuras 4.15, 4.16 e 4.17 estão representados os valores do graus dia de estresse (SDD) para os tratamentos PN, P1, P2 e P3, nos dois horários pesquisados (10h30min e 12h30min), entre o DAS = 28 e DAS = 67, quando já ocorrera a segunda colheita dos frutos.

Como se pode observar (Figura 4.15a) no horário e 10h30min, as diferenças entre os valores do SDD de PN e P3, iniciaram-se no DAS = 42, acentuando-se com o transcorrer dos dias. De acordo com a Tabela 3.2, as diferenciações dos tratamentos ocorreram no DAS = 26 e, após 16 dias, já foi possível registrar diferenças entre as temperaturas nos tratamentos extremos (PN e P3). Com base na Figura 4.17 b, referente ao horário das 12h30min, observa-se que a partir do DAS = 47 as diferenças tornam-se perceptíveis.

Para ambos os horários, P3 apresentou as maiores diferenças do SDD em relação a PN. Em seguida vieram P2 e P1, principalmente devido aos tratamentos de irrigação aplicados. O aumento dos valores do SDD na parcela P3 começou no DAS = 58, no horário das 10h30min, e DAS = 57, no horário das 12h30min. Esse aumento pode ser explicado pela diminuição da disponibilidade hídrica do solo, que se encontra apresentada na Figura 4.1. Neste período, as parcelas P1 e P2 também apresentaram um aumento dos valores do SDD, em ambos os horários, certamente em razão das plantas se encontrarem na fase de amadurecimento dos frutos e não estarem transpirando a taxas muito elevadas e, também, em virtude de se acentuarem as diferenças entre os tratamentos de irrigação.

SAHA et al. (1986) também obtiveram o valor do SDD acumulado, para a cultura do grão-de-bico, sendo mais baixo na parcela irrigada do que a não irrigada, com valores sempre negativos. Eles concluíram que esse comportamento se deve às altas taxas de transpiração do dossel da cultura irrigada, que as mantém com T_c abaixo da temperatura do ar, enquanto que na não irrigada, com menor transpiração, a temperatura é comparativamente maior. JACKSON et al. (1977) obtiveram um comportamento idêntico com o trigo e é possível observar que o SDD obtido na parcela não estressada é semelhante ao comportamento do SDD do melão. Eles obtiveram, também, o SDD⁺ e este apresentou valores altos, para a parcela de trigo estressada, bem antes da senescência, enquanto que o melão só apresentou valores comparáveis quando a cultura estava no final do ciclo, como pode ser visto nas figuras 4.18 e 4.19. No entanto, em JACKSON et al. (1977) o número de dias sem irrigação foi determinante na geração do SDD positivo. FOLEGATTI (1988) chegou a obter, para o feijão, SDD positivo de até 128,2 °C, o que evidencia a ocorrência de diversos valores positivos de $T_c - T_a$ e, conseqüentemente, a ocorrência de estresse. No melão, o maior valor do SDD positivo foi de 37 °C para a parcela P3, no DAS = 67 e no horário das 10h30min.

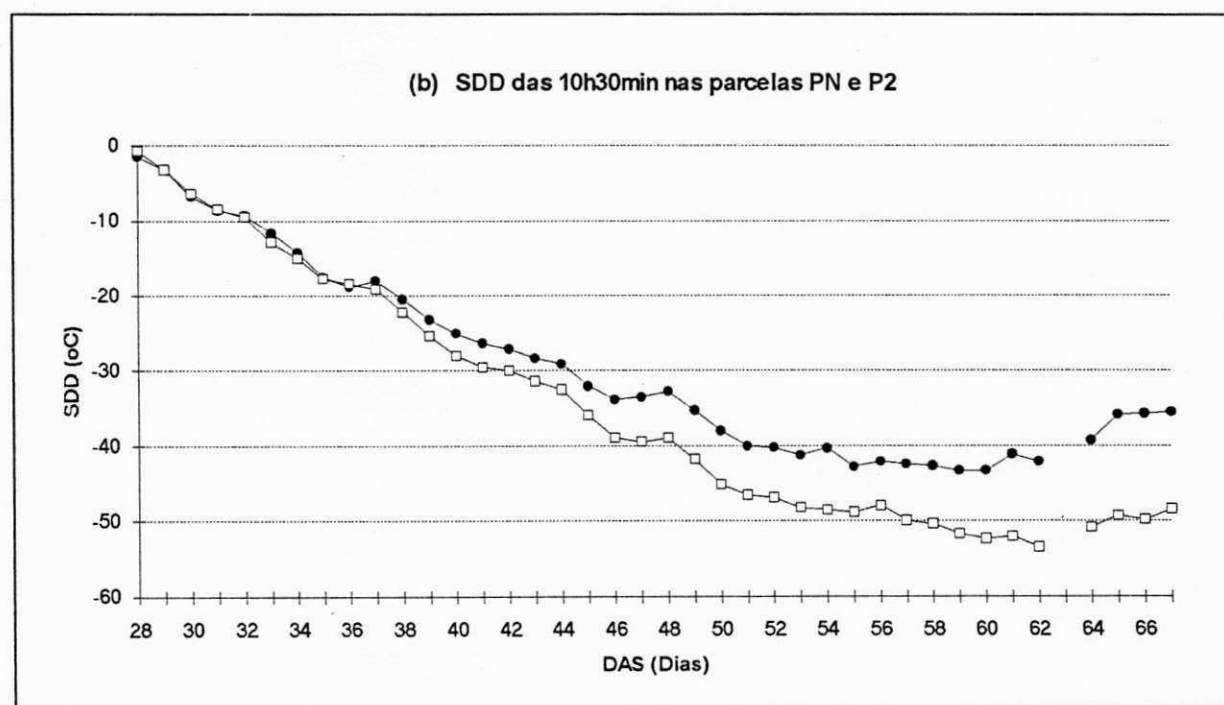
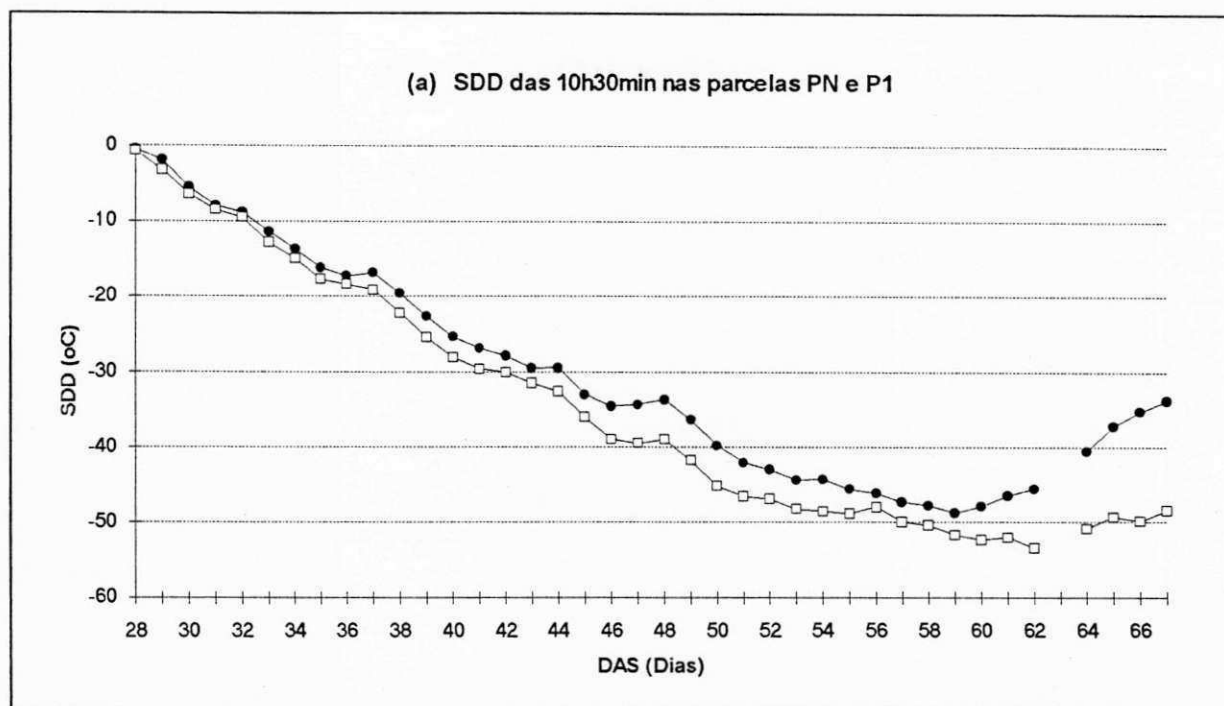


Figura 4.15 - Comportamento estacional do graus dia de estresse (SDD) nos tratamentos: (a) PN (□) e P1 (●) e (b) PN(□) e P2 (●) às 10h30min.

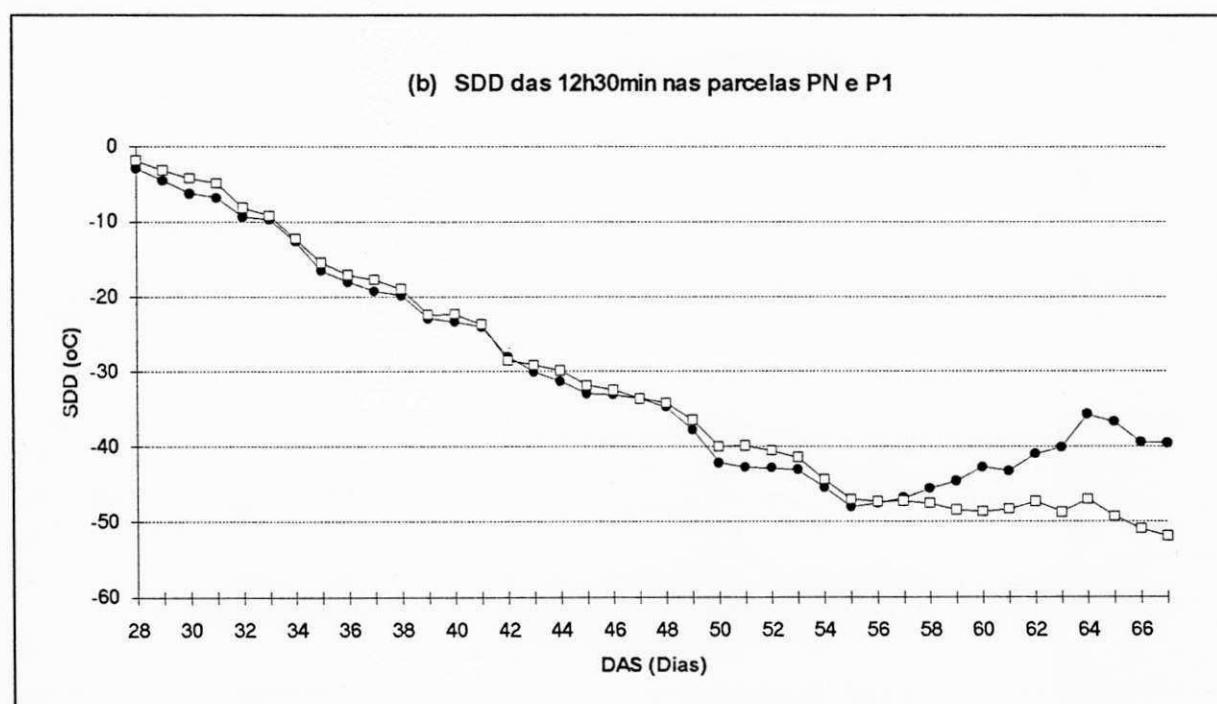
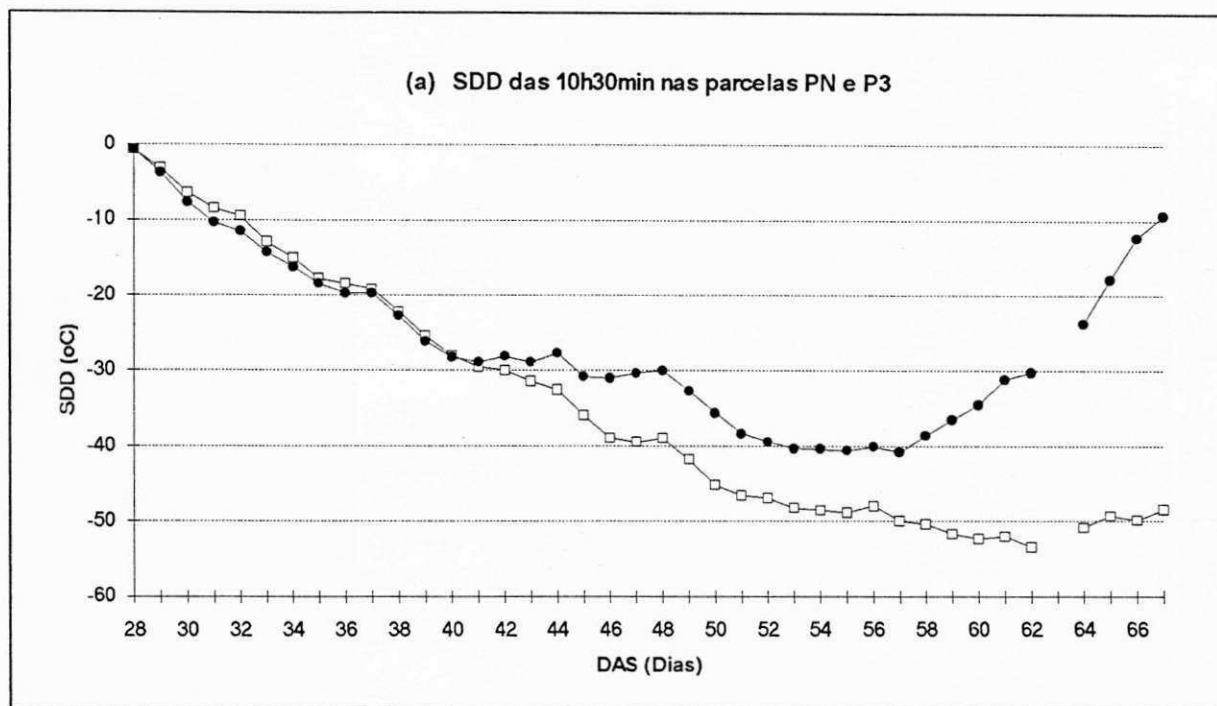


Figura 4.16 - Comportamento estacional do grau dia de estresse (SDD) nos tratamentos: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1 (●) às 12h30min.

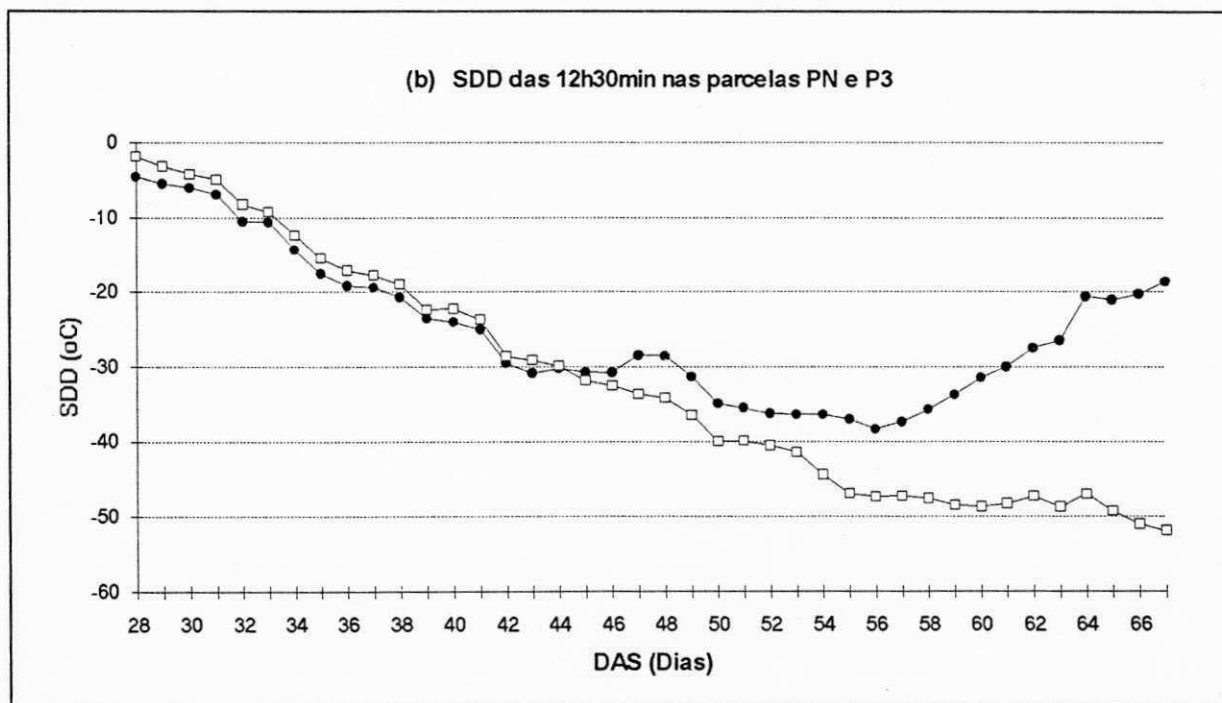
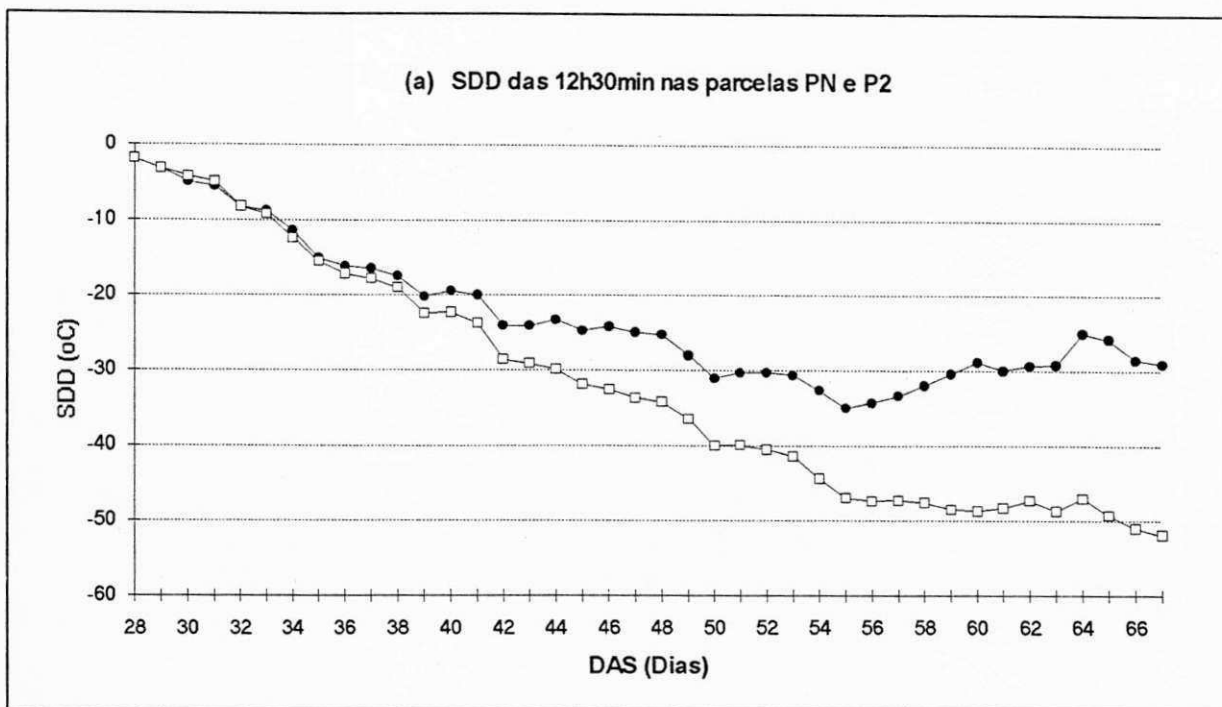


Figura 4.17 - Comportamento estacional do grau dia de estresse (SDD) nos tratamentos: (a) PN (□) e P2 (●) e (b) PN (□) e P3 (●) às 12h30min.

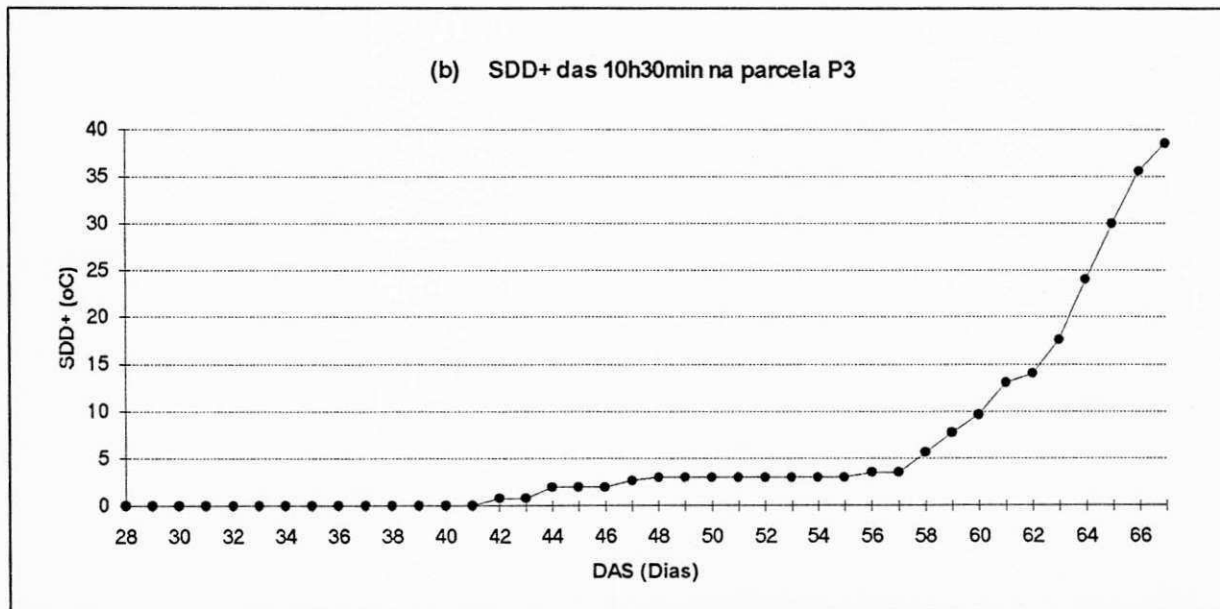
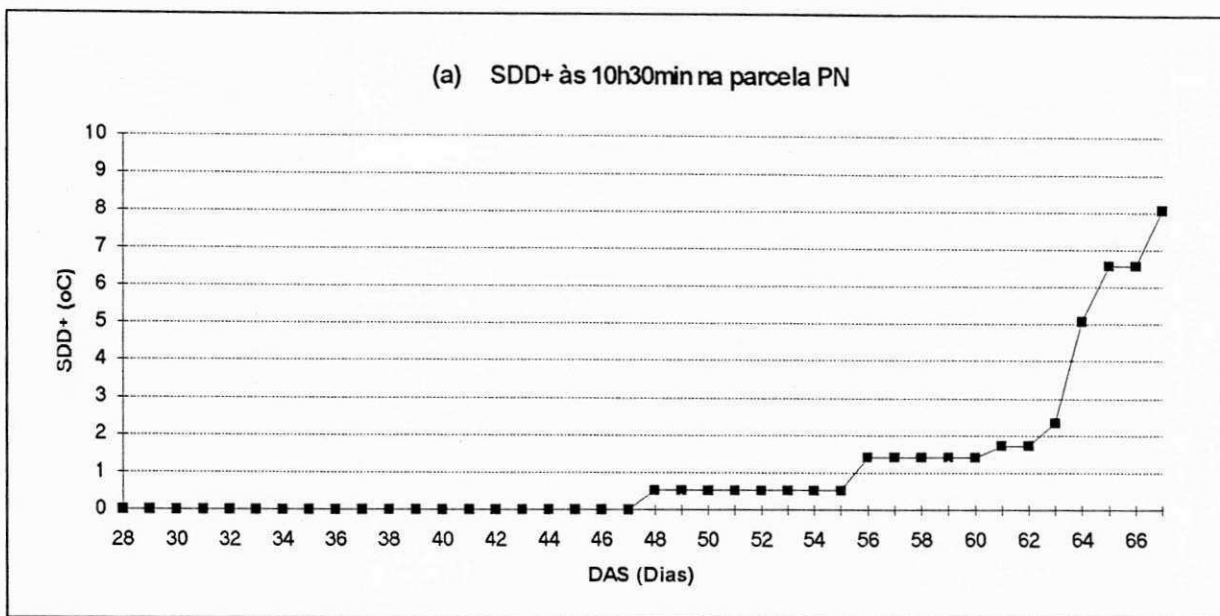


Figura 4.18 - Comportamento estacional do SDD+ nos tratamentos: (a) PN (□) e (b) P3 (●) às 10h30min.

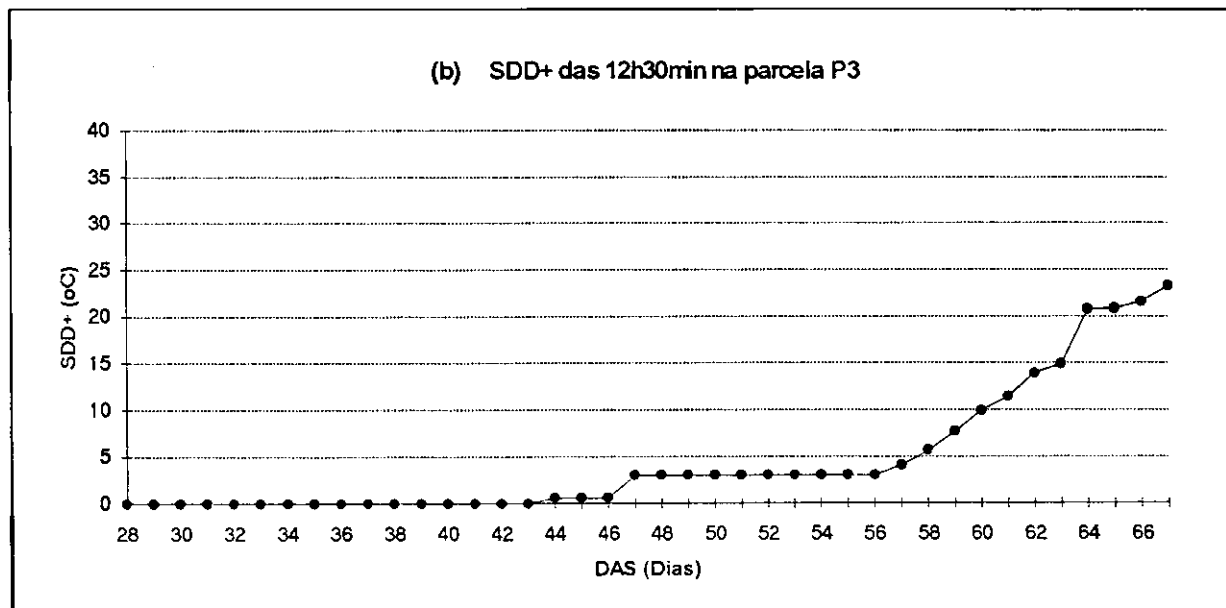
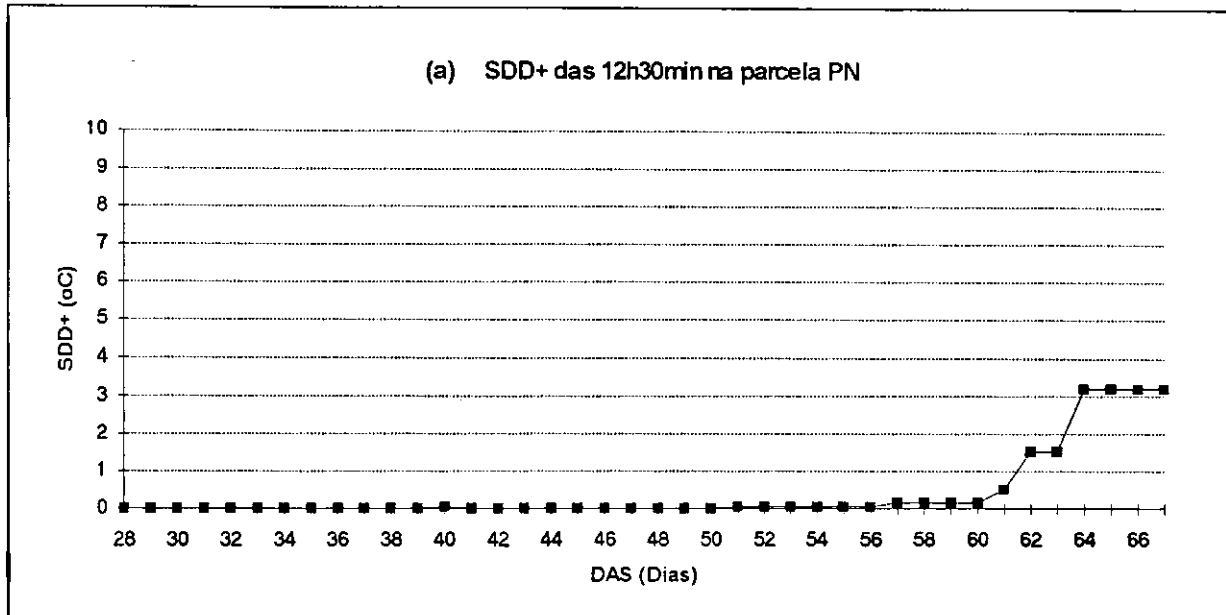


Figura 4.19 - Comportamento estacional do SDD+ nos tratamentos: (a) PN (□) e (b) P3 (●) às 12h30min.

4.5.2 Comportamento estacional do CWSIi

Para o cálculo do CWSIi faz-se necessário a obtenção da linha base superior da cultura (upper baseline). Essa linha é obtida quando a cultura se encontra próximo ao ponto de murcha permanente. O'TOOLE & HATFIELD (1983) observaram que a estimativa da upper baseline é um passo crítico no cálculo do CWSIi.

Considerando que não houve esgotamento de água disponível para a cultura no tratamento P3, a obtenção da linha base superior foi obtida a partir das observações realizadas em cada uma das quatro fileiras do referido tratamento. O maior valor obtido para Tc-Ta em P3, foi igual a 4,1 °C, isto quando se considerou a temperatura do ar (Ta) obtida pelo termômetro infravermelho. No entanto, ao se considerar a medição de Ta do termômetro instalado dentro do abrigo meteorológico, obteve-se Tc-Ta = 7,6 °C, que evidencia um aumento de Ta próximo à cultura. Devido a isso, calculou-se o CWSIi usando o limite superior de 4,1 °C por melhor representar a situação da cultura. Os valores do CWSIi estão representados nas Figuras 4.20 a 4.25.

WANJURA et al. (1984) observaram a influência do solo sobre a temperatura do dossel do algodoeiro herbáceo e obtiveram a linha base superior com coberturas parcial e total do solo. Na presente pesquisa, foi observada diferença entre Tc-Ta de até 7,8 °C na parcela P3, quando a cobertura do solo era parcial. Para a alfafa, ABDUL-JABBAR et al. (1985) obtiveram, para a linha base superior, 4,0 °C, enquanto que SILVA (1994), com algodoeiro herbáceo, obteve 5,0 °C.

Como se pode notar, há uma grande variabilidade associada aos valores do CWSIi para ambos os tratamentos, e que não podem ser atribuídas ao fator água e sim a variação da radiação solar. Somente a partir do DAS = 59 é que são evidenciados os efeitos das lâminas d'água entre PN e P1 (Figura 4.20a). Na Figura 4.20b, para os tratamentos PN e P2, persiste a variabilidade de CWSIi e não se evidenciam diferenças entre os tratamentos, exceto entre os DAS = 58 e DAS = 65. Já na Figura 4.21 a, referente aos tratamentos PN e P3, se observa clara diferença a partir do DAS = 57, que se tornam, sistemáticas sugerindo ser o fator água responsável por tal situação. Nessa figura, a parcela P3 apresentou um valor máximo, antes da senescência, de 0,60 no DAS = 44 e de 1,23 no DAS = 64, após a segunda colheita.

Com base na Figura 4.21b, para PN e P1 no horário das 12h30min, bem como para PN e P2 (Figura 4.22a) no mesmo horário, observa-se que os valores oscilam em torno do CWSIi = 0,3, com pequena tendência de crescimento a partir do DAS = 50, quando na maioria dos dias os tratamentos menos abastecidos apresentam índices de estresse hídrico maior do que os de PN. Apenas em P3, Figura 4.22 b, se pode constatar mais claramente a influência do estresse hídrico, a partir do DAS = 53, exceto apenas no DAS = 56.

De uma maneira geral, os valores do CWSIi obtidos com Ta medida no abrigo meteorológico são maiores que os obtidos com Ta medida pelo termômetro infravermelho. Também ocorrem grandes variações entre os dias, que claramente não resultaram das

alterações no conteúdo hídrico do solo, mas das variações registradas principalmente no saldo de radiação. Aparentemente, ocorre uma tendência de crescimento do índice, obtido com a Ta do termômetro infravermelho, mais acentuada do que o índice obtido através da Ta do abrigo. Essa tendência é mais acentuada a partir da segunda metade dos dias de observações.

A variabilidade associada aos valores do CWSIi também foi registrada em estudos anteriores. SILVA (1994) a constatou para o algodoeiro herbáceo, obtendo valores do CWSIi de até 1,2, embora a variabilidade de CWSIi tenha sido menos acentuada do que as obtidas nesta pesquisa, possivelmente por tratar-se de uma cultura rasteira e mais susceptível à influência da advecção de calor sensível. A obtenção das linhas base superior e inferior são determinantes no cálculo do CWSIi e, dependendo da determinação destas, pode-se obter valores negativos e maiores do que a unidade. PINTER & REGINATO (1982) obtiveram, para o algodoeiro, valores do CWSIi variando entre -0,5 a 1,5, e SILVA (1994), também com algodoeiro, obteve valores variando entre -0,2 e 1,2.

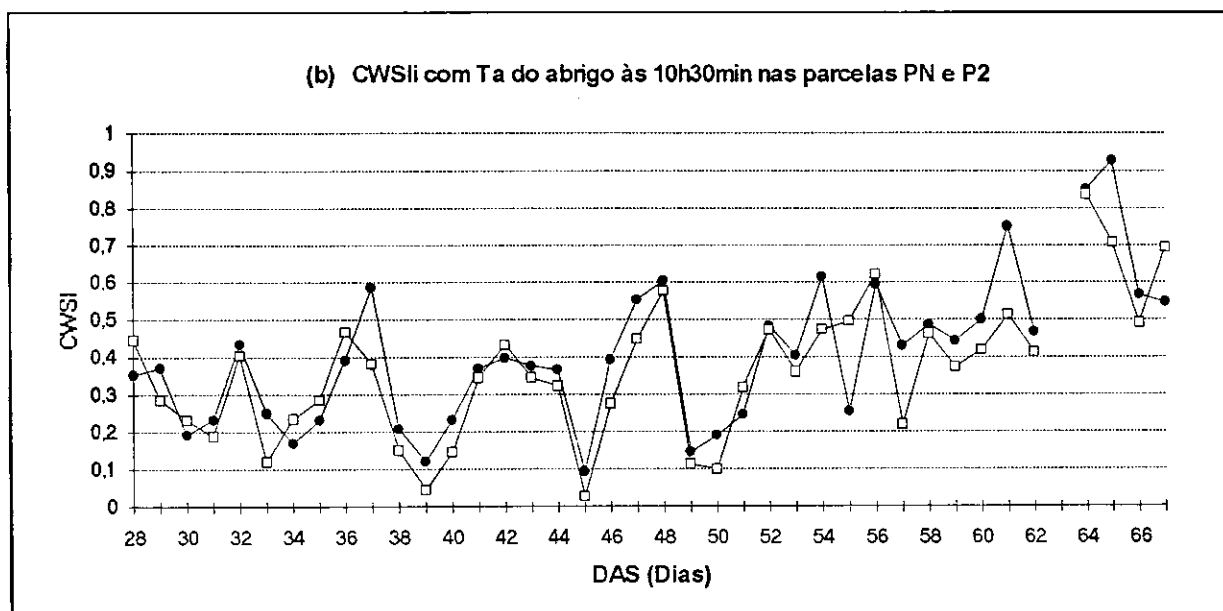
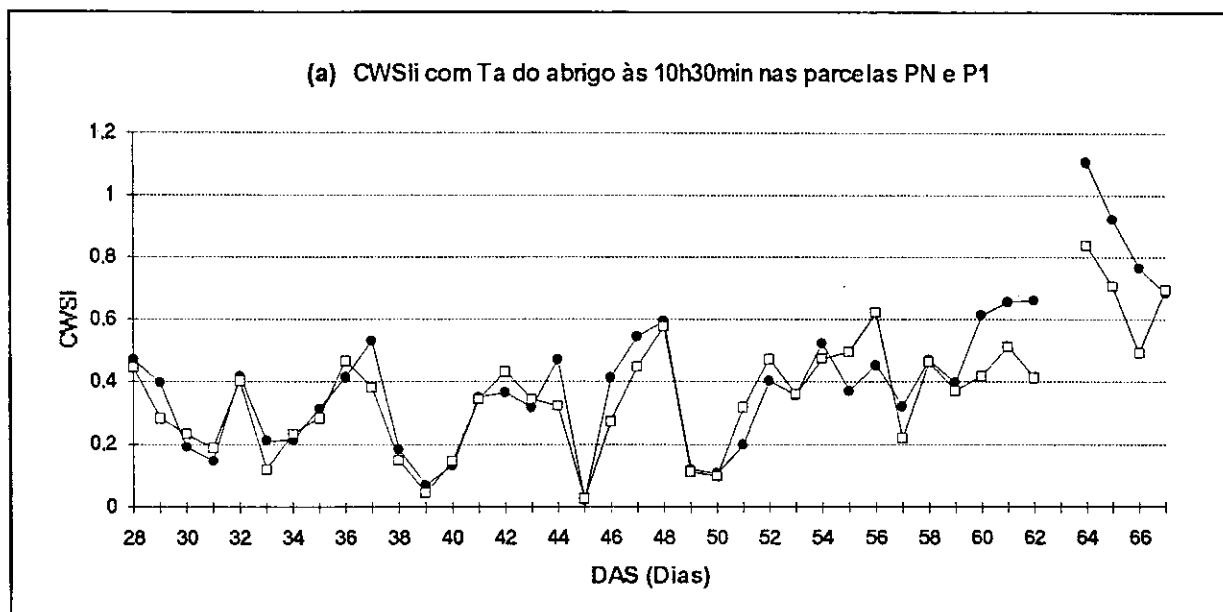


Figura 4.20 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtido no abrigo meteorológico para as parcelas: (a) PN (□) e P1(●) e (b) PN (□) e P2(●) às 10h30min.

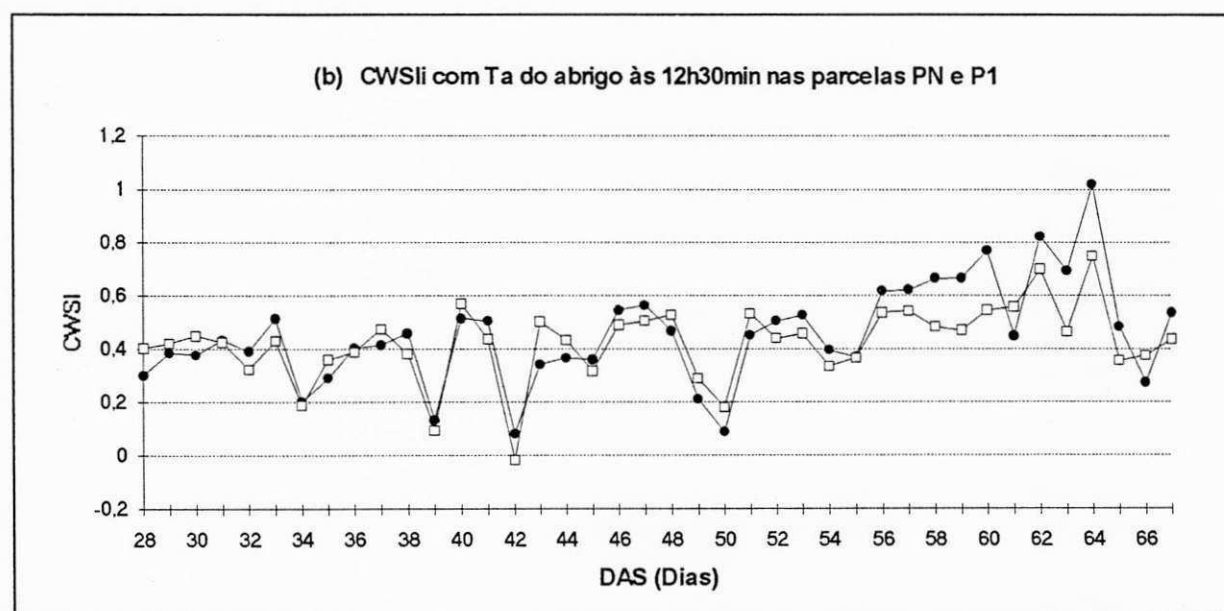
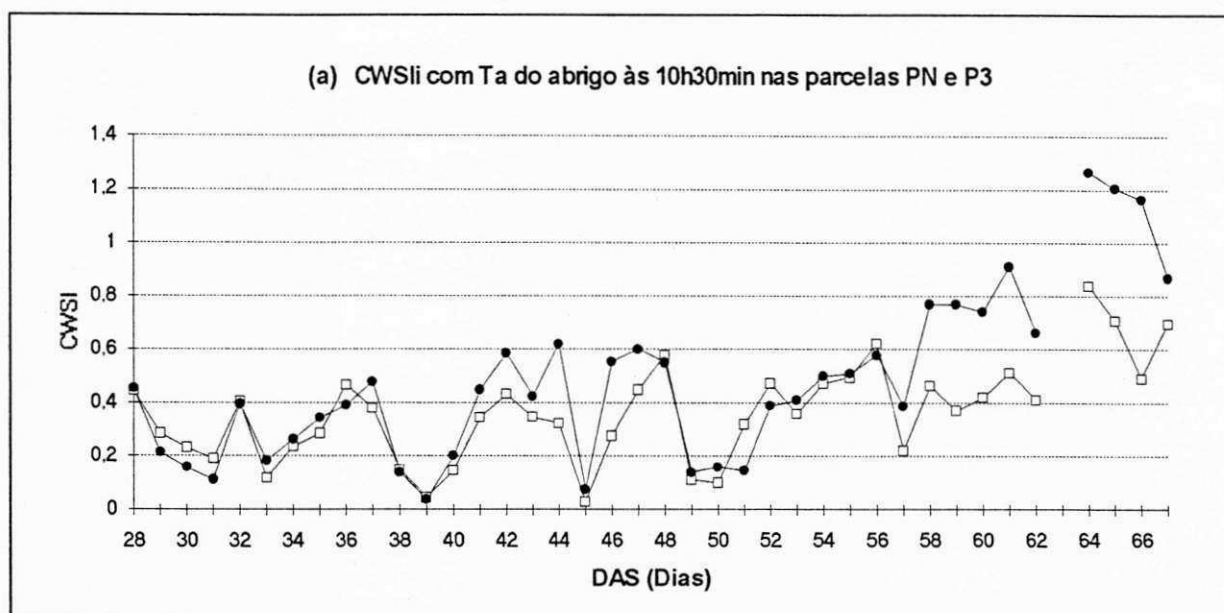


Figura 4.21 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtido no abrigo meteorológico para as parcelas: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1(●) às 12h30min.

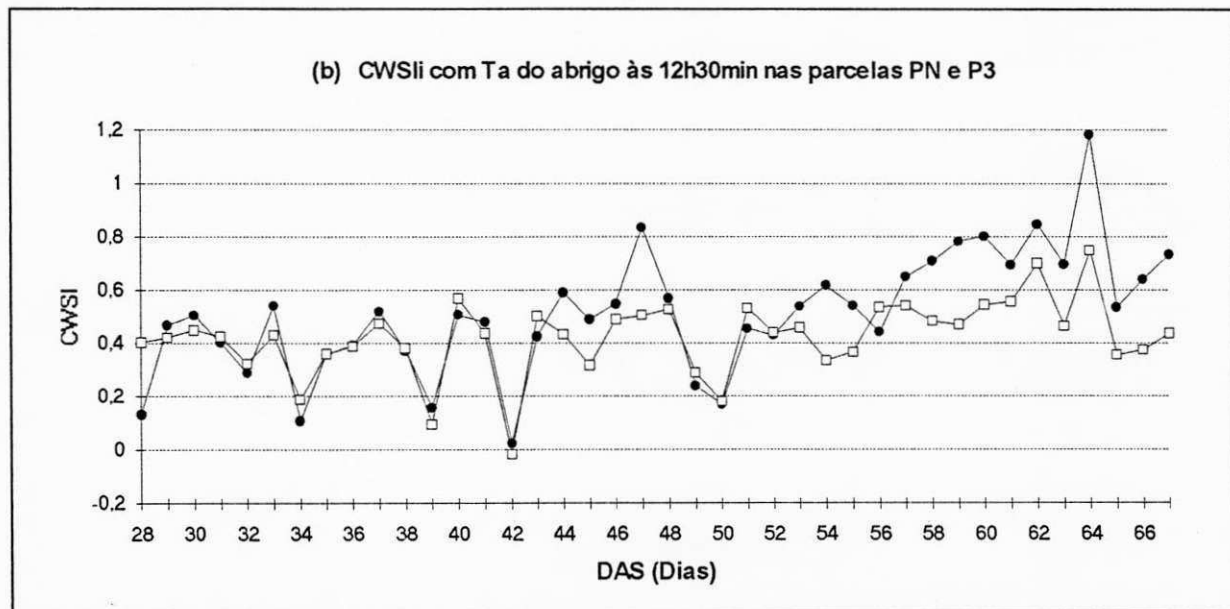
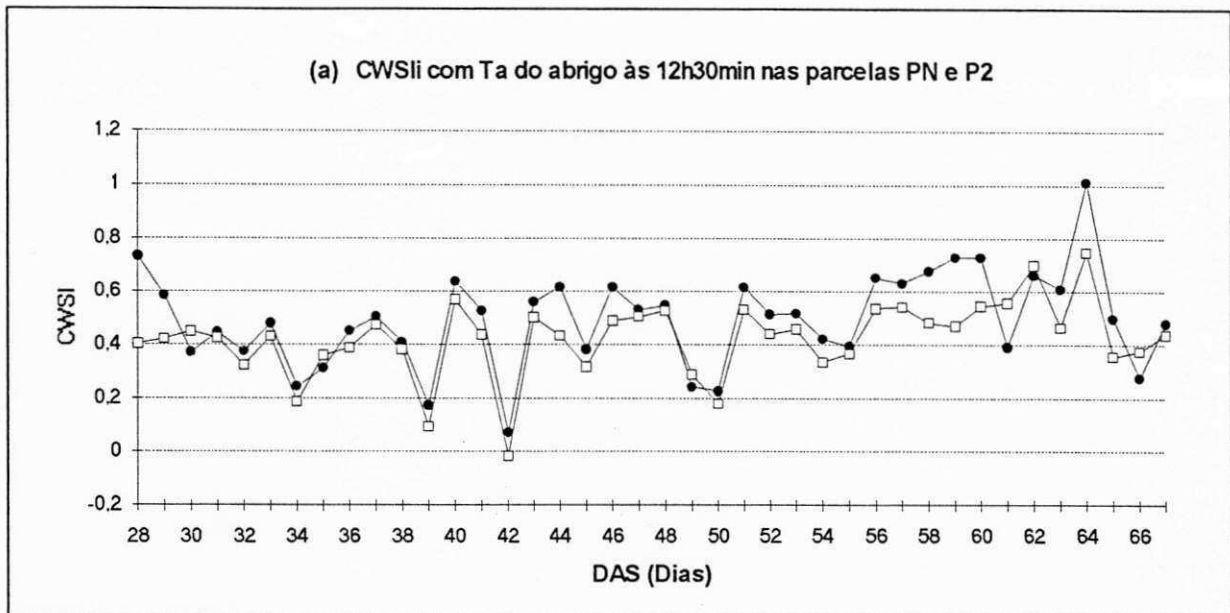


Figura 4.22 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtido no abrigo meteorológico para as parcelas: (a) PN(□) e P2(●) e (b) PN(□) e P3(●) às 12h30min.

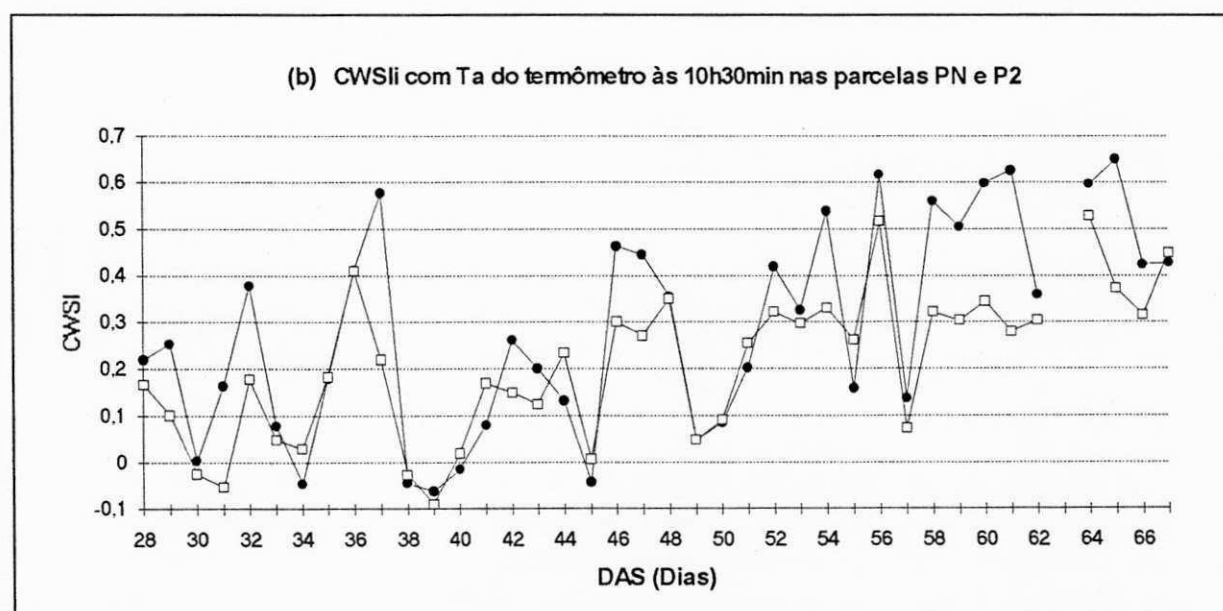
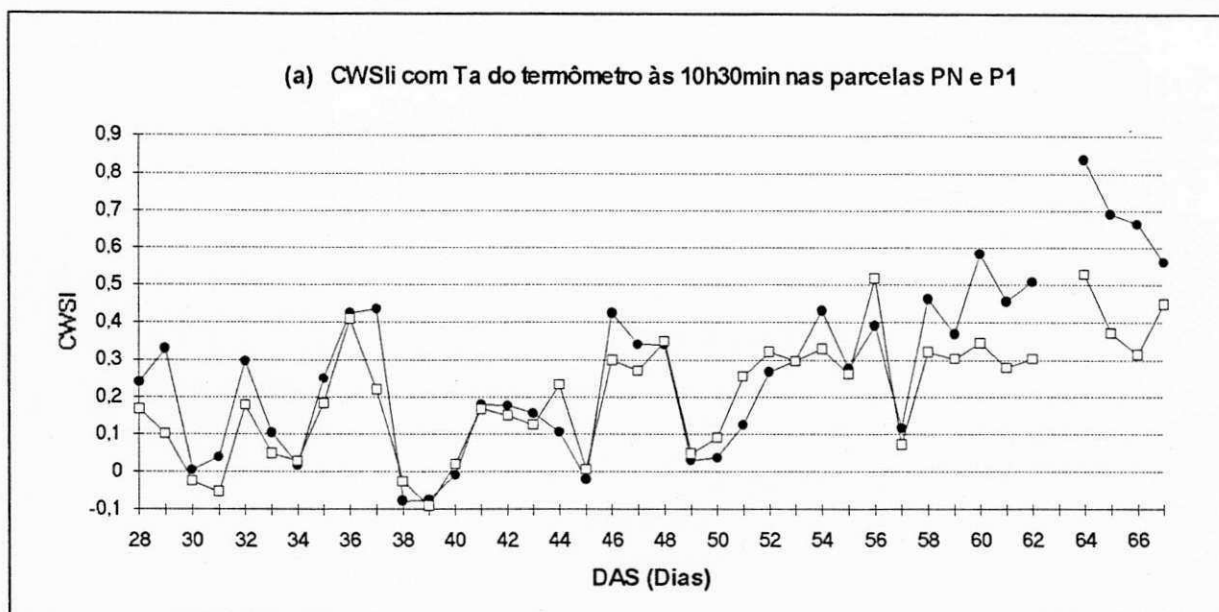


Figura 4.23 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtido através do termômetro infravermelho para as parcelas: (a) PN (□) e P1(●) e (b) PN(□) e P2 (●) às 10h30min.

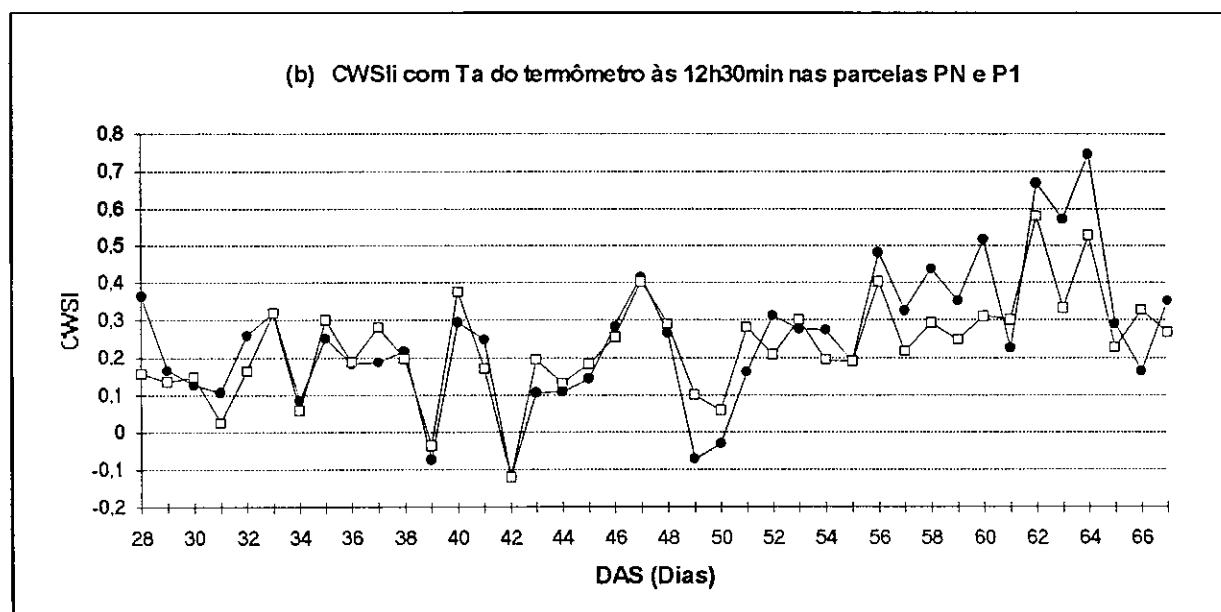
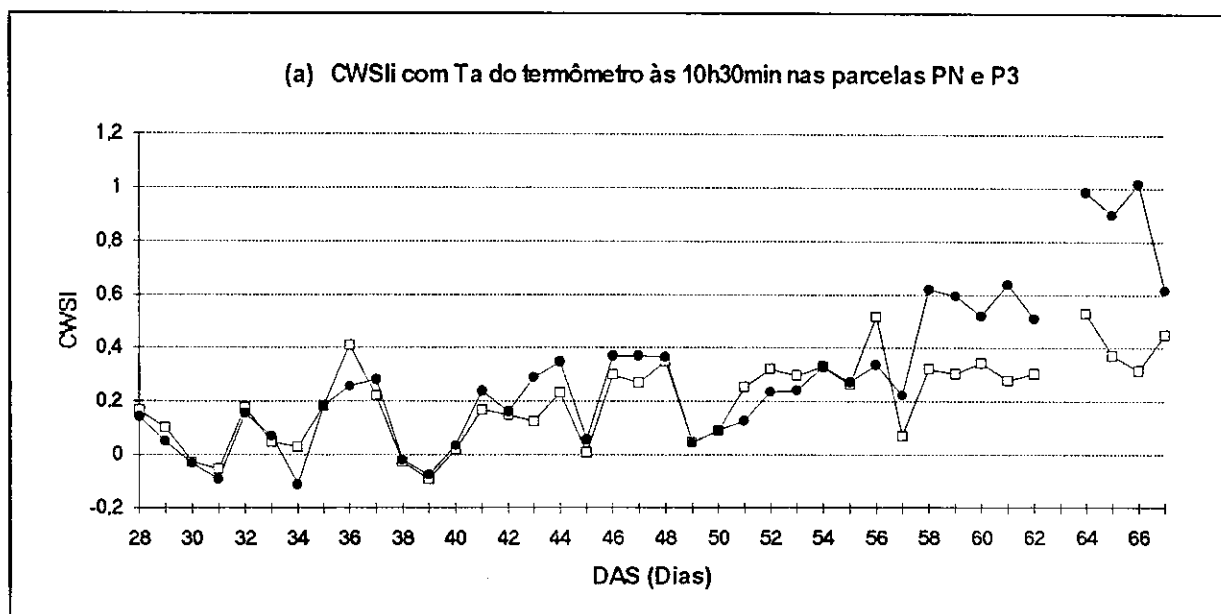


Figura 4.24 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtido através do termômetro infravermelho para as parcelas: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1 (●) às 12h30min.

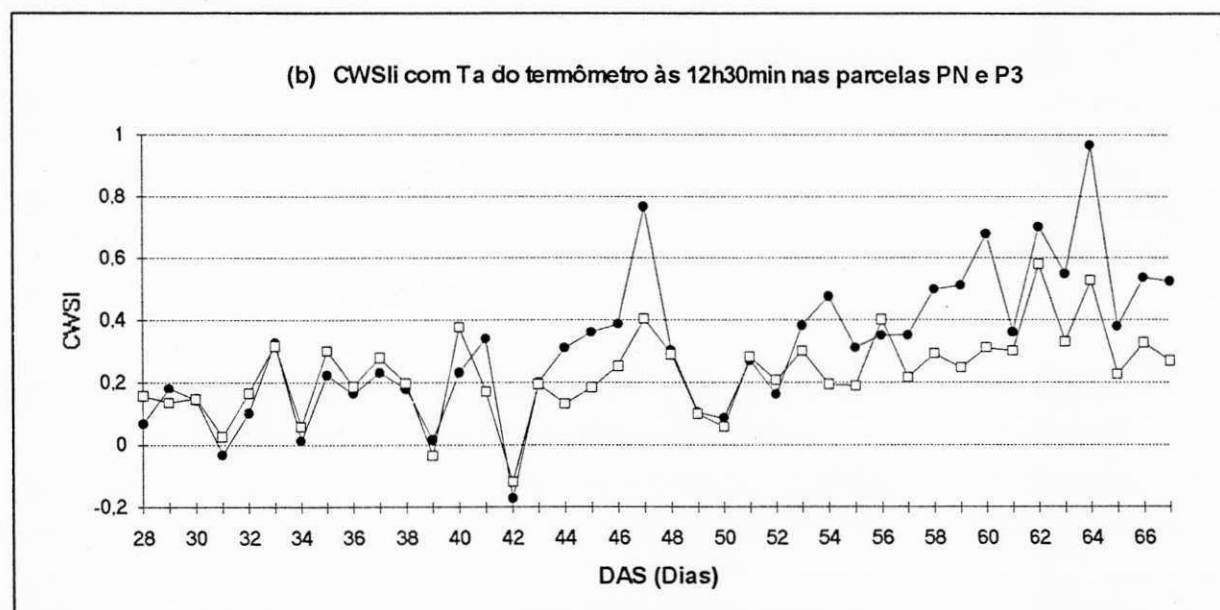
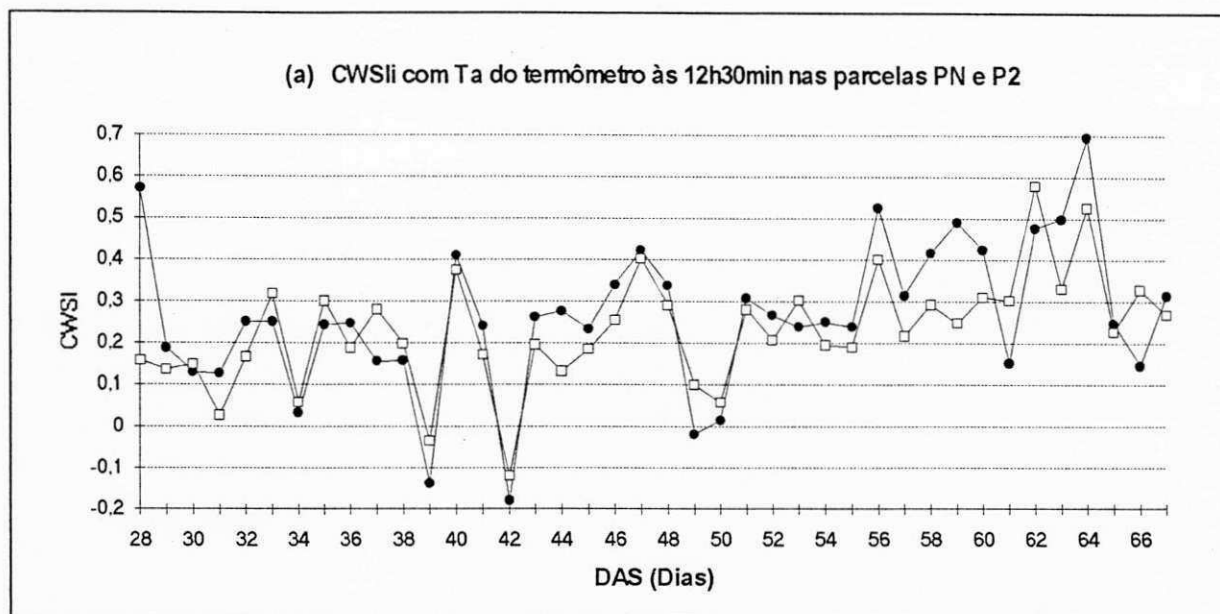


Figura 4.25 - Comportamento estacional do CWSIi com Ta obtido através do termômetro infravermelho para as parcelas: (a) PN (□) e P2(●) e (b) PN(□) e P3(●) às 12h30min.

4.5.3 - Comportamento estacional do CWSIj

O comportamento estacional do CWSIj, apresentado nas Figuras 4.26, 4.27 e 4.28, foi calculado com a r_{cp} obtida pelo método de O'TOOLE & REAL (1986), cujo valor foi 14,63 s/m. O valor de r_{cp} obtido através da porometria foi de 16,01 s/m. Como os valores são muito próximos, praticamente não há diferença entre o comportamento do CWSIj obtido pelos dois métodos. Portanto, não é necessário a apresentação dos gráficos do CWSIj com a r_{cp} obtida pela porometria. No horário das 10h30min, o valor do CWSIj das parcelas PN e P3 estão próximos até o DAS = 40, conforme se observa na Figura 4.27a, quando a parcela P3 começa a apresentar valores maiores, principalmente durante a senescência. Os valores da parcela PN, antes da senescência, apresentam-se próximos do valor de 0,2, enquanto que os da P3 são gradualmente superiores e apresentam maior variabilidade. Nesse horário, o maior valor observado do CWSIj foi de 0,8 no DAS = 66, obtido na parcela P3 e o menor foi no DAS = 37, na parcela PN, com o valor de 0,08. No horário das 12h30min (Figura 4.27b), há uma maior variação nos valores do CWSIj, na parcela PN antes da senescência, entre 0,2 e 0,4, com exceção do valor no DAS = 42 que foi o menor observado (-0,01) neste horário. O maior valor do CWSIj foi de 0,83 no DAS = 64 na parcela P3 (Figura 4.28b). Comparando a Figura 4.14, do saldo de radiação, com a do CWSIj (Figuras 4.26 a 4.28) pode-se notar que este não sofre grande influência com a variação da radiação solar, como observado em outros estudos (SILVA, 1994; AMORIM NETO, 1994; FOLEGATTI, 1988).

SAHA et al. (1986) encontrou altos valores para o CWSIj na parcela não irrigada, durante a fase de crescimento do grão-de-bico, comparado com os valores da parcela irrigada. Nesse trabalho, os autores observaram um valor máximo do CWSIj de 0,87 e, também, que após uma irrigação as plantas levavam de 5 a 6 dias para apresentarem um baixo valor do CWSIj. JACKSON (1982) observou que após uma irrigação o valor do CWSIj diminuía e que na fase da senescência as plantas não se recuperavam nem diminuía o valor do CWSI. Como o melão recebeu irrigações diárias, as variações do CWSIj, até o DAS = 54, são devidas a outros fatores como a advecção de calor sensível entre as fileiras e nebulosidade local que afeta diretamente a intensidade da radiação solar à superfície e, por conseguinte, a temperatura do dossel da cultura. Deve-se considerar que WIEGAND & SWANSON (1975) observaram que o algodoeiro levava de 30-60 segundos para estabilizar T_c , após uma variação brusca da radiação solar. SILVA (1994) atribuiu à nebulosidade intermitente a principal causa das variações obtidas no CWSIj.

Analisando o comportamento geral do CWSIj, pode-se concluir que há uma virtual tendência de aumento desse índice que se inicia a partir da metade do período das observações e se acentua bastante na senescência, nos tratamentos P1, P2 e, sobretudo, em P3. No entanto, há uma grande variabilidade associada aos valores do CWSIj, embora menos acentuada que os valores do CWSI, o que dificulta a escolha de um valor, a partir do qual, deve-se administrar as irrigações. A julgar pelos valores das 10h30min, esse limite situa-se

entre 0,2 e 0,3, enquanto que pelo outro horário (12h30min) esse mesmo limite oscila em torno de 0,3.

Os valores baixos do CWSIj, que geralmente se apresentaram inferiores a 0,4, sobremaneira às 10h30min, exceto nos 10 últimos dias das observações, quando haviam sido realizadas só duas colheitas dos frutos, indicam que os níveis de estresse aplicados à cultura ao se diferenciar os tratamentos em relação às práticas da Fazenda São João, não foram suficientes para alterar de modo significativo o metabolismo das plantas. Basta observar as variáveis morfológicas, como também, os rendimentos obtidos e as variáveis de pós-colheita que são apresentados nos capítulos 4.6 e 4.7.

Embora as diferenças do CWSIj não tenham sido grandes entre os tratamentos, os resultados indicam que este índice tem potencial para ser usado no manejo da irrigação do melão, sendo necessária a realização de outros estudos complementares, especialmente com um manejo de água diferente.

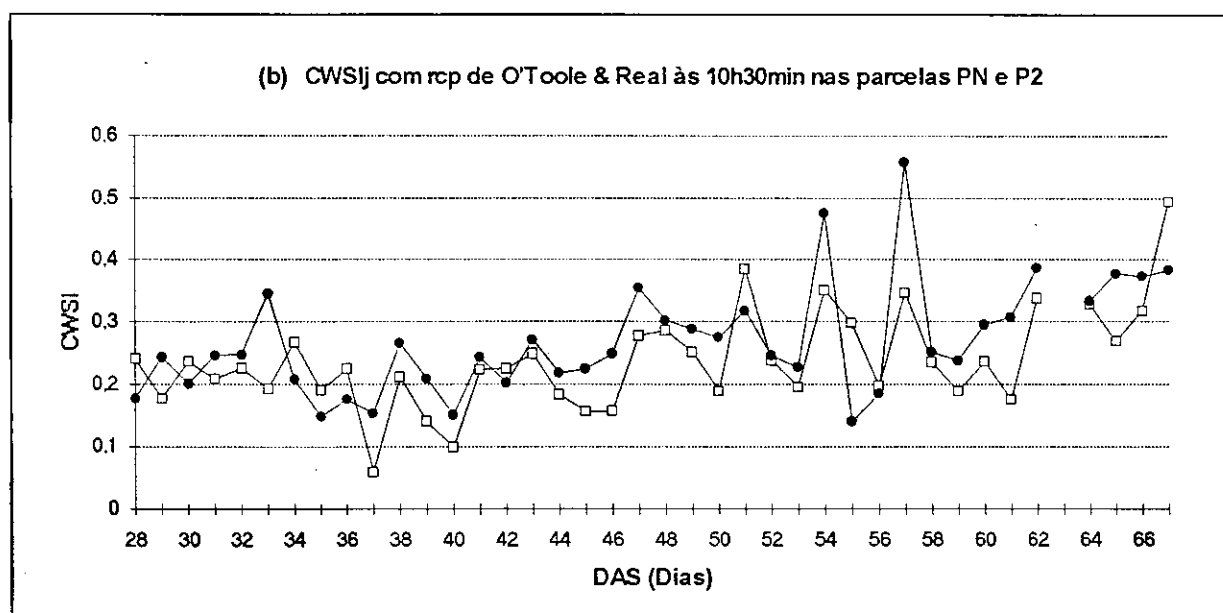
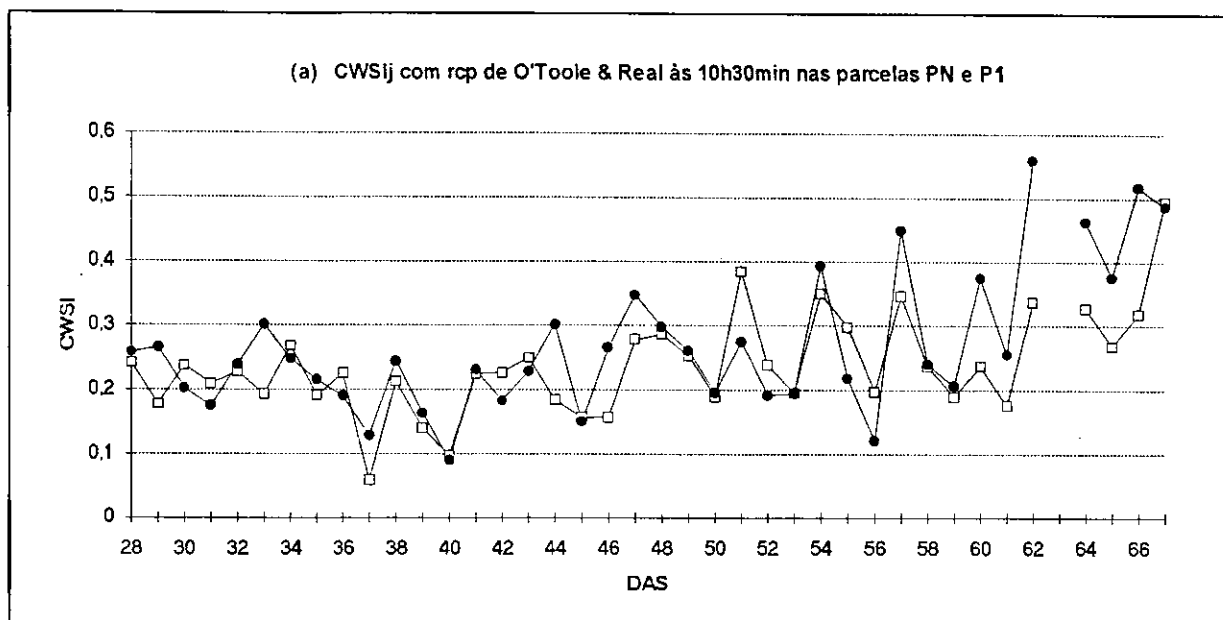


Figura 4.26 - Comportamento estacional do CWSIj com rcp obtido pelo método de O'Toole & Real (1986) nas parcelas: (a) PN (□) e P1 (●) e (b) PN (□) e P2(●) às 10h30min.

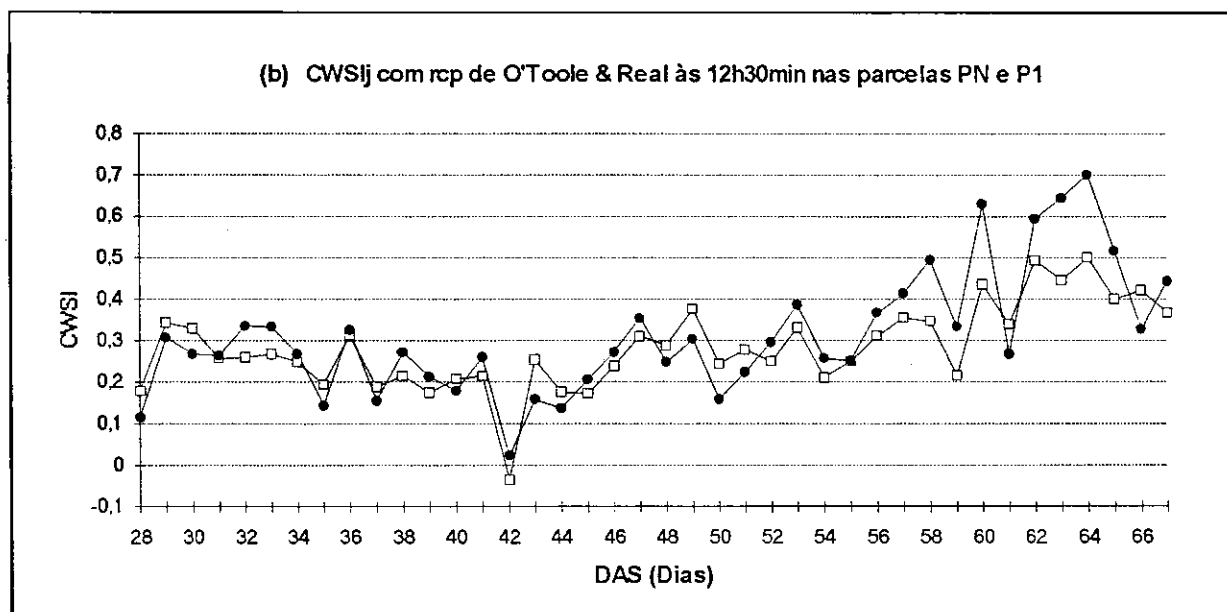
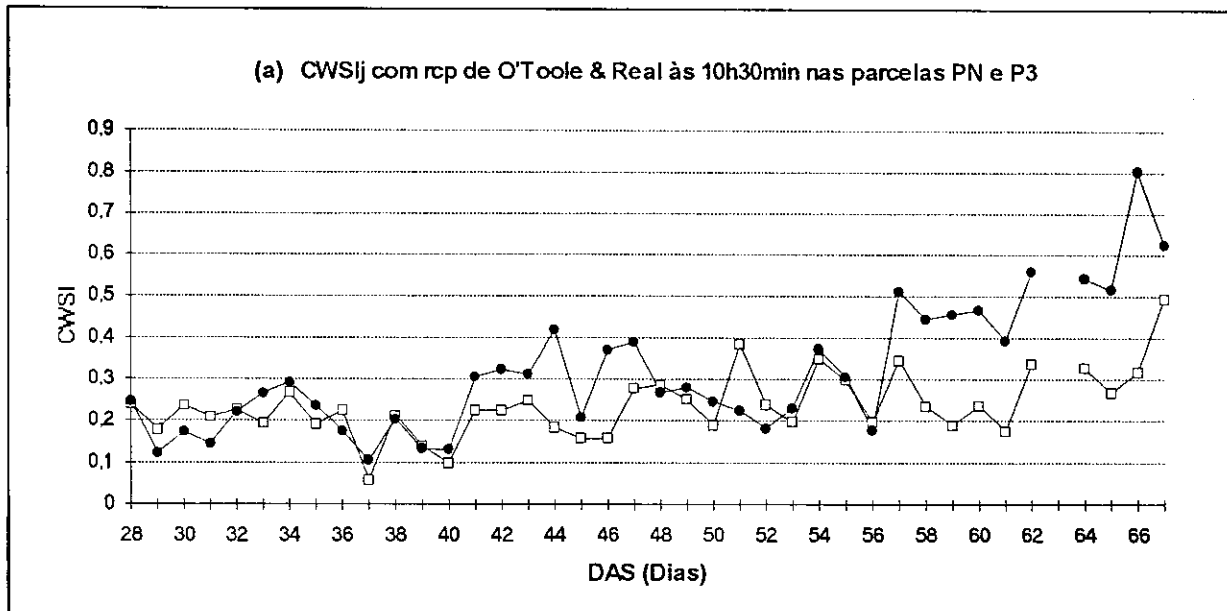


Figura 4.27 - Comportamento estacional do CWSIj com rcp obtido pelo método de O'Toole & Real (1986) nas parcelas: (a) PN (□) e P3 (●) às 10h30min e (b) PN (□) e P1 (●) às 12h30min.

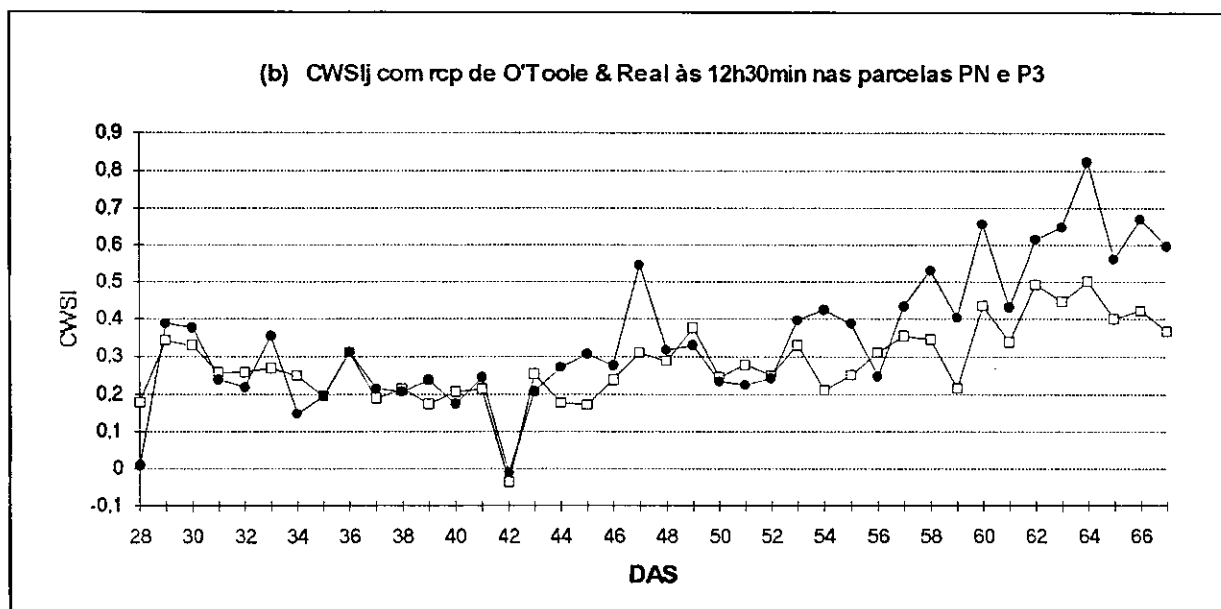
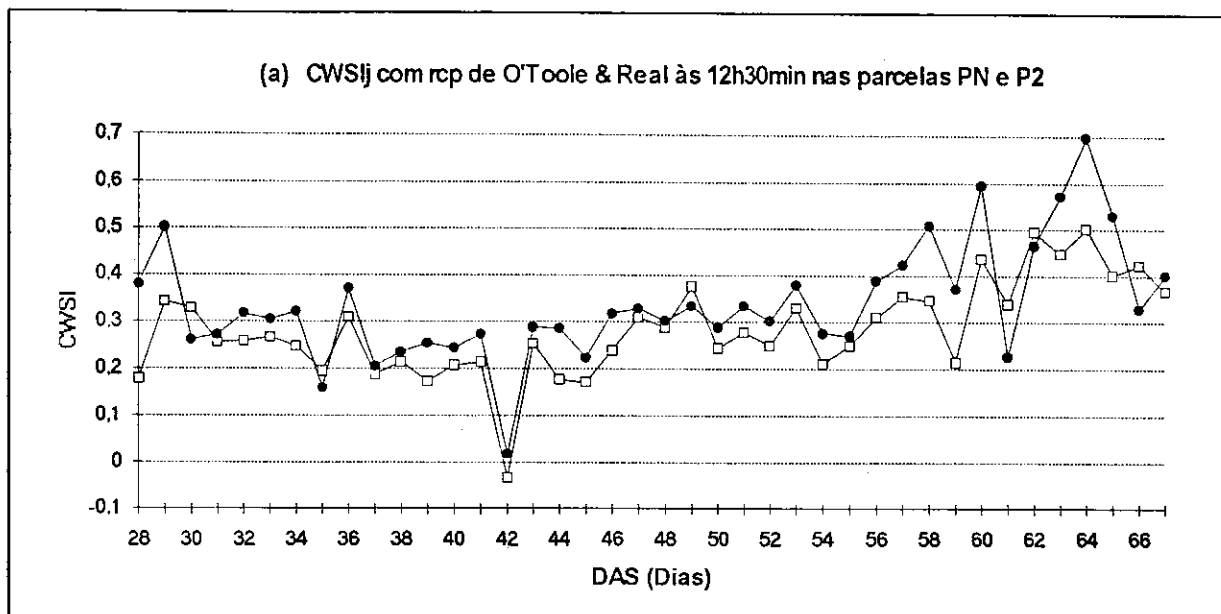


Figura 4.28 - Comportamento estacional do CWSIj com rcp obtido pelo método de O'Toole & Real (1986) nas parcelas: (a) PN (□) e P2(●) e (b) PN (□) e P3 (●) às 12h30min.

4.6 - Resultado da produção de frutos

A produção total de frutos por tratamento e para cada colheita, em Kg/200m², é apresentada na Tabela 4.5. Observa-se que o tratamento com maior rendimento foi P1, seguido de PN, P2 e P3. Estes resultados indicam que o fator água foi determinante na produtividade, não obstante os valores de P1 e PN. A julgar por tais resultados deve-se avaliar melhor o método empregado na determinação das lâminas de água de irrigação usadas na Fazenda São João.

Tabela 4.5 - Dados da produção de frutos por parcela, em Kg/200m².

Colheitas	DAS	Parcelas			
		PN	P1	P2	P3
1	60	213,4	320,2	247,2	325,6
2	63	96,2	129,6	66,2	79,1
3	69	75,4	47,8	70,6	41,8
4	76	102,2	69	50,4	13,6
5	83	88,8	41	47	17,8
Total (Kg)		576	607,6	481,4	477,9

4.7 - Resultado qualitativo da análise dos frutos

A análise dos frutos foi realizada no laboratório da Escola Superior de Agronomia de Mossoró (ESAM), .

4.7.1 - Conservação (vida útil pós-colheita)

A análise das características de qualidade para o consumo "in natura" dos melões Gold Mine revelou que em todos os tratamentos pode-se assegurar 35 dias de vida útil pós-colheita. Este período é suficiente para a comercialização deste melão tanto a nível de mercado nacional como internacional (Europa principalmente). É importante observar que do ponto de vista de qualidade, não se observou nenhuma injúria nos melões com 70% de lâmina d'água.

4.7.2 - Perda de peso

Não se observou correlação entre a perda de peso e a percentagem de lâmina d'água. Em todos os tratamentos, a perda d'água durante o armazenamento não comprometeu a aparência do produto para a comercialização nem a textura de polpa para o consumo. Em

geral, a perda de peso ficou em torno de 40 Kg/ton, resultado bastante semelhante àqueles já verificados para este híbrido.

4.7.3 - Sólidos solúveis totais

Em geral não se observaram grandes diferenças com relação ao teor de açúcares deste híbrido em relação aos tratamentos. No entanto, verificou-se um baixo teor de sólido solúveis, em média igual a 7,0%, com relação ao teor normalmente obtido pela fazenda. Não houve variação acentuada durante o armazenamento.

4.7.4 - pH

Em todos os tratamentos há uma diminuição considerável na acidez (aumento do pH) o que caracteriza uma melhoria na qualidade deste produto durante o armazenamento.

5 - Conclusões

Os resultados obtidos neste experimento permitem concluir que:

a) Apesar da influência das condições climáticas adversas do local do experimento, foi possível encontrar uma relação entre $T_c - T_a$ e o DPV, que possibilitou a determinação do CWSI_i;

b) Os métodos de O'TOOLE & REAL (1986) e porométrico, propiciaram valores da resistência da cultura em condições de transpiração potencial muito próximos, em torno de 15 s/m;

c) Os valores apresentados pelo SDD sugerem que o mesmo pode ser usado na previsão de produtividade do melão;

d) Dada a grande variabilidade dos valores, o CWSI_i não pode ser usado no manejo da irrigação nas condições observadas na pesquisa. Sugerem-se novos estudos, a fim de concluir de forma definitiva esta observação;

e) Como os valores do CWSI_j apresentaram uma variabilidade menor do que os do CWSI_i, um valor médio de 0,3 deste índice pode ser utilizado para alterar a lâmina de irrigação, evitando a deficiência hídrica da cultura;

f) A redução de 30% na lâmina de água foi suficiente para alterar o crescimento morfológico e a produção da cultura sem, entretanto, modificar a qualidade dos frutos;

g) A rigor não houve estresse hídrico acentuado na cultura do melão, devido a irrigação ser diária.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-JABBAR, A. S.; LUGG, D. G.; SAMMIS, T. W. & GAY, L. W. Relations between crop water stress index and alfafa yield and evapotranspiration. **TRANSACTIONS of The ASAE**, 28: 454-461, 1985.
- AMORIM NETO, M. S. Termometria a infravermelho associada ao balanço de energia na determinação do índice de estresse hídrico da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado. UFV, Viçosa-MG, 89p, 1994. (Tese de doutorado)
- BENICASA, M.M.P. Análise do crescimento de plantas. Boletim informativo, FUNEP, Jaboticabal - SP, 42p, 1988.
- BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H. J.; OMETTO, J. C.; ANGELOCCI, L. R.; LIBARDI, P. L. Deficiência hídrica em feijoeiro. IV. Alterações micrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 24(7): 769-777, 1989.
- BEZERRA, J. W. T. Caracterização físico-hídrica de um solo Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico (latossólico textura argilosa fase caatinga hiperxerófila). ESAM, Mossoró-RN, 1993 (Monografia).
- CAIXETA, T. J.; MARINATO, R.; FONTES, P. C.; GOMIDE, R. L. Efeito da aplicação de quatro lâminas de água em irrigação por gotejamento na cultura do melão (*Cucumis melo* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 9, Campina Grande, 1979. **Anais**, 33-41, 1980.
- DANTAS, R. T. Monitoramento de estresse hídrico no milho irrigado na região semi-árida. Publicação DCA/CCT/UFPB, No. 01/87. 84p, 1987. (Tese de mestrado)
- DANTAS, R. T. & RAMANA RAO, T. V. Monitoramento de deficiência hídrica na cultura do milho com o termômetro infravermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 29(11): 1743-1749, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Levantamento exploratório: Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte.** (p.1.) DNPEA/SUDENE, 531p, 1971.
- EHRLER, W. L., Cotton leaf temperatures as related to soil water depletion and meteorological factors. **Agronomy Journal**, 65: 404-409, 1973.
- EPIPHANIO, J. C. N. Avaliação da condição hídrica da cultura do milho através de sensoramento remoto termal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 18(11):1233-1241, 1983.
- FOLEGATTI, M. V. Avaliação do desempenho de um "scheduler" na detecção de estresse hídrico em cultura de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L) irrigada com diferentes lâminas. ESALQ, Piracicaba-SP, 188p, 1988 (Tese de doutorado)

- FROTA, R. N. B. **Comportamento fisiológico e morfológico do algodoeiro herbáceo irrigado nas condições semi-áridas do Nordeste brasileiro.** DCA/CCT/UFPB, Campina Grande-PB, 110p, 1994. (Tese de mestrado)
- GARDNER, B. R.; BLAD, B. L. & WILSON, G. D. Characterizing corn hybrid moisture stress sensitivity using canopy temperature measurements. **Remote Sensing of Environment**, **19**: 207-211, 1986.
- GARDNER, B. R.; BLAD, B. L.; MAURER, R. E.; WATTS, D. G. Relationship between crop temperature and physiological and phenological development of differentially irrigated corn. **Agronomy Journal**, **73**: 743-747, 1981.
- HATFIELD, J. L., Wheat canopy resistance determined by energy balance techniques. **Agronomy Journal**, **77**: 279-283, 1985.
- HATTENDORF, M. J.; CARLSON, R. E.; HALIN, R. A. & BUXTON, D. R. Crop water stress index and yield of water-deficit-stressed alfafa. **Agronomy Journal**, **80**: 871-875, 1988.
- HOWELL, T. A.; HATFIELD, J. L.; YAMADA, H. & DAVIS, K. R. Evaluation of cotton canopy temperature to detect crop water stress. **Transactions of the ASAE**, 84-88, 1984.
- IDSO, S. B.; JACKSON, R. D.; REGINATO, R. J. Remote sensing of crop yields. **Science**, **196**: 19-25, 1977.
- IDSO, S. B.; JACKSON, R. D.; PINTER JR., P. J.; REGINATO, R. J.; HATFIELD, J. L. Normalizing the stress degree day parameter for environmental variability. **Agricultural Meteorology**, **24**: 45-55, 1981.
- JACKSON, R. D. Soil moisture inferences from thermal-infrared measurements of vegetation temperatures. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, **20(3)**: 282-285, 1982.
- JACKSON, R. D. Canopy temperature and crop water stress, In: HILLEL, D., ed. **Advances in Irrigation**. New York, Academic Press, Vol. 1, p. 43-85, 1982a.
- JACKSON, R. D.; REGINATO, R. J.; IDSO, S. B. Wheat canopy temperature: A practical tool for evaluating water requirements. **Water Resources Research**, **13**: 651-656, 1977.
- JACKSON, R. D.; IDSO, S. B.; REGINATO, R. J.; PINTER JR., P. J. Canopy temperature as a crop water stress indicator. **Water Resources Research**, **17(4)**: 1133-1138, 1981.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia, relações solo-planta**. São Paulo, Ceres, 21 ed, 199-215, 1979
- KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo, Nobel, 65-74, 1984.
- KNIPLING, E. B. Physical and physiological basis for the reflectance of visible and near-infrared radiation from vegetation. **Remote Sensing of Environment**, **1**: 155-159, 1970.

- LIMA FILHO, J. M. P. Temperatura foliar de genótipos de feijão sob duas condições de umidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **18(7)**: 703-706, 1983.
- MEDINA, B. F. & MAIA NETO, J. M. Estudo da precipitação pluviométrica no Estado do Rio Grande do Norte. Coleção Mossoroense, 66p, 1989.
- MONTEITH, J. L. **Principles of environmental physics**. London: Eduard Arnold Ltda. 241p, 1973.
- O'TOOLE, J. C. & HATFIELD, J. L. Effect of wind on the crop water stress index derived by infrared thermometry. **Agronomy Journal**, **75**: 811-817, 1983.
- O'TOOLE, J. C. & REAL, J. G. Canopy target dimensions for infrared thermometry. **Agronomy Journal**, **76**: 863-865, 1984.
- O'TOOLE, J. C. & REAL, J. G. Estimation of aerodynamic and crop resistances from canopy temperature. **Agronomy Journal**, **78**: 305-310, 1986.
- PAZZETTI, G. A.; CANO, M. A. O. & RESENDE, M. Aplicação da termometria por infravermelho a irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): parâmetros fisiológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, **4(1)**: 27-31, 1992.
- PINTER Jr., P. J. & REGINATO, R. J. A thermal infrared technique for monitoring cotton water stress and scheduling irrigation. **Transactions of the ASAE**, **25**: 1651-1655, 1982.
- RAMANA RAO, T. V.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V.; MEDEIROS, A. M. T.; SOUZA, C. B.; ACCIOLY, C. V. & ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Comportamento diurno da temperatura do dossel e da resistência estomática do algodão herbáceo irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8, Porto Alegre, 27 a 30 de julho de 1993. **Resumos...**, p52, 1993.
- REGINATO, R. J. Field quantification of crop water stress. **Transactions of the ASAE**, **26**: 772-781, 1983.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Fundação Cargill, Campinas, 4 ed., 317-322, 1985.
- ROSENBERG, N. J.; BLAD, B. L. & VERMA, S. B. **Microclimate-the biological environment**. Second edition, John Wiley & Sons, New York, 495p, 1983.
- SAHA, S. K.; AJAI, A. K. S.; GOPALAN & KAMAT, D. S. Relations between remotely sensed canopy temperature, crop water stress, air vapor pressure deficit and evapotranspiration in chickpea. **Agricultural and Forest Meteorology**, **38**: 17-26, 1986.
- SILVA, B. B. **Estresse hídrico em algodoeiro herbáceo irrigado evidenciado pela termometria infravermelha**. DCA/CCT/UFPB, Campina Grande-PB, 139p, 1994. (Tese de doutorado)
- SILVA, B. B.; RAMANA RAO, T. V.; AZEVEDO, P. V.; AMORIM NETO, M. S.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J & SOUZA, C. B. Comportamento da temperatura do dossel

- do algodão herbáceo em condições irrigadas e sob estresse hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, Viçosa, 21 a 25 de julho de 1991. **Resumos...**, 259-261, 1991.
- SILVA, B. B.; KUMAR, K. K.; AZEVEDO, P. V. & SOUZA, C. B. Estimativa das resistências aerodinâmicas e da cultura com base na temperatura do dossel para o algodão herbáceo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8, Porto Alegre, 27 a 30 de julho de 1993. **Resumos...**, p54, 1993.
- SLACK, D. C.; GEISER, K. M.; STANGE, K. W. & ALLRED, E. R. Irrigation scheduling in subhumid areas with infrared thermometry. In: PROCEEDINGS OF IRRIGATION SCHEDULING CONFERENCE. American Society Agricultural Engineers, St. Joseph, MI. 116-174, 1981.
- SOUZA, C. B. **Estudos de parâmetros morfológicos na cultura do algodoeiro herbáceo em condições diferenciadas de irrigação no Vale do Assu-RN.** DCA/CCT/UFPB, Campina Grande-PB, 1994. (Tese de mestrado)
- STEINER, J. L.; SMITH, R. C. G.; MEYER, W. S.; ADENEY, J. A. Water use, foliage temperature and yield of irrigated wheat in south-eastern Australia. **Australian Journal Agricultural Research**, 36: 1-11, 1985.
- STONE, L. R.; KANEMASU, E. T. & HORTON, M. L. Grain sorghum canopy temperature as influenced by clouds. **Remote Sensing of Environment**, 4: 177-181, 1975.
- THOM, A. S. & OLIVER, H. R. On Penman's equation for estimating regional evaporation. **Quarterly Journal of Royal Meteorological Society**, 103: 345-357, 1977.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Instrumentos convencionais para estações de superfície I.** Coleção Politécnica, CCT, UFPB, 89p, 1979.
- VIANELLO, R. L. & ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicada.** Imprensa Universitária, UFV. 449p, 1991.
- WANJURA, D. F.; KELLY, C. A.; WENDT, C. W. & HATFIELD, J. L. Canopy temperature and water stress of cotton crops with complete and partial ground cover. **Irrigation Science**, 5: 37-46, 1984.
- WANJURA, D. F.; UPCHURCH, D. R.; MAHAN, J. R. Automated irrigation based on threshold canopy temperature. **TRANSACTIONS of The ASAE**, 35(1): 153-159, 1992.
- WIEGAND, C. L. & SWANSON, W. A. Time constants for thermal equilibration of leaf, canopy, and soil surfaces with change in insolation. **Agronomy Journal**, 65: 722-724, 1975.

APÊNDICE

Tabela A1 - Ciclo diurno de Ta (infravermelho) (°C), Tc (°C), DT1 (infravermelho) (°C), DT2 (abrigo) (°C) e Sr (W/m²), nas parcelas PN e P3, no dia 25 de novembro de 1993.

Parcela	Hora	Tc	Ta	DT1	DT2	DPV	Sr
PN	6	23,63	25,2	-1,57	-5,07	2,14	157,47
P3		24,07	25,2	-1,13	-5,20	2,14	163,22
PN	7	24,97	27,1	-2,13	-4,50	2,58	292,29
P3		25,25	27,1	-1,85	-4,53	2,58	300,43
PN	8	28,65	29,6	-0,95	-3,98	3,16	511,69
P3		28,28	29,6	-1,32	-4,55	3,16	507,98
PN	9	30,43	31,0	-0,57	-3,28	3,47	596,27
P3		30,70	31,0	-0,30	-3,48	3,47	588,13
PN	10	29,50	31,6	-2,10	-3,77	3,58	362,54
P3		29,73	31,6	-1,88	-4,90	3,58	371,83
PN	11	29,60	32,6	-3,00	-4,32	3,90	352,10
P3		29,43	32,6	-3,18	-4,70	3,90	343,43
PN	12	29,88	33,0	-3,12	-4,25	3,98	354,04
P3		29,18	33,0	-3,82	-4,65	3,98	331,75
PN	13	29,13	33,5	-4,37	-4,83	4,14	279,02
P3		29,20	33,5	-4,30	-4,65	4,14	292,74
PN	14	31,47	34,4	-2,93	-3,75	4,46	451,18
P3		31,10	34,4	-3,30	-4,33	4,46	446,93
PN	15	28,50	34,0	-5,50	-5,63	4,25	100,85
P3		28,70	34,0	-5,30	-4,90	4,25	97,93
PN	16	29,67	30,9	-1,23	-2,42	3,05	103,68
P3		29,60	30,9	-1,30	-2,05	3,05	111,47
PN	17	28,25	29,4	-1,15	-1,75	2,62	-10,62
P3		28,40	29,4	-1,00	-1,50	2,62	-20,70

Tabela A2 - Ciclo diurno de Ta (infravermelho) (°C), Tc (°C), DT1 (infravermelho) (°C), DT2 (abrigo) (°C) e Sr (W/m²), nas parcelas PN e P3, no dia 02 de dezembro de 1993.

Parcela	Hora	Tc	Ta	DT1	DT2	DPV	Sr
PN	6	24,20	25,5	-1,30	-3,85	1,22	206,44
P3		24,23	25,5	-1,27	-3,48	1,28	206,44
PN	7	25,70	27,0	-1,30	-2,73	2,86	243,95
P3		25,95	27,0	-1,05	-2,80	2,89	243,95
PN	8	27,63	29,0	-1,37	-2,75	4,37	299,57
P3		27,40	29,0	-1,60	-2,58	4,41	299,57
PN	9	29,07	30,8	-1,73	-2,78	5,52	358,36
P3		29,33	30,8	-1,47	-2,65	5,49	358,36
PN	10	30,37	31,9	-1,53	-3,05	6,14	401,59
P3		31,25	31,9	-0,65	-2,45	6,17	401,59
PN	11	31,63	33,1	-1,47	-4,00	6,35	443,06
P3		31,90	33,1	-1,20	-2,83	6,53	443,06
PN	12	32,52	33,9	-1,38	-3,95	7,04	464,09
P3		32,95	33,9	-0,95	-2,30	6,64	464,09
PN	13	31,70	-	-	-	-	-
P3		32,12	-	-	-	-	-
PN	14	30,88	32,4	-1,52	-3,45	4,75	380,20
P3		31,30	32,4	-1,10	-2,90	4,58	380,20
PN	15	30,72	32,0	-1,28	-2,47	3,19	377,38
P3		29,87	32,0	-2,13	-3,00	3,13	377,38
PN	16	29,48	30,8	-1,32	-1,98	1,64	343,26
P3		29,18	30,8	-1,63	-2,33	1,58	343,26
PN	17	27,47	30,8	-3,33	-2,10	-0,10	343,26
P3		27,55	30,8	-3,25	-1,80	-0,12	343,26

Tabela A3 - Ciclo diurno de Ta (infravermelho) (°C), Tc (°C), DT1 (infravermelho) (°C), DT2 (abrigo) (°C), DPV (KPa) e Sr (W/m²), nas parcelas PN e P3, no dia 09 de dezembro de 1993.

Parcela	Hora	Tc	Ta	DT1	DT2	DPV	Sr
PN	6	24,67	25,6	-0,93	-2,93	1,97	209,36
P3		24,95	25,6	-0,65	-2,52	1,97	209,36
PN	7	26,82	27,4	-0,58	-1,75	2,46	261,01
P3		26,73	27,4	-0,67	-1,80	2,46	261,01
PN	8	29,12	29,4	-0,28	-1,28	3,01	319,39
P3		28,88	29,4	-0,52	-1,73	3,01	319,39
PN	9	30,58	30,9	-0,32	-1,77	3,41	361,85
P3		30,85	30,9	-0,05	-1,85	3,41	361,85
PN	10	32,73	32,2	0,53	-1,40	3,77	399,95
P3		32,50	32,2	0,30	-1,28	3,77	399,95
PN	11	32,63	32,7	-0,07	-2,05	3,85	408,76
P3		33,18	32,7	0,48	-1,68	3,85	408,76
PN	12	33,82	34,4	-0,58	-2,92	4,49	476,23
P3		34,25	34,4	-0,15	-2,80	4,49	476,23
PN	13	33,03	34,9	-1,87	-2,75	4,55	482,62
P3		33,75	34,9	-1,15	-2,50	4,55	482,62
PN	14	33,12	34,2	-1,08	-3,30	4,18	443,48
P3		32,77	34,2	-1,43	-2,80	4,18	443,48
PN	15	31,88	33,1	-1,22	-2,80	3,86	409,63
P3		32,00	33,1	-1,10	-2,50	3,86	409,63
PN	16	30,28	31,4	-1,12	-2,17	3,43	363,81
P3		30,35	31,4	-1,05	-1,82	3,43	363,81
PN	17	28,03	29,3	-1,27	-1,57	2,81	297,78
P3		28,30	29,3	-1,00	-1,35	2,81	297,78

Tabela A4 - Ciclo diurno de Ta (infravermelho) (°C), Tc (°C), DT1 (infravermelho) (°C), DT2 (abrigo) (°C) e Sr (W/m²), nas parcelas PN e P3, no dia 16 de dezembro de 1993.

Parcela	Hora	Tc	Ta	DT1	DT2	DPV	Sr
PN	6	24,17	25,2	-1,03	-2,63	1,96	208,35
P3		24,15	25,2	-1,05	-2,55	1,96	208,35
PN	7	25,90	26,8	-0,90	-2,33	2,34	248,35
P3		25,57	26,8	-1,23	-2,60	2,34	248,35
PN	8	26,98	28,6	-1,62	-2,93	2,88	305,86
P3		26,95	28,6	-1,65	-3,02	2,88	305,86
PN	9	28,85	30,1	-1,25	-2,50	3,25	345,33
P3		28,73	30,1	-1,38	-2,42	3,25	345,33
PN	10	31,30	31,6	-0,30	-2,33	3,80	403,01
P3		31,43	31,6	-0,18	-2,25	3,80	403,01
PN	11	30,23	32,7	-2,47	-3,90	4,21	447,05
P3		31,73	32,7	-0,98	-2,70	4,21	447,05
PN	12	31,53	34,1	-2,57	-4,43	4,67	495,97
P3		33,38	34,1	-0,73	-3,15	4,67	495,97
PN	13	32,47	34,0	-1,53	-3,90	4,39	465,91
P3		32,33	34,0	-1,67	-2,93	4,39	465,91
PN	14	31,10	33,2	-2,10	-3,77	4,03	428,31
P3		31,60	33,2	-1,60	-3,40	4,03	428,31
PN	15	30,35	32,1	-1,75	-3,65	3,73	395,60
P3		30,12	32,1	-1,98	-4,08	3,73	395,60
PN	16	28,68	31,2	-2,52	-3,45	3,53	374,69
P3		29,13	31,2	-2,07	-3,30	3,53	374,69
PN	17	27,05	28,9	-1,85	-2,47	2,80	297,49
P3		27,43	28,9	-1,47	-1,90	2,80	297,49

Tabela A5 - Ciclo diurno de Ta (infravermelho) (°C), Tc (°C), DT1 (infravermelho) (°C), DT2 (abrigo) (°C), DPV (KPa) e Sr (W/m²), nas parcelas PN e P3, no dia 28 de dezembro de 1993.

Parcela	Hora	Tc	Ta	DT1	DT2	DPV	Sr
PN	6	24,22	24,1	0,12	-3,00	1,59	168,93
P3		23,88	24,1	-0,23	-2,83	1,59	168,93
PN	7	25,12	26,4	-1,28	-1,40	2,10	223,33
P3		25,25	26,4	-1,15	-1,32	2,10	223,33
PN	8	22,93	29,6	-6,67	-0,83	2,95	313,57
P3		-	-	-	-	-	-
PN	9	31,18	31,2	-0,02	-1,33	3,42	363,34
P3		31,85	31,2	0,65	-0,78	3,42	363,34
PN	10	34,08	32,6	1,48	-0,63	3,85	409,10
P3		35,58	32,6	2,98	0,82	3,85	409,10
PN	11	31,00	31,9	-0,90	-2,17	3,70	392,97
P3		31,65	31,9	-0,25	-1,55	3,70	392,97
PN	12	31,67	32,6	-0,93	-2,43	3,97	421,41
P3		34,30	32,6	1,70	-0,15	3,97	421,41
PN	13	30,63	37,7	-7,07	-3,50	5,93	629,67
P3		32,12	37,7	-5,58	-1,73	5,93	629,67
PN	14	29,73	33,0	-3,27	-4,37	4,14	439,17
P3		31,25	33,0	-1,75	-2,60	4,14	439,17
PN	15	32,45	31,8	0,65	-1,32	3,31	351,07
P3		34,45	31,8	2,65	1,18	3,31	351,07
PN	16	30,82	30,7	0,12	-1,75	3,06	324,89
P3		31,38	30,7	0,68	-1,07	3,06	324,89
PN	17	28,22	29,2	-0,98	-1,93	2,60	275,83
P3		29,10	29,2	-0,10	-1,18	2,60	275,83

Tabela A6 - Variação estacional das temperaturas do ar, Ta (°C), do dossel na parcela PN e na P3, déficit de pressão de vapor, DPV (KPa), saldo de radiação, Sr (W/m²), e as diferenças entre Tc e Ta, DT1 (°C) com Ta do termômetro infravermelho e DT2 (°C) com Ta do abrigo meteorológico, no horário das 10h30min.

DAS	Tc PN	Tc P3	Ta	DT1 PN	DT1 P3	DT2 PN	DT2 P3	DPV	Sr
28	31,70	31,78	32,40	-3,1	-3,3	-0,7	-0,6	2,60	634,26
29	30,72	30,05	33,20	-4,2	-4,7	-2,5	-3,2	2,88	614,27
30	30,22	29,50	33,40	-5,6	-5,7	-3,2	-3,9	3,02	380,85
31	29,18	28,60	31,30	-4,0	-4,3	-2,1	-2,7	2,12	333,03
32	31,67	31,60	32,70	-3,0	-3,2	-1,0	-1,1	2,59	622,36
33	29,02	29,55	32,40	-4,0	-3,8	-3,4	-2,8	2,53	320,29
34	29,50	29,73	31,60	-3,8	-4,9	-2,1	-1,9	2,34	367,18
35	31,17	31,73	34,00	-3,8	-3,8	-2,8	-2,3	3,12	581,93
36	32,55	31,88	33,20	-1,2	-2,5	-0,6	-1,3	2,74	701,10
37	31,08	31,85	31,80	-2,0	-1,5	-0,7	0,1	2,19	726,58
38	28,98	28,90	32,00	-4,5	-4,5	-3,0	-3,1	2,47	302,03
39	28,13	28,07	31,40	-4,3	-4,2	-3,3	-3,3	2,15	266,68
40	28,35	28,78	30,90	-3,5	-3,4	-2,5	-2,1	2,18	340,02
41	30,37	31,25	31,90	-3,1	-2,5	-1,5	-0,6	2,58	653,24
42	31,13	32,35	31,60	-2,8	-2,6	-0,5	0,8	2,31	605,20
43	30,35	31,02	31,80	-3,3	-1,9	-1,4	-0,8	2,52	570,21
44	29,95	32,20	31,00	-1,7	-0,9	-1,1	1,2	2,09	696,94
45	27,65	28,03	31,10	-3,6	-3,2	-3,4	-3,1	2,18	243,33
46	30,30	33,00	33,20	-2,6	-2,0	-2,9	-0,2	3,09	676,73
47	31,10	32,40	31,70	-2,1	-1,3	-0,6	0,7	2,54	642,98
48	32,73	32,50	32,20	-1,4	-1,3	0,5	0,3	2,51	724,59
49	28,82	29,03	31,60	-3,3	-3,3	-2,8	-2,6	2,17	231,96
50	29,15	29,65	32,60	-3,5	-3,5	-3,5	-3,0	2,48	266,11
51	30,63	29,25	32,00	-1,9	-2,9	-1,4	-2,8	2,30	276,46
52	31,63	30,93	32,00	-1,7	-2,4	-0,4	-1,1	2,52	753,69
53	30,80	31,23	32,10	-1,8	-2,3	-1,3	-0,9	2,50	641,60
54	31,78	32,00	32,10	-1,5	-1,5	-0,3	-0,1	2,48	688,89
55	31,30	31,43	31,60	-2,3	-2,3	-0,3	-0,2	2,64	545,40
56	32,88	32,50	32,00	-0,0	-1,6	0,9	0,5	2,54	619,75
57	29,10	30,40	31,10	-3,1	-2,0	-2,0	-0,7	2,20	237,58
58	31,53	34,13	32,00	-1,7	0,9	-0,5	2,1	2,54	778,99
59	31,37	34,73	32,60	-1,8	0,7	-1,2	2,1	2,53	652,71
60	31,80	34,45	32,50	-1,3	0,1	-0,7	2,0	2,42	646,25
61	32,32	35,40	32,00	-1,5	1,3	0,3	3,4	2,18	740,47
62	31,43	33,80	32,90	-2,5	-0,6	-1,5	0,9	3,01	601,53
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	35,32	39,00	32,60	0,1	4,0	2,7	6,4	2,55	696,23
65	34,60	39,02	33,10	-1,5	3,2	1,5	5,9	2,73	649,92
66	33,00	39,23	33,60	-2,2	4,3	-0,6	5,6	2,30	589,76
67	34,08	35,58	32,60	-0,6	0,8	1,5	3,0	2,58	515,10

Tabela A7 - Variação estacional das temperaturas do ar, T_a ($^{\circ}\text{C}$), do dossel na parcela PN e na P3, déficit de pressão de vapor, DPV (KPa), saldo de radiação, S_r (W/m^2), e as diferenças entre T_c e T_a , DT1 ($^{\circ}\text{C}$) com T_a do termômetro infravermelho e DT2 ($^{\circ}\text{C}$) com T_a do abrigo meteorológico, no horário das 12h30min.

DAS	T_c PN	T_c P3	T_a	DT1 PN	DT1 P3	DT2 PN	DT2 P3	DPV	S_r
28	32,8	30,1	34,6	-4,3	-5,2	-1,8	-4,6	2,52	668,68
29	33,2	33,6	34,5	-4,0	-3,5	-1,3	-0,9	2,29	608,16
30	32,9	33,5	34,0	-3,9	-3,9	-1,1	-0,5	2,31	642,62
31	32,4	32,1	33,0	-3,9	-4,4	-0,6	-0,9	1,88	620,11
32	31,9	31,5	35,2	-5,0	-5,7	-3,3	-3,7	2,90	652,57
33	32,3	33,2	33,3	-2,1	-2,0	-1,0	-0,0	2,18	708,93
34	29,9	29,2	33,0	-4,3	-4,7	-3,1	-3,8	2,12	342,90
35	33,2	33,2	36,4	-3,8	-4,7	-3,1	-3,1	3,01	668,41
36	32,8	32,8	34,4	-3,5	-3,7	-1,6	-1,6	2,28	606,39
37	32,9	33,4	33,6	-2,4	-2,9	-0,7	-0,3	2,18	676,11
38	31,7	31,6	32,9	-2,8	-3,0	-1,2	-1,3	2,02	666,73
39	28,7	29,3	32,1	-4,4	-4,0	-3,4	-2,9	1,89	303,35
40	33,5	33,0	33,5	-1,7	-3,1	0,0	-0,5	2,32	788,72
41	32,5	33,0	33,9	-4,0	-2,3	-1,4	-0,9	2,44	725,74
42	27,7	28,1	32,6	-5,8	-6,3	-4,9	-4,5	2,12	605,20
43	32,8	32,1	33,4	-3,4	-3,4	-0,6	-1,3	2,31	562,65
44	32,1	33,4	32,8	-3,3	-1,8	-0,7	0,6	1,99	695,04
45	31,5	33,0	33,5	-3,2	-1,6	-2,0	-0,5	2,14	691,06
46	33,2	33,7	33,8	-2,8	-1,6	-0,6	-0,1	2,26	680,44
47	33,0	36,5	34,1	-2,1	1,7	-1,1	2,4	2,72	666,60
48	33,8	34,3	34,4	-2,9	-2,8	-0,6	-0,1	2,50	685,35
49	31,1	30,7	33,4	-4,0	-3,9	-2,3	-2,7	2,15	211,35
50	30,5	30,4	34,0	-4,7	-4,4	-3,5	-3,6	2,27	266,99
51	33,6	32,9	33,5	-2,1	-2,2	0,1	-0,6	2,04	675,09
52	32,4	32,3	33,0	-2,6	-3,0	-0,6	-0,7	1,94	656,07
53	32,3	33,1	33,2	-2,3	-1,6	-0,9	-0,1	2,23	605,91
54	31,8	34,8	34,8	-4,5	-1,5	-3,0	0,0	2,79	620,33
55	31,5	33,4	34,1	-4,4	-3,2	-2,6	-0,7	2,76	618,74
56	33,7	32,8	34,1	-1,7	-2,2	-0,4	-1,3	2,42	633,86
57	32,9	33,9	32,8	-2,7	-1,5	0,1	1,1	2,05	619,66
58	32,8	34,8	33,2	-2,0	-0,2	-0,4	1,6	2,02	616,04
59	33,4	36,4	34,3	-3,0	-0,5	-0,9	2,1	2,32	642,22
60	33,6	36,0	33,8	-2,4	1,1	-0,2	2,2	2,32	574,24
61	33,2	34,4	32,9	-1,8	-1,3	0,4	1,5	1,96	563,13
62	35,7	37,2	34,7	-0,2	1,1	1,0	2,5	2,64	745,24
63	33,2	35,6	34,6	-2,8	-0,6	-1,4	1,0	2,65	260,18
64	36,2	40,4	34,5	-0,5	3,8	1,7	5,9	2,39	661,51
65	31,9	33,6	34,1	-3,5	-2,0	-2,2	-0,5	2,48	258,94
66	32,5	35,0	34,2	-2,2	-0,2	-1,7	0,8	2,29	323,43
67	31,7	34,3	32,6	-2,4	-0,1	-0,9	1,7	2,16	376,51