

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**FLUXOS DE ÁGUA EM ESPÉCIE DE CITRO (*Citrus sinensis*
L. Osbeck – Laranja Pêra) – CAMPINAS – SÃO PAULO –
BRASIL.**

ARISTÓTELES DE JESUS TEIXEIRA FILHO

CAMPINAS
MARÇO DE 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**FLUXOS DE ÁGUA EM ESPÉCIE DE CITRO (*Citrus sinensis*
L. Osbeck – Laranja Pêra) – CAMPINAS – SÃO PAULO –
BRASIL.**

*Tese de Doutorado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de Doutor
em Engenharia Agrícola, na área de
concentração em Água e Solo.*

ARISTÓTELES DE JESUS TEIXEIRA FILHO

Orientador: Prof. Dr. José Teixeira Filho

CAMPINAS
MARÇO DE 2005

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

T235f Teixeira Filho, Aristóteles de Jesus
Fluxos de água em espécie de citro (*Citrus sinensis*
L. Osbeck – Laranja Pêra) – Campinas – São Paulo –
Brasil. / Aristóteles de Jesus Teixeira Filho.--Campinas,
SP: [s.n.], 2005.

Orientador: José Teixeira Filho.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Citros. 2. Plantas transpiração. 3. Plantas – Efeito
da radiação solar. 4. Pressão de vapor. 5. Modelos
matemáticos. I. Teixeira Filho, José. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Water flows in species of citrus (*Citrus sinensis* L. Osbeck –
Orange Pear) – Campinas – São Paulo – Brasil.

Palavras-chave em Inglês: Citrus, Plantas transpiration, Plants, effect of solar
radiation on, Vapor pressure e Mathematical models.

Área de concentração: Água e Solo

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: José Elias da Cunha Metri, Francisco Adriano de Carvalho
Pereira, Antonio Carlos Zuffo e José Euclides Stipp
Paterniani

Data da defesa: 07/04/2005

Triste ócio

É, o ócio...

Este tal esvazia toda vontade de pensar!

Sugere o mal dizer e o mal estar

E nos leva tão longe que parece deixar de existir

Perante tantas ocupações sutis e febris...

Esvazia o mais ignóbil dentre muitos questionamentos

No entanto, o ócio sugere malandragens e maldizeres;

O sujeito se afaga de forma agonizante...

Mesmo que alguém diga que o ócio na sua mais espantosa forma de filosofar é ultraje

Mas, nego a pieguice que traduz inoperância e impotência do ser para o não ser

Sendo, portanto, ociosamente saudosos, tal situação de morbidez e ousadia...

Ousada palavra que traduz um estado humano; humanitário!

Ousada pelo seu sentido de ter tido pudor

Apudorada por ser criada a mera conveniência

Triste ócio, sentido é tudo aquilo que atribuímos significados!

Pode até não ter senso comum, contudo opera em meio a nossas atitudes...

E quando nos sentimos coagidos, aspiramos estar e ou ficar só!

Triste ócio! Criamos-te para lamentar...

Reflito, no entanto estou só, enquanto a atitude me agoniza.

Remo ao encontro do erro, triste engano, vai repeti-lo e lamentar?

Se não fosse o ócio, seríamos capazes de limitarmos.

(TEIXEIRA FILHO, Aristóteles de J., In: Triste ócio, Campinas-SP, 12.03.03)

Aos meus pais, Belinda Mária de Jesus Teixeira e Aristóteles de Jesus Teixeira, que me fizeram compreender a importância e o valor de cada conquista. Entendendo a necessidade de caminhar sempre sem menosprezar meu semelhante.

Dedico

A Deus Pai, Deus Filho e Espírito Santo, sem os quais não alcançaria tamanho feito, sem os quais minha vida não teria sentido, meu Criador e Senhor.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo que já alcancei até o presente a pelo que está por vir no futuro próximo, pois como está escrito em Filipenses 4:13 – Tudo posso naquele que me fortalece.

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) a qual sou grato.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) sem as quais minha jornada seria dificultada, sou grato pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Dr. José Teixeira Filho, pela orientação.

Ao Funcionário Sérgio pela colaboração e auxílio prestada.

Ao Professor e amigo Celso Luis Borges de Oliveira que contribuiu muito na minha caminhada, e esteve sempre solidário. Mesmo atravessando dificuldades, ele se fez presente.

A Lúcia Ferreira, Camila, Ariston e Carlos, Rojane, Marcão, pela amizade.

As irmãs Arislinda de Jesus Teixeira e Rosana de Jesus Teixeira pela tolerância e amor que externam e que as amo.

Ao irmão Rosalvo S. Teixeira e esposa Elizangela do C. F. da S. Teixeira, sua mãe Helena F. de Souza. Também, Hélio F. de Souza e demais membros que compunha sua família, externo minha sincera satisfação por terem me recebido durante minha jornada em Itapevi-SP.

SUMÁRIO

<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>ix</i>
<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>xiii</i>
<i>LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS</i>	<i>xiv</i>
<i>RESUMO</i>	<i>xv</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xvi</i>
1 INTRODUÇÃO	1
2 HIPÓTESE	2
3 OBJETIVO DO ESTUDO	3
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
4.1 Citros: sua origem, propagação e classificação	4
4.2 Importância econômica dos citros	5
4.3 Transpiração vegetal, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa e potencial hídrico	7
4.4 Relações hídricas nas culturas	15
4.5 Modelagem	30
5 MATERIAL E MÉTODOS	32
5.1. Localização Experimental	32
5.2 Características Climáticas da Área Experimental	33
5.3 Caracterização e Metodologia do Experimento	33
5.3.1 Dados meteorológicos	39
5.4 Modelagem	39
6.1 Análise Geral das Plantas em 2003	42
6.1.1 Período de 17 a 24/03/03	42
6.1.2 Período de 29/03 a 03/04/03	48
6.1.3 Período de 23 a 27/04/2003	53
6.1.4 Período de 01 a 09/05/2003	59
6.1.5 Período de 26/05 a 04/06/03	65
6.2 Análise Geral das Plantas em 2004	72

6.2.1 Período de 24 a 26/03/04.....	72
6.2.2 Período de 21 a 23/05/2004.....	79
6.2.3 Período de 29/06 a 01/07/04	86
6.2.4 Período de 27 a 29/07/04.....	93
6.2.5 Período de 12 a 14/08/04.....	99
6.2.6 Período de 03 a 05/09/04.....	106
6.3 DISCUSSÃO	113
6.3.1 Máximas ocorrências observadas em 2003	113
6.3.2 Máximas ocorrências observadas em 2004	116
6.4 Análise Comparativa do Período Integral de Medidas.....	118
7 HIPÓTESES.....	138
8 MODELOS DE SIMULAÇÃO.....	140
9 CONCLUSÃO	154
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
APÊNDICE A	174
APÊNDICE B.....	182
APÊNDICE C.....	193
APÊNDICE D.....	203
APÊNDICE E.....	214
APÊNDICE F.....	232
APÊNDICE G.....	238
APÊNDICE H.....	244
APÊNDICE I.....	250
APÊNDICE J.....	256
APÊNDICE L.....	262
APÊNDICE M.....	268
APÊNDICE N.....	285
APÊNDICE O.....	290

<i>APÊNDICE P</i>	<i>304</i>
<i>APÊNDICE Q</i>	<i>314</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo, região metropolitana e área de influência (Fonte: http://www.unicamp.br/unicamp/images/localizacao_mapasaopaulo.gif).....	32
Figura 2. (A) – Foto do campo experimental, onde consta a parcela de citros, área circulado. (B) – Distribuição das plantas na parcela experimental [os pontos em destaque indicam a localização dos evapotranspirômetros (PL1EVP1 e PL3EVP2) suas respectivas testemunhas (PL2T1, PL4T2 e PL5T3)].	34
Figura 3. Esquema do evapotranspirômetro da parcela experimental.....	35
Figura 4. Foto da planta cultivada no evapotranspirômetro (PL1EVP1).	37
Figura 5. Foto da planta cultivada nas condições de campo (Testemunha-PL2T1).	37
Figura 6. Régua do tempo do período de medidas no ano de 2003 e 2004.	38
Figura 8. Transpiração foliar (Tr.), 19/03/03.	44
Figura 9. Condutância estomática foliar (C.E.), 19/03/03.	44
Figura 10. Radiação fotossinteticamente ativa foliar (R.F.A.), 19/03/03.	44
Figura 11. Radiação incidente total (R.I.T.), 19/03/03.	45
Figura 12. Déficit de pressão de vapor saturado (D.P.V.S.), 19/03/03.	45
Figura 13. Transpiração foliar, 30/03/2003.	51
Figura 14. Condutância estomática foliar, 30/03/2003.	51
Figura 15. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 30/03/2003.	51
Figura 16. Radiação incidente total, 30/03/2003.	52
Figura 17. Déficit de pressão de vapor saturado, 30/03/2003.	52
Figura 18. Transpiração foliar, 26/04/2003.	56
Figura 19. Condutância estomática foliar, 26/04/2003.	57
Figura 20. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 26/04/2003.	57
Figura 21. Radiação incidente total, 26/04/2003.	57
Figura 22. Déficit de pressão de vapor saturado, 26/04/2003.	58
Figura 23. Transpiração foliar, 01/05/2003.	63
Figura 24. Condutância estomática foliar, 01/05/2003.	64
Figura 25. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 01/05/2003.	64
Figura 26. Radiação incidente total, 01/05/2003.	64
Figura 27. Déficit de pressão de vapor saturado, 01/05/2003.	65
Figura 28. Transpiração foliar, 30/05/2003.	70
Figura 29. Condutância estomática foliar, 30/05/2003.	70
Figura 30. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 30/05/2003.	70
Figura 31. Radiação incidente total, 30/05/2003.	71
Figura 32. Déficit de pressão de vapor saturado, 30/05/2003.	71
Figura 33. Transpiração foliar, 26/03/2004.	76
Figura 34. Condutância estomática foliar, 26/03/2004.	76
Figura 35. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 26/03/2004.	76
Figura 36. Radiação incidente total, 26/03/2004.	77
Figura 37. Déficit de pressão de vapor saturado, 26/03/2004.	77
Figura 38. Potencial hídrico de base médio do período de 24 a 26/03/2004.	78

Figura 39. Transpiração foliar, 21/05/2004.....	83
Figura 40. Condutância estomática foliar, 21/05/2004.	83
Figura 41. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 21/05/2004.....	84
Figura 42. Radiação incidente total, 21/05/2004.....	84
Figura 43. Déficit de pressão de vapor saturado, 21/05/2004.	84
Figura 44. Potencial hídrico de base médio do período de 21 a 23/05/2004.	85
Figura 45. Transpiração foliar, 30/06/2004.....	89
Figura 46. Condutância estomática foliar, 30/06/2004.	90
Figura 47. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 30/06/2004.	90
Figura 48. Radiação incidente total, 30/06/2004.....	90
Figura 49. Déficit de pressão de vapor saturado, 30/06/2004.	91
Figura 50. Potencial hídrico de base médio do período de 29/06 a 01/07/2004.	92
Figura 51. Transpiração foliar, 27/07/2004.....	96
Figura 52. Condutância estomática foliar, 27/07/2004.	96
Figura 53. Condutância estomática foliar, 27/07/2004.	97
Figura 54. Radiação incidente total, 27/07/2004.....	97
Figura 55. Déficit de pressão de vapor saturado, 27/07/2004.	97
Figura 56. Potencial hídrico de base médio do período de 27 a 29/07/2004.	99
Figura 57. Transpiração foliar, 12/08/2004.....	103
Figura 58. Condutância estomática foliar, 12/08/2004.	103
Figura 59. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 12/08/2004.....	103
Figura 60. Radiação incidente total, 12/08/2004.....	104
Figura 61. Déficit de pressão de vapor saturado, 12/08/2004.	104
Figura 62. Potencial hídrico de base médio do período de 12 a 14/08/2004.	105
Figura 63. Transpiração foliar, 05/09/2004.....	109
Figura 64. Condutância estomática foliar, 05/09/2004.	110
Figura 65. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 05/09/2004.....	110
Figura 66. Radiação incidente total, 05/09/2004.....	110
Figura 67. Déficit de pressão de vapor saturado, 05/09/2004.	111
Figura 68. Potencial hídrico de base médio do período de 03 a 05/09/2004.	112
Figura 69. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.	120
Figura 70. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.....	120
Figura 71. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.....	121
Figura 72. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.....	121
Figura 77. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.	125
Figura 78. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.....	125
Figura 79. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.....	126
Figura 80. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.....	126

Figura 81. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.	127
Figura 82. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.....	127
Figura 83. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.....	128
Figura 84. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.....	128
Figura 85. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.	131
Figura 86. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.....	131
Figura 87. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.....	132
Figura 88. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.....	132
Figura 89. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.....	133
Figura 90. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.	133
Figura 91. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.....	134
Figura 92. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.....	134
Figura 93. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.....	135
Figura 94. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.....	135
Figura 95. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.	136
Figura 96. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.....	136
Figura 97. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.....	137
Figura 98. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.....	137
Figura 99. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.....	138
Figura 100. Modelo de Tr em função da R.F.A do período de medidas em 2004.	143
Figura 101. Modelo de Tr foliar em função da R.I.T do período de medidas em 2004.....	143
Figura 102. Modelo de Tr em função do D.P.V.S do período de medidas em 2004.....	144
Figura 103. Modelo da C.E em função da R.F.A do período de medidas em 2004.....	146
Figura 104. Modelo da C.E em função da R.I.T do período de medidas em 2004.	147
Figura 105. Modelo da C.E em função do D.P.V.S do período de medidas em 2004.	147
Figura 106. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.F.A em 2004....	148
Figura 107. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.F.A em 2004....	148

Figura 108. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.F.A em 2004....	148
Figura 109. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.I.T em 2004.	149
Figura 110. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.I.T em 2004.	149
Figura 111. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.I.T em 2004.	149
Figura 112. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da D.P.V.S em 2004.	150
Figura 113. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da D.P.V.S em 2004.	150
Figura 114. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da D.P.V.S em 2004.	150
Figura 115. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.F.A em 2004.	151
Figura 116. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.F.A em 2004.	151
Figura 117. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.F.A em 2004.	151
Figura 118. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.I.T em 2004...	152
Figura 119. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.I.T em 2004...	152
Figura 120. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.I.T em 2004...	152
Figura 121. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da D.P.V.S em 2004.	153
Figura 122. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da D.P.V.S em 2004.	153
Figura 123. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da D.P.V.S em 2004.	153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Transpiração foliar (Tr), condutância estomática foliar (C.E.) e radiação fotossinteticamente ativa foliar (R.F.A.), máxima horária e média diária observada em quatro plantas.....	43
Tabela 2. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.	49
Tabela 3. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.	55
Tabela 4. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.	60
Tabela 5. Tr máxima horária e média diária observada em quatro plantas.	66
Tabela 6. C.E máxima horária e média diária observada em quatro plantas.....	67
Tabela 7. R.F.A máxima horária e média diária observada em quatro plantas.	68
Tabela 8. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.....	74
Tabela 9. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.	77
Tabela 10. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.....	81
Tabela 11. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.	85
Tabela 12. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.....	87
Tabela 13. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.	93
Tabela 14. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.....	94
Tabela 15. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.	98
Tabela 16. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.....	100
Tabela 17. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.	105
Tabela 18. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.....	107
Tabela 19. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.	111
Tabela 20. Modelos e seus coeficientes de determinação (R^2) em diferentes faixas de potencial hídrico de base (Ψ_b).....	142
Tabela 21. Modelos e seus coeficientes de determinação (R^2) em diferentes faixas de potencial hídrico de base (Ψ_b).....	145

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

Tr = Transpiração Foliar;

C.E = Condutância Estomática Foliar;

R.F.A = Radiação Fotossinteticamente Ativa Foliar;

R.I.T = Radiação Incidente Total;

D.P.V.S = Déficit de Pressão de Vapor Saturado;

Ψ_b = Potencial Hídrico de Base;

PLEVP \Rightarrow PL = Planta, EVP = Evapotranspirômetro;

PLT \Rightarrow PL = Planta, T = Testemunha;

T_f = Temperatura Foliar;

P.M. = Precipitação Mensal;

Prec. = Precipitação;

$T_{ar\ máx}$ = Temperatura do Ar Máxima;

$T_{ar\ mín}$ = Temperatura do Ar Mínima;

T_{ar} = Temperatura do Ar Média;

U.R = Umidade Relativa;

R^2 = Coeficiente de Determinação;

RESUMO

As variáveis ecofisiológicas exercem grande influência, não somente no comportamento vegetativo das plantas cultivadas, mas, sobretudo no seu desempenho em relação às características produtivas. Os estudos sobre trocas gasosas têm-se ampliado desde a década de oitenta, dada a sua importância em cultivos tropicais, tal qual, em variedades de citros. Tem-se investigado que os estômatos são o principal ponto de controle do fluxo de água, sendo o déficit de pressão hídrica do ar apontada como a força motora para a transpiração, e a quantidade de água no solo é o fator decisivo para o abastecimento hídrico da planta. Dessa forma, a eficiência do uso da água pela cultura pode ser considerada como uma relação custo-benefício para o aumento da produção dos citros, com o mínimo impacto na reserva hídrica do ecossistema, haja vista que no Brasil, apesar da incidência de períodos de déficits hídricos temporários em várias regiões citrícolas, predomina o cultivo sem irrigação. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas cítricas, destacando-se os Estados: Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo e Sergipe. Com plantios acima de 1.100.000 hectares, os citros têm grande importância comercial no Brasil, sendo São Paulo o maior produtor com aproximadamente 70% da produção nacional. O retorno econômico proveniente deste produto é de grande importância para o crescimento do setor agrícola do país. A partir da safra de 1979-1981, a citricultura brasileira vem ocupando o primeiro lugar em produção dentro da América do Sul. Para tal, o estudo foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas, localizado no município de Campinas, entre as coordenadas geográficas de 22°53'20" de Latitude sul e o meridiano 47°04'40" de Longitude oeste de Greenwich. O experimento foi conduzido em cinco plantas de citros de mesma variedade (*Citrus sinensis* L. Osbeck), realizando medidas de transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total e déficit de pressão de vapor saturado. No período considerado observou-se que a maior média diária da transpiração 4,63 mmol.m⁻².s⁻¹ na PL4T2 e a menor foi de 1,53 mmol.m⁻².s⁻¹ na PL1EVP1. O melhor modelo foi aquele que considerou que resposta da transpiração foliar estar diretamente associado ao déficit de pressão de vapor saturado.

ABSTRACT

The variables ecofisiológicas exercise great influence, not only in the vegetative behavior of the cultivated plants, but, above all in your acting in relation to the productive characteristics. The studies on gas exchange have been enlarging since the decade of eighty, given your importance in tropical cultivations, just as, in citrus varieties. Has been investigating that the stomatal is the principal point of control of the flow of water, being the deficit of pressure water of the air appeared as the motive force for the perspiration, and the amount of water in the soil it is the decisive factor for the provisioning water of the plant. In that way, the efficiency of the use of the water for the culture can be considered as a relationship cost-benefit for the increase of the production of the citrus, with the minimum impact in the reservation water of the ecosystem, have seen that in Brazil, in spite of the incidence of periods of deficits temporary waters in several areas citrícolas, the cultivation prevails without irrigation. Brazil is one of the largest world producers of citric fruits, standing out States: Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo and Sergipe. With plantings above 1.100.000 hectares, the citrus have great commercial importance in Brazil, being São Paulo the largest producing with approximately 70% of the national production. The originating from economical return this product is of great importance for the growth of the agricultural section of the country. Starting from the crop of 1979-1981, the Brazilian citricultura is occupying the first place inside in production of South America. For such, the study was lead in the experimental field of the College of Engenharia Agrícola (FEAGRI) of the State University of Campinas, located in the city of Campinas, enters the geographic coordinates of 22°53'20" of south Latitude and the meridian 47°04'40" of Longitude west of Greenwich. The experiment was led in five plants of citrus of same variety (*Citrus sinensis* L. Osbeck), accomplishing perspiration measures, conductance stomatal, radiation fotossinteticamente activates, total incident radiation and deficit of pressure of saturated vapor. In the considered period it was observed that the largest average daily rate of the perspiration $4.63 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ in PL4T2 and the smallest was of $1.53 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ in PL1EVP1. The best model was that that considered that answer of the perspiration to foliate to be directly associated to the deficit of pressure of saturated vapor.

1 INTRODUÇÃO

A maioria das espécies do gênero *Citrus* são originadas das regiões tropicais úmidas do Sudeste da Ásia. Entretanto, alguns cultivares, como a laranjeira ‘Valência’, estão aparentemente bem adaptados a muitas condições climáticas, desde os trópicos úmidos até os desertos áridos, sob condições de irrigação.

Portanto, o conhecimento das necessidades hídricas dos citros baseia-se na determinação da evapotranspiração da cultura (ETc).

Evapotranspiração (ET) é a quantidade de água transferida para a atmosfera na forma de vapor através da transpiração e evaporação, a partir de uma superfície vegetada. Como ET altera o volume de água armazenado no solo, a determinação de ET leva ao conhecimento da necessidade hídrica das plantas para uma dada condição edafoclimática e de manejo da cultura.

Os cítricos requerem entre 600 e 1300mm anuais de água (SALIBE, 1969; MARSH, 1973; GERBER *et al.*, 1973; DOORENBOS e KASSAM, 1979; VIEIRA, 1990; COELHO *et al.*, 2000). Esta demanda varia entre e dentro das distintas localidades, pela variação espacial e temporal da radiação solar recebida, da temperatura, do vento, da umidade relativa do ar, do conteúdo de umidade no solo, da sanidade das plantas, das diferenças de volume de solo explorado e capacidade de extração de água das distintas combinações enxerto-porta-enxerto, das características de retenção de água nos distintos solos, e dos aspectos culturais como espaçamento entre plantas e condução da cobertura vegetal (SIQUEIRA SAMPAIO, 1990). No Estado de São Paulo o consumo de água aproxima-se de 3mm.dia⁻¹ em solos irrigados e de 1,5mm.dia⁻¹ nos não irrigados. Os dados de diferentes regiões do mundo mostram que o consumo dos citros no período de inverno é de 1,5 mm.dia⁻¹ e no período de verão é de 3,2 a 4,7mm.dia⁻¹. A reduzida taxa evapotranspirométrica dos citros está associada a baixa condutância estomática das folhas (SALIBE, 1969, GERBER *et al.*, 1973, MARSH, 1973, DOORENBOS e KASSAM, 1979, VIEIRA, 1990, COELHO *et al.*, 2000, CINTRA *et al.*, 2000).

Em termos de volume de água a ser aplicado por planta, produtividades de frutos consideradas ótimas, ou seja, em torno de 50t.ha⁻¹, pode ser necessário irrigação da ordem de 71,23L de água/árvore/ano. Na Flórida, o consumo anual de água da laranjeira ‘Valência’

varia, conforme o ano, de 11.733 a 16.030 ha/árvore sendo o consumo médio de plantas adultas e sadias de 55 a 110L/planta/dia no inverno e de 110 a 190L/planta/dia na estação seca da primavera. Estes valores são da ordem de 220 a 260L/planta/dia durante os meses quentes e secos do verão (COELHO *et al.*, 2000).

Segundo REUTHER *apud* OLIVEIRA (1980), os estudos relacionados com a influência do ambiente sobre a cultura de citros devem ser direcionados principalmente para avaliação dos efeitos dos fatores climáticos sobre a transpiração e uso de água pelas plantas e sobre o regime hídrico do solo, em virtude da forte relação entre disponibilidade de água no solo com a produtividade, vigor das plantas e qualidade dos frutos, esta é, também, a posição de OLIVEIRA (1991) o qual acrescenta que, por ser o citros uma espécie perenifólia, requer níveis contínuos de umidade no solo, além de condições adequadas de drenagem, porosidade e permeabilidade.

Da mesma forma, ORTOLANI *et al.* (1991) afirmam que as necessidades hídricas dos citros variam em função da distribuição espacial e temporal das condições climáticas, dos fatores relacionados ao manejo do pomar, da combinação enxerto-porta-enxerto e das características hídricas do solo.

No Brasil, apesar da incidência de períodos de déficits hídricos temporários em várias regiões citrícolas, predomina o cultivo sem irrigação (ORTOLANI *et al.*, 1991). Sob deficiência hídrica, ocorre o fechamento dos estômatos, diminuindo a difusão do vapor d'água para a atmosfera e a difusão do CO₂ para o mesófilo foliar, com depressão da fotossíntese da produtividade (MEDINA, 1998).

2 HIPÓTESE

Os mecanismos de controle da água na cultura de citros são fundamentais para compreensão da transpiração vegetal.

3 OBJETIVO DO ESTUDO

GERAL:

Avaliar a transpiração foliar e a condutância estomática foliar de plantas de citros (*Citrus sinensis* L. Osbeck – Variedade Pêra) em relação as variáveis meteorológicas (radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total e déficit de pressão de vapor saturado) associada a disponibilidade de água (potencial hídrico de base).

ESPECÍFICO:

1. Compreender os mecanismos de controle de água na laranjeira Pêra no ano de 2003 e 2004, tendo como base a demanda atmosférica e o potencial hídrico de base;
2. Fazer uma análise comparativa da transpiração foliar em árvores de citros cultivados em evapotranspirômetros e suas respectivas testemunhas;
3. Fazer uma análise comparativa da transpiração foliar em árvores de citros cultivados com outras espécies vegetais encontradas na literatura,
4. Estudar a correlação das variáveis fisiológicas (Tr e C.E) com as variáveis meteorológicas físicas (R.F.A, R.I.T e D.P.V.S), em distintas faixas de potencial hídrico de base, e então, analisar a melhor relação.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Citros: sua origem, propagação e classificação

Segundo WEBBER (1967) a origem mais provável das espécies cultivadas de cítricos são as regiões tropicais e subtropicais do sudeste da Ásia e do arquipélago da Malásia. SIMÃO (1998) informa que as mesmas se estendem desde a Índia, o norte da China, a Nova Guiné até a Austrália. De acordo com MALAVOLTA e NETTO (1989), a primeira espécie conhecida pelos europeus foi a cidra (*Citrus medica*), mencionada por Teofrasto no ano 300 antes de Cristo, enquanto que a laranja doce foi uma das últimas levada para o continente europeu por volta do século XV.

Ainda, WEBBER (1967), diz que a propagação dos citros foi um processo lento, marcado pelas diferenças relativamente pequenas das variedades originais até a obtenção das atuais. Também é sabido que nenhuma espécie do gênero é originária da América, sendo que as primeiras sementes foram introduzidas por Cristóvão Colombo no ano de 1493 na ilha de Haiti. No Brasil, já no ano 1540 aparecem citações da propagação e crescimento de numerosas árvores de cítricos.

Quanto a sua classificação, pertence a família *Rutaceae*, sub-família *Aurantioideae*, tribo *Citrae*, subtribo *Citrinae*, sendo os principais gêneros: *Fortunella*, *Poncirus* e *Citros*. O gênero *Citrus* engloba quase a totalidade das espécies comerciais cultivadas como as laranjas doces (*C. sinensis* Osbeck), tangerinas e mexericas (*C. reticulata* Blanco), limas ácidas (*C. aurantifolia* S.), lima Tahiti (*C. latifolia* Tanaka), limões verdadeiros (*C. limon* Burn) e pomelos (*C. paradisi* Macf) (SIMÃO, 1998).

4.2 Importância econômica dos citros

Os cítricos (*Citrus spp.*) são sob diversas formas o grupo de frutas de maior comercialização internacional. Sua comercialização *in natura* só perde para a banana em volume, sendo superior, entretanto, em valor.

A produção de citros, como outras culturas, é o resultado da disponibilidade de tecnologia no sistema solo-planta-atmosfera e da possibilidade de sua aplicação pelo homem. Dos elementos desse conjunto, em geral a relação planta-atmosfera tem sido menos estudada, quando se observa atualmente o número crescente de trabalhos nessa região.

A produção mundial atingiu 61.153 toneladas no ano 1988 (FAO, 1989a), equivalendo aproximadamente a US\$ 32 bilhões ao preço do mercado internacional desse ano (FAO, 1989b). A mesma fonte indica o Brasil como maior produtor do mundo, cerca de 27% do total. Segundo dados do ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1988 (1989), nesse mesmo ano o Estado de São Paulo produziu o equivalente a 18% da produção mundial, ocupando o primeiro lugar em importância econômica nesse Estado.

O Estado de São Paulo possui a maior área de produção de cítricos no mundo. Em 1988, sua produção atingiu 11.115.144 toneladas, correspondendo a 91% de laranjas (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1988, 1989). Esta polarização da citricultura brasileira já começava a se definir em 1981, quando São Paulo superou a produção da Flórida (EUA), que até esse momento liderava a produção cítrica do mundo (TEÓFILO SOBRINHO *et al.*, 1982).

O Brasil continua sendo o maior produtor mundial de laranjas, seguido de perto pelos EUA. De 1991 a 1997 a produção brasileira passou de 15.557.907 de toneladas para 18.957.058, registrando um aumento de 21,8%. Na década de 90, entre 1991 e 1997, a área colhida na região sudeste começava a apresentar ligeiro decréscimo, da ordem de 7%. Mas, nesse mesmo período, a produção foi ampliada em quase 20%. Em 1997 a região foi responsável pela produção de 16,4 milhões de toneladas de laranja, ou 84% da produção nacional (FNP, 1998). Desta forma, o crescimento e a produtividade das árvores cítricas são afetados diferentemente pelo suprimento de água. Enquanto o crescimento vegetativo e a acumulação de biomassa constituem um processo continuado e correlacionado diretamente com a transpiração (WITT, 1978).

Os citros têm grande importância comercial no Brasil, haja vista que apresenta plantios acima de 1.100.000 hectares, sendo São Paulo o maior estado produtor com aproximadamente 70% da produção nacional (FAO, 2001). Essa importância é demonstrada pelo valor comercializado no mercado exterior. A laranja, por exemplo, em forma de suco concentrado, representou um ingresso bruto de US\$ 1.235.005.000 no ano de 1999. Os resultados das exportações brasileiras de frutas no ano 2000, divulgadas pela Secretaria do Comércio Exterior do Ministério de Desenvolvimento da Indústria e do Comércio revelam que a laranja, como fruta fresca, ocupa a quinta posição entre as principais frutas brasileiras de exportação, representando um ingresso bruto de US\$ 15.248.000 no ano de 2000, enquanto que o limão e a lima ácida ocuparam a nona posição, representando o valor de US\$ 4.642.000 (SATURNINO *apud* ROJAS, 2003).

TOZATTI (2001) informa que apesar da destruição de grandes áreas de plantações de citros em plena produção, em função da clorose variegada dos citros (CVC) e do cancro cítrico, a taxa anual de implantação de novos pomares é bem maior. Dentre vários motivos desta atitude, cita-se a diminuição da colheita da Flórida (EUA) devido as secas e geadas ocorridas durante a safra de 2000/2001. Diante de tais problemáticas, os produtores norte-americanos, ainda foram prejudicados pelo baixo preço e pelo problema crescente de doença, a exemplo, a tristeza. Este panorama foi suficiente para se especular que o desânimo generalizado desses produtores poderia acarretar a diminuição da área naquele país, o que beneficiaria os produtores brasileiros.

Visto os motivos apresentados, CORTE (2001) afirma que mais que aumentar a superfície plantada, é preciso que produtores aumentem a produtividade por superfície. “Falar em irrigação de citros em nossas condições é sempre complexo e polêmico. Complexo devido aos poucos trabalhos de pesquisa realizados em nossas condições, a irrigação é feita com pouco suporte científico; polêmico, pois sem tais conhecimentos, a discussão fica muitas vezes baseada na experiência de cada produtor”.

Uma outra questão bastante relevante é que o Brasil apesar de ostentar o primeiro lugar na produção mundial de citros, com aproximadamente 22% do total, a maioria dos pomares não são irrigados e apresentam por sua vez, produtividade considerada baixa, com apenas 2 caixas por planta (AMARO *et al.*, 1997). Entretanto é sabido que cerca de 45% da

produção mundial de citros provém de pomares irrigados em que a produtividade é considerada alta (ZANINI *et al.*, 1998).

4.3 Transpiração vegetal, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa e potencial hídrico

De toda a água absorvida pelo sistema radicular apenas uma pequena fração fica retida na planta. A maior parte é evaporada pela parte aérea para o ar circundante. Verificou-se que, numa planta de milho, cerca de 98% da água absorvida é evaporada pela planta, 1,8% é retida na planta e apenas 0,2% é utilizada na fotossíntese (COSTA, 2004).

A água penetra o solo, sendo absorvida pelas plantas por meio das raízes, percorrendo-as até atingir as folhas, onde ocorre a transferência para a atmosfera na forma de vapor. Em função da existência de um potencial hídrico e de uma continuidade hidráulica entre o solo e as folhas esse fenômeno acontece: A água é transportada pelo vegetal por uma rede formada de vasos condutores, quais sejam: floema e xilema. O floema distribui, a partir das folhas, uma solução concentrada e rica em substâncias nutritivas. O xilema assegura o transporte para as folhas de uma solução diluído proveniente do sistema radicular. A transpiração vegetal permite que as células foliares recebam os elementos e substâncias dissolvidas na água procedentes do solo. O motor responsável pela circulação da água nos vegetais é a energia de origem solar, estes para poderem captar mais e melhor a radiação solar, dividiram a sua parte aérea em um número muito elevado de lâminas, as folhas.

A evaporação através das plantas é chamada de “transpiração”, sendo esta o mecanismo principal de transferência da água para a atmosfera, quando o solo está coberto por vegetação. Quando o solo está parcialmente descoberto, entretanto, a evaporação ocorre tanto através das plantas como na superfície do solo que se encontra descoberta, simultaneamente. Como é difícil separar os dois processos, são eles tratados, em geral, em conjunto como se fossem um só fenômeno e sob a denominação de “evapotranspiração” (BERLATO e MOLION, 1981).

A transpiração é influenciada por diversos fatores, quais sejam: clima, espécie, idade da floresta, solo, etc., e, por esta razão, trata-se de um processo mais difícil de ser

completamente elucidado. Para uma dada espécie, a transpiração depende da chamada resistência superficial, que é o produto da resistência estomatal pelo índice de área foliar (ROBERTS *et al.*, 1982). A resistência superficial, por sua vez, varia ao longo do dia, e de dia para dia (STEWART, 1981 e WHITEHEAD *et al.*, 1981).

A transpiração nas plantas pode ser cuticular, lenticular e estomática (SALISBURY e ROSS *apud* COSTA, 2004). A primeira é uma interface líquido-vapor na qual ocorre a evaporação, as outras duas são uma via estrutural para o movimento do vapor que existe entre um espaço já preenchido com vapor de água e a atmosfera. Dessa forma, procuramos estudar a transpiração estomática que consiste na saída de vapor de água da planta (80 a 90% da perda de água total de um vegetal), através dos estomas situados na epiderme duma folha ou caule verde e representa um dos processos de maior importância na interação entre a planta e o ambiente. Assim, quando consideramos a transpiração como um todo, a componente estomática é largamente dominante. Então passamos a tratar a transpiração como se fosse apenas estomática (COSTA, 2004).

Todas as superfícies de um vegetal, em contato direto ou indireto com a atmosfera, estão sujeitas a perder maior ou menor quantidade de água por transpiração. Caules, flores, frutos, transpiram, mas a perda maior de água por transpiração se dá por meio das folhas. O grau de abertura dos estômatos é variável nas diferentes horas do dia e vai determinar as variações de perdas de água pelo vegetal ao longo do dia. A transpiração é um processo que ocorre, essencialmente, em duas fases, a evaporação da água para os espaços intercelulares e após, a difusão da água para a atmosfera. A passagem da água do vegetal para a atmosfera é realizado pelos estômatos, as suas aberturas irão depender do grau de saturação hídrica das células estomáticas, podendo haver grande restrição da transpiração quando o déficit de água na planta for muito grande. Ao mesmo tempo em que as plantas necessitam abrir os estômatos para absorver CO₂ e assim realizar a fotossíntese, também necessitam fechá-los para evitar a perda de água. A solução encontrada foi à regulação temporal da abertura estomática. À noite quando não há fotossíntese, e, portanto não há demanda por CO₂ dentro da folha, a abertura estomática fica pequena. Nas manhãs ensolaradas e com suprimento de água abundante e quando a radiação solar incidente na folha favorece altas taxas de fotossíntese, a demanda por CO₂ dentro da folha é alta e por isso o poro estomático permanece amplamente aberto.

A transpiração tem uma importância fisiológica indiscutível, de modo que apresenta alguns efeitos benéficos para a planta dentre os quais destacam-se: o transporte de nutrientes minerais, a turgidez ótima e o arrefecimento das folhas. Os nutrientes minerais que são absorvidos pelas raízes movem-se pela parte aérea no fluxo transpiracional. Embora também haja movimento de sais minerais em plantas que não transpiram, não há dúvidas que o fluxo transpiracional permite que a absorção de sais minerais a partir do solo se processe a uma taxa mais elevada. A turgidez ótima - verificou-se experimentalmente que as plantas num ambiente de 100% de umidade relativa não crescem tão bem como em situações em que existe uma certa transpiração. Pensa-se que existe uma turgidez ótima acima e abaixo na qual as funções celulares das plantas são menos eficientes. Se as plantas não podem transpirar, as células tornam-se demasiadas túrgidas e não crescem à taxa que quando existe uma certa carência hídrica (SALISBURY e ROSS, *apud* COSTA, 2004). O efeito resfriante que pode ser definido como a passagem do estado líquido para o gasoso em que há perda de energia na forma de calor (calor latente de vaporização) esse efeito resfriante poderia ser benéfico para o vegetal. No entanto, no período em que o vegetal necessita mais desse mecanismo (nas horas mais quentes do dia) ocorre um fechamento estomático ocasionando o cessar da transpiração, isso acontece porque a absorção de água do solo pelas raízes não possui a mesma intensidade da transpiração pelas folhas provocando um déficit hídrico.

As folhas das plantas são a fábrica na qual água, dióxido de carbono e os nutrientes são convertidos em carboidratos na presença de luz solar. Segundo HUMBERT (1968) são três as funções principais atribuídas às folhas: produção de carboidratos (fotossíntese); síntese de outros compostos a partir de carboidratos e transpiração.

A perda de água por evaporação vegetal se produz através dos estômatos (MORISON, 1987; JONES, 1992), os quais permitem a difusão do CO₂ para os tecidos foliares, assim como limitam a perda de vapor de água para a atmosfera. A regularização das trocas de vapor de água e de CO₂ representa a função central dos estômatos (ZIMMERMANN, 1983). Os estômatos são controlados por mecanismos complexos que condicionam o fechamento ou a abertura estomática em resposta aos fatores fisiológicos e ambientais (SHARKEY e OGAWA, 1987; SCHULZE, 1994), dos quais se destacam: radiação solar, déficit de pressão de saturação, temperatura, disponibilidades hídricas no solo

(FARQUHAR e WONG, 1978; JARVIS e MORISON, 1981; FARQUHAR e COWAN, 1987; JONES, 1992).

Todos os fatores exógenos e endógenos que afetam a transpiração estão sujeitos a alterações durante o dia, originando uma periodicidade diurna na taxa a que este processo ocorre. Para a maior parte das plantas durante a noite a taxa de transpiração é geralmente baixa, perto de zero, aumentando depois do nascer do sol até atingir um máximo ao meio-dia. Após a transpiração começa a diminuir até atingir, ao entardecer, os valores mínimos, semelhantes aos da noite. Durante a ontogenia, a evolução da taxa de transpiração é diferente consoante as espécies. Nos estádios iniciais do desenvolvimento, por exemplo, de cereais, a taxa de transpiração é muito elevada, registrando os valores máximos no final do estádio de afilhamento, seguido de um decréscimo abrupto com valores mínimos no final do estádio de crescimento rápido e no início da antese. Existe outro pico de transpiração durante a floração, seguido de um decréscimo depois do estádio de maturação Láctea e que continua até ao fim da maturação cerosa. Por exemplo, em cultivares de trigo (*Triticum sp.*) de primavera ou inverno, o consumo de água varia, respectivamente, de 0,8 a 1,0L e de 1,0 a 1,2L/afilhamento. Em campos irrigados, um afilhamento numa planta de trigo pode precisar de 2L de água (SEBANEK *apud* COSTA, 2004).

As medições da transpiração total de um determinado povoamento florestal, nas condições de campo, para um dado período, mostram resultados surpreendentemente semelhantes entre diferentes espécies de um mesmo gênero, e mesmo entre gêneros diferentes. ROBERTS (1983), por exemplo, cita resultados de vários trabalhos realizados em plantações de coníferas e de folhosas na Europa, cujos totais anuais de transpiração são semelhantes. Na Austrália, comparação entre florestas naturais de eucalipto e plantações de *Pinus radiata*, também, mostrou resultados similares de evaporação total (SMITH *et al.*, 1974). Em Piracicaba, estimativa da evapotranspiração em povoamentos de *Pinus caribaea* e de *Eucalyptus saligna* de mesma idade também foram idênticas (LIMA, 1976, LIMA e FREIRE, 1976, LIMA e REICHARDT, 1977).

Alguns pesquisadores, como GRANTZ e MEIZER (1989) têm sugerido que a transpiração sob condições de campo pode ser estimada como o produto da condutância estomática determinada com um porômetro e a diferença de pressão de vapor folha-ar.

HSIAO (1973) verificou uma diminuição da transpiração devido ao estresse hídrico. A taxa de transpiração de folhas de plantas mantidas em condições naturais é determinada, principalmente, por duas variáveis físicas, radiação e déficit de saturação e por uma variável fisiológica, condutância estomática. Entretanto, o fechamento dos estômatos é, geralmente, o mecanismo dominante na diminuição da taxa de transpiração em plantas mesófitas, durante o desenvolvimento do estresse hídrico, sendo que os estômatos não respondem a mudanças no potencial hídrico foliar até que um valor crítico de potencial seja alcançado.

RAWSON *et al.* (1977) trabalhando com sorgo granífero submetido à deficiência hídrica, verificaram que a taxa de transpiração de folhas aumentaram linearmente com aumento da diferença da pressão de vapor entre a folha e o ar. JOHNSON *et al.* (1974) postularam que a taxa de transpiração de plantas de trigo e cevada crescendo no campo, foi igual a zero quando o potencial hídrico foliar atingiu -2,8MPa.

HANSEN (1974) estudou a influência dos estresses hídricos e a demanda de transpiração sobre o teor relativo de água, resistência ao fluxo hídrico no solo e na planta e transpiração em *Lolium multiflorum*. O mesmo autor concluiu que a resistência do solo é muito pequena quando comparada com a resistência da planta, sendo que esta última varia com a transpiração e é dependente das taxas de fluxo e decrescente com o aumento do potencial hídrico foliar. O estudo em questão mostrou, também, uma relação não linear entre o potencial no sistema e a taxa de transpiração. A resistência estomática aumentou rapidamente em potenciais hídrico foliar menores do que -1,1MPa, tendo sido observada uma correlação linear positiva entre condutância estomática e taxa relativa de transpiração (relação entre taxa real e taxa máxima de transpiração).

TCHIRCH *apud* KAPLAN (1961) verificou que a transpiração do *E. globulus* era reduzida devido à presença de uma camada cerosa em suas folhas. Ainda na França, GRIFFON também *apud* KAPLAN (1961) observou que algumas espécies de eucalipto transpiravam a uma taxa menor do que outras espécies florestais. Resultados similares a esses foram, depois, verificados também no Brasil por VILLAÇA e FERRI (1954), MELLO (1961) assim como na África do Sul (HENRICI, 1946).

Na Austrália, um estudo pioneiro de transpiração de eucalipto foi realizado por WOOD (1934) que diz ter encontrado grande variação na taxa de transpiração de diferentes espécies de eucalipto. Um aspecto importante observado por WOOD àquela época foi a

similaridade entre a transpiração acumulada para um dado período de diferentes espécies, a despeito de as mesmas apresentarem taxas instantâneas.

Muitos outros estudos foram conduzidos na Austrália com o objetivo de medir a transpiração das espécies de eucalipto, as quais utilizaram as mais variadas metodologias, como a da pesagem rápida de folhas recém-colhidas das árvores (KREEB, 1966, DOLEY, 1967, CONNOR *et al.*, 1977) ou da câmara de ventilação forçada (GREENWOOD e BERESFORD, 1979) ou ainda através da medição do potencial hídrico foliar (DOLEY, 1967, SHEA *et al.*, 1978, SINCLAIR, 1980) ou a pesagem de mudas envasadas (LADIGES, 1974, WITHERS, 1978, LEGGE, 1979). Muitos desses trabalhos compararam a transpiração do eucalipto com a transpiração de outras espécies florestais, confirmando o fato já mencionado da existência de diferentes taxas instantâneas de transpiração entre as diferentes espécies florestais (GRIEVE, 1956, SHEA *et al.*, 1978, BIDDESCAMBE *et al.*, 1979, GREENWOOD e BERESFORD, 1979, HERWITZ e GUTTERMAN, 1990).

A quantificação da transpiração é um objetivo perseguido desde os primeiros estudos sobre o uso da água. Para pomares irrigados com sistemas de irrigação localizada, o conhecimento da transpiração de cada planta é fundamental, visto que representa o consumo mínimo da árvore, garantindo o suprimento adequado de água, dessa forma, mantendo-a em condições hídricas ideais para o crescimento e desenvolvimento, proporcionando alta produtividade, qualidade de frutos, além de otimizar o uso da água (PEREIRA *et al.*, 1997). Porém a quantificação da transpiração é difícil e segundo estes autores, em termos operacionais, a alternativa mais viável, ainda seria a estimativa através de modelos empíricos que dependem da conjugação de muitos fatores biológicos como a área foliar, geometria da árvore e do plantio e de fatores ambientais como a disponibilidade de energia e água e o poder evaporante do ar.

SANCHEZ-DIAZ e MOONEY (1979) estudando três espécies de arbustos nativos do Vale da Morte na Califórnia, concluíram que a relação entre a taxa de transpiração e o potencial da água do xilema foi linear, quando a temperatura da câmara de crescimento era 35°C. Essas plantas são incapazes de evitar a depressão do potencial da água da planta quando a transpiração aumenta. Uma outra espécie mostrou pequena regulação estomática da transpiração e um sistema de transporte hídrico altamente eficiente. Essas plantas sustentam altas taxas de transpiração sem decréscimo significativo do potencial da água da planta.

Trabalhos direcionados para culturas tropicais, ampliaram-se a partir da década de 80 (NOGUEIRA e SILVA Jr., 2001). Foi analisado sob condições de laboratório, as trocas gasosas em laranjeiras “Valência” enxertada sobre duas espécies de porta-enxerto e submetidas à variação de umidade de água no substrato de crescimento, por meio de medidas diárias de: taxa de fotossíntese, condutância estomática, taxa de transpiração, fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (medidas executadas com um analisador portátil de fotossíntese, modelo 6200 Li Cor), teor de umidade no substrato, conteúdo relativo de água nas folhas e potencial hídrico foliar, sendo que os resultados indicaram que, sob estresse mais severo, a fotossíntese diminuiu relativamente mais que a transpiração (MACHADO *et al.*, 1999).

NOGUEIRA *et al.* (2000a) estudaram o curso diário e sazonal das trocas gasosas, a temperatura foliar e o potencial hídrico foliar da aceroleira, no campo, em um pomar comercial localizado no município de Paudalho, PE, sendo que para as duas matrizes selecionadas (UFRPE7 e UFRPE8) foram realizadas medidas de conteúdo de água no solo, transpiração, resistência difusiva e temperatura foliar (realizadas com um porômetro, modelo Li-1600 Li Cor) e radiação fotossinteticamente ativa. Os autores concluíram que o estresse hídrico atua na regulação das relações hídricas das duas matrizes, restringindo a transpiração, aumentando a resistência difusiva e reduzindo o potencial hídrico foliar, a matriz UFRPE8 mostrou-se mais adaptada a períodos de estiagem do que a matriz UFRPE7.

NOGUEIRA *et al.* (2000b) avaliaram a influência do estresse hídrico sobre a transpiração, resistência difusiva, temperatura foliar e tensão de água no xilema em plantas jovens de pitanga, de dois genótipos: IPA 2.2 e IPA 4.3. Um porômetro de equilíbrio dinâmico modelo Li 1600 Li-Cor foi utilizado para medir: resistência difusiva, temperatura foliar e transpiração. A pesquisa concluiu que existe variabilidade genética entre os genótipos IPA 2.2 e IPA 4.3 com relação ao comportamento estomático e a tensão de água no xilema, que esses genótipos são tolerantes a períodos de estresse hídrico sendo que o genótipo IPA 4.3 se recupera mais rapidamente do estresse hídrico quando comparado ao IPA 2.2.

NOGUEIRA e SILVA Jr. (2001) estudaram a diferença entre dois genótipos de gravioleira (*Morada* e *Comum*), em fase de frutificação, em um pomar comercial localizado no município de Paudalho, PE. No horário de maior demanda evaporativa (entre 12h e 14h) foram medidos utilizando um porômetro de equilíbrio dinâmico modelo Li 1600 Li-Cor: transpiração, resistência foliar à difusão de vapor e temperatura foliar. Concluiu-se que há uma

diferença da sazonalidade no comportamento fisiológico com diferenças genótípicas relacionadas à adaptação ambiental. Além disso, os genótipos de gravioleira estudados apresentaram comportamentos distintos em todos os parâmetros ecofisiológicos avaliados.

NOGUEIRA *et al.* (2001) estudando o potencial hídrico foliar em plantas jovens de acerolas oriundas de dois tipos de propagação, observaram queda de potencial hídrico das plantas estressadas que, nesse dia, chegou a -4,3MPa para as sexuadas e -1,8MPa para as assexuadas. Um mesmo potencial hídrico foliar pode ser observado em plantas sem restrição de disponibilidade hídrica, ou naquelas submetidas a um estresse hídrico, de acordo com os níveis de perda do vapor da água pela transpiração (SCHULZE *et al.*, 1987). Os períodos crescentes de estresse hídrico causaram decréscimos na transpiração nas plantas dos dois “tipos de propagação”. Tanto as aceroleiras propagadas de forma sexuada como as de forma assexuada apresentaram padrões de comportamento semelhantes durante os períodos de medidas, isto é, os valores máximos, ao redor de $4,5\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, ocorreram nas plantas isentas de estresse, porém com o estresse hídrico a transpiração decresceu acentuadamente até o décimo dia de suspensão da rega e mantiveram-se com pouca variação até o final do experimento (NOGUEIRA *et al.*, 2001). O fechamento estomático causado por valores críticos de potencial hídrico foi observado anteriormente por (ZABADAL, 1974, DENMEAD e MILLAR, 1976, PAZZETTI *et al.* *apud* NOGUEIRA *et al.*, 2001).

4.4 Relações hídricas nas culturas

Segundo REUTHER (1973) os estudos relacionados com a influência do ambiente sobre a cultura de citros devem ser direcionados principalmente para avaliação dos efeitos dos fatores climáticos sobre a transpiração e uso de água pelas plantas e sobre o regime hídrico do solo, em virtude da forte relação entre disponibilidade de água no solo com a produtividade, vigor das plantas e qualidade dos frutos. Esta é, também, a posição de OLIVEIRA (1991) o qual acrescenta que, por ser o citros uma espécie perenifólia, requer níveis contínuos de umidade no solo, além de condições adequadas de drenagem, porosidade e permeabilidade. A semelhança, ORTOLANI *et al.* (1991) afirmam que as necessidades hídricas dos citros variam em função da distribuição espacial e temporal das condições climáticas, dos fatores relacionados ao manejo do pomar, da combinação enxerto-porta-enxerto e das características hídricas do solo.

Os cítricos requerem entre 600 e 1300mm anuais de água (SÁLIBE, 1969; GERBER *et al.*, 1973; MARSH, 1973; DOOREMBOS e KASSAM, 1979; VIEIRA, 1990). Esta demanda varia entre e dentro das distintas localidades, pela variação espacial e temporal da radiação solar recebida, da temperatura, do vento, da umidade relativa do ar, do conteúdo de umidade no solo, da sanidade das plantas, das diferenças de volume de solo explorado e capacidade de extração de água das distintas combinações enxerto-porta-enxerto, das características de retenção de água nos distintos solos, e dos aspectos culturais como espaçamento entre plantas e condução da cobertura vegetal.

LEVY *apud* CASTRO (1994) estudando plântulas de *Citrus macrophylla*, verificou que déficit hídrico severo reduziu a transpiração, mas aumentou o potencial hídrico foliar, enquanto déficit hídrico moderado reduziu menos a transpiração e não afetou o potencial hídrico foliar. Isso sugere que o estresse hídrico moderado influencia somente a condutância estomática e não afeta a resistência das raízes e das hastes.

No caso dos cítricos, é extremamente importante uma adequada distribuição da água. MARSH (1973) assinala que a saturação hídrica de solo é uma condição perigosa para estas árvores, exceto por poucas horas, podendo causar maiores danos que uma deficiência hídrica. A morte de raízes novas está associada ao excesso de água (FORD, 1972).

A deficiência de água pode ocasionar um forte estresse, ainda que não se constatem sintomas evidentes de falta de água (MARSH, 1973). Atribui-se que o fluxo de seiva na planta estressada se reduz a uma taxa maior que a diferença do potencial de água entre o solo e a folha (COHEN *et al.*, 1983).

BEUTEL (1964) detectou um decréscimo de 17,47% no crescimento de laranjas 'Navel', quando a tensão d'água no solo passava de 100 a 200mm.

KOO e MCCORNACK (1965), HILGEMAN e SHARP (1970) e CRUSE *et al.* (1982), verificaram que o aumento de disponibilidade de água para as plantas provoca redução do total de sólidos solúveis e de ácidos em laranjas e tangerinas. No entanto, o comportamento da relação sólidos solúveis ácidos em relação à disponibilidade de água, é diferente nos três estudos citados. Isto é importante na hora de operar um sistema de irrigação, ou no acompanhamento da ocorrência de chuvas, porquanto dois terços da produção citrícola brasileira se destinam à indústria de suco (VIACAVA, 1987).

Verificou-se, numa região semi-árida (Israel) e numa região subtropical úmida (Flórida) que, à medida que a demanda evaporativa aumenta, a condutância estomática diminui e o potencial hídrico aumenta. Esse processo se inverte em dias de muito alta demanda evaporativa, típicos de Israel durante a primavera e o verão e sob certas condições em que os estômatos podem estar abertos, apesar da baixa umidade. Sob a umidade muito elevada encontrada na Flórida, entretanto, a transpiração foi diminuída e o potencial pressão do xilema, aumentado. A adaptabilidade das relações hídricas dos citros às diferentes demandas evaporativas pode contribuir para o sucesso de sua produção em ambientes áridos e úmidos (FERERES *et al.*, 1979).

Provavelmente não existe melhor demonstração de como as plantas cítricas podem comportar-se sob condições severamente limitantes de recursos hídricos, do que seu desempenho no deserto Negev, em Israel. Uma utilização mais eficiente da água pelos cultivares de citros é o objetivo a alcançar sob condições limitantes de água disponível para a cultura, e o estresse de umidade é um fator de manipulação do crescimento vegetativo e do desenvolvimento do fruto (FERERES *et al.*, 1979).

A sensibilidade e a adaptabilidade das respostas dos estômatos e as superfícies das cutículas das folhas providas de ceras refletem a habilidade das árvores de citros de sobreviverem sob condições de clima seco. O estresse hídrico das árvores de laranja mostrou-

se similar nos dias de verão da Flórida e do Arizona, apesar de a demanda evaporativa ser muito mais alta nas condições desérticas do Arizona. Esse fato sugeriu que o fechamento estomático; sob alta demanda evaporativa, pode capacitar os citros a reduzir o uso de água e evitar o estresse. Foi bem estabelecido que seu estômato responde à umidade, podendo fechar sob condições de baixa umidade. Essa resposta estomática é importante mecanismo adaptativo que pode levar a árvore a sobreviver sob ambientes de umidade muito baixa e, ainda, ser capaz de transpirar e fotossintetizar quando as condições ambientais se tornam menos severas. O fechamento estomático sob condições de baixa umidade pode aumentar o potencial hídrico sob condições de demanda evaporativa muito alta (FERERES *et al.*, 1979).

Árvores de laranja 'Valência' foram submetidas a déficit hídrico, sob condições de campo, em Tacno, Arizona, induzindo potenciais hídricos foliares da ordem de -1,0 e -6,6MPa, antes do amanhecer. O balanço hídrico foi então estudado, após a irrigação: observou-se que a re-hidratação iniciou-se imediatamente, atingindo os potenciais hídricos foliares valores normais em menos que uma semana. A condutância estomática das folhas recuperou-se muito mais lentamente, e esse tempo mostrou-se diretamente relacionado com o potencial hídrico, antes da irrigação. A condutância estomática de árvores de potencial hídrico de base menor que -5,0MPa, antes do amanhecer, antes da irrigação, não se recuperou totalmente em dois meses. Folhas submetidas previamente a severo estresse hídrico apresentaram potenciais hídricos menores, para determinado conteúdo relativo de água, com relação a folhas não estressadas (FERERES *et al.*, 1979).

Um aspecto da adaptação dos citros à seca é o fato de a evapotranspiração de pomares bem irrigados mostrar-se significativamente menor do que a evapotranspiração potencial, verificando-se que a condutância foliar decresce com a diminuição da umidade do ambiente. Isso poderia explicar as baixas taxas transpiratórias dos citros em climas áridos. As relações hídricas nas árvores de *Citrus*, incluindo as flutuações diurnas no diâmetro dos frutos imaturos, são afetadas pelas temperaturas diárias e estacionais e pelo déficit de pressão de vapor da atmosfera (SYVERTSEN e ALBRICO *apud* CASTRO, 1994).

Para algodão, têm-se proposto caracteres como condutância estomática, transpiração e a atividade fotossintética para a seleção de genótipos por tolerância à seca (LOPEZ *et al.*, 1993). Para amendoim, NOGUEIRA *et al.*, (1998b) propõem o potencial hídrico foliar, a resistência estomática, bem como a acumulação de prolina nas folhas como indicadores de

resistência a esse caráter. Esses estudos assumem uma real importância, em vista de que, nos vários tipos de vegetação encontrados na natureza, a produtividade é considerada mais intimamente relacionada com a água disponível para as plantas do que com qualquer outro fator ambiental (SALISBURY e ROSS *apud* COSTA, 2001). Portanto, a capacidade de as plantas se manterem túrgidas é tida como uma característica necessária para a garantia da produção, em locais onde ocorre o déficit hídrico.

NOGUEIRA e MORAES (1998), estudando três matrizes de acerola durante períodos de estiagem, verificaram entre os genótipos diferenças significativas no controle da abertura estomática. Considerando-se que houve um crescimento acentuado no cultivo de acerola em vários Estados brasileiros, estendendo-se atualmente a regiões com escassez e irregularidade de chuvas, o estabelecimento e o estudo de parâmetros para obtenção de variedades tolerantes à seca tornam-se prioritários, uma vez que estudos sobre as relações hídricas da aceroleira são praticamente inexistentes na literatura.

A seleção de determinados caracteres fisiológicos e/ou bioquímicos pode beneficiar a melhora genética, a fim de obter materiais com tolerância às condições de seca (LUDLOW e MUCHOW, 1990). Em algodão, tem-se proposto caracteres como a condutância estomática ou a transpiração na seleção de plantas tolerantes à seca (QUISENBERRY *et al.*, 1982; ROSENOW *et al.*, 1983). No caso da aceroleira ou cereja de Barbados (*Malpighia emarginata* D.C.), NOGUEIRA (1997) propôs o potencial hídrico foliar e a resistência estomática como indicadores de resistência à seca. Essas mesmas variáveis também foram consideradas boas indicadoras para a seleção de variedades de cacahuets com respeito a esse caráter (NOGUEIRA *et al.*, 1998b). Em mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), a resistência difusiva foi um parâmetro indispensável para a compreensão dos mecanismos de adaptação dos genótipos às condições ambientais (NOGUEIRA *et al.*, 1999).

MILLAR *et al.* (1971) enfatizaram que se tem dado preferência às determinações do potencial total de água na planta, porque esta influencia mais diretamente nos processos metabólicos que qualquer outro parâmetro de avaliação do déficit hídrico. CLARK e HILER (1973) constataram que o potencial hídrico foliar resultava ser melhor indicador do estado hídrico da planta do que a resistência difusiva estomática ou temperatura foliar. Sem obstáculo, ACEVEDO *et al.* (1979) relataram que as medições do potencial hídrico,

isoladamente, não dão informações suficientes sobre o impacto do stresse hídrico nos processos fisiológicos mediados pelo conteúdo de água dos tecidos.

Poucos estudos foram realizados relacionando os fatores fisiológicos e ambientais com os fluxos de água, e em especial para a cultura de citros nas condições de campo. SANTOS FILHO (1984) realizou um estudo em casa de vegetação com três variedades, com a finalidade de determinar as variações do estado hídrico do vegetal, correlacionando o comportamento estomático, o potencial hídrico foliar, o crescimento e a temperatura foliar. MACHADO (1981) desenvolveu um modelo matemático fisiológico simplificado para simular o acúmulo de matéria orgânica seca para a cultura de cana-de-açúcar.

Os estudos sobre as trocas gasosas em frutíferas, como a fixação de CO₂, a transpiração e a resistência difusiva vem ampliando-se desde a década de oitenta, sendo aplicados a cultivos tropicais como o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), a goiaba (*Psidium guajava* L.), o murici (*Byrsonima* sp.), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.), o biribá (*Rollinia* sp.), o jenipapo (*Genipa americana* L.) e a carambola (*Averrhoa carambola* L.) (SENA *et al.*, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 1995). Tem-se estudado o comportamento estomático especialmente em variedades de *Citrus* (KRIEDEMANN, 1968; RIEGER, 1992; MACHADO *et al.*, 1994; PELACANI *et al.*, 1995), em videira (KRIEDEMANN, 1977; SCHOLEFIELD *et al.*, 1980; MIELE, 1989) e em acerola (NOGUEIRA, 1997; NOGUEIRA e MORAES, 1998).

FERREIRA *et al.* (1999) conduziram um trabalho no período de dezembro de 1994 a janeiro de 1995, no qual foram plantadas sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook, em viveiro, e durante o período de aclimação (20 dias), as mudas receberam, 1, 2, 3, 4 ou 5 irrigações diárias com 12,5ml/tubete. Neste período, foram avaliadas periodicamente as seguintes características: condutância estomática, transpiração, déficit de pressão de vapor (D.P.V) e a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A), potencial hídrico foliar (Ψ_w) e teor relativo de água (T.R.A). As medições da condutância estomática, transpiração e radiação fotossinteticamente ativa foram realizadas diariamente, sendo considerado, para as análises estatísticas, o valor médio correspondente ao intervalo de quatro dias. As determinações foram realizadas com auxílio de um porômetro (STEADY STATE POROMETER, LICOR-1600M, inc/LI-cor, Ltda), sempre no mesmo horário solar entre 10h e 15h, na superfície abaxial das folhas superiores (3^o/4^o par de folhas). Estas avaliações foram realizadas sempre na mesma

folha, totalmente expandida, obedecendo sempre a mesma orientação cardeal em relação à luz solar incidente, às 11h (hora solar). Foram amostradas diariamente 20 plantas/parcela.

O potencial hídrico foliar e o teor relativo de água foram medidos entre 5h e 7h (hora solar), em intervalos de 5 dias, sendo amostradas 20 plantas por parcela. Utilizou-se, para as determinações, uma câmara do tipo Scholander, lançando mão do 3º lançamento foliar. O teor relativo de água (T.R.A) foi medido no mesmo dia e horário das avaliações do Ψ_w . O déficit de pressão de vapor (D.P.V) foi determinado a partir das informações da umidade relativa e temperatura da cubeta obtidos com o porômetro. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, constando com (5) freqüências de irrigação distribuídas em 4 blocos, totalizando 20 tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas pelo pacote estatístico SANEST.

Em seu trabalho FERREIRA *et al.* (1999) concluíram que a aclimação por tratamentos hídricos influenciou significativamente a condutância estomática, transpiração e o potencial hídrico foliar das mudas de *Eucalytus citriodora*, justificando-se a adoção dessa prática com 1 ou 2 irrigações diárias durante 15 dias. As mudas de *E. citriodora* promoveram o fechamento rápido dos estômatos em condições de altas taxas para o déficit de pressão de vapor e radiação fotossinteticamente ativa, porém sempre mantendo um alto status hídrico do tecido. O potencial hídrico foliar apresentou-se como uma variável mais consistente para evidenciar as alterações fisiológicas.

NOGUEIRA *et al.* (1998) submeteram plantas jovens de acerola (*Malpighia emarginata* DC) propagadas sexuada e assexuadamente a um déficit hídrico de 20 dias de suspensão da irrigação. No decorrer desse período, foram determinados a acumulação de prolina, o potencial hídrico foliar (Ψ_w), o potencial osmótico, o teor relativo de água (T.R.A), a resistência difusiva (R_s), a transpiração (T_r) e a temperatura foliar (T_f), além de mensurados a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A) e o déficit de pressão de vapor (D.P.V) do ar na câmara do porômetro.

Os valores mínimos do Ψ_w ocorreram em plantas sob severo estresse hídrico (20 dias de suspensão de rega) e, nessa ocasião, praticamente não existia mais água disponível para suprir a demanda transpiratória, visto que a umidade do solo com base em volume foi reduzida de 28,9% para 6,3% (sexuadas) e de 29,7% para 6,4% (enxertadas). Segundo SCHULZE *et al.*, (1987) um mesmo potencial hídrico foliar pode ser observado em plantas sem restrição de disponibilidade hídrica, ou naquelas submetidas a um estresse hídrico, de acordo com os

níveis de perda do vapor da água pela transpiração. Com 20 dias de suspensão da rega, as aceroleiras reduziram significativamente a abertura estomática, comprovada pela redução da transpiração e pelos mais altos valores de resistência difusiva registrados. Nesse caso, Ψ_w está relacionado à falta temporária de água no solo (CARLSON *et al.*, 1979). Após a re-irrigação, os valores de Ψ_w das aceroleiras equipararam-se aos do tratamento-controle, com recuperação da turgescência foliar. Com base nas condições experimentais deste estudo e nos parâmetros analisados, constatou-se que o estresse hídrico de 20 dias de suspensão de irrigação atuou na regulação das relações hídricas das aceroleiras, restringindo a transpiração e aumentando a resistência à difusão de vapor; reduzindo o Ψ_w , o teor relativo de água e promovendo acumulação de prolina livre nas folhas. O período-limite para induzir as modificações bruscas em todos os parâmetros analisados para os dois tipos de plantas foi de cinco dias de suspensão de rega; as plantas enxertadas (oriundas da matriz UFRPE 20) sofreram menos as injúrias provocadas pelo estresse hídrico. Em face da variabilidade fenotípica observada na aceroleira é provável que as diferenças observadas no presente estudo tenham sido muito mais influenciadas pelos materiais do que pelos tipos de propagação. Dessa forma, sugere-se que para estudos dessa natureza sejam utilizadas mudas propagadas assexuadamente com genótipos selecionados.

NOGUEIRA e SANTOS (2000c) avaliaram em quatro cultivares de amendoim, as seguintes variáveis: resistência difusiva (R_s), transpiração (T_r) e potencial hídrico foliar (Ψ_w). As avaliações relativas às trocas gasosas do vapor d'água foram procedidas no período das 9 às 10h, utilizando-se folíolos maduros situados no terço superior da haste principal, seguindo-se a metodologia descrita por MARTINEZ e MORENO (1992) e NOGUEIRA (1997); para tanto, utilizou-se o porômetro de equilíbrio dinâmico da LICOR, modelo LI-1600 e, paralelamente, monitorou-se a temperatura (T_{ar}), a umidade relativa do ar (UR%) e a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A) através de termopares, sensores de umidade e quântico, respectivamente, todos acoplados ao porômetro. O potencial hídrico foi determinado após as avaliações porométricas (das 10h às 11h) nos mesmos folíolos, utilizando-se a câmara de pressão de Scholander (SCHOLANDER *et al.*, 1964). As variações da R.F.A, da UR e T_{ar} durante o período experimental, no intervalo das avaliações porométricas e do potencial hídrico foliar no interior da casa de vegetação, foram de 730 a 1250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 48 a 60% e 30 a 32,5°C, respectivamente. Constatou-se, neste trabalho, que os ciclos de estresse impostos

provocaram redução na transpiração, de 75%, em relação ao tratamento controle, nos primeiros 15 dias de estresse, culminando com o fechamento estomático ao final dos 45 dias. Os valores médios da transpiração (Tr) nas cultivares mantidas em solo na capacidade de campo durante todo o período experimental, situaram-se entre 6,70 a 15,64mmol m⁻²s⁻¹. Os valores de potencial hídrico foliar (Ψ_w) de todas as cultivares só puderam ser medidos até o segundo ciclo de estresse hídrico (30 dias de suspensão de rega), pois, a partir de então, os potenciais tornaram-se tão negativos que ultrapassaram a capacidade da câmara de pressão utilizada; naquela ocasião, o valor mínimo foi verificado para a cultivar BR 1 (-5,35MPa), os intermediários para BRS 151 L 7 (-4,08MPa) e Senegal 55437 (-4,17MPa) enquanto o máximo ocorreu na CNPA Havana (-3,90MPa). Além das restrições hídricas do solo, é provável que esses resultados tenham sido influenciados diretamente pela resistência difusiva das cultivares, visto que houve proporção entre essas duas variáveis, ou seja, quanto maior a resistência difusiva, maior foi o potencial hídrico foliar. Por outro lado, um potencial tão negativo com resistências relativamente mais baixas, valores esses apresentados pela BR 1, só pode ser justificado pelo ajustamento osmótico que esta cultivar realiza. NOGUEIRA *et al.* (1998) verificaram, em Nigéria 55437 (cultivar resistente à seca) ajustamento osmótico através da acumulação de prolina nas folhas, quando submetida a estresse hídrico. O fechamento parcial ou total dos estômatos, decorrente do prolongamento do estresse, parece obedecer a um valor crítico do potencial hídrico que, no caso deste estudo, variou de acordo com a cultivar, porém estaria em torno de -5,35MPa para a BR 1, de -4,17MPa para a Senegal 55437, de -4,08MPa para BRS 151 L 7 e de -3,90MPa para a CNPA Havana. Portanto, NOGUEIRA e SANTOS (2000) concluíram que as cultivares diferem nas características de prevenção e de tolerância ao estresse hídrico. A cultivar CNPA Havana tem maior capacidade de prevenção, enquanto a BR 1, a Senegal 55437 e a BRS 151L7, são mais tolerantes. A BR 1 mantém resistência estomática menor e apresenta valores mais negativos de potencial hídrico foliar, demonstrando ser a variedade mais adaptada à região Nordeste.

NAVES-BARBIERO *et al.* (2000) compararam o fluxo de seiva, condutância estomática e potencial hídrico foliar de duas espécies lenhosas típicas do cerrado (*Rapanea guianensis* e *Roupala montana*) no campo sujo e no cerradão, durante a estação da seca, visando a determinar se as espécies apresentariam diferentes estratégias de regulação hídrica nas duas fisionomias. O fluxo de seiva no xilema foi medido em três indivíduos de cada

espécie estudada, durante quatro dias consecutivos em agosto de 1997, utilizando o método de Granier (GRANIER, 1985 e 1987). O dispositivo para medir o fluxo de seiva constava de duas sondas de 2mm de diâmetro e 2cm de comprimento, que foram inseridas no xilema das árvores, separadas por uma distância vertical de 15cm. As sondas continham um termopar de cobre-constantã no centro de uma agulha hipodérmica. Além do termopar, a sonda superior possuía uma resistência elétrica alimentada por uma bateria de 12 volts, provocando um aumento de temperatura no local de inserção da sonda. As medidas de condutância estomática (C.E) foram realizadas com um porômetro LI-1600 (LI-COR, USA) nos mesmos indivíduos em que foram instalados os sensores de fluxo de seiva. A C.E foi medida em quatro folhas não sombreadas por indivíduo, durante o período luminoso em intervalos de duas horas. As quatro folhas estavam localizadas aproximadamente à mesma altura na copa. O potencial hídrico foliar (Ψ_w) foi medido com uma bomba de pressão (modelo 3005-1422; Soil Moisture Equipment Corp, USA). As medidas de potencial hídrico foram realizadas durante o período das 6h às 18h, em intervalos de duas horas, em indivíduos diferentes dos que estavam conectados com as sondas, para evitar a perda da área de transpiração foliar.

A abertura estomática é dependente do estado hídrico da folha e da demanda evaporativa da atmosfera. Existem numerosas observações de que a condutância estomática diminui em resposta a um aumento do déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar, e que a resposta está relacionada à taxa de transpiração foliar (SCHULZE, 1993, YONG *et al.*, 1997). Em ambas as espécies, os estômatos exerceram um forte controle no fluxo transpiratório ao longo do dia. *Roupala montana* foi mais sensível ao D.P.V do que *R. guianensis*. A queda acentuada do fluxo de seiva, considerando-se os valores de D.P.V na faixa de 1,5 a 3,5kPa, refletiu o controle estomático exercido por essas espécies em relação à alta demanda evaporativa da atmosfera. Esses resultados estão de acordo com o modelo proposto por SARMIENTO *et al.* (1985), que concluíram que a transpiração das espécies lenhosas depende mais das condições atmosféricas do que da disponibilidade de água no solo. Além disso, há um efeito sazonal na abertura estomática de plantas do cerrado. Na maioria dos casos, a condutância estomática diminui na estação seca, quando a demanda evaporativa da atmosfera aumenta consideravelmente (PEREZ e MORAES, 1991; MORAES e PRADO, 1998; FRANCO, 1998; MATTOS, 1998). MEINZER *et al.* (1999), ao estudarem a regulação da transpiração em quatro espécies arbóreas sempre-verdes, em um cerrado *sensu strictu* do

Distrito Federal, também observaram um rígido controle da transpiração, via um controle estomático pronunciado, levando a limitações no fluxo de seiva, tanto na estação seca como na estação chuvosa.

NAVES-BARBIERO *et al.* (2000) puderam concluir em seu estudo que ambas as espécies não foram capazes de extrair água do solo em quantidade suficiente para fazer frente à alta demanda evaporativa da atmosfera e exerceram um controle estomático rígido nas taxas de transpiração. Estes resultados e os obtidos por MEINZER *et al.* (1999) sugerem que o modelo proposto por SARMIENTO *et al.* (1985), de que árvores e arbustos nas savanas neotropicais não restringem a taxa de transpiração na estação seca, não é válido para os cerrados do Brasil Central, tanto a nível foliar como no que se refere ao indivíduo, não corroborando as afirmações de alguns autores (FERRI, 1944; GRISI, 1971) de que árvores do cerrado não exercem controle estomático e transpiram livremente. Apesar de não existirem diferenças no comportamento transpiratório dessas duas espécies em função de um aumento na densidade de indivíduos arbóreos, *R. guianensis* sofreu um maior déficit hídrico no cerrado nos momentos de maior demanda evaporativa da atmosfera, indicando uma menor disponibilidade hídrica nesse ambiente para esta espécie.

SILVA e LEMOS FILHO (2001) avaliaram as relações hídricas em função da demanda evaporativa do ar e da densidade da madeira em cinco espécies arbóreas. O potencial hídrico foi determinado com uma câmara de pressão e a condutância estomática, com porômetro de difusão na estação chuvosa, na estação seca e nas situações transicionais. *J. princeps* foi a espécie que apresentou maiores valores de potencial hídrico de base ($\Psi_b > -0,25\text{MPa}$), e *I. edulis* os menores valores ($\Psi_b = -1,5\text{MPa}$). *J. princeps* apresentou maiores valores de potencial hídrico durante o dia ($\Psi_w > -1,5\text{MPa}$), e os menores valores foram observados em *S. macrophylla* e *I. edulis* ($\Psi_w < -3,0\text{MPa}$). As amplitudes diárias do potencial hídrico ($\Delta\Psi = \Psi_w - \Psi_b$) foram relacionadas positivamente com o déficit de pressão de vapor (D.P.V.) e os maiores valores foram observados em *S. macrophylla* e *I. edulis*.

Para todas as espécies, os valores de condutância estomática apresentaram decréscimo nos horários de maior demanda evaporativa do ar. *Inga edulis*, além de apresentar os maiores valores de condutância, independentemente da estação do ano, foi a espécie que apresentou menor restrição, com reduções inferiores a 50%, à tarde nos dias de maior D.P.V. De forma oposta, *L. tomentosa* e *C. tomentosum* foram as espécies que apresentaram maior

restrição da transpiração à tarde, com redução da condutância em até 80%. As outras espécies apresentaram um comportamento intermediário. Esses dados sugerem que estas espécies apresentaram um comportamento similar ao descrito para muitas espécies do cerrado, restringindo a condutância estomática nas situações de elevada demanda evaporativa, notadamente na estação seca, conforme relataram MORAES e PRADO (1998) e LEMOS FILHO (2000).

Uma regressão quadrática entre a densidade da madeira e $\Delta\Psi$, com razoável valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,635$, $p < 0,01$), sugere que, não necessariamente, as espécies que apresentam maior densidade da madeira têm maior $\Delta\Psi$ nos dias com elevada demanda evaporativa, uma vez que pode ocorrer uma grande restrição à perda d'água pelo fechamento dos estômatos, como verificado em *L. tomentosa*, a espécie com madeira mais densa, limitando a transpiração e, dessa forma, impedindo um maior decréscimo nos valores do potencial hídrico.

CAVALCANTE e CONFORTO (2002) realizaram avaliações de alguns caracteres em seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex. A.DC.) Müell. Arg.], pelo acompanhamento das trocas gasosas e mensuração do desenvolvimento vegetativo durante os primeiros 18 meses após o enxerto sobre Tjir 16. Nos meses de agosto a outubro de 1998 e de janeiro a junho de 1999, foi monitorado o curso das trocas gasosas, com uso do equipamento portátil por infravermelho (ADC, UK, modelo LCA-4), determinando-se as taxas: fotossintética (A), de transpiração (Tr) e condutância estomática (C.E). Assumindo-se que não há variação na resistência entre os folíolos laterais e medianos (RESNICK e MENDES *apud* CONFORTO *et al.*, 1998), o equipamento foi posicionado no folíolo mediano, na região de maior densidade estomática, evitando as nervuras e bordo foliar (BERGONCI, 1981). Obtiveram-se as medidas entre 8h e 10h30min, horário considerado por vários autores como o mais favorável para as trocas gasosas porque está próximo da recuperação noturna do estado hídrico foliar e há radiação fotossintética ativa suficiente (KANNO, 1993; ROJAS, 2002). Foi adotado um intervalo máximo de 60 minutos entre as medidas, com seis repetições por clone e duas mensurações dentro do horário estipulado.

Os valores médios das trocas gasosas diferiram entre os períodos seco e úmido, porém diferenças significativas entre os clones foram observadas somente no período seco, para os três caracteres mensurados. No período úmido, o valor médio da taxa fotossintética foi

de $9,45\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, da taxa de transpiração, de $3,84\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e da condutância estomática, de $0,096\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. A taxa fotossintética ficou abaixo daquela citada por LARCHER (2000), que aponta valores máximos para seringueira, de 20 a $26\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, mas ficou dentro da faixa de variação encontrada por DEY *et al.* (1995), para plantas de 18 meses de idade, cultivadas na Índia, que verificaram valores entre 4,1 a $14,3\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Os valores de transpiração também estão de acordo com outros relatados na literatura; CASCARDO *et al.* (1993) verificaram para plantas de 8 meses, em plena turgescência, valores máximos de $3,6\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e GOMES e KOZLOWSKI (1988) obtiveram para plantas de 11 meses, valores máximos de $5,27\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Quanto à condutância estomática, os valores obtidos foram superiores aos observados por COUTINHO e CONFORTO (2001) em pés-francos de 10 meses de idade, também na cidade de São José do Rio Preto (em média, $0,070\text{mol m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Segundo SCHULZE e HALL *apud* MACHADO e LAGOA (1994), a luz, disponibilidade hídrica do solo e umidade relativa são os principais fatores ambientais que afetam o comportamento estomático. Durante o período seco, uma queda da taxa fotossintética, da transpiração e da condutância estomática foi verificada para todos os clones, em magnitudes diferentes. Durante o período avaliado, nas condições experimentais descritas, a análise do desenvolvimento vegetativo e das trocas gasosas durante o período seco indicou que o desempenho dos clones RRIM 600 e IAN 873 foram superiores, e o de PB 235, inferior aos demais.

MATOS *et al.* (2003) compararam, em plântulas (seedling) de cajueiro, os níveis de resistência dos porta-enxertos CCP06 e CCP09, e das mudas enxertadas CCP76/06 e CCP76/09, submetidas a estresse hídrico ou salino, sob condições de casa de vegetação, através de algumas características bioquímicas e biofísicas. Todas as determinações biofísicas e bioquímicas foram realizadas no segundo par de folhas totalmente expandidas. As medições de condutância estomática (C.E), temperatura (T_{ar}), radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A), e umidade relativa (UR) foram obtidas às 10h, utilizando o porômetro de equilíbrio dinâmico Li-Cor 1600. O potencial hídrico foliar (Ψ_w) foi medido subsequente através do corte transversal do caule com medição da pressão do xilema com uso da bomba de Scholander. A determinação da massa úmida da parte aérea foi obtida por pesagem da porção destacada à altura do coleto. Para a determinação da atividade de redutase de nitrato (ARN) *in vivo*, utilizou-se do método de HAGERMAN e HUCKLESBY (1971). A concentração de

prolina livre (Pro), nitrato (NO_3), Na^+ e K^+ na folha e proteínas solúveis foi determinada pelos métodos de BATES *et al.* (1973) e CATALDO *et al.* (1975) e a digestão nitroperclórica de SARRUGE e HAAG (1974) e BRADFORD (1976), respectivamente. Os resultados da condutância estomática (C.E), transpiração (Tr) e pressão osmótica (Ψ_o), analisados conjuntamente, evidenciam a rápida diminuição da C.E em resposta à deficiência hídrica ou estresse salino, documentada na literatura (FAQUHAR e SHARKEY, 1982). A variação da transpiração apresentou a mesma tendência de redução em C.E. O comportamento do Ψ_o mostrou resultados também similares com a progressão dos estresses. Porém, com a ocorrência de seca, a permeabilidade da membrana pode ser rompida e o turgor celular impedido, mascarando os resultados. Neste estudo, as plantas submetidas à seca estabilizaram o Ψ_w em torno de $-1,05\text{MPa}$ a partir do 4º dia e apresentaram potenciais menos negativos do que daquelas sob estresse salino, nas quais os valores continuaram a decrescer, devido, provavelmente, a ajustamento osmótico. O comportamento estomático apresentou picos de máxima abertura pela manhã e início da tarde com depressão das trocas gasosas ao meio dia, embora o CCP09 tenha mostrado dois picos subseqüentes pela manhã. Estes resultados confirmam os obtidos por FERREIRA (1992), cujo fechamento estomático foi induzido pelo aumento de CO_2 interno, decorrente da maior atividade respiratória em relação à fotossintética, ocasionada pelo aumento de temperatura foliar. O fechamento estomático evita a ocorrência de danos aos sistemas metabólicos, ajustando-os ao déficit de umidade na planta, resultando em aumento temporário do Ψ_w na folha (LARCHER, 1987). Este fechamento persiste até após a diminuição da radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A) no meio da tarde, ou seja, aproximadamente às 15h ($450\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). O potencial hídrico foliar (Ψ_w) das mudas de cajueiro sob estresse hídrico é maior do que naquelas sob estresse salino, e os porta-enxertos do CCP06 apresentaram maior capacidade de ajustamento osmótico em presença de salinidade. Concluíram que a resistência nas mudas de cajueiro enxertadas com CCP76 é determinada pelas características do porta-enxerto, sendo que o CCP06 demonstra vantagens na manutenção do balanço hídrico com melhor ajuste da combinação CCP76/06 às condições de estresses hídrico e salino apresentadas.

NOGUEIRA e SILVA Jr. (2001) estudaram a diferença entre dois genótipos de gravioleira (*Annona muricata* L.), com relação à transpiração, resistência à difusão de vapor, temperatura foliar, tensão da água no xilema, além do teor de clorofila durante duas épocas do

ano, em condições de campo. Neste, foram utilizadas seis plantas de cada genótipo de gravioleira (*Morada* e *Comum*), avaliadas em duas épocas (setembro e dezembro de 1998). O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com seis repetições. De cada planta foram selecionadas duas folhas sadias e completamente expandidas, localizadas no terço médio das copas e diretamente expostas à radiação solar. No horário de maior demanda evaporativa (entre 12h e 14h) mediram-se, durante três dias consecutivos para cada época, a transpiração (T_r), a resistência foliar à difusão de vapor (R_s) e a temperatura foliar (T_f), utilizando o porômetro de equilíbrio dinâmico da LICOR, modelo LI-1600. Paralelamente, na câmara do porômetro foram monitoradas: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, e, com o auxílio de um sensor quântico, foi medida a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A). Calculou-se também o déficit de pressão de vapor do ar (D.P.V.S) segundo VIANELLO e ALVES (1991). O potencial hídrico foliar (Ψ_w) foi determinado utilizando-se uma câmara de pressão de Scholander (SCHOLANDER *et al.*, 1965), modelo 3035 da “Soil Moisture Equipment Corp”, Santa Bárbara, Califórnia (EUA). Para essas avaliações, foram utilizadas as folhas nas quais foram realizadas as medidas porométricas. As mesmas foram envoltas em filme de PVC antes de destacadas, para evitar desidratação, e postas em caixa de isopor com gelo. Posteriormente, foram colocadas no cilindro da câmara, com a taxa de aumento de entrada de gás mantida constante para todas as medidas. A R.F.A variou de 1440 a $1726,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, a UR de 42,8 a 53,2%, enquanto que os valores médios da T_{ar} situaram-se entre 32,3 a 36,4°C. Há influência da sazonalidade no comportamento fisiológico com diferenças genotípicas relacionadas à adaptação ambiental. Os genótipos de gravioleira *Morada* e *Comum* apresentaram comportamentos distintos em todos os parâmetros ecofisiológicos avaliados na época de maior demanda evaporativa. O potencial hídrico foliar constitui um bom parâmetro para aferição de diferenças genotípicas em gravioleira. A resistência à difusão de vapor deve ser utilizada como parâmetro para aferição de adaptação ambiental entre genótipos de gravioleira, em épocas de maior demanda evaporativa. A gravioleira *Comum* é mais eficiente fotossinteticamente por minimizar a degradação da clorofila b pela incidência da luz.

Quando os estômatos se abrem e começa a difusão do vapor para o exterior, desenvolve-se um gradiente de pressão de vapor entre as paredes das células, local de evaporação, e a câmara estomática. Normalmente, a densidade de pressão de vapor na câmara

estomática não desce abaixo de 96%, o que corresponde a um valor de potencial hídrico foliar da ordem dos -5,0MPa. Em vez de um equilíbrio estático desenvolve-se um gradiente dinâmico de potenciais hídricos entre a água nas paredes das células e a fase de vapor. Assim que a densidade de vapor torna-se mais negativo que o da fase líquida. A 20°C, para uma umidade relativa de 99% o potencial hídrico é de -1,37MPa, e para 98% é de -2,72 MPa.

O potencial hídrico das paredes das células diminui, especialmente devido as forças matriciais, à medida que a água é perdida por evaporação e os meniscos dos poros se retraem para capilares mais estreitos. No entanto, desde que o potencial hídrico das células permaneça razoavelmente alto, continua a haver um movimento de água para as paredes das células. Mesmo quando o potencial hídrico das células diminui drasticamente, devido à perda de turgidez ou diminuição do potencial osmótico, o sistema contínuo de água na planta permite o fornecimento de água para as células do mesófilo, assim como para os locais de evaporação. O grau de saturação mantido nos espaços intercelulares, quando os estômatos abrem, depende da taxa de difusão de vapor para o exterior, e esta depende por sua vez, da resistência estomática e da densidade de pressão de vapor da atmosfera (MEIDNER e SHERIFF *apud* COSTA, 2001).

4.5 Modelagem

De acordo com CRISTOFOLETTI (1999), modelo é “qualquer representação simplificada da realidade ou qualquer outro aspecto do mundo real que surja como interesse ao pesquisador, que possibilite reconstituir a realidade, prever um comportamento ou evolução”. No que tange a modelagem hidrográfica em bacias hidrográficas SINGH (1995) propôs os seguintes critérios: 1) descrição de processos; 2) grandezas escalares, neste caso os modelos podem ser baseados em escalas temporais ou espaciais; 3) técnicas de resolução, de maneira que os modelos podem ser numéricos, análogos ou analíticos (CRISTOFOLETTI, 1999).

EWEN e PARKIN (1996) fizeram uma revisão sobre testes de validações de modelos para prever o impacto das mudanças do uso do solo e do clima no manejo de água em bacias hidrográficas. Dentre os tipos de testes utilizados, existe um em que o modelo não é calibrado e as previsões são simplesmente comparadas com medições. Este tipo foi empregado por BEVEN (1984) utilizando o TOPMODEL em bacias no Reino Unido, com a finalidade de mostrar sua aplicabilidade na predição do escoamento em pequenas bacias temperadas úmidas. Os autores concluíram que os métodos usados não testam claramente um modelo e propõem uma base para testes de validação destes modelos para uma bacia.

Estudos de transferência de fluxo de água podem ser efetuados em diferentes níveis de escala, onde cada nível apresenta aspectos particulares. Esses estudos podem ser conduzidos nos níveis de folha, cobertura vegetal, bacia hidrográfica ou regional (JARVIS e McNAUGHTON, 1986). A mudança de escala dos processos a nível foliar para a cobertura vegetal, com a intenção de estimar o fluxo de transpiração do sistema planta-atmosfera, apresenta duas componentes principais: 1) componente biológica - leva em conta a arquitetura da cobertura vegetal e as características fisiológicas de cada espécie; 2) componente da dinâmica de fluxo - considera os gradientes das grandezas físicas em vários níveis (BRUTSAERT, 1984).

A integração dos fenômenos das trocas hídricas a nível foliar e a nível de cobertura vegetal pode ser realizada com a ajuda de um índice que permite estimar a superfície fotossinteticamente ativa. Esse índice pode ser expresso geralmente pelo índice de folhas,

normalmente denominado LAI (leaf area index) ou IAF (índice de área foliar) e representa a relação entre a superfície fotossinteticamente ativa de todas as folhas e a sua superfície de projeção sobre o solo. O IAF também é o parâmetro-chave para a espacialização das condições da cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica ou região (WIGMOSTA *et al.*, 1994), podendo ser estimado por teledetecção (PETERSON *et al.*, 1987; NEMANI e RUNNING, 1989; TEIXEIRA FILHO *et al.*, 1995), possibilitando a realização de cruzamentos das dimensões espaciais e temporais na dinâmica dos fenômenos e superfície, como a evolução da vegetação.

A tradição científica de generalização foi estabelecida na hidrologia há um longo tempo, desde o uso do ‘método racional’ para a predição de picos de vazão. O uso de modelos busca simplificar a complexidade do mundo real privilegiando certos aspectos fundamentais de um sistema, às expensas dos detalhes. Para apresentar uma visão aproximada da realidade, um modelo deve ser simples o bastante para compreensão e uso, e complexo o suficiente para representar o sistema em estudo (ANDERSON e BURT, 1985).

O procedimento de modelagem de sistemas complexos como a hidrologia de bacias exige um conhecimento detalhado da microbacia e dos processos físicos e biológicos que interferem no movimento da água. Como isto é impraticável, simplificações ou abstrações, são realizadas envolvendo vários graus de aproximação à situação real (HAAN *et al.*, 1982; HUGGINS e BUMEY, 1982). A simplificação mais comum é o ‘lumping’ ou média espacial. Uma vez definidas as aproximações mais apropriadas, é necessário escolher um quadro de referência geral para o modelo completo da bacia. A partir da visão desta estrutura geral do modelo e da maneira pela qual as interações entre os componentes são contabilizadas, pode ser feita uma análise sobre a modelagem do componente em estudo (HUGGINS e BUMEY, 1982).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização Experimental

O estudo foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) da Universidade Estadual de Campinas, localizado no município de Campinas, entre as coordenadas geográficas de 22°53'20" de Latitude sul e o meridiano 47°04'40" de Longitude oeste de Greenwich. A área total do campo experimental é de 15 hectares, sendo sua altitude média de 680m. O município de Campinas, distante 100km da capital do estado de São Paulo, apresenta características climáticas favoráveis à produção de citros.



Figura 1. Localização do Município de Campinas no Estado de São Paulo, região metropolitana e área de influência (Fonte: http://www.unicamp.br/unicamp/images/localizacao_mapasaopaulo.gif).

5.2 Características Climáticas da Área Experimental

O clima local é classificado de acordo com KÖPPEN, como tropical de altitude com inverno seco e verão úmido (LUCARELLI, 1997).

A temperatura média nos meses de outubro a março varia de 22 a 24°C e nos meses de abril a setembro, de 18 a 22°C. A umidade relativa do ar é cerca de 77% nos meses de outubro a março e 65% nos meses de abril a setembro (CAMPINAS, 2000).

De acordo com dados do posto de prefixo D4-044 de nome Campinas, localizado no município de Campinas, integrante do Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo, a precipitação média anual de Campinas é 1372,4mm (valor calculado com as séries anuais dos anos de 1941 a 1997). O período chuvoso estende-se do mês de outubro ao mês de março, sendo que o mês de maior concentração de chuvas é janeiro (238,4mm, valor médio) e o mês mais seco é agosto (31,4mm, valor médio) (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E OBRAS, 1997).

O solo local é classificado segundo OLIVEIRA e ROTTA (1979) como Latossolo Roxo distrófico textura argilosa, Unidade Barão Geraldo.

5.3 Caracterização e Metodologia do Experimento

A parcela experimental (Figura 2A e B) possui uma área de 4200m² (60m x 70m), cultivada com variedade Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck), cujo espaçamento entre plantas é de 3m e entre linhas de 7m. As plantas foram instaladas no campo em junho de 1999. Na Figura 3 consta, em detalhe, o evapotranspirômetro utilizado para assegurar a disponibilidade de água nas as duas plantas envolvidas (PL1EVP1 e PL3EVP2). Estes são caixas de água com capacidade volumétrica de 5m³ com diâmetro de 2,30m, sendo sua profundidade de 1,84m. Um mecanismo de bóia alimenta as caixas, com a finalidade de manter o nível freático constante a uma profundidade de 1,34m. Na Figura 4 vê-se a planta cultivada no evapotranspirômetro (PL1EVP1) e na Figura 5 a planta testemunha (PL2T1).

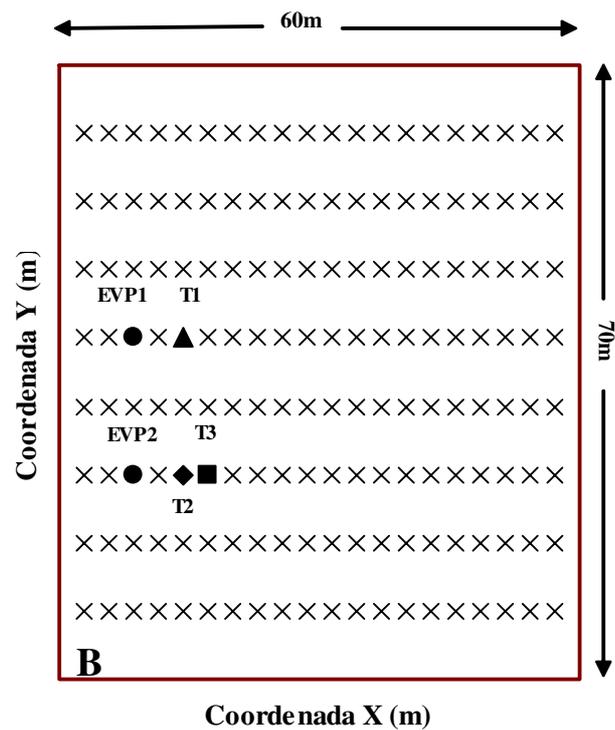
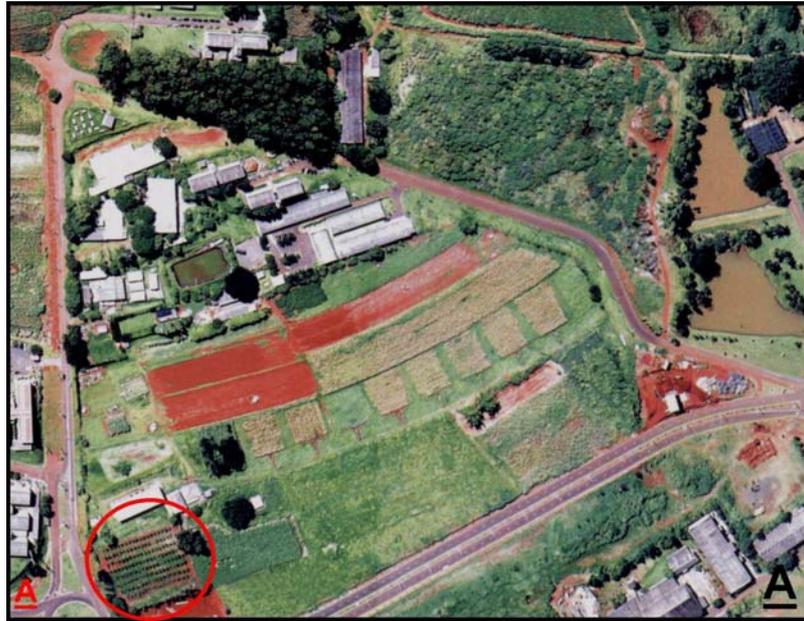


Figura 2. (A) – Foto do campo experimental, onde consta a parcela de citros, área circulada. (B) – Distribuição das plantas na parcela experimental [os pontos em destaque indicam a localização dos evapotranspirômetros (PL1EVP1 e PL3EVP2) suas respectivas testemunhas (PL2T1, PL4T2 e PL5T3)].

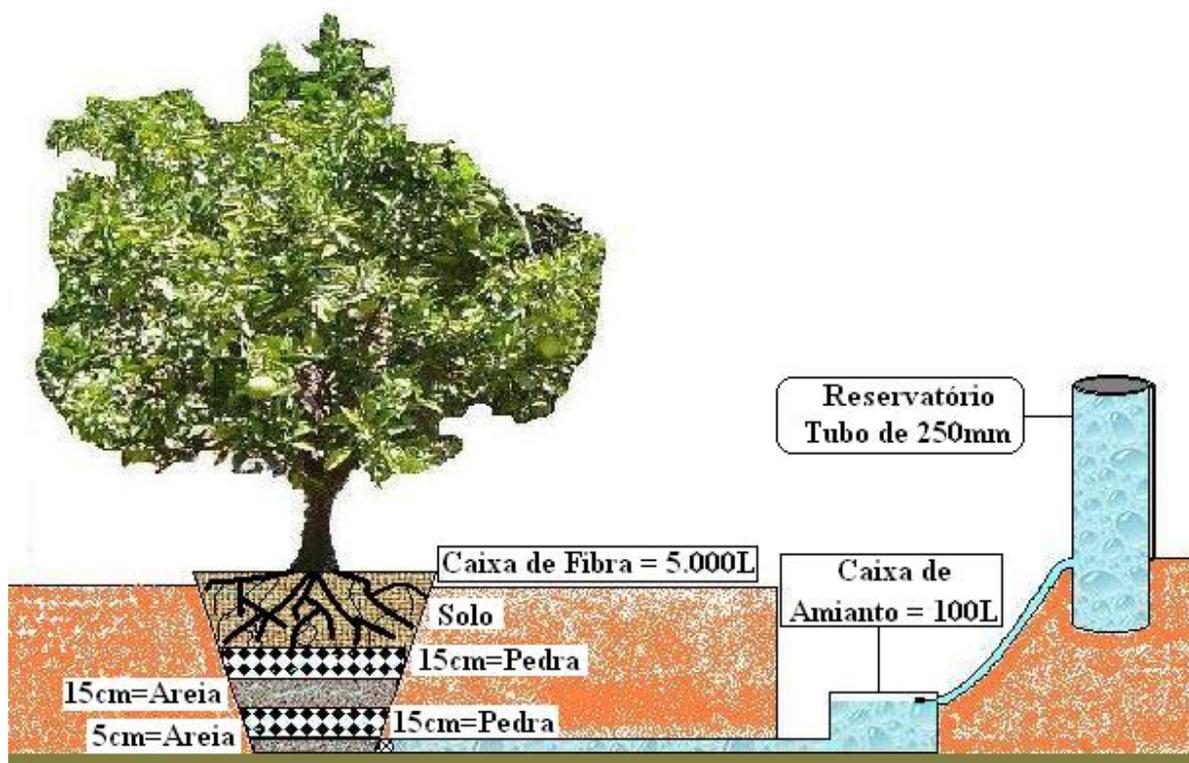


Figura 3. Esquema do evapotranspirômetro da parcela experimental.

A pesquisa foi completamente aleatória, em dois momentos distintos: **1) Primeiro** – Em 2003 realizou-se medidas em quatro plantas de mesmo cultivar, sendo que para cada planta se procedeu a medidas com cinco repetições, e então se trabalhou com a média de cinco folhas e **2) Segundo** – Já em 2004 as medidas foram realizadas em cinco plantas, e a média foi tomada de quatro folhas. Os dados possibilitaram a construção de gráficos horários e diários.

Dos ramos principais de cada planta foram eleitas cinco folhas sãs em 2003 e quatro em 2004, completamente expandidas, ou seja, folhas adultas, com idade similar, e, expostas diretamente a radiação solar. Nessas folhas foram medidas a resistência à difusão de vapor da de água (R_s), sendo que o inverso do valor da resistência (“resistência à transpiração”) a condutância do vapor d’água, ou seja, a condutância estomática (SEYBOLD *apud* LARCHER, 2000), a transpiração (T_r), a temperatura foliar (T_f), utilizando-se um porômetro de equilíbrio dinâmico LICOR, modelo LI-1600. Na seqüência se monitorou a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A), a umidade relativa da câmara porométrica “cuvette” (U.R.) temperatura do ar (T_{ar}) em função dos sensores quânticos e da umidade, assim como os

termopares, todos eles acoplados no referido porômetro. Assumindo-se que não há variação na resistência entre os folíolos laterais e medianos (RESNICK e MENDES *apud* CONFORTO *et al.*, 1998), o equipamento foi posicionado no folíolo mediano, na região de maior densidade estomática, evitando as nervuras e bordo foliar (BERGONCI, 1981). As folhas escolhidas para as medições foram aquelas completamente desenvolvidas com coloração verde intensa, evitando-se portanto, àquelas de coloração verde claro, por serem muito tenras, e também as folhas maduras, com coloração amarelada, ou seja, em senescência. As medidas foram realizadas em intervalos horários ao longo do dia, no período das 7h00min da manhã até 18h30min da tarde em 2003 e até às 18h40min (GMT) em 2004, nos dias constantes na Figura 6.

O período de análise, ano de 2003 (Figura 6), corresponde às medidas mensuradas nos meses de março, abril, maio e junho, em quatro plantas de laranjeira Pêra denominadas de PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2. As plantas denominadas por PL1EVP1 e PL3EVP2 foram cultivadas em evapotranspirômetros individuais, sem restrição hídrica, já as suas testemunhas denominadas de PL2T1 e PL4T2, foram cultivadas nas condições naturais de campo, sendo a chuva sua única fonte de água disponível, ou seja, com restrição hídrica. O intervalo de medida entre uma planta e outra foi de 10 minutos.

As medidas do ano de 2004 (Figura 6) foram realizadas nos meses de março, maio, junho, julho, agosto e setembro, em cinco plantas de laranjeira Pêra denominadas de PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2, PL4T2 e PL5T3. As plantas denominadas por PL1EVP1 e PL3EVP2 são cultivadas em evapotranspirômetros individuais, sem restrição hídrica, já as suas testemunhas denominadas de PL2T1, PL4T2 e PL5T3, foram cultivadas nas condições naturais de campo, sendo a chuva sua única fonte de água, ou seja, com restrição hídrica. O intervalo de medida entre uma planta e outra foi de 10 minutos.

Dados complementares de temperatura do ar e da umidade relativa do ar foram coletados da estação meteorológica instalada no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola. Essas informações foram utilizadas para o cálculo do déficit de pressão de vapor de água (D.P.V.S.) segundo o método de VIANELLO e ALVES (1991). Os dados medidos dos fluxos de transpiração foliar e da condutância estomática foliar, foram relacionados com as condições climáticas locais, procurando analisar o comportamento da cultura para essas condições.



Figura 4. Foto da planta cultivada no evapotranspirômetro (PL1EVP1).



Figura 5. Foto da planta cultivada nas condições de campo (Testemunha-PL2T1).

Para o acompanhamento das disponibilidades hídricas no solo foram realizadas medidas de potencial hídrico de base (Ψ_b) no fim da madrugada, utilizando-se de uma câmera de pressão de Scholander (SCHOLANDER *et al.*, 1965), modelo 3035 (Soil Moisture Equipment Corp.). As laranjeiras apresentam o pecíolo de suas folhas bastante curto, então para facilitar as medições se utilizou ramos foliares com três folhas, sendo coletado três ramos por planta, e então se trabalhou com a média. Por volta das 3h30min da madrugada, os ramos foram cortados e acondicionado em sacolas plásticas para minimizar as perdas de água. Porém, logo em seguida foram feitas as determinações colocando cada ramo por vez dentro do cilindro da câmera de pressão.

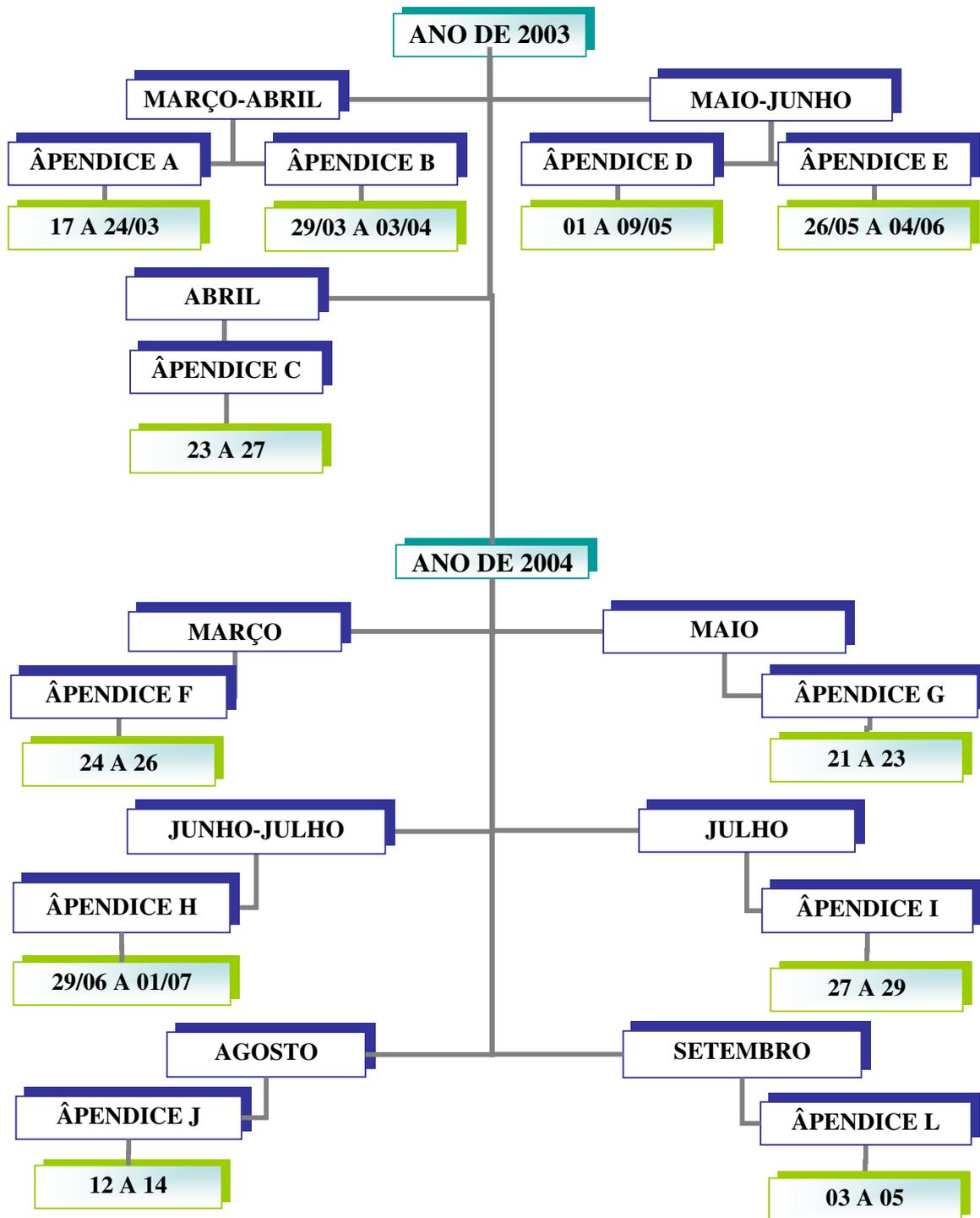


Figura 6. Régua do tempo do período de medidas no ano de 2003 e 2004.

5.3.1 Dados meteorológicos

A Faculdade de Engenharia Agrícola possui um Posto Meteorológico, localizado próximo da área de estudo com os seguintes equipamentos: termógrafo, higrógrafo, pluviômetro, pluviógrafo, heliógrafo, tanque classe A, conjunto de geotermômetros, conjunto psicrômetro, estação climática automática CAMPBELL. O posto fornece dados de temperaturas máxima e mínima, da umidade relativa do ar (em três horários: 9h00min, 15h00min e 21h00min) e do índice pluviométrico ao Centro de Ensino e Pesquisas em Agricultura (CEPAGRI), responsável pela previsão meteorológica para Campinas e região.

Uma estação meteorológica automática CAMPBELL foi instalada na parcela, em uma plataforma de madeira montada a 6m acima do solo, equipada com um pluviógrafo e sensores para medir temperaturas máxima e mínima, umidade relativa do ar, pressão barométrica, velocidade do vento nas alturas de 2m e 5m, radiação solar, temperatura do solo, fornecendo dados armazenados a cada 10 minutos.

5.4 Modelagem

O modelo simulou a transpiração e a condutância estomática em função da radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão saturado e potencial hídrico de base (funções 1 e 2), considerando a escala de tempo horária do período de medidas em 2004 (Figura 6), como a seguir:

$$Tr = f(\Psi_b, R.F.A, R.I.T, D.P.V.S) \quad (1)$$

$$C.E = f(\Psi_b, R.F.A, R.I.T, D.P.V.S) \quad (2)$$

Os modelos escolhidos relacionam a transpiração da cobertura vegetal (variável dependente) as variáveis meteorológicas (variáveis independentes) equações de 3, 4 e 5: radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total e o déficit de pressão de vapor saturado.

$$Tr = aRFA^2 + bRFA \quad (3)$$

$$Tr = aRIT^2 + bRIT \quad (4)$$

$$Tr = aDPVS^2 + bDPVS \quad (5)$$

Em que: Tr – transpiração foliar ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$); RFA – radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$); RIT – radiação incidente total (kW.m^{-2}); DPVS – déficit de pressão de vapor saturado (kPa).

Os modelos escolhidos relacionam a condutância estomática da cobertura vegetal (variável dependente) as variáveis meteorológicas (variáveis independentes) equações 6, 7 e 8: radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total e o déficit de pressão de vapor saturado.

$$CE = aRFA^2 + bRFA \quad (6)$$

$$CE = aRIT^2 + bRIT \quad (7)$$

$$CE = aDPVS^2 + bDPVS \quad (8)$$

Em que: C.E – condutância estomática foliar (cm.s^{-1}); RFA – radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$); RIT – radiação incidente total (kW.m^{-2}); DPVS – déficit de pressão de vapor saturado (kPa).

Para cada modelo matemático adotou-se um conjunto de coeficientes que melhor se ajustou aos dados de campo. Esses dados foram agrupados em função de classes de potencial de base (Ψ_b) para simular as restrições de água no solo. Cinco classes de potencial foram definidas para melhor representar as condições de campo do experimento (-6 a -4MPa, -4 a -3MPa, -3 a -2MPa, -2 a -1MPa e -1 a -0,5MPa).

5.4.1 Calibração e verificação do medelo

Esta etapa (Figura 7) utilizou-se o Microsoft Excel com os dados de radiação fotossinteticamente ativa, de radiação incidente total e do déficit de pressão de vapor saturado e do potencial hídrico de base, do ano base de 2004, para definição dos modelos. No processo de calibração vários modelos foram testados e os parâmetros explicitados. No processo de verificação observou-se o ajuste do modelo escolhido para simular os dados de campo.

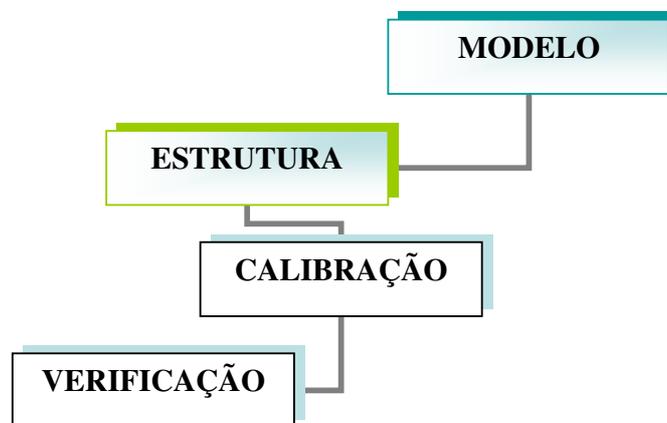


Figura 7. Fases da modelagem proposta.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise Geral das Plantas em 2003

Nas Figuras que seguem, bem como nas Tabelas, são analisadas as variáveis: transpiração (Tr), a condutância estomática (C.E), a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A), todas a nível foliar, a radiação incidente total (R.I.T) ou radiação global e o déficit de pressão de vapor saturado (D.P.V.S), levando em consideração a hora solar local e também o dia Juliano. As demais figuras mencionadas no texto constam nos apêndices.

6.1.1 Período de 17 a 24/03/03

Os dados pertinentes ao dia 19/03/03 se encontram na Tabela 1 e nas Figuras 8 a 12, e as demais informações desse período constam no Apêndice A – Figuras 124 a 143; Apêndice O – Figuras 413 a 416 e 445; e Apêndice Q – Tabela 22.

No dia 19/03/03 (Tabela 1), entre 7h e 13h a Tr (Figura 8) e a C.E (Figura 9) tiveram tendências parecidas, com valores baixos ($Tr < 2,23 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $C.E < 8,20 \text{ cm.s}^{-1}$), visto que a umidade relativa estava alta e variou de 58% a 99% (Apêndice O – Figura 414), o que possivelmente contribuiu para redução da Tr. Os valores baixos ocorreram devido a baixa R.F.A e ao baixo D.P.V.S.

As 8h a R.F.A (Figura 10) da PL1EVP1 diminuiu em 69% em relação às 7h na mesma planta, porém quando comparado com as outras plantas, diminuiu 78%. Esta queda não afetou significativamente nem a Tr e nem a C.E.

No horário das 13h às 14h, tanto a Tr quanto a C.E aumentaram em 70% e 97%, nessa ordem, nas plantas monitoradas. Após este horário a transpiração diminuiu suavemente, já a condutância apresentou queda acentuada na PL1EVP1 (30%), PL2T1 (38%), PL3EVP2 (30%) e PL4T2 (50%) às 15h e logo após voltaram a crescer, todavia a C.E da PL1EVP1 diminuiu continuamente até que os estômatos fechassem por completo.

No horário das 15h a R.F.A ainda estava acima de $1540\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, no entanto a transpiração continuava alta, até mesmo em resposta ao D.P.V.S que estava acima de 1,86kPa, já a condutância estomática entrou em queda quando os estômatos reduziram sua abertura estomática.

Tabela 1. Transpiração foliar (Tr), condutância estomática foliar (C.E.) e radiação fotossinteticamente ativa foliar (R.F.A.), máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

Tr _{Máxima} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
17/3/2003	12:00	3,79	12:10	3,61	12:20	3,37	12:30	3,50
19/3/2003	14:00	6,93	15:10	7,04	14:20	6,98	14:30	7,09
20/3/2003	11:00	6,21	11:10	6,15	13:20	5,74	13:30	5,41
24/3/2003	12:00	5,32	12:10	5,00	13:20	4,69	13:30	4,56
Tr _{Média Diária} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
17/3/2003	2,09		2,52		2,21		2,49	
19/3/2003	3,04		3,15		2,96		3,01	
20/3/2003	3,32		3,75		3,54		3,66	
24/3/2003	3,20		3,17		3,00		3,08	
C.E _{Máxima} (cm.s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
17/3/2003	11:00	13,51	12:10	15,15	9:20	13,16	9:30	41,67
19/3/2003	14:00	71,43	14:10	100,00	14:20	71,43	14:30	83,33
							16:30	83,33
20/3/2003	11:00	71,43	11:10	83,33	15:20	25,00	15:30	41,67
24/3/2003	15:00	38,46	12:10	100,00	12:20	38,46	12:30	71,43
C.E _{Média Diária} (cm.s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
17/3/2003	4,68		8,43		6,28		11,94	
19/3/2003	15,71		23,88		18,34		22,03	
20/3/2003	15,05		22,08		12,05		15,48	
24/3/2003	15,47		29,50		16,51		18,99	
R.F.A _{Máxima} ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
17/3/2003	14:00	1898	14:10	1984	14:20	1876	14:30	1890
19/3/2003	11:00	2132	13:10	1902	13:20	1960	11:30	2216
20/3/2003	14:00	1920	13:10	2074	11:20	2088	12:30	2006
24/3/2003	10:00	1808	10:10	1986	10:20	2154	9:30	1888
R.F.A _{Média Diária} ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
17/3/2003	812		875		809		796	
19/3/2003	1437		1278		1259		1516	
20/3/2003	1055		1218		1210		1104	
24/3/2003	858		901		1015		957	

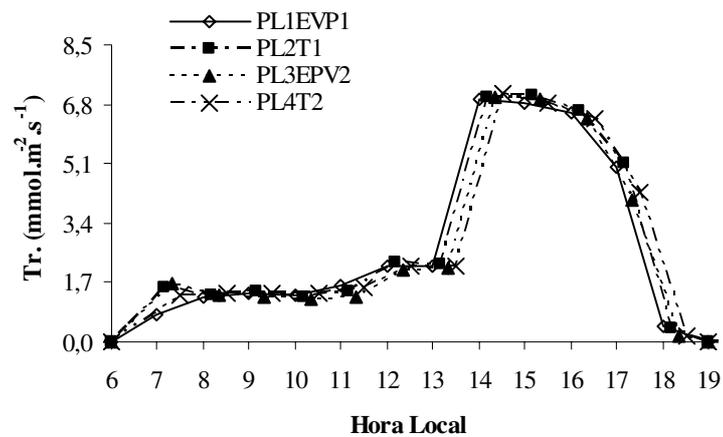


Figura 8. Transpiração foliar (Tr.), 19/03/03.

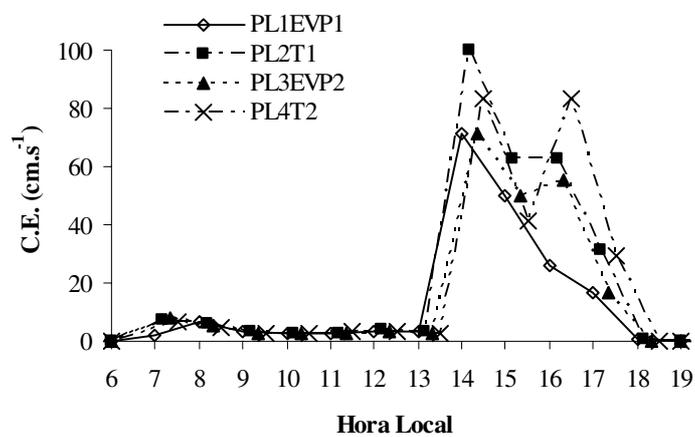


Figura 9. Condutância estomática foliar (C.E.), 19/03/03.

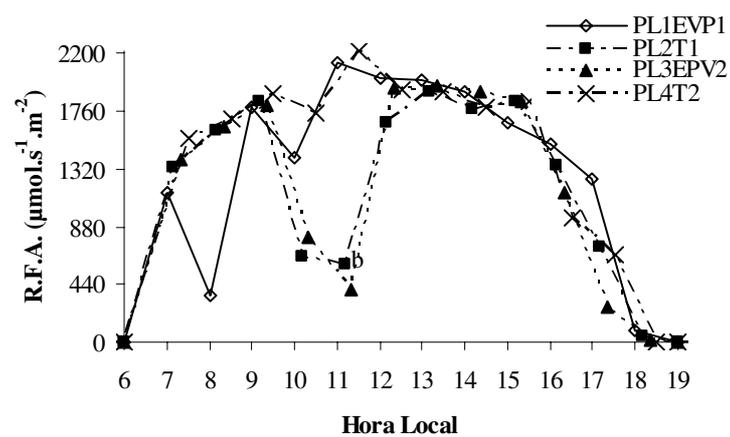


Figura 10. Radiação fotossinteticamente ativa foliar (R.F.A.), 19/03/03.

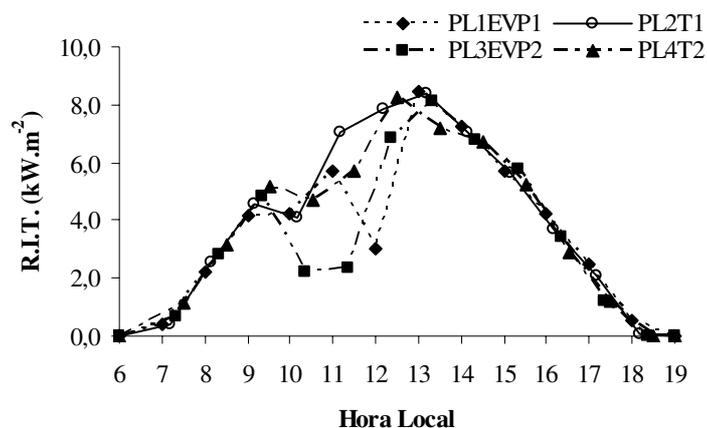


Figura 11. Radiação incidente total (R.I.T.), 19/03/03.

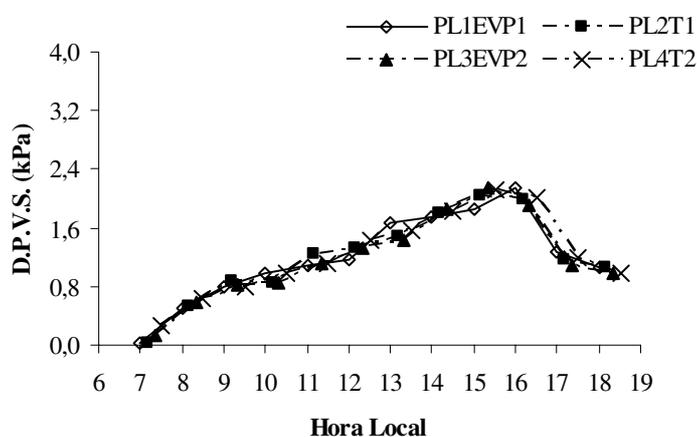


Figura 12. Déficit de pressão de vapor saturado (D.P.V.S.), 19/03/03.

Considerando a média diária, a planta que transpirou mais foi a PL2T1, sendo que transpirou 6% mais que a PL3EVP2, 5% maior que a PL4T2 e 4% mais que a PL1EVP1 (Apêndice A – Figura 139). A planta que teve a maior C.E média diária foi a PL2T1. Esta foi 59% superior a PL1EVP1, 30% maior que na PL3EVP2 e 8% maior que na PL4T2 (Apêndice A – Figura 140). Já a planta que recebeu a maior quantidade de R.F.A média diária foi a PL4T2. Ela recebeu 20% mais que a PL3EVP2, 19% maior que a PL2T1 e 6% superior que a PL1EVP1 (Apêndice A – Figura 141).

As plantas testemunhas (PL2T1 e PL4T2) apresentaram os maiores valores horários de Tr, C.E e de R.F.A que as plantas controles (PL1EVP1 e PL3EVP2), isto indica que as

precipitações anteriores (Apêndice O – Figura 445) poderiam ter beneficiado as plantas com deficiência hídrica.

Na Tabela 1 consta a Tr máxima horária e média diária do período de 17 a 24/03/03. Os maiores valores de Tr ocorreram no dia 19/03/03, entretanto, a PL4T2 expressou máximo valor às 14h30min ($7,09\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). A C.E (Tabela 1) apresentou seu máximo valor em dois dias diferentes, 19 e 24/03/03 (100cm.s^{-1}) às 14h10min e 12h10min, ambas na PL2T1, respectivamente. O máximo valor da R.F.A (Tabela 1) ocorreu em 19/03/03 às 11h30min, sendo de $2216\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

A Tr média diária (Tabela 1) variou de $2,09\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (17/03-PL1EVP1) a $3,75\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (19/03/03-PL2T1) a semelhança dos valores encontrados por NOGUERIA *et al.* (2000b) que estudaram a transpiração em dois genótipos de pitanga com melhores características agrônomicas e observaram uma variação na média dos genótipos entre $3\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (IPA2.2) e $4,35\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (IPA4.3) em condições normais de cultivo e entre $1,3\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (IPA2.2) e $1,7\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (IPA4.3) em baixas condições de estresse.

A C.E média diária (Tabela 1) variou de $4,68\text{cm.s}^{-1}$ (17/03/03-PL1EVP1) a $29,5\text{cm.s}^{-1}$ (24/03/03-PL2T1). NOGUERIA *et al.* (2000b) observaram que a resistência difusiva, que é uma medida relacionada com a perda de vapor de água para a atmosfera, teve diferença entre os genótipos (IPA2.2 e IPA4.3) tanto no tratamento controle (baixa irrigação), como no estressado (sem irrigação). A resistência difusiva de ambos os genótipos aumentou em função do prolongamento do estresse, ou seja, a C.E média diária variou de 0,08 a $0,49\text{cm.s}^{-1}$. Ainda, notaram que a planta que apresentou a menor condutância se mostrou mais eficiente por reduzir sua transpiração. Os valores de C.E encontrados por estes autores, foram bem inferiores a faixa de variação desta pesquisa. Além disso, nas quatro plantas investigadas, nem sempre a planta que apresentou a menor C.E foi mais eficiente na redução da transpiração, uma vez que a condutância teve picos divergentes (Figura 9).

Nota-se que a Tr média diária (Apêndice A – Figura 139) do dia 76 a 78 teve incremento de 18% (PL4T2) a 31% (PL1EVP1), já do dia 78 a 79 seu incrementou foi de 8% (PL1EVP1) a 18% (PL4T2), declinando posteriormente de 4% (PL1EVP1) a 16% (PL4T2), tal qual o D.P.V.S que aumentou do dia 76 a 78 de 32% (PL3EVP2) a 35% (PL4T2) e declinaram de forma geral do dia 78 a 79 menos de 8% em todas as plantas. Do dia 79 para 83 o D.P.V.S declinou menos de 18% (Apêndice A – Figura 143), demonstrando que houve um

decréscimo da demanda evaporativa da atmosfera levando a queda da Tr média diária. No que diz respeito a R.F.A média diária (Apêndice A – Figura 141) declinou menos de 27% a partir do dia Juliano 78, corroborando com a diminuição da Tr média diária em decorrência de uma menor abertura estomática.

A Tr média diária das plantas cultivadas nos evapotranspirômetros não divergiu daquelas testemunhas (Apêndice A – Figura 139). Contudo, não houve precipitação no dia Juliano 78 (Apêndice O – Figura 445), porém nos dias anteriores às medidas (64 e 72 do calendário Juliano) foi registrada precipitação maior que 23mm, isto denota que tinha quantidade de água considerável, armazenada no solo e disponível às plantas. Além disso, a temperatura do ar máxima horária não passou dos 32°C e a umidade relativa mínima horária foi de 50% (Apêndice O – Figura 414).

De forma geral, considerando o intervalo entre as medidas, de 10 minutos, as plantas tiveram comportamento similar, tanto nas observações horárias, quanto nas diárias. As plantas cultivadas nos evapotranspirômetros (PL1EVP1 e PL3EVP2) não diferiram muito em relação as suas testemunhas (PL2T1 e PL4T2). Isto evidencia que o intervalo das medidas, pode ter sido pequeno para que as mesmas pudessem expressar grandes diferenças horárias e diárias. Nesse respeito, LEVY (1983) verificou em plântulas de *Citrus macrophylla*, que déficit hídrico severo reduziu a transpiração, mas aumentou o potencial hídrico, enquanto que déficit hídrico moderado reduziu menos a transpiração e não afetou o potencial hídrico. Isso sugere que o estresse hídrico moderado influencia somente a condutância estomática e não afeta a resistência das raízes e das hastes.

Em síntese, escolheu trabalhar com o dia 19/03/03 porque se mostrou atípico as demais condições observadas nos outros dias (Apêndice A). Nesse dia se verificaram os maiores valores horários da Tr e da C.E, em comparação ao período. O dia foi marcado por duas condições muito diferentes, sendo a primeira das 7h às 13h, cujos valores estiveram bem baixos ($Tr < 2,23\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ e $C.E < 3,5\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$). E a segunda condição que predominou das 14h às 18h (às 14h - $Tr > 6,9\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ e $C.E > 71\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), conforme já comentado.

6.1.2 Período de 29/03 a 03/04/03

Os dados relacionados ao dia 30/03/03 se localizam na Tabela 2 e nas Figuras 13 a 17, os demais dias desse período constam no Apêndice B - Figuras 144 a 173; Apêndice O – Figuras 417 a 422, 445 e 446; Apêndice Q – Tabela 23.

No dia 30/03/03 observou-se que no horário das 8h, com exceção da PL1EVP1, as plantas (PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2) receberam R.F.A acima de $1468\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 15), que em termos percentuais receberam 64% a 67% mais energia radiante que a PL1EVP1. Este aumento teve resposta na transpiração (Figura 13), de forma que a PL1EVP1 transpirou 32% menos que a PL4T2, e que a C.E (Figura 14) da PL1EVP1 foi menor em 19% que na PL4T2. A menor R.F.A nesse horário ocorreu devido a existência de sombreamento provocado por uma árvore que se opunha entre as plantas monitoradas no horário das 7h e das 8h da manhã, que variava de acordo a mudança de sazonalidade. Isto reforça os resultados encontrados por pesquisadores que informam que a radiação fotossinteticamente ativa assume maior importância nas primeiras horas da manhã, pois as plantas precisam de radiação suficiente para estimular os mecanismos de abertura estomática e assim exercerem suas trocas com o meio externo.

No horário das 9h a C.E da PL1EVP1 aumentou 42% em relação a PL2T1, a PL3EVP2 aumentou 74% mais que a PL2T1, entretanto a transpiração não se alterou na PL1EVP1 comparada com a PL2T1, e nem na PL3EVP2 comparada PL4T2, haja vista que a R.F.A se encontrava acima de $1726\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

A C.E teve picos diferentes no horário das 14h, momento em que a R.F.A oscilou com queda de 68% na PL2T1 e 22% na PL3EVP2. Entretanto a C.E, no mesmo horário mostrou-se em elevação de 21% (PL2T1) e 63% (PL3EVP2). Já a Tr aumentou 4% (PL1EVP1) e diminuiu de 0,34% a 4,26% nas demais plantas.

As oscilações entre 14h e 15h, na R.F.A (queda de 6% na PL1EVP1 e de 8% PL4T2; aumento de 60% na PL2T1 e 16% na PL3EVP2) e na R.I.T, não causaram mudança na transpiração, pois continuou aumentando, talvez em resposta ao aumento do déficit de pressão de vapor saturado de 14 a 16%.

Tabela 2. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

Tr _{Máxima} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
29/3/2003	14:00	3,65	13:10	3,47	11:20	3,55	13:30	3,57
30/3/2003	15:00	5,97	15:10	6,04	15:20	5,90	15:30	6,00
31/3/2003	15:00	5,88	15:10	5,79	14:20	5,67	14:30	5,68
1/4/2003	13:00	5,94	13:10	5,67	13:20	5,66	14:30	5,57
2/4/2003	14:00	5,51	13:10	5,44	12:20	5,41	14:30	5,44
3/4/2003	14:00	5,62	14:10	5,43	14:20	5,25	14:30	5,40
Tr _{Média Diária} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2				
29/3/2003	2,69	2,85	3,01	3,05				
30/3/2003	4,26	4,41	4,54	4,63				
31/3/2003	3,81	4,29	4,44	4,59				
1/4/2003	3,87	4,05	4,10	4,29				
2/4/2003	3,34	3,73	3,96	4,18				
3/4/2003	2,95	3,18	3,19	3,39				
C.E _{Máxima} (cm.s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
29/3/2003	9:00	15,63	9:10	14,29	8:20	19,23	8:30	31,25
30/3/2003	9:00	27,78	10:10	20,00	9:20	62,50	14:30	27,78
31/3/2003	13:00	16,67	13:10	17,86	13:20	20,00	17:30	50,00
1/4/2003	14:00	15,63	16:10	16,67	8:20	22,73	9:30	55,56
2/4/2003	13:00	13,16	15:10	12,50	9:20	18,52	9:30	33,33
3/4/2003	12:00	11,11	16:10	16,67	12:20	18,52	12:30	38,46
C.E _{Média Diária} (cm.s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2				
29/3/2003	5,56	7,08	9,29	11,61				
30/3/2003	12,81	14,27	21,66	18,64				
31/3/2003	8,64	11,79	13,33	18,45				
1/4/2003	9,80	12,21	13,80	19,59				
2/4/2003	6,67	7,65	9,92	12,30				
3/4/2003	5,47	7,38	8,46	11,55				
R.F.A _{Máxima} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
29/3/2003	11:00	1914	11:10	1940	12:20	1960	11:30	1952
30/3/2003	13:00	1896	13:10	1904	13:20	1938	14:30	1920
31/3/2003	14:00	1858	13:10	1878	11:20	1934	11:30	1874
1/4/2003	10:00	1740	10:10	1772	13:20	1970	11:30	1924
2/4/2003	11:00	1884	12:10	1876	12:20	1896	10:30	1856
	12:00	1884						
3/4/2003	13:00	1936	11:10	1858	11:20	1878	11:30	1928
R.F.A _{Média Diária} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)								
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2				
29/3/2003	1276	1384	1355	1351				
30/3/2003	1360	1281	1404	1449				
31/3/2003	1213	1243	1213	1159				
1/4/2003	791	926	961	964				
2/4/2003	1199	1328	1190	1320				
3/4/2003	1090	1122	1018	1065				

Analisando os valores médios diários, a planta que mais transpirou (Tabela 2) foi a PL4T2, sendo 9% superior a PL1EVP1, 5% mais que a PL2T1 e 2% maior que a PL3EVP2. Analisando os dados da Figura 13 percebe-se que o pico máximo horário da transpiração ocorreu exatamente no momento em que se verificou a T_{ar} máxima (31°C) e a umidade relativa mínima (37%), Apêndice O – Figura 418, isto confirma que a transpiração respondeu ao D.P.V.S, após as 14h. Nesse dia não ocorreu precipitação, nem mesmo nos dias que antecederam as medidas (81 a 93) do calendário Juliano (Apêndice O – Figura 445).

A maior C.E média diária foi verificada na PL3EVP2. Esta foi superior em 69%, 52% e 16% mais que as plantas PL1EVP1, PL2T1 e PL4T2, respectivamente. A semelhança da Tr, a maior R.F.A ocorreu na PL4T2, sendo que recebeu 13% mais energia que a PL2T1, 7% maior que a PL1EVP1 e 3% superior a PL3EVP2, Tabela 2.

Verifica-se que neste dia (30/03/03) a Tr (Figura 13) teve pico máximo por volta das 15h. Além disso, das 7h às 9h, a mesma apresentou crescimento rápido, e em seguida mais suave, indicando que por mais que houvesse R.F.A ($> 1726\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), as plantas não aumentaram sua Tr abruptamente. Através da R.F.A (Figura 15) é possível perceber este fato, visto que, o valor máximo ocorreu entre 13h e 14h30min. A R.F.A manteve-se praticamente constante entre 9h e 14h, sem provocar grandes alterações na Tr. Observou-se que a R.I.T (Figura 16) apresentou pico por volta das 12h30min ($7,83\text{kW.m}^{-2}$), já o D.P.V.S teve seu pico por volta das 15h20min (3,04kPa). A queda da R.F.A a partir das 14h e da R.I.T (Figura 16) a partir das 13h, e posterior crescimento não afetou o D.P.V.S, pois só decresceu após às 15h (Figura 17).

Nesse período (Tabela 2) o valor máximo da Tr foi de $6,04\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (30/03/03-PL2T1), sendo que as plantas PL1EVP1, PL3EVP2 e PL4T2 também expressaram os valores máximos neste dia. A C.E atingiu máximo de $62,5\text{cm.s}^{-1}$ (30/03/03-PL3EVP2). Já a R.F.A apresentou máximo de $1970\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (01/04/03-PL3EVP2), Tabela 2.

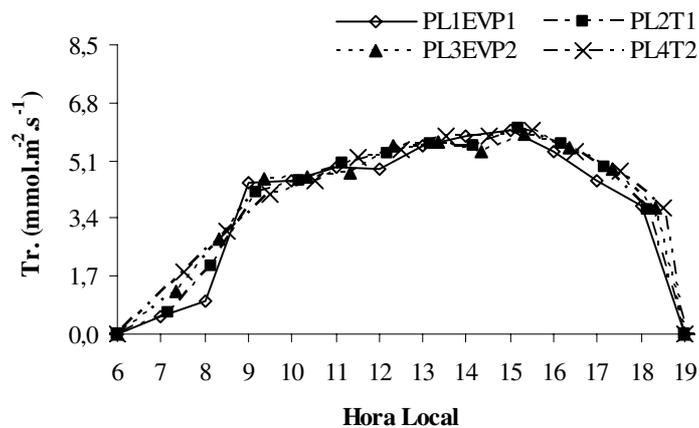


Figura 13. Transpiração foliar, 30/03/2003.

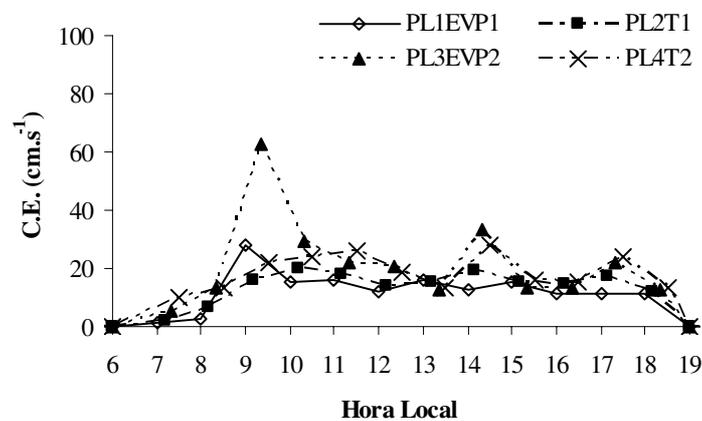


Figura 14. Condutância estomática foliar, 30/03/2003.

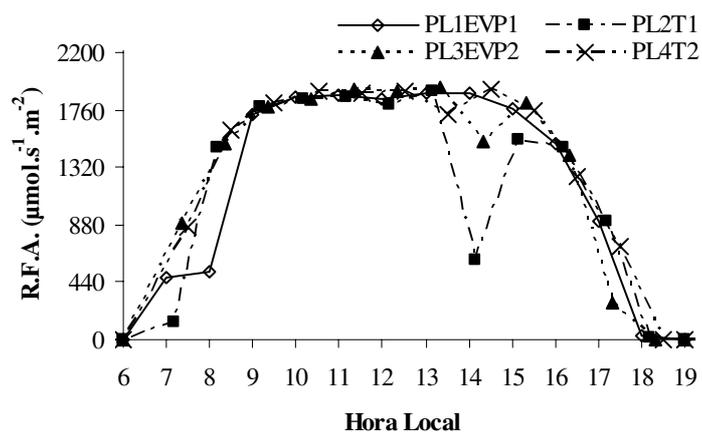


Figura 15. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 30/03/2003.

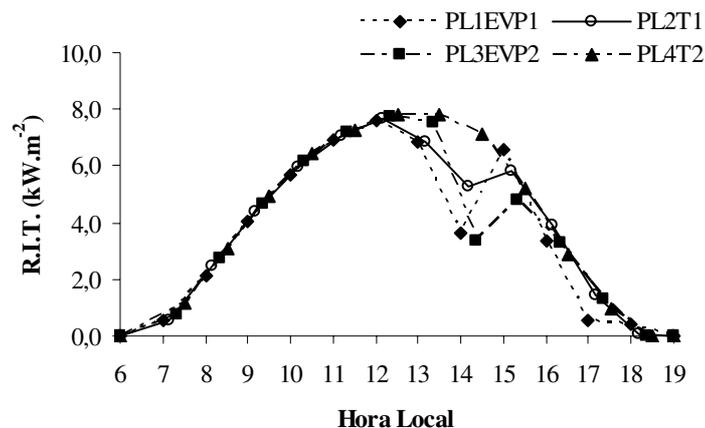


Figura 16. Radiação incidente total, 30/03/2003.

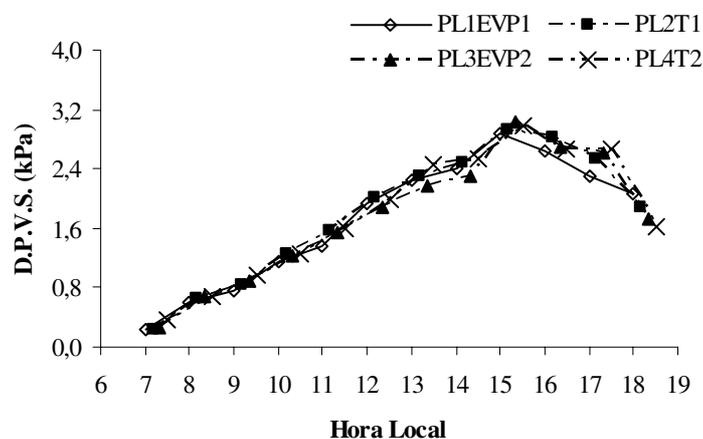


Figura 17. Déficit de pressão de vapor saturado, 30/03/2003.

No que diz respeito à média diária (Tabela 2), e considerando o período de medidas, a transpiração variou de $2,69 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (29/03/03-PL1EVP1) a $4,63 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (30/03/03-PL4T2), a C.E variou de $5,47 \text{cm.s}^{-1}$ (03/04/03-PL1EVP1) a $21,66 \text{cm.s}^{-1}$ (30/03/03-PL3EVP2) e R.F.A variou de $791 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (01/04/03-PL1EVP1) a $1449 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (30/03/03-PL4T2).

As informações horárias permitem conhecer em que momento se verifica os valores máximos ocorridos, porém as médias diárias, são mais consistentes, oferecendo um padrão diário das variáveis, sem demonstrar grandes oscilações como foi observado das medidas horárias.

Verifica-se que a Tr (Apêndice B – Figura 169) cresceu do dia Juliano 88 a 89 [34% (PL3EVP2) a 37% (PL1EVP1)] nos demais dias seguiu em queda até o dia 93, este comportamento foi acompanhado também pela C.E (Apêndice B – Figura 170) do dia Juliano 88 a 89 [aumento de 38% (PL4T2) a 57% (PL3EVP2)]. Entretanto, a C.E apresentada pela PL3EVP2 teve pico menor que nas demais plantas, mantendo-se distante da Tr observada na PL3EVP2. Nota-se que quando a C.E declinou a Tr também diminuiu. Ainda foi possível averiguar que tanto o crescimento, quanto o decréscimo da Tr seguiu o padrão do D.P.V.S (Apêndice B – Figura 173). Isto sugere que a Tr aumentou em função também do D.P.V.S.

A R.F.A (Apêndice B – Figura 171) e a R.I.T (Apêndice B – Figura 172), também foram bastante similares. Entretanto, o pico da R.F.A ocorreu no dia Juliano 89, a exceção para a PL2T1; já o pico da R.I.T foi verificado no dia 88 (PL1EVP1 e PL3EVP2) e 89 (PL2T1 e PL4T2). Ainda, a queda e conseqüente elevação apresentada na R.F.A e na R.I.T nos dias Juliano 91 e 92, respectivamente, não afetaram a Tr, a C.E e nem mesmo o D.P.V.S que continuaram em queda, haja vista que CASTRO (1994) informa que sob condições de intensa demanda evaporativa (alto déficit de pressão de vapor da atmosfera), aumenta a C.E e diminui o potencial hídrico foliar.

A razão de ter escolhido o dia 30/03/03 foi porque do período em análise, neste se verificou os valores máximos horários da Tr e da C.E, como já apresentado. Ressalta-se que tanto no dia 19/03/03 quanto no dia 30/03/03 a maior Tr foi observada nas plantas testemunhas, PL4T2 (Tabela 1) e PL2T1 (Tabela 2).

6.1.3 Período de 23 a 27/04/2003

Todas as informações deste período estão na Tabela 3; nas Figuras 18 a 22; e também no Apêndice C – Figuras 174 a 198; Apêndice O – Figuras 423 a 427 e 444; Apêndice Q – Tabela 24.

No dia 26/04/03, verificou-se que a R.F.A (Figura 20) das 7h às 11h afetou o comportamento da C.E (Figura 19) e por extensão a Tr (Figura 18).

As 8h a PL4T2 transpirou 82% mais que a PL1EVP1, a PL3EVP2 75% mais que a PL1EVP1, em resposta ao aumento da R.F.A de 93% na PL3EVP2 e de 83% na PL4T2. Isto

permite dizer que fisiologicamente os mecanismos estomáticos são mais eficientes nas primeiras horas da manhã, quando inicia a transpiração. Mesmo com a T_{ar} baixa ($21^{\circ}C$, Apêndice O – Figura 426) e a alta U.R de 82% (Apêndice O – Figura 426), havendo R.F.A acima de $1000\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$, as trocas gasosas se processam no ritmo menor.

As 9h a Tr da PL2T1 foi 57% superior a PL1EVP1, 2% maior que a PL3EVP2 e 12% mais que a PL4T2, sendo que a única queda foi observada na PL4T2 de 21% quando a R.F.A também decresceu 54% (PL4T2). Nas outras plantas a R.F.A cresceu 82% (PL1EVP1) e 46% (PL2T1), porém decresceu 35% (PL3EVP2). A C.E diminuiu 8% (PL3EVP2) e 63% (PL4T2). Notem que os decréscimos da Tr e da C.E ocorreram em decorrência da diminuição da R.F.A, uma vez que a U.R ainda estava alta (77%) e a T_{ar} baixa ($24^{\circ}C$), Apêndice O – Figura 426.

As 11h a Tr aumentou entre 12% (PL4T2) a 60% (PL1EVP1), sendo que a C.E apesar de ter aumentado 59% (PL1EVP1), 20% (PL2T1) e 19% (PL3EVP2), decresceu 36% (PL4T2). A R.F.A nesse horário era maior que $1800\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$, ou seja, teve aumento de 2% (PL4T2) a 37% (PL1EVP1). Isto evidencia que a PL4T2 reduziu a C.E para não entrar em estresse hídrico, haja vista o valor da R.F.A.

As 13h a Tr (Figura 18) teve incremento de 24% (PL1EVP1), 17% (PL2T1) e 2% (PL4T2) e decréscimo de 0,5% (PL3EVP2). A C.E (Figura 19) aumentou 81% (PL1EVP1), 63% (PL2T1) e 12% (PL3EVP2) e decresceu 19% (PL4T2). A R.F.A (Figura 20) decresceu menos de 2% em todas as plantas. A diminuição da R.F.A afetou a Tr da PL3EVP2 e a C.E da PL4T2, porém de forma geral houve aumento da Tr e da C.E, uma vez que a demandava atmosférica estava crescendo ($> 1,76kPa$, Figura 22).

Na presença de baixa temperatura e alta umidade relativa a transpiração foi pequena. Também, a queda de mais ou menos 60% da R.F.A (Figura 20), no horário das 14h fez a transpiração diminuir de 9% (PL3EVP2) a 14% (PL1EVP1) em todas as plantas. Outra questão relevante ocorreu às 17h quando a transpiração foi maior que $1,7mmol.m^{-2}.s^{-1}$, com a R.F.A próxima de zero, o que significa que o D.P.V.S (Figura 22) foi a força responsável que manteve a Tr alta, pois nesse horário atingiu o pico máximo de $2,18kPa$ (PL1EVP1).

A planta que teve a maior Tr (Figura 18) média diária foi a PL4T2, sendo superior em 25%, 10% e 4% mais que as plantas PL1EVP1, PL2T1 e PL3EVP2, concomitantemente. Isto significa que a PL4T2 (testemunha) foi beneficiada com maior quantidade de água disponível,

em detrimento das demais plantas, haja vista que 2 dias antes das medidas houve precipitação menor que 10 mm, que apesar de pequena ocorreu em outros dias (Apêndice O – Figura 446).

Tabela 3. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

Tr _{Máxima} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
23/4/2003	12:00	6,69	12:10	6,09	12:20	5,92	12:30	5,89
24/4/2003	11:00	5,64	12:10	5,62	12:20	5,84	12:30	5,75
25/4/2003	15:00	6,82	15:10	6,12	12:20	6,06	12:30	6,03
26/4/2003	13:00	6,91	13:10	6,70	12:20	6,30	13:30	6,25
27/4/2003	12:00	5,98	14:10	6,02	14:20	6,20	11:30	6,21
Tr _{Média Diária} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2				
23/4/2003	3,08	3,53	3,75	3,92				
24/4/2003	3,30	3,67	4,00	4,22				
25/4/2003	2,99	3,49	3,75	3,99				
26/4/2003	3,35	3,81	4,04	4,18				
27/4/2003	3,49	3,95	4,41	4,55				
C.E _{Máxima} (cm.s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
23/4/2003	16:00	14,29	12:10	16,13	11:20	21,74	11:30	22,73
24/4/2003	12:00	12,82	12:10	13,16	10:20	22,73	17:30	38,46
					17:20	22,73		
25/4/2003	15:00	62,50	15:10	29,41	15:20	22,73	15:30	29,41
26/4/2003	13:00	62,50	13:10	29,41	14:20	27,78	10:30	35,71
27/4/2003	15:00	13,89	17:10	15,15	17:20	27,78	17:30	50,00
C.E _{Média Diária} (cm.s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2				
23/4/2003	5,85	7,55	9,86	10,34				
24/4/2003	6,77	8,86	13,86	17,15				
25/4/2003	10,59	9,24	10,69	14,46				
26/4/2003	10,93	10,52	14,66	16,52				
27/4/2003	7,14	8,36	13,06	16,08				
R.F.A _{Máxima} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
23/4/2003	13:00	1890	13:10	1832	11:20	1834	11:30	1840
24/4/2003	12:00	1882	12:10	1880	12:20	1894	12:30	1874
25/4/2003	12:00	1852	12:10	1858	11:20	1844	11:30	1828
26/4/2003	12:00	1840	12:10	1854	12:20	1840	11:30	1866
27/4/2003	12:00	1844	12:10	1858	12:20	1854	12:30	1870
R.F.A _{Média Diária} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)								
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2				
23/4/2003	1113	1209	1185	1228				
24/4/2003	1183	1316	1312	1310				
25/4/2003	996	1205	1195	1108				
26/4/2003	1009	1167	1117	1141				
27/4/2003	1101	1204	1194	1255				

Observando-se a Tabela 3, ver-se que a Tr máxima horária do período foi 6,61mmol.m⁻².s⁻¹ (26/04/03-PL1EVP1). Neste dia todas as plantas expressaram os maiores valores de Tr. O valor máximo da C.E de 62,5cm.s⁻¹ ocorreu em dias diferentes, a saber,

25/04/03 e 26/04/03, ambos na PL1EVP1. O valor máximo alcançado pela R.F.A foi de $1894\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (24/04/03-PL3EVP2).

A maior C.E média diária também ocorreu na PL4T2. Esta foi 57%, 51% e 13% maior que nas plantas PL2T1, PL1EVP1 e PL3EVP2, simultaneamente. Já a planta que recebeu o maior saldo de R.F.A média diária foi a PL2T1. Ela recebeu 16%, 5% e 2% a mais de radiação que as plantas PL1EVP1, PL3EVP2 e PL4T2, nessa ordem, (Tabela 3).

No período (Tabela 3) verificou-se que a Tr variou de $2,99\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (25/04/03-PL1EVP1) a $4,55\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (27/04/03-PL4T2), a variação da C.E foi de $5,85\text{cm.s}^{-1}$ (23/04/03-PL1EVP1) a $17,15\text{cm.s}^{-1}$ (24/04/03-PL4T2), a R.F.A variou de $996\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (25/04/03-PL1EVP1) a $1316\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (24/04/03-PL2T1).

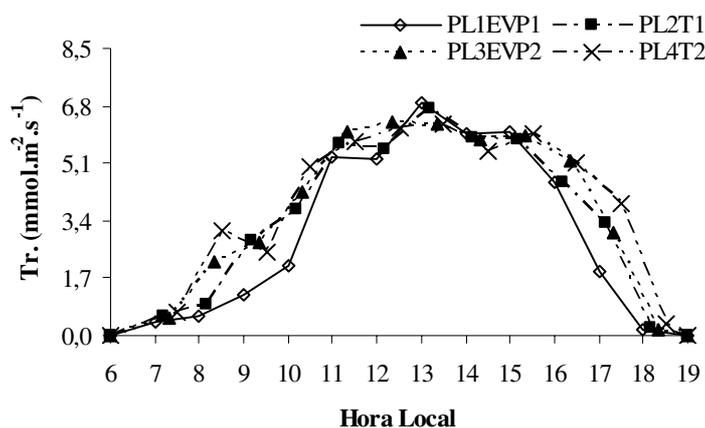


Figura 18. Transpiração foliar, 26/04/2003.

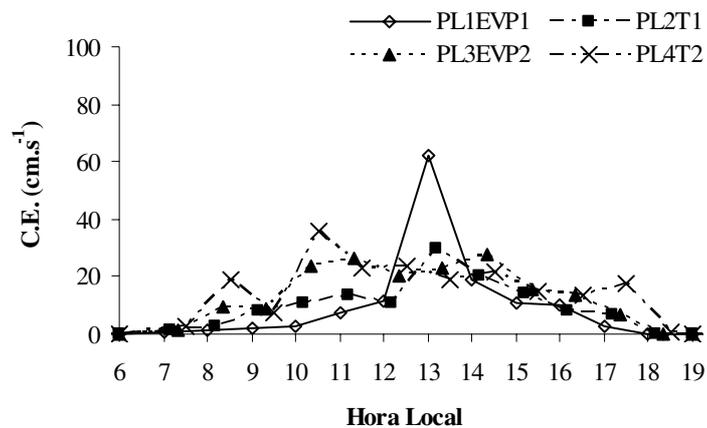


Figura 19. Condutância estomática foliar, 26/04/2003.

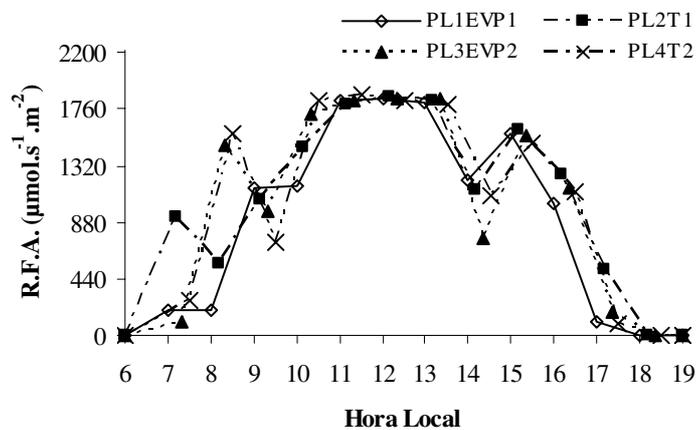


Figura 20. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 26/04/2003.

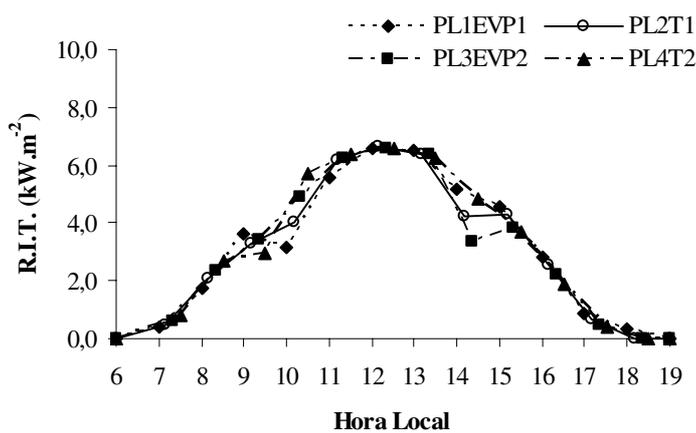


Figura 21. Radiação incidente total, 26/04/2003.

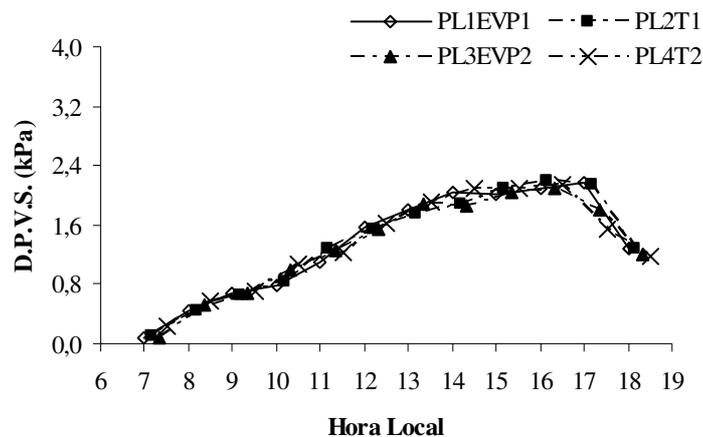


Figura 22. Déficit de pressão de vapor saturado, 26/04/2003.

A exemplo do período anterior, aqui as questões horárias também foram melhores elucidadas analisando a média diária da Tr, da C.E, da R.F.A e do D.P.V.S, Apêndice C – Figuras 194 a 198, respectivamente.

Considerando a média diária da Tr (Apêndice C – Figura 194), C.E (Apêndice C – Figura 195), R.F.A (Apêndice C – Figura 196), R.I.T (Apêndice C – Figura 197) e do D.P.V.S (Apêndice C – Figura 198), nota-se que a Tr se apresentou muito similar nas plantas observadas, e que no dia Juliano 117 ocorreram os valores máximos diários ($> 3,49 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). A Tr seguiu bem de perto o caminho percorrido pela C.E do dia Juliano 113 a 116, depois do dia 116 a C.E decresceu de 3% a 35%, porém a Tr se elevou de 4% a 8%. A Tr acompanhou melhor os passos da R.F.A, indicando que na medida que esta aumentava se observa aumento da Tr. Tal observação serviu para a R.I.T que respondeu sobremaneira ao comportamento do D.P.V.S.

Os maiores valores, máximas horárias, da Tr (Figura 18), da C.E (Figura 19) e da R.F.A (Figura 20) ocorreram justamente no dia 26/04/03, portanto, utilizado para representar o período de medidas. Diferentemente dos dias analisados, nos períodos anteriores, a planta controle (PL1EVP1) foi quem expressou os maiores valores máximos. Isto significa que havia maior disponibilidade de água, de maneira que teve apta a, manter seus estômatos abertos e assim, realizar suas trocas com o meio externo. Na ausência de precipitação, e caso os evapotranspirômetros estivessem funcionando a contento, era de se esperar que as plantas irrigadas transpirassem em conformidade com as condições ambientais, mesmo que os

estômatos desta variedade reduzissem suas perdas quando houvesse uma demanda excessiva da atmosfera (alto D.P.V.S).

Em suma, o dia 26/04/03 foi escolhido porque diferentemente dos dois períodos anteriores a Tr e a C.E, máximas foram verificadas na PL1EVP1 (tratamento controle) e não nas testemunhas, fato que foi verificado nos dias 19/03/03 (PL4T2) e 30/03/03 (PL2T1). E também porque nesse dia ocorreu as maiores Tr e C.E, portanto foi escolhido para representar o período (Tabela 3).

6.1.4 Período de 01 a 09/05/2003

As informações deste período estão na Tabela 4, nas Figuras 23 a 27, e no Apêndice D – Figuras 199 a 228, Apêndice O – Figuras 428 a 433 e 447; Apêndice Q – Tabela 25.

No dia 01/05/03, das 8h a Tr (Figura 23) aumentou de 10% (PL4T2) a 81% (PL1EVP1), enquanto a C.E (Figura 24) teve incremento de 81% (PL1EVP1), 72% (PL2T1) e de 18% (PL3EVP2), e decréscimo de 6% (PL4T2). Neste instante a R.F.A (Figura 25) aumentou de 1% (PL4T2) a 84% (PL1EVP1). Portanto, verificou-se que a PL1EVP1 recebeu a maior quantidade de R.F.A que culminou com os maiores aumentos observados da Tr e da C.E na mesma planta, apesar da alta U.R (77%, Apêndice O – Figura 428) e da baixa T_{ar} (24°C, Apêndice O – Figura 428).

As 10h a PL1EVP1 transpirou (Figura 23) de 49% a 58% menos que as outras plantas. Esta diminuição teve reflexo na C.E (Figura 24) da PL1EVP1 que foi menor 11% a 27% comparado com as plantas (PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2). A Tr da PL1EVP1 foi menor que as das outras, indicando ser a planta com menor reserva de água, mesmo estando sem restrição hídrica. Como não houve precipitação (Apêndice O – Figura 447), é possível que o evapotranspirômetro não estivesse funcionando perfeitamente, caso estivesse, as plantas controles (PL1EVP1 e PL3EVP2) deveriam expressar as maiores taxas transpiratórias em detrimento das testemunhas. Além disso, nesse horário a T_{ar} foi de 26°C (Apêndice O – Figura 428), e a U.R de 62% (Apêndice O – Figura 428), comuns a todas as plantas.

Tabela 4. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

Tr _{Máxima} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
1/5/2003	14:00	5,84	12:10	6,07	12:20	6,40	12:30	6,12
3/5/2003	15:00	4,87	15:10	4,91	15:20	4,83	12:30	4,99
4/5/2003	10:00	4,39	10:10	4,35	12:20	4,68	12:30	4,75
7/5/2003	13:00	4,79	13:10	4,50	12:20	4,50	13:30	4,36
8/5/2003	14:00	4,91	14:10	4,52	14:20	4,55	12:30	4,54
9/5/2003	13:00	5,34	13:10	5,16	13:20	5,13	13:30	5,02
Tr _{Média Diária} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
1/5/2003	3,47		3,92		4,15		4,31	
3/5/2003	2,24		2,52		2,68		2,87	
4/5/2003	2,31		2,66		2,88		3,03	
7/5/2003	2,12		2,38		2,47		2,62	
8/5/2003	2,19		2,54		2,71		2,81	
9/5/2003	2,15		2,53		2,90		3,03	
C.E _{Máxima} (cm.s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
1/5/2003	11:00	23,81	12:10	19,23	12:20	26,32	10:30	35,71
							13:30	35,71
3/5/2003	15:00	83,33	15:10	62,50	15:20	55,56	11:30	50,00
							12:30	50,00
4/5/2003	10:00	55,56	10:10	55,56	10:20	62,50	10:30	55,56
7/5/2003	13:00	100,00	13:10	100,00			12:20	83,33
							13:20	83,33
8/5/2003	14:00	19,23	14:10	41,67	10:20	83,33	13:30	100,00
9/5/2003	13:00	100,00	13:10	71,43			10:20	50,00
							13:20	50,00
							15:20	50,00
							10:30	71,43
							16:30	71,43
C.E _{Média Diária} (cm.s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
1/5/2003	9,84		11,82		14,47		18,59	
3/5/2003	14,67		13,47		17,01		21,00	
4/5/2003	10,48		13,24		19,74		22,83	
7/5/2003	12,99		16,04		21,72		26,45	
8/5/2003	6,98		16,12		31,47		38,84	
9/5/2003	14,89		17,56		24,24		29,95	
R.F.A _{Máxima} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
1/5/2003	11:00	1452	12:10	1672	12:20	1674	11:30	1762
3/5/2003	11:00	1876	12:10	1874	12:20	1868	12:30	1918
	12:00	1876						
4/5/2003	10:00	1886	11:10	1904	11:20	1882	11:30	1880
7/5/2003	11:00	1958	11:10	1918	11:20	1898	11:30	1820
8/5/2003	11:00	1808	12:10	1786	12:20	1786	12:30	1800
9/5/2003	12:00	1870	12:10	1858	12:20	1852	12:30	1862
R.F.A _{Média Diária} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
1/5/2003	739		966		837		877	
3/5/2003	1132		1305		1289		1336	
4/5/2003	906		1042		1013		1114	
7/5/2003	1108		1229		1256		1261	
8/5/2003	1042		1185		1229		1232	
9/5/2003	989		1170		1242		1200	

As 12h a R.F.A (Figura 25) diminuiu 25% (PL1EVP1) e 8% (PL4T2), sendo que aumentou 10% (PL2T1) e 30% (PL3EVP2), porém não afetou a Tr (Figura 23) que teve incremento de 8% (PL1EVP1) a 17% (PL3EVP2). A C.E diminuiu 16% (PL1EVP1) e aumentou 4% (PL2T1), 14% (PL3EVP2) e 13% (PL4T2). Entretanto, a queda da R.F.A levou a que da C.E na PL1EVP1, já a queda da R.F.A de 8% (PL4T2) não interferiu no desempenho da C.E que aumentou 13% (PL4T2).

As 13h a R.F.A decresceu 5% (PL1EVP1), 2% (PL2T1), 60% (PL3EVP2) e 47% (PL4T2). Em resposta ao decréscimo observado na R.F.A, a Tr decresceu de 3% (PL1EVP1) a 8% (PL3EVP2). Também se verificou queda da C.E de 24% (PL1EVP1), 24% (PL2T1) e 14% (PL3EVP2), e aumento de 33% (PL4T2). Porque nesse horário o D.P.V.S estava aumentando ($> 2,17\text{kPa}$), e como a T_{ar} era muito alta ($> 30^{\circ}\text{C}$, Apêndice O – Figura 428), é possível que tenha contribuído para que a planta reduzisse a abertura estomática, minimizando as perdas de água para a atmosfera, uma vez que havia baixa U.R ($< 49\%$, Apêndice O – Figura 428).

As 16h a R.F.A variou de $199\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL4T2) a $760\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL2T1), sendo que decresceu de 42% (PL2T1) a 83% (PL4T2). A Tr diminuiu de 12% (PL1EVP1) a 15% (PL4T2), mesmo assim continuava alta ($> 4,7\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), isto porque a demanda atmosfera estava elevada, tal qual mostrado pelo D.P.V.S ($> 2,09\text{kPa}$, Figura 27).

As 17h a Tr decresceu 51% (PL1EVP1), 31% (PL2T1), 13% (PL3EVP2) e 12% (PL4T2). A C.E também decresceu 69% (PL1EVP1), 42% (PL2T1) e 10% (PL3EVP2), sendo que a PL4T2 permaneceu inalterada. Nesse horário a R.F.A não ultrapassou $85\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, portanto, o D.P.V.S ($> 1,69\text{kPa}$) foi responsável pela alta C.E (19cm.s^{-1} – PL3EVP2 e 24cm.s^{-1} – PL4T2), porque apesar de não haver R.F.A suficiente, as plantas mantiveram seus estômatos abertos para re-hidratarem seus tecidos e assim se prepararem para as trocas do dia seguinte.

Em síntese, os resultados do período de 01 a 09/05/03 constam na Tabela 4 e nas Figuras 25 a 27. Nota-se que a Tr máxima de $6,40\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ocorreu no dia 01/05/03 (PL3EVP2). A máxima C.E foi de 100cm.s^{-1} (07/05/03-PL1EVP1 e PL2T1; e 08/05/03-PL4T2). A máxima R.F.A foi de $1958\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (7/05/03-PL1EVP1). Observou-se ainda que a máxima R.I.T foi de $6,84\text{kW.m}^{-2}$ (07/05/03-PL2T1, Apêndice Q – Tabela 25). O D.P.V.S, máximo de $2,63\text{kPa}$ ocorreu em 01/05/03 (PL3EVP2, Apêndice Q – Tabela 25).

Considerando o valor médio (Tabela 4), a Tr variou de $2,12\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (07/05/03-PL1EVP1) a $4,31\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (01/05/03-PL4T2), a C.E variou de $6,98\text{cm.s}^{-1}$ (08/05/03-PL1EVP1) a $38,84\text{cm.s}^{-1}$ (08/05/03-PL4T2) e a R.F.A vaiou de $739\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (01/05/03-PL1EVP1) a $1336\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (03/05/03-PL4T2). A R.I.T (Apêndice Q – Tabela 25) teve variação média de $2,78\text{kW.m}^{-2}$ (01/05/03) a $3,62\text{kW.m}^{-2}$ (03/05/03) e o D.P.V.S (Apêndice Q – Tabela 25) variou de $0,75\text{kPa}$ (09/05/03) a $1,62\text{kPa}$ (01/05/03).

De forma geral, a PL4T2 teve as maiores Tr e C.E, média diária (Tabela 4). Isto significa que transpirou 24%, 10% e 4% mais que as plantas PL1EVP1, PL2T1 e PL3EVP2, respectivamente. E sua C.E foi superior em 89%, 57% e 29% que as plantas PL1EVP1, PL2T1 e PL3EVP2, nessa ordem. Já a planta que recebeu a maior quantidade de R.F.A foi a PL2T1, sendo maior em 31%, 15% e 10% que as plantas PL1EVP1, PL3EVP2 e PL4T2, simultaneamente. Notem que a PL4T2 teve as maiores Tr e C.E, entretanto foi a PL2T1 que recebeu maior quantidade de R.F.A, e mesmo assim não interferiu nos valores apresentados.

É possível dizer que a Tr (Figura 23) variou bem menos que o padrão apresentado pela C.E (Figura 24). A C.E diminuiu e aumentou algumas vezes durante o dia, indicando um certo controle estomático, e também demonstrando obedecer às oscilações da R.F.A. Quando a Tr máxima ocorreu, o D.P.V.S (Figura 27) estava em elevação até que atingiu valor máximo entre 14h e 15h, momento em que a Tr se encontrava mais ou menos constante, e após entrou em queda.

A variação entre a menor e a maior média (Tabela 4), da Tr e da C.E, sugere que havia quantidade de água disponível maior para as plantas cultivadas no solo sobre as condições ambientes (PL2T1 e PL4T2), do que nos evapotranspirômetros (PL1EVP1 e PL3EVP2), favorecendo sobremaneira as plantas testemunhas, em detrimento das plantas controles, haja vista que as plantas cultivadas nas condições de campo, sem impedimento mecânico, devem apresentar sistema radicular livre para crescer em busca de água (solução do solo), já que as plantas cultivadas nos evapotranspirômetros são limitadas pelo volume de solo e pela área do reservatório, a qual está submetida, além de outras restrições, a exemplo, da restrição nutricional e do estresse mecânico, que podem interferir nos mecanismos de abertura e fechamento estomático. Nesse aspecto, REUTHER (1973) informou que estudos relacionados com a influência do ambiente sobre a cultura de citros devem ser direcionados principalmente para avaliação dos efeitos dos fatores climáticos sobre o regime hídrico do

solo, em virtude da forte relação entre disponibilidade de água no solo com a profundidade, vigor das plantas e qualidade dos frutos. Corroborando com este autor OLIVEIRA (1991) acrescenta que, por ser os citros uma espécie perenifólia, requer níveis contínuos de umidade no solo, além de condições adequadas de drenagem, porosidade e permeabilidade. De forma semelhante, ORTOLANI *et al.* (1991) afirmaram que as necessidades hídricas dos citros variam em função da distribuição espacial e temporal das condições climáticas, dos fatores relacionados ao manejo do pomar, da combinação enxerto-porta-enxerto e das características hídricas do solo.

Um fato que chama a atenção é que no dia 01/05/03 ocorreram os maiores valores, máximos horários, da Tr (Figuras 23), no entanto, percebe-se que a C.E (Figura 24), a R.F.A (Figura 25) e a R.I.T (Figura 26), de maneira geral expressaram os menores valores, máximos horários do período, ao passo que nesse mesmo dia se observou que D.P.V.S (Figura 27) expressou os maiores valores do período, Tabela 4.

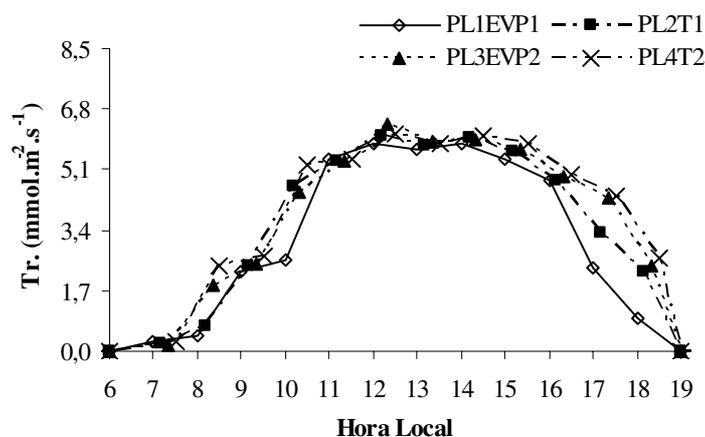


Figura 23. Transpiração foliar, 01/05/2003.

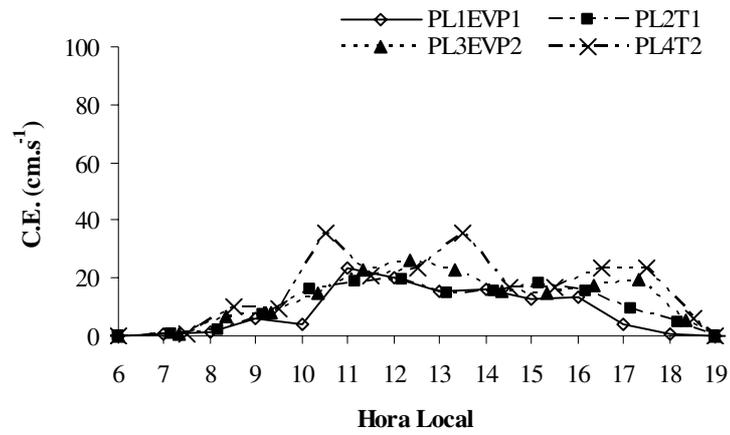


Figura 24. Condutância estomática foliar, 01/05/2003.

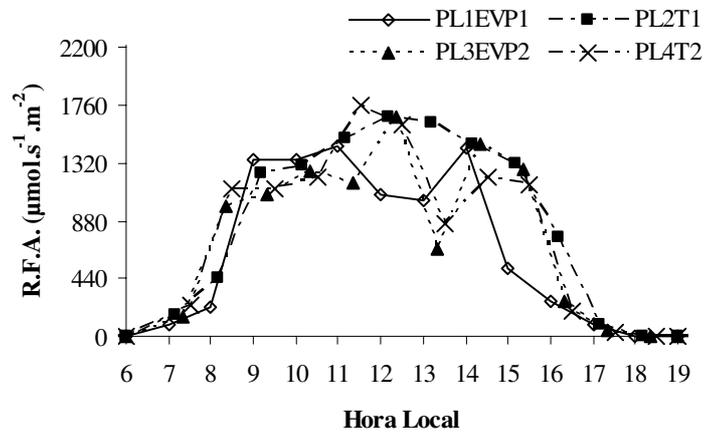


Figura 25. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 01/05/2003.

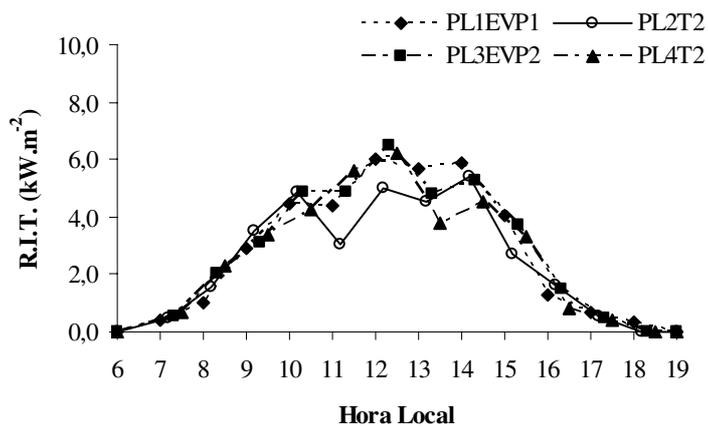


Figura 26. Radiação incidente total, 01/05/2003.

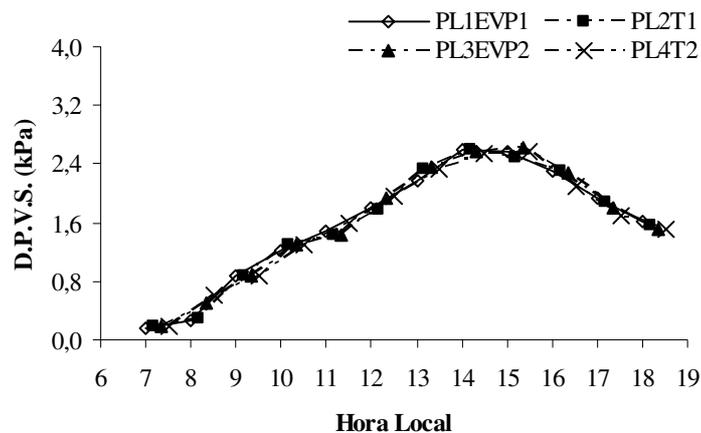


Figura 27. Déficit de pressão de vapor saturado, 01/05/2003.

6.1.5 Período de 26/05 a 04/06/03

As informações deste período estão nas Tabelas 5 a 7; nas Figuras 28 a 32; no Apêndice E – Figuras 229 a 278; Apêndice O – Figuras 434 a 443 e 447 a 448; e Apêndice Q – Tabela 26.

No dia 30/05/03 as 9h a Tr (Figura 28) teve incremento de 60% (PL3EVP2) a 77% (PL4T2), a C.E (Figura 29) de 48% (PL3EVP2) a 85% (PL4T2) e a R.F.A (Figura 30) de 19% (PL4T2) a 64% (PL2T1). Apesar dos aumentos verificados a Tr e a C.E estavam muito baixas nesse horário, pois a T_{ar} era de 20°C e a U.R de 80%, ambos contam no Apêndice O – Figura 438. A Tr e a C.E aumentaram em resposta a R.F.A que estava acima de $1392 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, do contrário seria menor ainda, já que o ambiente estava saturado de umidade, e nestas condições tanto a Tr quanto a C.E foram muito pequenas. A menor Tr foi de $0,72 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (PL1EVP1) e a maior de $2,55 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (PL4T2), a menor C.E foi de $1,36 \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ (PL1EVP1) e a maior $8,77 \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ (PL4T2). Notem que os maiores valores ocorreram nas plantas que receberam maior quantidade de R.F.A.

As 11h observou-se que C.E da PL4T2 foi 87% maior que a da PL1EVP1, já a Tr da PL4T2 foi 47% superior a da PL1EVP1. Nota-se que a pesar da variação da C.E, a Tr não variou na mesma proporção. Além disso, nesse horário a R.F.A (Figura 30) era maior que $1700 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ na PL3EVP2, e a Tr continuava aumentando. Ainda, a T_{ar} era de 24°C

(Apêndice O – Figura 438) e a U.R de 65% (Apêndice O – Figura 438), até por volta das 12h, portanto podem ter influenciado no comportamento estomático das plantas, haja vista que a Tr era menor que $5,4\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 28) e a C.E menor que 36cm.s^{-1} (Figura 29).

Vê-se claramente que a C.E tem comportamento diferente nas plantas (Figura 29). Na PL1EVP1 e na PL2T1, a alta U.R e a baixa T_{ar} até as 12h contribuíram para manter a C.E baixa ($< 10\text{cm.s}^{-1}$), mesmo com a alta R.F.A, $1700\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 30). Já as plantas PL3EVP2 e PL4T2 tiveram reação diferente, ou seja, aumentaram sua condutância mesmo com valores altos de umidade, talvez em resposta a R.F.A.

Tabela 5. Tr máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

$Tr_{\text{Máxima}} (\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1})$								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
26/5/2003	14:00	3,96	13:10	3,80	13:20	3,60	13:30	3,68
27/5/2003	13:00	3,97	13:10	3,84	13:20	3,68	12:30	3,74
28/5/2003	13:00	3,90	14:10	4,13	14:20	4,41	13:30	4,62
29/5/2003	14:00	5,31	14:10	5,14	14:20	5,17	14:30	5,09
30/5/2003	14:00	6,11	13:10	6,16	13:20	6,00	14:30	5,96
31/5/2003	12:00	5,27	12:10	5,40	13:20	5,60	13:30	5,59
1/6/2003	12:00	4,59	12:10	5,13	12:20	5,41	12:30	5,55
2/6/2003	14:00	4,51	12:10	4,91	14:20	5,11	14:30	5,20
3/6/2003	13:00	5,19	13:10	5,16	13:20	5,23	13:30	5,51
4/6/2003	14:00	5,65	14:10	5,19	12:20	5,37	12:30	5,21
$Tr_{\text{Média Diária}} (\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1})$								
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2				
26/5/2003	1,53	1,80	1,90	2,03				
27/5/2003	1,56	1,71	1,86	1,91				
28/5/2003	1,89	2,17	2,40	2,55				
29/5/2003	1,78	2,11	2,32	2,61				
30/5/2003	2,45	2,96	3,17	3,42				
31/5/2003	2,47	3,05	3,34	3,65				
1/6/2003	2,47	3,02	3,25	3,37				
2/6/2003	2,43	3,01	3,21	3,42				
3/6/2003	2,23	2,47	2,50	2,84				
4/6/2003	1,62	1,79	1,85	1,99				

As 13h a C.E na PL1EVP1 aumentou em 92%, a PL2T1 87%, e a PL3EVP2 em 36%, porém houve queda de 17% na PL4T2, em comparação ao ocorrido às 12h. Já a Tr da PL1EVP1 aumentou 23%, a PL2T1 11%, a PL3EVP2 6% e a PL4T2 em 5%, quando comparado com o horário das 12h. Nesse horário, a T_{ar} aumentou para 26°C (Apêndice O – Figura 438) e a U.R diminuiu para 58% (Apêndice O – Figura 438), porém a R.F.A máxima foi de $1724\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

As 14h a C.E na PL1EVP1 caiu 30%, a PL2T1 aumentou em 14%, a PL3EVP2 e a PL4T2 ficaram inalteradas, com relação as 13h. Já Tr atingiu valor máximo de $6,11 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e permaneceu sem grandes variações. Nesse horário, a T_{ar} aumentou para 27°C e a U.R diminuiu para 57%, (Apêndice O – Figura 438), porém a R.F.A ainda estava alta ($> 1568 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Tabela 6. C.E máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

C.E _{Máxima} (cm.s ⁻¹)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
26/5/2003	13:00	41,67	13:10	38,46	13:20	23,81	9:30	62,50
					9:20	23,81		
27/5/2003	13:00	29,41	13:10	62,50	13:20	100,00	13:30	100,00
28/5/2003	15:00	10,87	11:10	15,63	11:20	22,73	11:30	29,41
			12:10	15,63				
29/5/2003	15:00	17,86	14:10	20,83	15:20	31,25	13:30	50,00
30/5/2003	13:00	71,43	14:10	83,33	13:20	55,56	12:30	50,00
					14:20	55,56		
31/5/2003	14:00	17,86	14:10	22,73	13:20	27,78	10:30	41,67
							11:30	41,67
1/6/2003	13:00	12,50	16:10	22,73	16:20	33,33	16:30	83,33
2/6/2003	14:00	14,29	14:10	14,29	9:20	23,81	9:30	45,45
3/6/2003	13:00	25,00	14:10	33,33	12:20	38,46	12:30	41,67
4/6/2003	14:00	62,50	14:10	38,46	12:20	71,43	14:30	100,00
					14:20	71,43		
C.E _{Média Diária} (cm.s ⁻¹)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
26/5/2003	8,92		7,84		9,55		13,45	
27/5/2003	6,41		12,08		20,74		27,01	
28/5/2003	4,69		7,24		10,74		14,42	
29/5/2003	4,35		6,29		11,44		15,88	
30/5/2003	12,85		18,28		18,95		21,56	
31/5/2003	5,07		9,67		14,51		23,42	
1/6/2003	5,16		9,40		13,67		23,84	
2/6/2003	5,70		8,57		12,08		14,96	
3/6/2003	7,06		11,04		12,23		17,04	
4/6/2003	7,47		7,23		15,90		22,39	

As 15h todas as plantas diminuíram sua C.E, sendo que a PL1EVP1 caiu 71%, a PL2T1 81%, a PL3EVP2 67% e a PL4T2 em 46%. A Tr também diminuiu 28% na PL1EVP1, 23% na PL2T1, 18% na PL3EVP2 e 14% PL4T2. A diminuição da abertura estomática ocorreu devido a alta demanda evaporativa da atmosfera que se encontrava acima de 1,6 kPa. As 16h a PL4T2 transpirou 57% mais que a PL1EVP1 e 14% mais que a PL2T1. Entretanto, C.E estava próximo de atingir o valor mínimo na PL1EVP1, já na PL3EVP2 e na PL4T2 aumentaram em 29% e 31%, respectivamente. Isto significa que o aumento da abertura

estomática ocorreu para que as plantas (PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2) pudessem compensar a baixa R.F.A ($< 880 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) e com isso re-hidratar seus tecidos, e assim se preparar para as trocas do dia seguinte.

Tabela 7. R.F.A máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

R.F.A _{Máxima} ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
26/5/2003	11:00	1758	12:10	1760	11:20	1768	10:30	1746
27/5/2003	10:00	1190	9:10	1472	8:20	1242	8:30	1262
28/5/2003	12:00	1786	11:10	1826	12:20	1750	12:30	1746
29/5/2003	12:00	1662	12:10	1682	12:20	1608	11:30	1630
30/5/2003	12:00	1720	12:10	1724	13:20	1690	13:30	1724
31/5/2003	11:00	1736	13:10	1714	11:20	1694	13:30	1696
1/6/2003	12:00	1758	12:10	1744	12:20	1730	13:30	1738
					13:20	1730	13:30	1738
2/6/2003	11:00	1774	11:10	1790	11:20	1778	11:30	1780
	13:00	1774						
3/6/2003	11:00	954	13:10	922	8:20	1194	13:30	1364
4/6/2003	11:00	1764	11:10	1694	11:20	1656	11:30	1768
R.F.A _{Média Diária} ($\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
26/5/2003	1032		1041		1196		1131	
27/5/2003	452		492		529		497	
28/5/2003	835		945		940		831	
29/5/2003	853		911		935		965	
30/5/2003	987		1061		1098		1095	
31/5/2003	963		1046		1113		1114	
1/6/2003	1021		1054		1116		1106	
2/6/2003	1063		1111		1192		1194	
3/6/2003	422		485		585		647	
4/6/2003	566		481		403		499	

Cabe ressaltar que os aumentos verificados da CE às 13h na PL1EVP1, às 14h10min na PL2T1 e às 16h na PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2, seguem a primeira ou a segunda *hipótese*, discutidas abaixo (item 7), uma vez que não se observou oscilação da transpiração. Além disso, a R.F.A (Figura 30) e a R.I.T (Figura 31) seguiram sem grandes variações horárias.

Não houve precipitação no período das medidas (Apêndice O – Figura 447). Portanto, a maior transpiração observada na PL4T2 não foi condicionada a precipitação. De qualquer modo, a transpiração média diária (Tabela 5) da PL4T2 foi superior a da PL1EVP1, da PL2T1 e da PL3EVP2, em 40%, 16% e 8%, concomitantemente.

Considerando o período de 26/05 a 04/06/03, observou-se que máxima Tr (Tabela 5), foi de $6,16\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (30/5/03-PL2T1), já a máxima C.E (Tabela 6) foi de 100cm.s^{-1} (27/05/03-PL1EVP1 e PL4T2; e 04/06/03-PL4T2). A máxima R.F.A foi de $1826\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (28/05/03-PL2T1, Tabela 7).

A Tr média diária variou de $1,53\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (26/05/03-PL1EVP1) a $3,65\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (31/05/03-PL4T2, Tabela 6) e a C.E média diária variou de $4,35\text{cm.s}^{-1}$ (29/05/03-PL1EVP1) a $27,01\text{cm.s}^{-1}$ (27/05/03-PL4T2, Tabela 6). A R.F.A média diária (Tabela 7) variou de $403\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (04/06/03-PL3EVP2) a $1196\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (26/05/03-PL3EVP2)

A planta que teve maior C.E média diária (Tabela 6) foi a PL4T2. Assim sendo, a mesma foi superior a PL1EVP1, a PL2T1 e a PL3EVP2, em 68%, 18% e 14%, simultaneamente. A planta que recebeu a maior quantidade de R.F.A média diária (Tabela 7) foi a PL3EVP2. Em termos percentuais a PL3EVP2 recebeu 11%, 4% e 0,3% mais R.F.A que as plantas PL1EVP1, PL2T1 e PL4T2.

Em suma a dinâmica das plantas nesse dia serviu para mostrar que os indivíduos tiveram comportamentos diferentes, mesmo quando as condições atmosféricas foram semelhantes. E que a resposta do indivíduo pode estar relacionada a causas de ordem física e/ou fisiológica da planta. Ainda, acrescenta que no dia 26/04/03 a planta testemunha (PL2T1), teve a maior Tr máxima horária (Tabela 6), semelhante ao dia 30/03/03 (PL2T1), portanto foi indicado para representar o período, haja vista que nos períodos anteriores observou que os valores máximos foram verificados no dia 19/03/03-PL4T2, no dia 26/04/03-PL1EVP1 e no dia 01/05/03-PL3EVP2.

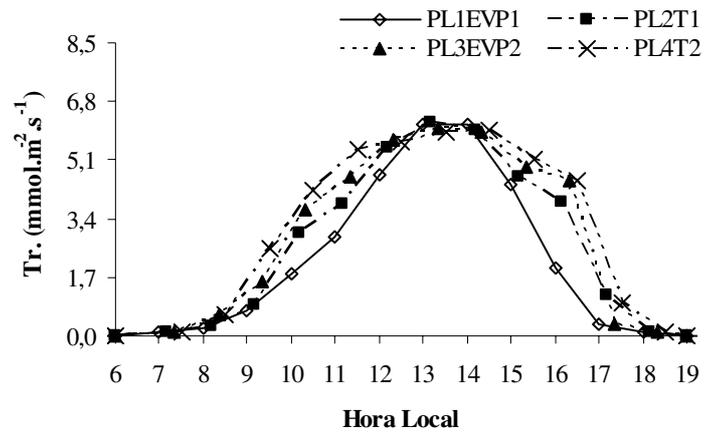


Figura 28. Transpiração foliar, 30/05/2003.

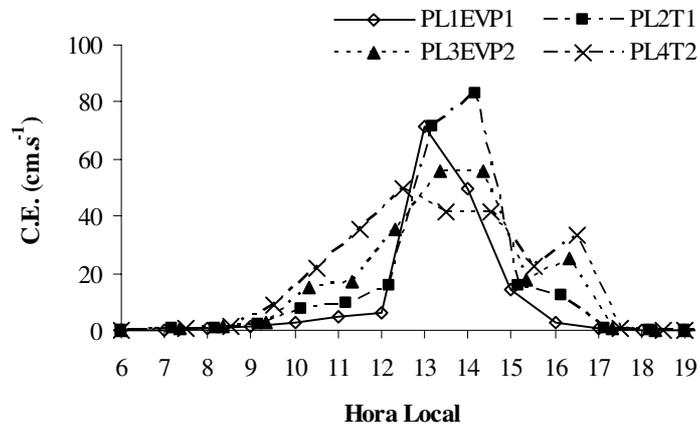


Figura 29. Condutância estomática foliar, 30/05/2003.

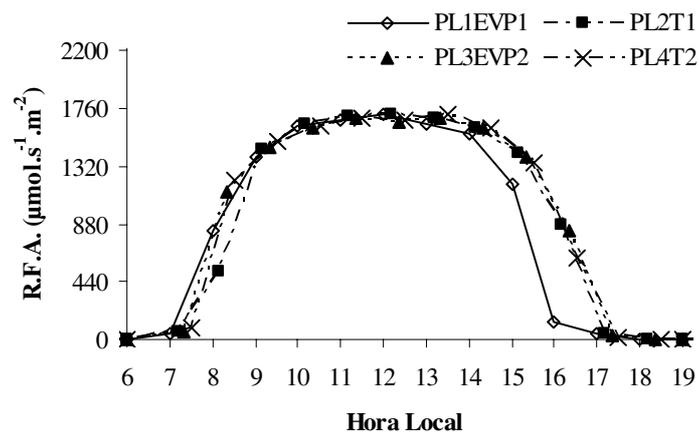


Figura 30. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 30/05/2003.

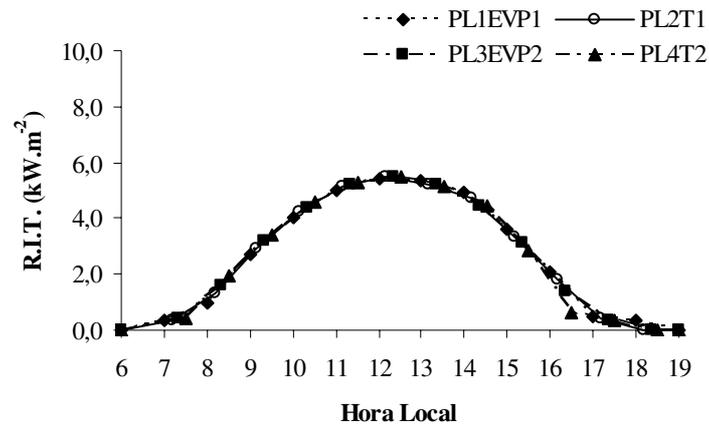


Figura 31. Radiação incidente total, 30/05/2003.

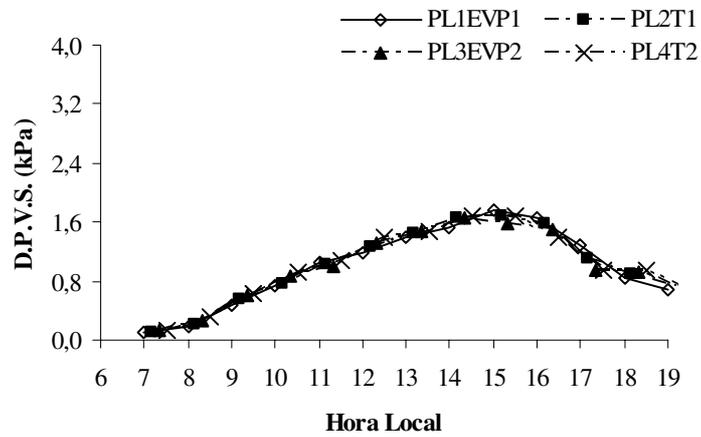


Figura 32. Déficit de pressão de vapor saturado, 30/05/2003.

6.2 Análise Geral das Plantas em 2004

Nas Figuras que seguem, bem como nas Tabelas, estão apresentados as variáveis: transpiração (Tr), a condutância estomática (C.E), a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A), todas a nível foliar, a radiação incidente total (R.I.T) ou radiação global, o déficit de pressão de vapor saturado (D.P.V.S) e o potencial hídrico de base (Ψ_b), levando em consideração a hora solar local e também o dia Juliano. As demais figuras mencionadas no texto constam nos Apêndices.

6.2.1 Período de 24 a 26/03/04

Neste período os dados observados estão contidos na Tabela 8, nas Figuras 33 a 38, e no Apêndice F – Figuras 279 a 293, Apêndice P – Figuras 450 a 452 e 468; Apêndice Q – Tabela 27.

Em três dias de medidas (Tabela 8) os maiores valores médios horários foram verificados em 26/03/04. Neste dia a Tr (Figura 33) e a C.E (Figura 34) foram bastante sensíveis a incidência da R.F.A (Figura 35) na maior parte dos horários observados.

As 10h quando a R.F.A decresceu 71%, a Tr 34% e a C.E 32%, na PL3EVP2; quando a R.F.A diminuiu em 46%, a Tr 10% e a C.E 37%, na PL4T2; e quando a R.F.A declinou 19%, a Tr 7% e a C.E 1%, na PL5T3. Entretanto, duas plantas tiveram comportamentos diferentes, a PL1EVP1 que aumentou Tr em 61% e a C.E em 64% quando a R.F.A declinou 31%; e a PL2T1 que aumentou a Tr em 58% e a C.E em 77%, quando a R.F.A decresceu 67%. Nota-se que a PL1EVP1 e a PL2T1 tiveram as maiores capacidades potenciais de transpiração, pois mantiveram seus estômatos abertos por mais tempo, ao passo que a PL3EVP2, a PL4T2 e a PL5T3 foram mais sensíveis as condições ambientais, ao declinarem com a R.F.A ($508\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), devido a presença de nuvens no momento das medidas.

Ressalta-se que às 10h a T_{ar} era de 23°C (Apêndice P – Figura 452) e a U.R era 70% (Apêndice P – Figura 452). Portanto a atmosfera estava muito saturada, e nessas condições há baixa demanda evaporativa e as trocas gasosas são menores, a semelhança a Tr e a C.E

tiveram pequenos valores em decorrência da menor abertura estomática, apesar dos aumentos observados na PL1EVP1 e na PL2T1.

As 12h se observa nova queda da Tr na PL2T1, na PL3EVP2, na PL4T2 e na PL5T3, em torno de 48%, já a PL1EVP1 aumentou em 3%. A PL4T2 transpirou 53% menos que a PL1EVP1, quando a R.F.A diminuiu 56% aproximadamente. A baixa temperatura do ar, 26°C e a alta U.R, 59% (Apêndice P – Figura 452) foram responsáveis pela queda da transpiração e da condutância, quando a R.F.A ($< 1075\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) foi insuficiente para manter a abertura estomática.

As 13h a transpiração na PL1EVP1 diminuiu 12%, porém aumentou 25% na PL2T1, 42% na PL3EVP2, 38% na PL4T2 e 52% na PL5T3. A PL5T3 transpirou 53% mais que a PL2T1, quando a R.F.A aumentou 86% aproximadamente. Nota-se que a temperatura do ar foi de 27°C e a U.R de 58%, (Apêndice P – Figura 452), porém a transpiração e a condutância estavam altas em decorrência do aumento da R.F.A, $1713\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 35).

As 14h todas as plantas tiveram suas transpirações aumentadas, entretanto a maior foi a da PL5T3 ($4,7\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Portanto, transpiração da PL5T3 foi superior em 34% a PL2T1. A exceção da PL5T3 que teve sua C.E diminuída em 19%, nas outras plantas houve aumento da condutância, sendo o maior valor verificado na PL4T2 ($28,57\text{cm.s}^{-1}$). A PL5T3 teve a maior transpiração, no entanto sua C.E diminuiu quando recebeu a maior quantidade de R.F.A, $1980\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, talvez devido ao D.P.V.S (Figura 37) que se aproximava de seu valor máximo ($> 1,6\text{kPa}$).

As 15h a Tr atingiu pico máximo de $5,99\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL1EVP1) e o D.P.V.S de 2,02kPa. Nesse momento, a PL1EVP1 transpirou 32% mais que a PL5T3. Já a C.E da PL1EVP1 foi 77% superior a PL5T3, quando a R.F.A estava acima de $1487\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, pois havia menor quantidade de umidade no ar.

Depois das 16h a R.F.A entrou em queda definitiva, a semelhança a Tr e a C.E que se aproximavam do valor mínimo, apesar do D.P.V.S continuar elevado ($> 1,8\text{kPa}$). Esta constatação denota que nesse dia específico a R.F.A foi a força responsável pelos altos e baixos valores da transpiração e da condutância.

Tabela 8. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

Tr_{Máxima} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
24/3/2004	13:00	5,69	13:10	3,79	13:20	3,31	13:30	3,60	13:40	3,79
25/3/2004	14:00	5,67	14:10	4,74	14:20	4,35	14:30	4,75	14:40	4,65
26/3/2004	15:00	5,99	15:10	5,15	15:20	4,98	14:30	4,61	13:40	4,73
Tr_{Média Diária} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
24/3/2004	1,23		0,87		1,10		1,23		1,40	
25/3/2004	1,78		1,46		1,76		1,94		2,16	
26/3/2004	2,53		1,99		2,19		2,11		2,15	
C.E_{Máxima} (cm.s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
24/3/2004	13:00	13,33	13:10	4,71	17:20	0,66	17:30	0,72	17:40	0,99
25/3/2004	14:00	25,00	14:10	10,26	14:20	6,35	14:30	11,76	10:40	6,56
26/3/2004	15:00	36,36	15:10	17,39	15:20	22,22	14:30	28,57	13:40	19,05
C.E_{Média Diária} (cm.s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
24/3/2004	1,92		0,97		1,05		1,64		1,71	
25/3/2004	3,63		1,90		2,12		2,97		2,95	
26/3/2004	7,86		3,99		6,07		6,12		5,59	
R.F.A_{Máxima} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
24/3/2004	13:00	2088	13:10	2040	13:20	1970	13:30	2128	14:40	2110
25/3/2004	12:00	1960	14:10	1960	12:20	1940	13:30	2058	13:40	2095
26/3/2004	11:00	2003	11:10	1935	11:20	1855	11:30	1873	14:40	1980
R.F.A_{Média Diária} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
24/3/2004	1112		1236		1294		1297		1330	
25/3/2004	1287		1359		1427		1518		1475	
26/3/2004	912		922		935		980		1134	

Nesse dia observou-se que a maior transpiração média diária (Tabela 8) ocorreu na PL1EVP1 (controle), sendo 27% superior a PL2T1, 16% maior que PL3EVP2, 20% a mais que PL4T2 e finalmente, 18% superior a PL5T3. De certo a PL1EVP1 tinha maior reserva de água que as demais plantas. Além disso, a precipitação inferior a 5mm (Apêndice P – Figura 468) não foi suficiente para proporcionar armazenamento no solo, o que poderia favorecer as plantas testemunhas (PL2T1, PL4T2 e PL5T3) em detrimento das controles (PL1EVP1 e PL3EVP2). Já a PL3EVP2 transpirou 10%, 4% e 2% a mais que as plantas PL2T1, PL4T2 e PL5T3, nessa ordem. Isto significa que de fato as plantas controles estavam com suprimento hídrico adequado, haja vista que as plantas controles tinham os maiores potenciais hídricos de base (Figura 28).

A maior C.E, média diária (Tabela 8), também foi observada na PL1EVP1. Esta foi superior em 97%, 30%, 28% e 41%, as plantas PL2T1, a PL3EVP2, a PL4T2 e a PL5T3, simultaneamente. A planta que recebeu a maior quantidade de R.F.A foi a PL5T3 (Tabela 8). Esta planta foi beneficiada em 24%, 23%, 21% e 16% a mais que as plantas PL1EVP1, PL2T1 PL3EVP2 e PL4T2.

Nas Figuras 33 a 37 constam o padrão comportamental da Tr, da C.E, da R.F.A, da R.I.T e do D.P.V.S, respectivamente. Nesta, percebe-se claramente que a Tr e a C.E tiveram desempenhos parecidos demonstrando certo controle estomático quando a R.F.A se encontrava acima de $1600\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Verifica-se ainda que a Tr, a C.E e a R.F.A passaram por variações horárias no decorrer do dia, entretanto, a R.I.T só variou a partir da 12h. Já o D.P.V.S cresceu continuamente até alcançar o valor máximo de 2,02kPa.

Analisando o período de 24 a 26/03/04 (Tabela 8), constata-se que a Tr, bem como C.E, máximas horárias foram de $5,99\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $36,36\text{cm.s}^{-1}$, respectivamente (26/03/04-PL1EVP1). Os valores máximos horários da R.F.A e da R.I.T foram de $2128\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (24/03/04-PL4T2) e $7,21\text{kW.m}^{-2}$ (24/03/04-PL1EVP1), nessa ordem (Tabelas 8 e Apêndice Q – Tabela 27). O máximo D.P.V.S foi de 2,02kPa (26/03/04-PL3EVP2, Apêndice Q – Tabela 27).

A planta que transpirou menos, em média (Tabela 8) foi a PL2T1 ($0,87\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ -24/03/04) e a que transpirou mais foi a PL1EVP1 ($2,53\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ -26/03/04). Em média a menor C.E (Tabela 8) foi de $0,97\text{cm.s}^{-1}$ (24/03/04-PL2T1) e a maior de $7,86\text{cm.s}^{-1}$ (26/03/04-PL1EVP1). A menor média da R.F.A (Tabela 8) foi $912\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (26/03/04-PL1EVP1) e a maior foi de $1518\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (25/03/04-PL4T2). A menor média da R.I.T (Apêndice Q – Tabela 27) foi $3,22\text{kW.m}^{-2}$ (26/03/04-PL5T3) e a maior de $3,97\text{kW.m}^{-2}$ (24/03/04-PL4T2). A menor média do D.P.V.S (Apêndice Q – Tabela 27) de 0,95kPa (24/03/04-PL1EVP1) e a maior de 1,28kPa (27/03/04-PL3EVP2 e PL4T2).

Em síntese, mesmo a PL5T3 tendo recebido R.F.A superior as demais plantas, tal quantidade não afetou necessariamente o comportamento da Tr e da C.E, pois se assim fosse a PL1EVP1 não exibiria percentagem superior as outras plantas e sim a PL5T3, e isto não foi observado.

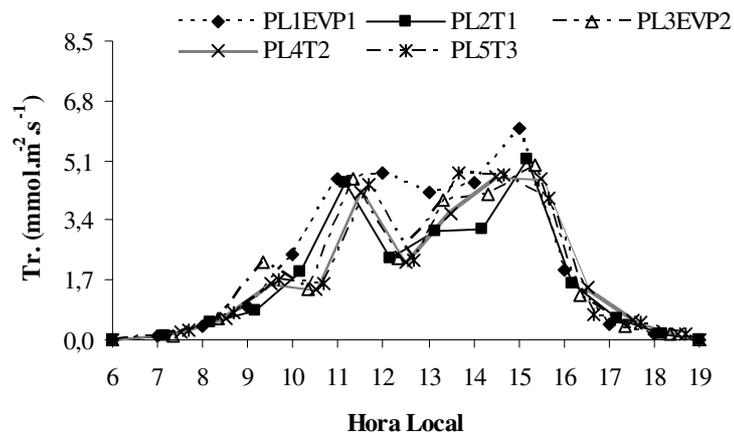


Figura 33. Transpiração foliar, 26/03/2004.

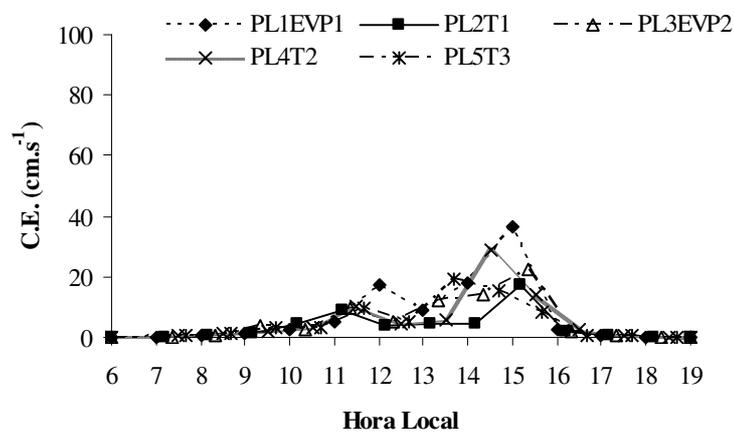


Figura 34. Condutância estomática foliar, 26/03/2004.

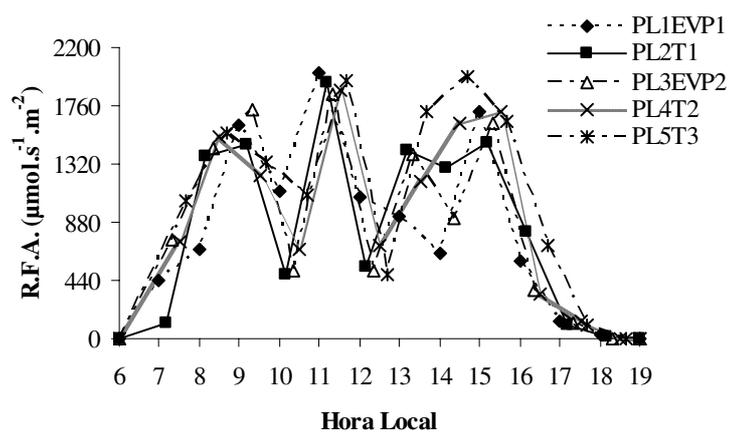


Figura 35. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 26/03/2004.

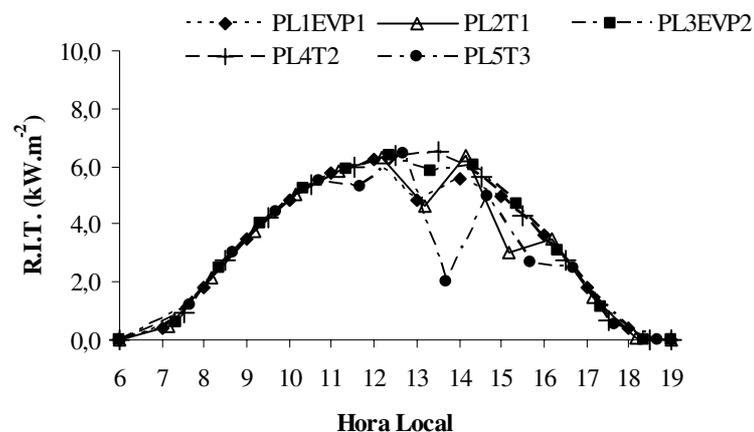


Figura 36. Radiação incidente total, 26/03/2004.

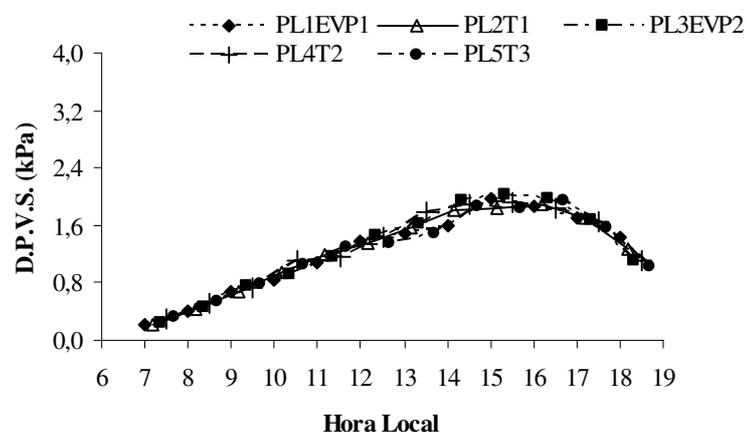


Figura 37. Déficit de pressão de vapor saturado, 26/03/2004.

Tabela 9. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.

Dia	Dia Juliano	Ψ_b (MPa)				
		PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3
24/3/2004	83	-5,130	-4,670	-3,430	-4,400	-3,370
25/3/2004	84	-5,670	-3,570	-4,170	-4,170	-4,330
26/3/2004	85	-2,130	-2,470	-2,000	-3,170	-3,130

A Tr aumentou em todas as plantas do dia 83 para 85 do calendário Juliano, de 35% a 56% (Apêndice E – Figura 289), e a C.E também, sendo seu aumento de 69 a 83%, considerando a menor e a maior média (Apêndice E – Figura 290). Nota-se que apesar da R.F.A ter diminuído do dia 84 para 85, de 23 a 35% (Apêndice E – Figura 291), não interferiu

no desempenho da C.E, haja vista que a R.I.T (Apêndice E – Figura 292) apresentou queda e elevação, suaves, não afetando a Tr e nem a C.E.

Verificou-se que na madrugada do dia 83 o valor do Ψ_b foi menos negativo do que no dia 84, com exceção das plantas PL2T1 e PL4T2 que apresentaram maior Ψ_b no dia 84; já o Ψ_b do dia 84 foi mais positivo do que no dia 85 (Figura 38). Daí se explica o aumento da Tr (Apêndice E – Figura 289) e da C.E (Apêndice E – Figura 290), uma vez que a disponibilidade de água é expressa como o potencial hídrico de um sistema aquoso, tendo por referência o potencial da água pura. Isso significa que, quanto mais positivo for o potencial hídrico do sistema considerado, maior será também a disponibilidade de água nesse sistema. Ainda, o Ψ_b no estado de equilíbrio (medido quando a transpiração é artificialmente suprimida) é especificamente informativo, porque corresponde aproximadamente ao potencial hídrico da rizosfera (LARCHER, 2000).

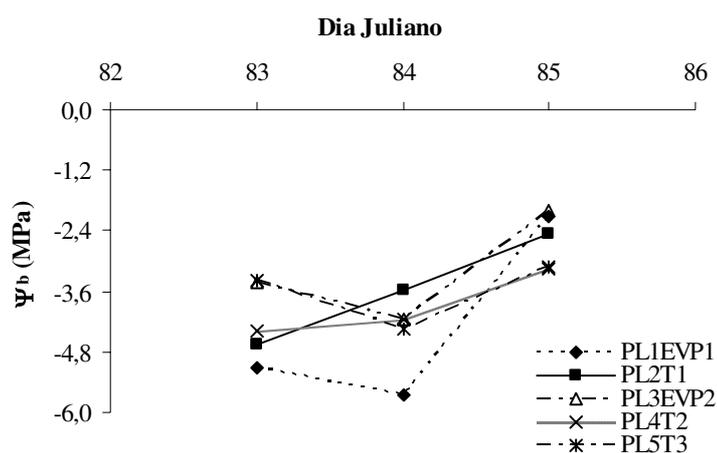


Figura 38. Potencial hídrico de base médio do período de 24 a 26/03/2004.

Em resumo, a Tr (Apêndice E – Figura 289) e a C.E (Apêndice E – Figura 290) responderam ao aumento do D.P.V.S (Apêndice E – Figura 293) em todas as plantas verificadas do 84 para 85. Na Tabela 9 se observa que o Ψ_b mais negativo foi de -5,67MPa (25/03/04-PL1EVP1) e o mais positivo de -2,00MPa (26/03/04-PL3EVP2) ambos no tratamento controle (sem restrição hídrica). Entretanto, esperava-se que os tratamentos tivessem na mesma faixa de Ψ_b , ou seja, pelo menos próximo do valor apresentado na planta PL3EVP2. Ainda sim, os valores de Ψ_b encontrados nesse período estão próximos dos

encontrados por COSTA (2001) ao informar que o valor da maior parte das espécies vegetais situa-se entre -0,5 e -3,0MPa.

6.2.2 Período de 21 a 23/05/2004

Os dados desse período se encontram na Tabela 10, nas Figuras 39 a 44, no Apêndice G – Figuras 294 a 308, Apêndice P – Figuras 453 a 438 e 455; Apêndice Q – Tabela 28.

A análise será do dia 21/05/04, portanto, às 7h a Tr (Figura 39) e a C.E (Figura 40) da PL5T3 foram de 89% e 94% superior a PL1EVP1, nessa ordem. Entretanto, há de considerar o tempo de medida que foi de 40 min entre as duas plantas, já que a quantidade de R.F.A (Figura 41), a pesar de pequena nesse momento ($< 121\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), aumenta de forma a acelerar o metabolismo das culturas de modo geral. Além disso, nesse dia em particular e durante quase todos os dias do outono as plantas monitoradas, logo nas primeiras horas do amanhã, estavam com suas folhas orvalhadas, de maneira que antes de iniciar as medidas era preciso enxugá-las levemente com papel toalha algumas vezes, pois o ar estava muito saturado de umidade. Esta constatação algumas vezes fez o sensor, que faz a leitura da resistência foliar, apresentar picos e vales, talvez uma explicação seja o excesso de umidade acumulada da câmara onde se localizam os sensores de medidas.

As 8h a C.E (Figura 40) observada na PL2T1 foi 90% superior a PL3EVP2, porém a Tr (Figura 39) não alterou seu curso, visto que a planta que transpirou mais foi a PL5T3 (21%) em detrimento da que transpirou menos a PL3EVP2. Notem que nesse horário havia 89% de U.R e a T_{ar} era de 17°C , (Apêndice P – Figura 453) e a R.F.A (Figura 41) chegou a $293\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e nestas condições a elevação da C.E (PL2T1) sugere que foi devido a algum erro de leitura do sensor ou uma situação própria da fisiologia da planta que não foi possível identificar, uma vez que a condutância foi pequena nas outras.

As 9h a Tr na PL5T3 foi 75% maior que na PL1EVP1. A C.E na PL5T3 foi superior em 90% a PL1EVP1. Apesar da baixa T_{ar} (18°C) e da alta U.R (83%), Apêndice P – Figura 453, a R.F.A (Figura 41) alcançou valor de $1710\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL5T3) forçando o aumento da abertura estomática, pois cada indivíduo tem uma necessidade fisiológica diferente, e seus próprios meios de supri-las. Como relatado anteriormente, havia muita umidade nas folhas

antes das medidas, porém como a diferença entre as medidas foi de 10 min, a última planta recebeu mais radiação (PL5T3), e, portanto, teve mais condições de sustentar uma maior abertura estomática, uma vez que suas folhas já não estavam tão úmidas quanto as das outras plantas.

As 10h a Tr e a C.E na PL5T3 foram 59% e 88% maior que na PL1EVP1. Verifica-se que a R.F.A estavam acima de $1750\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, porém as plantas PL1EVP1, PL2T1 e PL4T2 se comportam de maneira indiferente a elevada radiação, como se estivessem pressionadas pela U.R (77%) e a baixa T_{ar} (20°C), Apêndice P – Figura 453, mesmo que apresente aumento lento, já que havia pequena demanda evaporativa na atmosfera, D.P.V.S menor que 0,37kPa (Figura 43). Ressalta-se que a transpiração máxima horária da PL5T3 ocorreu às 10h40min ($3,49\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

A C.E na PL4T2 às 11h foi maior em 81% que na PL1EVP1. Enquanto que a Tr da PL4T2 foi superior a da PL1EVP1, em 32%. Nesse horário com exceção da PL5T3 que teve queda da C.E (54%) e da Tr (16%), nas demais verificou aumentos maiores que 23% e 13%, nessa ordem. No mesmo horário a transpiração máxima foi verificado na PL2T1 ($3,28\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), na PL3EVP2 ($3,21\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e na PL4T2 ($3,74\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

As 12h houve queda generalizada da transpiração de 23% na PL1EVP1, de 31% na PL2T1, de 23% na PL3EVP2, de 18% na PL4T2 e de 16% na PL5T3. Já a condutância diminuiu 37% na PL1EVP1, 48% na PL2T1 e 12% na PL3EVP2, porém aumentou 39% na PL4T2 e 46% na PL5T3. Isto denota que apesar das duas variáveis estarem correlacionadas, a Tr não responde instantaneamente a mudanças bruscas da condutância estomática. A queda da Tr e da C.E podem estar relacionadas a elevada R.F.A ($1923\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) na PL1EVP1, entretanto o aumento observado da C.E (PL4T2 e PL5T3) pode estar associado ao efeito inverso, ou seja a R.F.A reduziu 75% em relação a PL5T3, momento em que o D.P.V.S era menor que 0,69kPa.

Tabela 10. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

Tr _{Máxima} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
21/5/2004	13:00	2,99	11:10	3,28	11:20	3,21	11:30	3,74	10:40	3,49
22/5/2004	12:00	3,42	12:10	2,63	12:20	3,06	12:30	3,00	12:40	3,22
23/5/2004	14:00	1,53	10:10	1,76	14:20	1,54	11:30	1,26	13:40	1,73
Tr _{Média Diária} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
21/5/2004	1,11	1,56	1,58	1,80	1,75					
22/5/2004	1,26	1,30	1,23	1,47	1,47					
23/5/2004	0,61	0,69	0,68	0,70	0,87					
C.E _{Máxima} (cm.s ⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
21/5/2004	14:00	26,32	14:10	25,00	13:20	23,26	12:30	50,00	14:40	28,57
22/5/2004	12:00	18,18	12:10	20,00	12:20	40,00	12:30	43,48	12:40	26,32
23/5/2004	14:00	4,93	10:10	10,75	14:20	6,99	11:30	4,88	11:40	8,13
C.E _{Média Diária} (cm.s ⁻¹)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
21/5/2004	6,00	7,65	8,02	15,22	11,67					
22/5/2004	5,06	5,57	7,99	9,82	9,58					
23/5/2004	1,80	2,82	2,47	2,62	3,82					
R.F.A _{Máxima} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
21/5/2004	12:00	1923	11:10	1840	11:20	1790	11:30	1873	11:40	1805
22/5/2004	13:00	1730	15:10	1680	15:20	1653	15:30	1623	11:40	1697
23/5/2004	9:00	672	9:10	625	16:20	757	11:30	457	13:40	1035
R.F.A _{Média Diária} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
21/5/2004	865	955	662	730	779					
22/5/2004	633	698	670	646	622					
23/5/2004	234	233	264	229	284					

As 13h a exceção da PL4T2 que decresceu 15%, observou-se aumento da transpiração maior que 93% nas demais plantas. Já a C.E declinou 50% na PL4T2 e 29% na PL5T3, nas outras houve aumento superior a 45%. Neste instante a R.F.A variou de 838 a 1540 μmol.m⁻².s⁻¹. Se trata de um dia parcialmente encoberto por nuvens em boa parte do dia, portanto havia muita umidade na ar, mesmo que a R.F.A tenha sido elevada em alguns horários, a T_{ar} não passou de 24°C (Apêndice P – Figura 453). Nesse horário, também se verificou a máxima transpiração (2,99 mmol.m⁻².s⁻¹-PL1EVP1).

Nesse dia observou que a PL4T2 foi a planta que transpirou mais. Portanto transpirou em média 62%, 15%, 14% e 3% a mais que a PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2 e PL5T3, respectivamente. No dia Juliano 141 (Figura 211) foi registrado pequena precipitação (Apêndice P – Figura 469) de 0,3mm, entretanto nos dias 125 (0,8mm), 127 (5,3mm), 129

(2,3mm), 130 (0,3mm), 136 (13,5mm), 137 (0,3mm), 139 (3,0mm) e 140 (0,3mm). Parte desta precipitação deve ter ficado armazenada no solo, e disponível as plantas, sendo mais expressiva na PL4T2. Outrossim, pode-se desconfiar do funcionamento dos evapotranspirômetros, haja vista que a taxa transpiratória da PL4T2 em relação PL1EVP1 foi muito elevada.

A PL4T2 teve a maior C.E média diária (Tabela 10). Dessa forma, foi superior em 154% a PL1EVP1, em 99% a PL2T1, em 90% a PL3EVP2 e a 30% mais que a PL5T3. A planta que recebeu a maior quantidade de R.F.A (Tabela 10) foi a PL2T1. E assim recebeu 10%, 44%, 31% e 23% mais radiação que a PL1EVP1, PL3EVP2, PL4T2 e PL5T3, simultaneamente.

Os elevados picos da C.E na PL2T1, na PL4T2 e na PL5T3 podem ser atribuído a muitas causas, a mais possível e já mencionada, são erros na leitura do sensor ou algum efeito de ordem fisiológica não controlável e desconhecido, mas que pode fazer parte do arranjo estomático dessa variedade de citros.

O D.P.V.S máximo (Figura 43) foi o limiar para que a Tr (Figura 39) e a C.E (Figura 40) entrassem em queda, instante em que se observou que a R.I.T (Figura 43) também se encontrava em queda, apesar da oscilação da R.F.A (Figura 41) após às 11h, ora diminuindo e ora aumentando. Segundo LARCHER (2000) o aquecimento da folha devido à forte radiação também aumenta a transpiração, pois intensifica a diferença de pressão de vapor entre o ar e a folha. Dessa forma, mesmo se o ar estiver saturado com vapor d'água será possível haver transpiração, possibilitando o transporte de água e nutrientes às plantas de habitats úmidos.

Do período de 21 a 23/05/04, observou-se que as ocorrências máximas horárias da Tr, da C.E, da R.F.A (Tabela 10) e da R.I.T (Apêndice Q – Tabela 28) foram verificadas no dia 21/05/04, sendo seus valores de 3,74mmol.m⁻².s⁻¹ (PL4T2), 50cm.s⁻¹ (PL4T2), 1923μmol.m⁻².s⁻¹ (PL1EVP1) e 4,86kW.m⁻² (PL4T2), respectivamente. Já o D.P.V.S máximo (Apêndice Q – Tabela 28) foi de 1,12kPa (23/05/04-PL1EVP1).

Na Tabela 10 constam as médias diárias, onde se percebe que a menor e a maior Tr, em média foi de 0,61mmol.m⁻².s⁻¹ (23/05/04-PL1EVP1) e 1,80mmol.m⁻².s⁻¹ (21/05/04-PL4T2). A C.E variou de 1,80cm.s⁻¹ (23/05/04-PL1EVP1) a 15,22cm.s⁻¹ (21/05/04-PL4T2). Já R.F.A variou de 229μmol.m⁻².s⁻¹ (23/05/04-PL4T2) a 955μmol.m⁻².s⁻¹ (21/05/04-PL2T1).

Em síntese a baixa Tr apresentada no período considerado foi devido ao baixo D.P.V.S, indicando que havia baixa demanda atmosférica no ar, o que reduziu sobremaneira a C.E, e por extensão a Tr, Tabela 10.

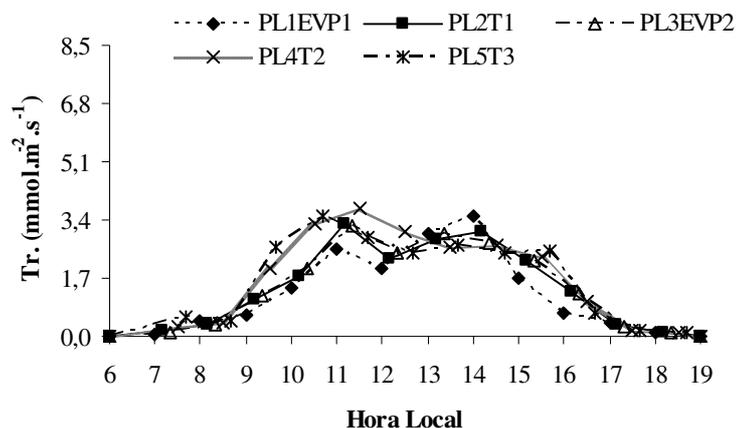


Figura 39. Transpiração foliar, 21/05/2004.

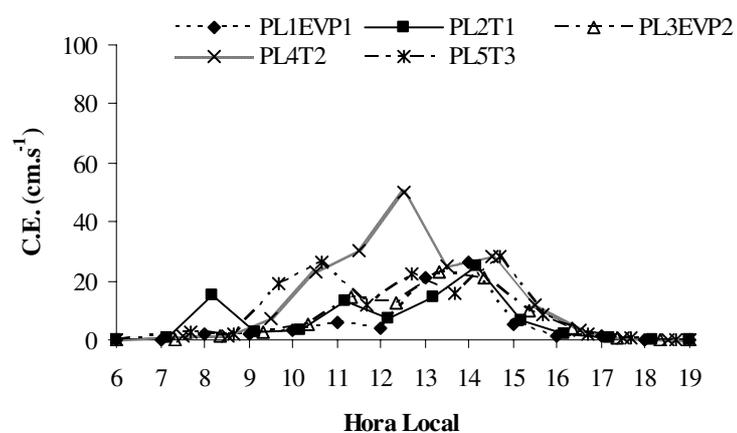


Figura 40. Condutância estomática foliar, 21/05/2004.

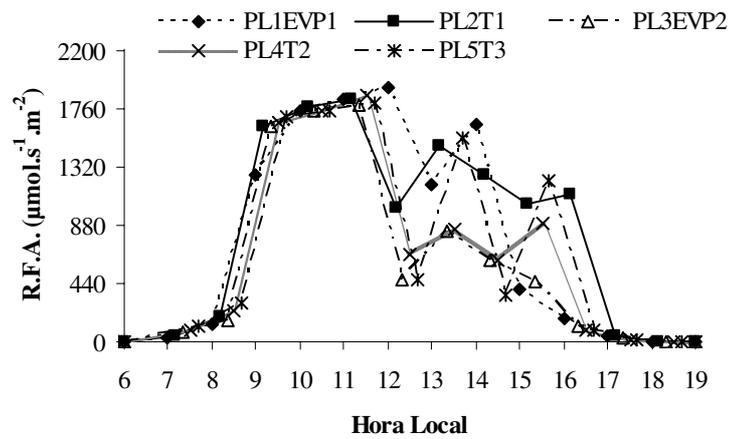


Figura 41. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 21/05/2004.

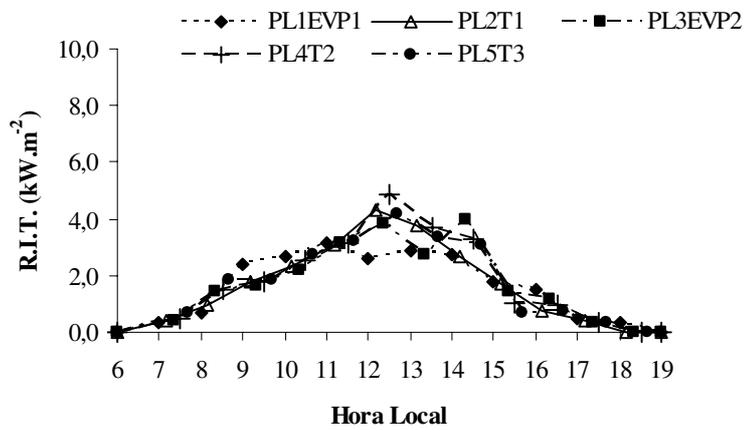


Figura 42. Radiação incidente total, 21/05/2004.

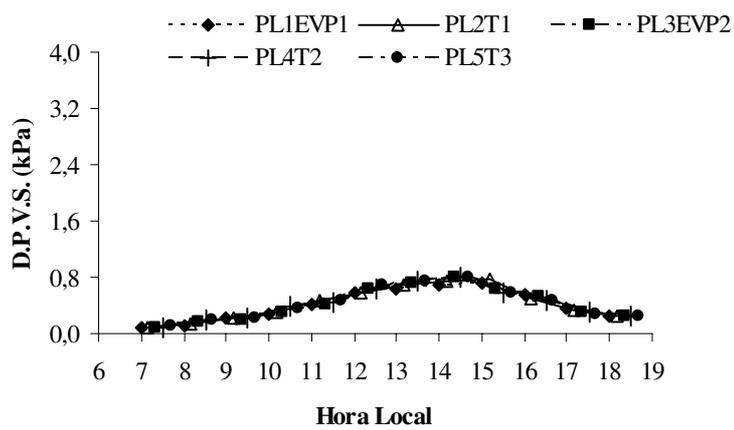


Figura 43. Déficit de pressão de vapor saturado, 21/05/2004.

Tabela 11. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.

Dia	Dia Juliano	Ψ_b (MPa)				
		PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3
21/5/2004	141	-3,400	-3,600	-2,900	-3,070	-3,330
22/5/2004	142	-1,670	-1,970	-1,330	-1,500	-1,870
23/5/2004	143	-3,030	-2,970	-2,970	-4,150	-3,100

Verifica-se que a Tr (Apêndice G – Figura 304), a C.E (Apêndice G – Figura 305), a R.F.A (Apêndice G – Figura 306) e a R.I.T (Apêndice G – Figura 307) tiveram padrão comportamental semelhantes, a exceção da R.I.T das plantas (PL1EVP1 e PL2T1). A R.I.T (PL1EVP1 e PL2T1) tiveram ligeiro crescimento do dia 141 para 142 do calendário Juliano.

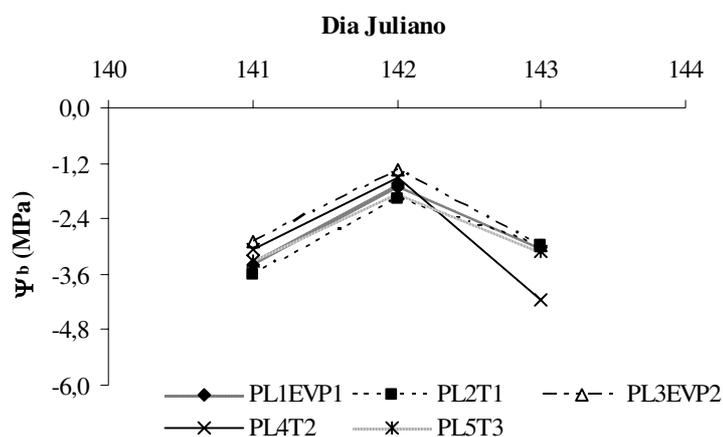


Figura 44. Potencial hídrico de base médio do período de 21 a 23/05/2004.

De maneira geral, observou decréscimo da Tr (Apêndice G – Figura 304) de 50% a 61%, da C.E (Apêndice G – Figura 305) de 63% a 83%, da R.F.A (Apêndice G – Figura 306) de 60% a 76% do dia Juliano 141 para 143, já o D.P.V.S (Apêndice G – Figura 291) aumentou do dia 141 para 142, de 34% a 37%, e decresceu do dia 142 para 143, de 6% a 14%. Além disso, as quedas da Tr e da C.E tiveram relação direta com o D.P.V.S e também com o Ψ_b (Figura 44) que foi bastante negativo nos dias 141 ($< -2,9\text{MPa}$) e 143 ($< -2,97\text{MPa}$), apesar de que no dia 142 o Ψ_b estava mais positivo ($> -1,97\text{MPa}$). Não obstante, a Tr e a C.E continuaram em queda, em decorrência do aumento da nebulosidade, e conseqüentemente do aumento da umidade (Apêndice P – Figuras 453 a 455), uma vez que no outono nas primeiras

horas da manhã a U.R é alta (> 77%, Apêndice P – Figuras 453 a 455), apesar da elevação da R.F.A. No período considerado o menor Ψ_b (Tabela 11) foi de -4,15MPa e o maior de -1,33MPa.

6.2.3 Período de 29/06 a 01/07/04

Os dados desse período se encontram na Tabela 12, nas Figuras 45 a 50, no Apêndice H – Figuras 309 a 323, Apêndice P – Figuras 456 a 458, 470 e 471; Apêndice Q – Tabela 29. Do período será analisado o dia 30/06/04.

No dia 30/06/04 observou-se que até às 10h a transpiração (Figura 45) aumentou em todas as plantas, variando de 32% a 84%. De forma semelhante, a C.E (Figura 46) também aumentou, variando de 21% a 82%. Neste intervalo, a R.F.A (Figura 47) aumentou em torno de 99%, considerando que a menor R.F.A foi de $22\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (às 7h na PL1EVP1) e a maior $1745\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (às 10h na PL5T3). Ressalta-se que mesmo com os aumentos observados na Tr e na C.E, as mesmas estavam baixas, e havia quantidade considerável de U.R (71%) e pequena T_{ar} (22°C), Apêndice P – Figura 457.

As 11h foi verificado a primeira queda da Tr (2% na PL2T1) e da C.E (6% na PL2T1, 4% na PL3EVP2, 9% na PL4T2 e 25% na PL5T3). Nesse momento a R.F.A atingiu $1780\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e a temperatura continuava baixa, 23°C , e a UR alta, 63%, (Apêndice P – Figura 457). Nota-se que apesar do decréscimo, as plantas se recuperaram no horário seguinte, haja vista que as quedas foram pequenas. A diminuição da C.E não afetou a transpiração das plantas (PL3EVP2, PL4T2 e PL5T3) que continuaram aumentando.

A segunda queda da Tr (Figura 45) ocorreu às 13h em todas as plantas, sendo de 64% na PL1EVP1, de 27% na PL2T1, de 31% na PL3EVP2, de 34% na PL4T2 e PL5T3. Entretanto a C.E (Figura 46) teve comportamento diferente, pois aumentou 41% na PL1EVP1, sendo que nas demais diminuiu sua condutância em 20% na PL2T1, 56% na PL3EVP2, 63% na PL4T2 e 72% na PL5T3, em resposta a redução da abertura estomática. Este fato foi verificado quando a R.F.A (Figura 47) caiu em 10%, portanto, a transpiração foi sensível a radiação, momento que a U.R era de 51% (Apêndice P – Figura 457). Apesar de tais variações, KRAMER e BOYER (1995) afirmaram que as próprias plantas são as melhores

indicadoras do grau de disponibilidade hídrica por integrarem automaticamente os fatores que afetam o seu estado de hidratação e por isso, devem ser preferidos indicadores da própria planta.

Tabela 12. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

Tr_{Máxima} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
29/6/2004	14:00	2,37	14:10	2,93	14:20	2,94	14:30	3,06	14:40	3,01
30/6/2004	14:00	4,46	14:10	4,53	14:20	4,70	14:30	4,85	14:40	4,94
1/7/2004	12:00	4,24	12:10	4,30	13:20	4,37	13:30	4,55	12:40	4,73
Tr_{Média Diária} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
29/6/2004	1,40		1,69		1,69		1,77		1,78	
30/6/2004	1,59		2,23		2,29		2,47		2,55	
1/7/2004	2,06		2,35		2,48		2,57		2,67	
C.E_{Máxima} (cm.s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
29/6/2004	15:00	5,18	09:10	9,71	14:20	7,14	09:30	7,69	14:40	8,85
30/6/2004	14:00	25,00	16:10	10,53	12:20	20,83	16:30	55,56	16:40	66,67
1/7/2004	15:00	18,18	16:10	20,00	14:20	35,71	15:30	30,30	10:40	30,30
C.E_{Média Diária} (cm.s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
29/6/2004	2,52		4,11		3,90		4,10		4,63	
30/6/2004	5,46		5,22		9,94		12,84		15,16	
1/7/2004	7,17		8,56		11,68		10,77		14,06	
R.F.A_{Máxima} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
29/6/2004	13:00	1855	13:10	1803	10:20	1715	11:30	1783	10:40	1850
30/6/2004	12:00	1780	12:10	1795	12:20	1748	11:30	1765	11:40	1755
1/7/2004	12:00	1765	12:10	1763	11:20	1713	11:30	1733	13:40	1738
R.F.A_{Média Diária} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
29/6/2004	967		1058		1137		1153		1076	
30/6/2004	989		1121		1173		1158		1111	
1/7/2004	915		1075		1085		1087		973	

A Tr máxima horária ocorreu às 14h, variando de 4,46mmol.m⁻².s⁻¹ (PL1EVP1) a 4,94mmol.m⁻².s⁻¹ (PL5T3) ou seja aumento de 11%. Verificou-se ainda que a Tr cresceu 70% na PL1EVP1, 36% na PL2T1, 59% na PL3EVP2 e 44% na PL4T2 e PL5T3. Já a C.E declinou 63% (PL2T1) e aumentou nas demais, sendo 41% na PL1EVP1, 75% na PL3EVP2 e PL4T2, e 76% na PL5T3. Nesse horário a R.F.A cresceu menos de 6%, sendo o maior valor de 1708μmol.m⁻².s⁻¹, porém o D.P.V.S (Figura 49) era maior que 1,6kPa, ainda sim a demanda atmosférica era pequena, pois a transpiração máxima não ultrapassou 4,94mmol.m⁻².s⁻¹.

Nesse dia o valor máximo da C.E foi observado às 14h na PL1EVP1 (25cm.s^{-1}), as 16h10min na PL2T1 ($10,53\text{cm.s}^{-1}$), as 12h20min na PL3EVP2 ($20,83\text{cm.s}^{-1}$), as 16h30min na PL4T2 ($55,56\text{cm.s}^{-1}$) e as 16h40min na PL5T3 ($66,67\text{cm.s}^{-1}$). Estes valores sugerem que cada indivíduo teve desempenho diferente seguindo as mudanças ambientais, e sua própria genética. Portanto, respondendo ao acréscimo de energia solar captada pelo sensor de medidas.

As 15h a transpiração (Figura 45) decresceu 47% na PL1EVP1, 23% na PL2T1, 7% na PL3EVP2, 2% na PL4T2 e 4% na PL5T3, enquanto que a C.E (Figura 46) declinou 77% na PL1EVP1, 44% na PL3EVP2 e 27% na PL5T3, sendo que aumentou em 69% na PL2T1. Observou que a R.F.A (Figura 47) estava em queda, porém variou de 733 a $1538\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e o D.P.V.S (Figura 49) era de 1,6kPa.

As 16h a Tr continuou em queda generalizada, variando de 10% a 23%. A C.E também decresceu nas plantas PL1EVP1 (21%) e PL3EVP2 (52%) e cresceu na PL2T1 (12%), na PL4T2 (55%) e na PL5T3 (69%). A performance da C.E talvez tenha sido devido ao D.P.V.S que continuava alto ($> 1,5\text{kPa}$), haja vista que a umidade era de 50%. Outrossim, a R.F.A já não exercia grande influência na transpiração e nem na condutância estomática.

Em síntese, a PL5T3 teve a maior Tr média diária (Tabela 12). Portanto, foi superior em 60%, 14%, 11% e 3% que a PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2, simultaneamente. Já a PL3EVP2 transpirou 44% mais que a PL1EVP1. Nesse mês foi registrado precipitações (Apêndice P – Figura 470) nos dias Juliano 154 (7,4mm), 155 (28,2mm), 156 (11,2mm), 161 (0,8mm), 164 (18mm), 167 (2mm), 168 (0,3mm) e 177 (0,8mm). Entretanto, não houve precipitação no dia da medida 182. Pode ser que as chuvas observadas favoreceram mais a PL5T3 do que as outras plantas. Contudo, não foi instalado nenhum medidor de umidade (exemplo, tensiômetro) próximo das plantas estudadas, de modo que não se pode afirmar a respeito do estado hídrico do solo na parcela e nem mesmo dentro do evapotranspirômetro.

A planta que teve a maior C.E média diária (Tabela 12) foi a PL5T3. Dessa forma, foi superior em 90%, 78%, 53% e 18% que a PL2T1, PL1EVP1, PL3EVP2 e PL4T2, respectivamente. A maior R.F.A média diária (Tabela 12) foi observada na PL3EVP2. Portanto seu saldo de energia foi maior 19%, 6%, 5% e 1% em relação a PL1EVP1, PL5T3, PL2T1 e PL4T2, nessa ordem. Na Tabela 13 vê-se que a PL3EVP2 e PL5T3 tinham as maiores quantidades de água potencial, e como tal tiveram transpirações maiores.

As variações da Tr e da C.E expostas nesse trabalho, estão de acordo com a afirmação de LARCHER (2000) ao afirmar que uma transpiração estritamente regulada pelas condições evaporativas do ar somente ocorre se a abertura estomática não variar, ou seja, se os estômatos permanecerem com um grau de abertura constantes ou permanentemente fechados. Somente sob essas condições, a quantidade de água perdida será proporcional à capacidade evaporativa do ar. Por meio da regulação da abertura estomática, a planta é capaz de modular as taxas transpiracionais de acordo com as possibilidades e as necessidades do seu balanço hídrico. Portanto, as oscilações da Tr (Figura 45) e da C.E (Figura 46) ocorreram em resposta as condições e demandas da atmosférica e da R.F.A ($> 1700\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, Figura 47). Tais oscilações foram parecidas nas cinco plantas e permaneceram mais ou menos constante entre 9h e 14h, indicando se tratar de um dia ensolarado com pouco ou nenhuma incidência de nuvens no céu, confirmado pelo traçado da R.I.T (Figura 48).

No período que foi do dia 29/06 a 01/07/04, observa-se que a Tr máxima foi de $4,94\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e a C.E de $66,67\text{cm.s}^{-1}$, ambas verificadas no dia 30/06/04-PL5T3 (Tabela 12). A R.F.A, a R.I.T e o D.P.V.S foram observadas no dia 29/06/04, sendo suas máximas de $1855\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL1EVP1), de $5,68\text{kW.m}^{-2}$ (PL2T1), e de $2,15\text{kPa}$ (PL4T2), respectivamente (Tabela 12).

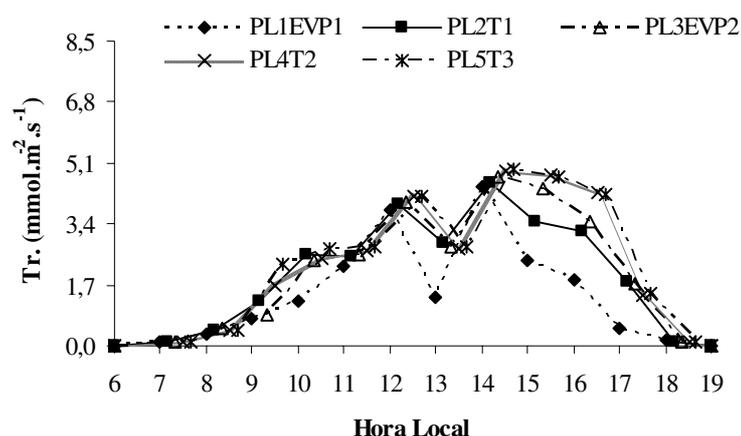


Figura 45. Transpiração foliar, 30/06/2004.

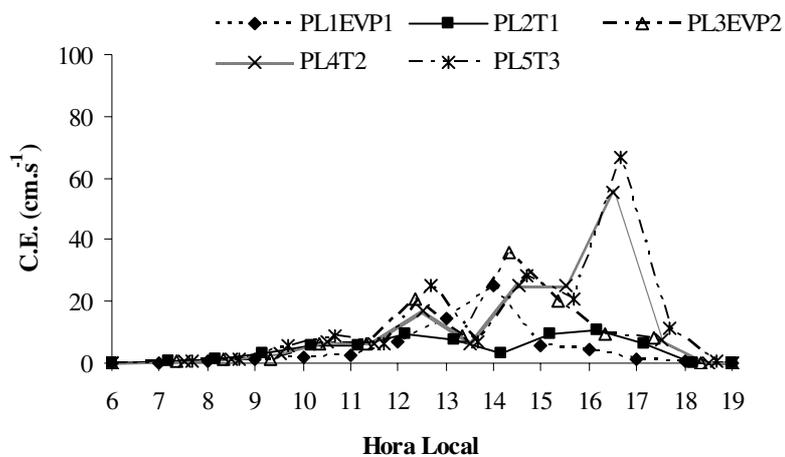


Figura 46. Condutância estomática foliar, 30/06/2004.

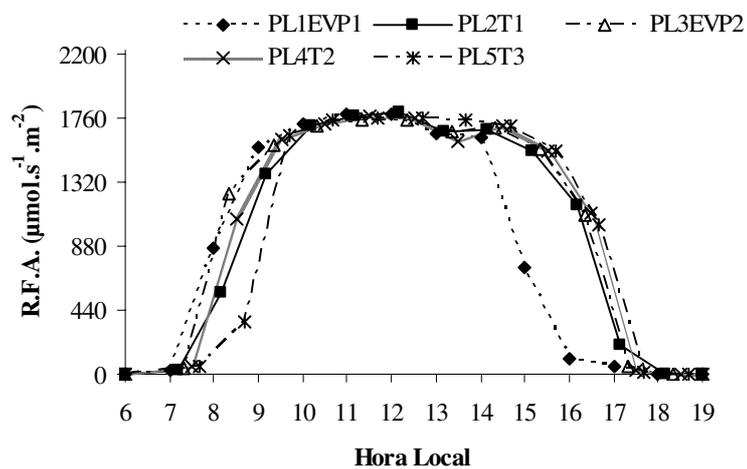


Figura 47. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 30/06/2004.

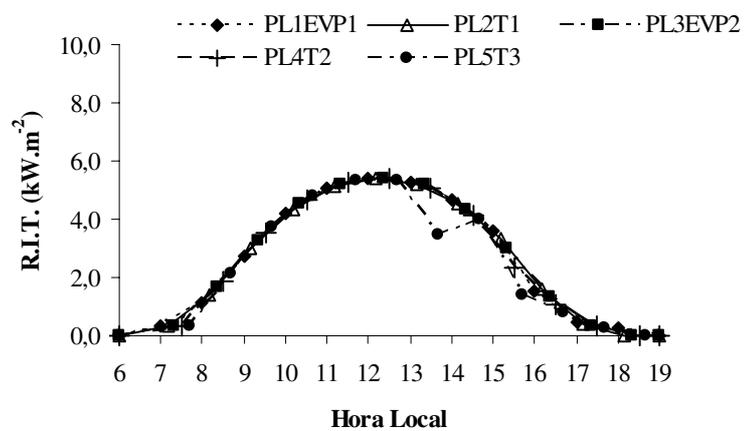


Figura 48. Radiação incidente total, 30/06/2004.

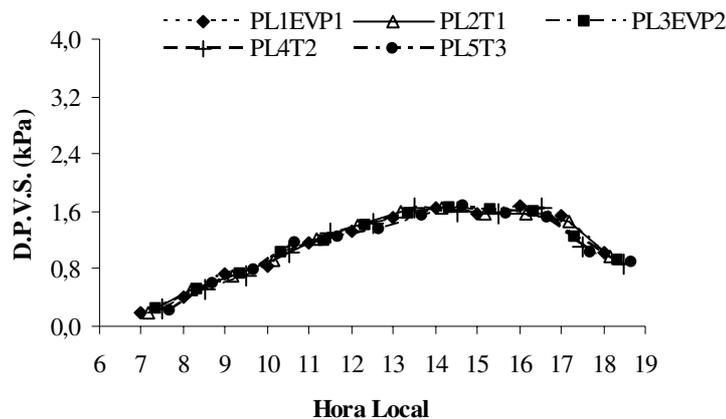


Figura 49. Déficit de pressão de vapor saturado, 30/06/2004.

Na Tabela 12 observa-se que as menores Tr e $C.E$, média diária, foram de $1,40\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $2,52\text{cm.s}^{-1}$, ambas no dia 29/06/04-PL1EVP1, sendo as maiores de $2,67\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $15,16\text{cm.s}^{-1}$, ambas no dia 30/06/04-PL5T3. Quanto à R.F.A (Tabela 12) e a R.I.T (Apêndice Q – Tabela 29), os menores valores médios foram de $915\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $2,62\text{kW.m}^{-2}$, ambos no dia 01/07/06-PL1EVP1; e as maiores de $1173\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL3EVP2) e $2,89\text{kW.m}^{-2}$ (PL2T1), ambos no dia 30/06/04. O D.P.V.S (Apêndice Q – Tabela 29) variou de $1,08\text{kPa}$ (01/07/04-PL1EVP1) a $1,25\text{kPa}$ (19/06/04-PL4T2).

Constata-se que os menores valores da Tr e da $C.E$ (Tabela 12), foram verificados nas plantas cultivadas nos evapotranspirômetros (PL1EVP1 e PL3EVP2), sendo que os maiores valores foram observados nas plantas testemunhas (PL2T1, PL4T2 e PL5T3). Entretanto, as plantas cultivadas, sem restrição hídrica, foram mais eficientes no controle da Tr e da $C.E$, do que as plantas testemunhas, com restrição hídrica. Por outro lado, poder ser que as plantas testemunhas foram beneficiadas pela água armazenada no subsolo, em conseqüências de chuvas (Apêndice P – Figura 470) anteriores, expressando os maiores valores médios diários em detrimento das plantas controle. Já que FRANCO (2000) informa que estudos recentes sobre a regulação do uso da água com espécies do Cerrado, sugerem que, a despeito do potencial acesso à água do solo devido às raízes profundas, a elevada demanda evaporativa do ar e as limitações hidráulicas associadas à obtenção de água na maior profundidade resultam em uma severa limitação estomática na transpiração. Estudando três espécies de leguminosas arbóreas da mata Atlântica, LEMOS FILHO e MENDONÇA FILHO (2000), também

apontaram que as variações diárias do potencial hídrico têm relação com o déficit de pressão de vapor do ar, não ocorrendo limitações de água na rizosfera.

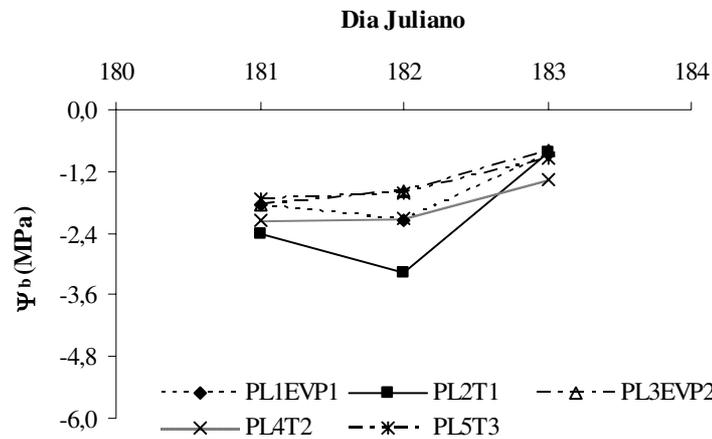


Figura 50. Potencial hídrico de base médio do período de 29/06 a 01/07/2004.

A Tr média diária (Apêndice H – Figura 319) seguiu o padrão comportamental exibido pela C.E (Apêndice H – Figura 320), sendo que a Tr cresceu de 12% (PL1EVP1) a 30% (PL5T3) do dia 181 para 182 e de 4% (PL4T2) a 23% (PL1EVP1) do dia 182 para 183; a C.E teve incremento de 21% (PL2T1) a 70% (PL5T3) do dia 181 para 182. Já do dia 182 para 183 observou aumento de 15% (PL3EVP2) a 24% (PL1EVP1) e decréscimo de 16% (PL4T2) e 7% (PL5T3). Nota-se que a R.F.A (Apêndice H – Figura 321) aumentou de 0,4% (PL4T2) a 6% (PL2T1) do dia 181 para 182, e declinou de 4% (PL2T1) a 12% (PL5T3) do dia 182 para 183, de forma suave, já a R.I.T (Apêndice H – Figura 322) aumentou de 2% (PL2T1 e PL3EVP2) a 7% (PL1EVP1) e decresceu 2% (PL5T3) do dia 181 para 182; do dia 182 para 183 declinou de 7% (PL3EVP2 e PL4T2) a 9% (PL1EVP1) e aumentou 0,4% (PL5T3).

A Tr (Apêndice H – Figura 319) e a C.E (Apêndice H – Figura 320) tenderam a diminuir a partir do dia 182 em resposta ao D.P.V.S (Apêndice H – Figura 323) que estava em queda, demonstrando, possivelmente diminuição da T_{ar} e aumento da U.R, (Apêndice P – Figura 457). De qualquer forma, o Ψ_b (Figura 50) foi mais positivo no dia Juliano 181 que no 182, com exceção das plantas PL3EVP2 e PL4T2. O Ψ_b do dia 182 foi mais negativo que no 183, ou seja, no dia 183 as plantas foram beneficiadas com mais água disponível, mas a Tr

observada teve pequeno crescimento, em resposta a queda do D.P.V.S do dia 182 para 183. Por esta análise não é improvável dizer que as variáveis se inter-relacionaram na maior parte do tempo.

Tabela 13. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.

		Ψ_b (MPa)				
Dia	Dia Juliano	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3
29/6/2004	181	-1,830	-2,430	-1,830	-2,130	-1,730
30/6/2004	182	-2,170	-3,170	-1,600	-2,100	-1,630
1/7/2004	183	-0,870	-0,830	-0,800	-1,370	-0,930

Ressalta-se que o menor Ψ_b (Tabela 13) foi -3,17MPa (PL2T1-30/06/04) e o maior -0,80MPa (PL3EVP2-01/07/04). Isto significa que o tratamento controle tinha mais água disponível do que sua testemunha. Estes valores estão de acordo os encontrados por MORAES *et al.* (1989) e PEREZ e MORAES (1991), nos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo que apresentaram valores médios de potencial hídrico de -1,62MPa, -1,34MPa e -1,10MPa, respectivamente. E também com os valores mínimos de potencial hídrico em plantas arbóreas seca: GOLDSTEIN *et al.* (1982) encontrou valores entre -1,5 a -2,5MPa para espécies arbóreas de savana. SAN JOSÉ (1977) observou valores iguais a -1,4MPa para *Curaleta americana*. MORAES *et al.* (1989) encontraram valores menores que -3,0MPa para espécies arbóreas do cerrado. PEREZ e MORAES (1991) encontram para espécies arbóreas do cerrado valores mais negativos, ou seja, entre -3,5 e -4,4MPa.

6.2.4 Período de 27 a 29/07/04

As informações desse período estão contidas nas Tabelas 14 e 15, nas Figuras 51 a 56, no Apêndice I – Figuras 324 a 338, Apêndice P – Figuras 459 a 461, e 471; Apêndice Q – Tabela 30. Do período será comentado o dia 27/07/04.

No dia 27/07/04 a Tr (Figura 51) no horário das 9h cresceu 68% na PL5T3 comparado com a PL1EVP1 e PL2T1, e 51% na PL3EVP2 quando comparado com PL1EVP1. Nesse momento a R.F.A (Figura 53) se encontrava acima de $1650\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, porém havia alta U.R (78%) e baixa T_{ar} (15°C), Apêndice P – Figura 459. Mesmo havendo

muita umidade, a C.E (Figura 52) na PL1EVP1, PL2T1 e PL3EVP2 estavam baixas ($< 7\text{cm.s}^{-1}$), já as plantas (PL4T2 e PL5T3) tiveram aumento maior que 92%, comparação com a menor C.E observada ($1,71\text{cm.s}^{-1}$).

Tabela 14. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

Tr_{Máxima} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
27/7/2004	14:00	4,21	14:10	4,40	14:20	4,56	14:30	4,55	14:40	4,59
28/7/2004	13:00	4,22	13:10	4,26	14:20	4,31	13:30	4,32	13:40	4,34
29/7/2004	13:00	3,78	13:10	3,84	13:20	4,05	13:30	4,04	13:40	4,33
Tr_{Média Diária} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
27/7/2004	2,35		2,54		2,66		2,75		2,73	
28/7/2004	2,21		2,31		2,54		2,53		2,63	
29/7/2004	1,96		2,20		2,35		2,33		2,35	
C.E_{Máxima} (cm.s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
27/7/2004	14:00	33,33	11:10	66,67	11:20	100,00	10:30 11:30	35,71	11:40	55,56
28/7/2004	14:00	66,67	13:10	30,30	13:20	55,56	10:30	66,67	13:40	66,67
29/7/2004	15:00	17,24	12:10	20,00	09:20	66,67	09:30	55,56	09:40 12:40	50,00
C.E_{Média Diária} (cm.s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
27/7/2004	12,15		15,67		26,69		18,28		23,50	
28/7/2004	13,54		10,95		17,36		18,35		22,11	
29/7/2004	6,66		8,72		18,01		16,91		18,86	
R.F.A_{Máxima} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
27/7/2004	12:00	1853	12:10	1868	12:20	1855	11:30	1858	11:40	1865
28/7/2004	12:00	1850	12:10	1865	12:20	1835	11:30 12:30	1848	11:40	1848
29/7/2004	13:00	1913	13:10	1853	13:20	1800	13:30	1795	13:40	1803
R.F.A_{Média Diária} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
27/7/2004	1103		1259		1265		1172		1173	
28/7/2004	1102		1241		1241		1239		1222	
29/7/2004	1035		1138		1156		1087		1031	

As 11h observou que a planta PL3EVP2 teve a maior Tr (Figura 51) e a maior C.E (Figura 52). Assim sendo, a C.E da PL3EVP2 foi superior em 75% a PL1EVP1, já a Tr da PL3EVP2 foi 8% maior que a PL5T3. Ressalta-se que a R.F.A (Figura 53) atingiu valor máximo de $1865\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ em algumas plantas, e que a T_{ar} chegou a 20°C e a U.R ainda estava alta (53%), Apêndice P – Figura 459. Este fato pode ser confirmado pelo D.P.V.S (Figura 55) que seguia aumentando ($> 1,08\text{kPa}$).

As quedas observadas na C.E após as 12h podem estar relacionadas a alta R.F.A ($> 1600\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) e a baixa UR ($< 48\%$), uma vez que a temperatura estava em ascensão ($> 21^\circ\text{C}$). Apesar das oscilações, observou-se redução significativa da abertura estomática, e a condutância ficou sempre menor que $40\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, quando a demanda atmosférica estava acima de $1,28\text{kPa}$.

A exceção da PL1EVP1, a demais plantas atingiram a C.E máxima no horário das 11h. Entretanto, os picos da C.E às 9h40min (PL5T3), às 11h10min (PL2T1), às 11h20min (PL3EVP2), às 17h (PL1EVP1), 17h10min (PL2T1), 17h20min (PL3EVP2), 17h30min (PL4T2) e às 17h40min (PL5T3), podem ser devido a erros não controlados exibidos pelo sensor de medidas da resistência foliar, ou algum mecanismo estomático específico desta variedade de citros que difere das demais plantas até então estudadas com LI-1600, pois nesse dia a temperatura máxima foi de 24°C e a U.R mínima foi de 37% , ambas verificadas às 15h (Apêndice P – Figura 459), portanto esperava valores de C.E mais homogêneos, tal qual exibidos pela transpiração.

No mês de realização das medidas (julho) ocorreu precipitação (Apêndice P – Figura 471) nos dias Juliano 190 (6,1mm), 191 (1,5mm), 192 (46,7mm), 193 (2mm), 199 (0,3mm), 200 (1,8mm), 201 (50,3mm), 202 (1,5mm) e 203 (0,3mm), como já exposto, pode ser que tais quantidades de chuvas possam ter favorecido a PL4T2 que expressou as maiores taxas transpiratórias, dado as limitações dos evapotranspirômetros, quanto a área de exploração do sistema radicular, ao volume de solo nele contido, entre outros fatores de ordem fisiológica que não foram investigados. Haja vista que no dia Juliano 209 (27/07/04) não foi observado precipitação.

A maior Tr média diária (Tabela 14) foi observada na PL4T2. Esta planta foi superior em 17% a PL1EVP1, em 8% a PL2T1, em 3% a PL3EVP2 e em $0,7\%$ a PL5T3. Já a maior C.E média diária (Tabela 14) foi verificado na PL3EVP2. Portanto, foi 120% , 70% , 46% e 14% maior que a PL1EVP1, PL2T1, PL4T2 e PL5T3, respectivamente.

A planta que recebeu a maior R.F.A média diária (Figura 14) foi a PL3EVP2. Esta recebeu 15% , $0,5\%$, 8% e 8% a mais radiação que as plantas PL1EVP1, PL2T1, PL4T2 e PL5T3, simultaneamente. O saldo de R.F.A na PL3EVP2 pode ter contribuído para a maior C.E, na mesma planta, porém divergiu da maior taxa transpiratória que foi observada na PL4T2.

Do período avaliado, 27 a 29/07/04, verificou-se que a Tr máxima $4,59\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ocorreu na PL5T3 (Tabela 14) e a C.E máxima de 100cm.s^{-1} na PL3EVP2, ambas no dia 27/07/04 (Tabela 14). A R.F.A (Tabela 14) e a R.I.T (Apêndice Q – Tabela 30), máximas de $1913\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $6,93\text{kW.m}^{-2}$, respectivamente, foram observadas no dia 29/07/04 na PL1EVP1. O D.P.V.S máximo de $1,87\text{kPa}$ ocorreu na PL5T3, em 27/07/04 (Apêndice Q – Tabela 30).

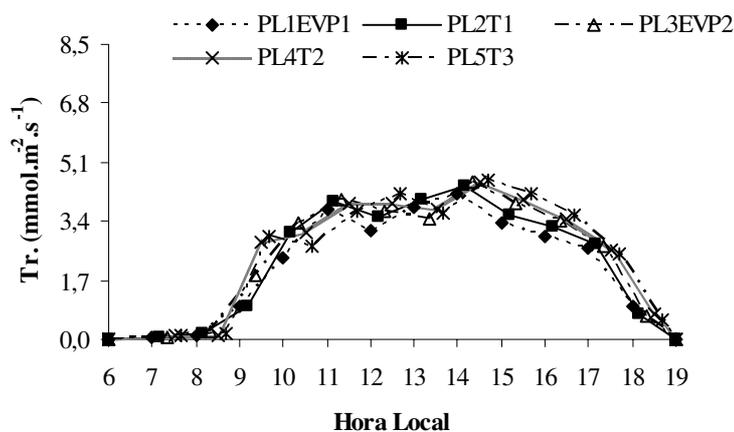


Figura 51. Transpiração foliar, 27/07/2004.

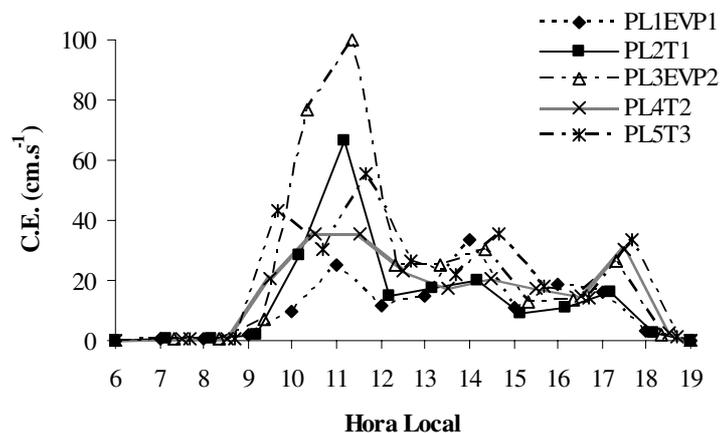


Figura 52. Condutância estomática foliar, 27/07/2004.

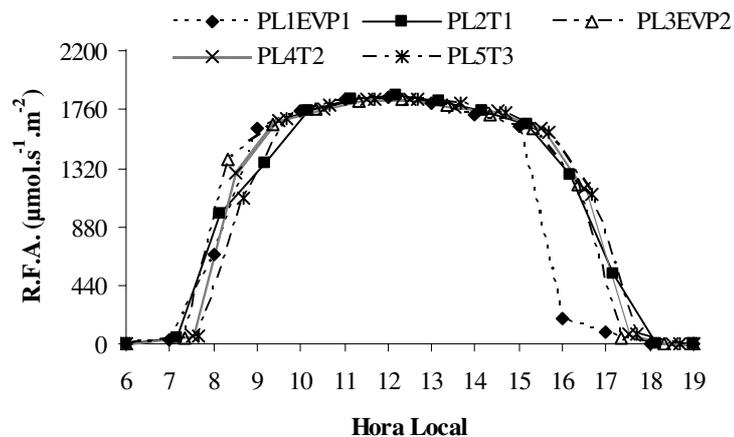


Figura 53. Condutância estomática foliar, 27/07/2004.

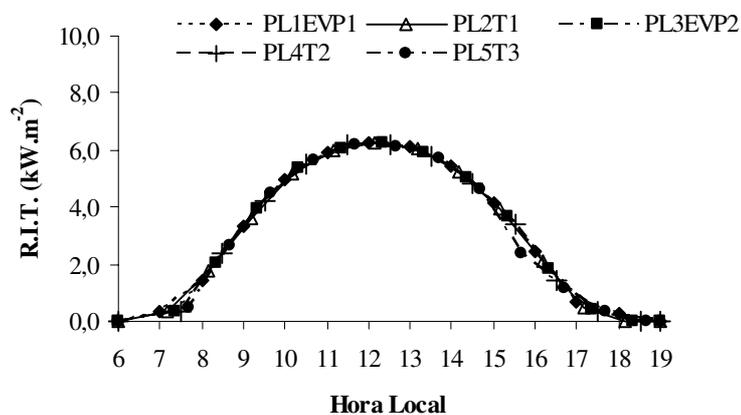


Figura 54. Radiação incidente total, 27/07/2004.

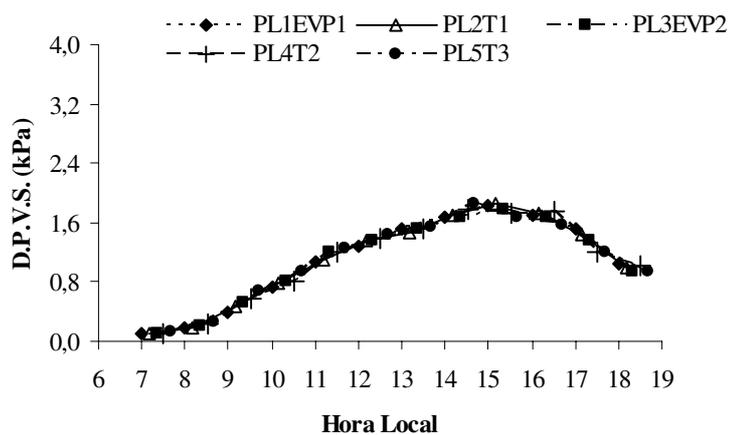


Figura 55. Déficit de pressão de vapor saturado, 27/07/2004.

Nota-se pela Tabela 14 que as menores médias diárias da Tr e da C.E foram de $1,96\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $6,66\text{cm.s}^{-1}$, respectivamente, no dia 29/07/04-PL1EVP1; sendo que as maiores de $2,75\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL4T2) e $26,69\text{cm.s}^{-1}$ (PL3EVP2) no dia 27/07/04.

As menores médias da R.F.A (Tabela 14) e da R.I.T (Apêndice Q – Tabela 30) foram $1031\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $3,15\text{kW.m}^{-2}$, observadas em 29/07/04, e as maiores de $1265\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $3,44\text{kW.m}^{-2}$, verificadas no dia 27/07/04, nessa ordem. Em média o menor D.P.V.S de $0,94\text{kPa}$ (28/07/04-PL1EVP1) e o maior $1,12\text{kPa}$ (27/07/04-PL5T3) se encontram no Apêndice Q – Tabela 30.

A Tr (Apêndice I – Figura 334) decresceu em conformidade com a R.F.A (Apêndice I – Figura 336) e com a R.I.T (Apêndice I – Figura 337) do dia 209 para 211. No dia 209 para 210 a Tr declinou menos de 9%, já a C.E (Apêndice I – Figura 335) cresceu 10% (PL1EVP1) e 0,4% (PL4T2) e diminuiu 30% (PL2T1), 35% (PL3EVP2) e 6% (PL5T3). Do dia 210 para 211 a Tr decresceu menos de 11%, porém a C.E declinou 51% (PL1EVP1), 20% (PL2T1), 9% (PL4T2) e 15% (PL5T3) e incrementou 4% na PL3EVP2. A queda na Tr estava relacionada com a queda do D.P.V.S (Apêndice I – Figura 338) do dia 209 para 210, entretanto, do dia 210 para 211 o declínio da Tr esteve relacionada a diminuição da R.F.A, uma vez que o D.P.V.S estava se elevando. Porém, o aumento do D.P.V.S do dia 210 para 211 afetou a C.E observadas nas PL3EVP2 e PL2T1. Nestas foram verificadas tendências de crescimento, já nas plantas PL1EVP1, PL4T2 e PL5T3 se observou uma clara tendência de queda.

Tabela 15. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.

		Ψ_b (Mpa)				
Dia	Dia Juliano	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3
27/7/2004	209	-1,233	-1,367	-0,967	-1,267	-1,367
28/7/2004	210	-1,367	-1,500	-1,300	-1,200	-1,400
29/7/2004	211	-0,800	-1,167	-0,933	-1,067	-1,200

Analisando o Ψ_b (Figura 56) verificou-se que, de forma geral, havia mais água disponível para as plantas no dia Juliano 209 que no 210. Isto sugere que as plantas transpiraram mais no dia 209 do que no dia 210. Já no dia 210 as plantas tinham menos água disponível do que no dia 211, entretanto a transpiração se manteve em queda, ao invés de aumentar, isto poder ter ocorrido, talvez pelo fato de não ter havido radiação suficiente para provocar mudanças no mecanismo estomático, ou devido ao estresse temporário em

decorrência da ausência de chuva no período considerado (Apêndice P – Figuras 471). Na Tabela 15 verifica-se que o Ψ_b variou de -1,50MPa (28/07/04-PL2T1) a -0,80MPa (29/07/04-PL1EVP1). Apesar da ausência de chuva, já comentada, o maior Ψ_b foi observado na planta controle, sem restrição hídrica, isto explica sua maior disponibilidade potencial, em detrimento de suas testemunhas.

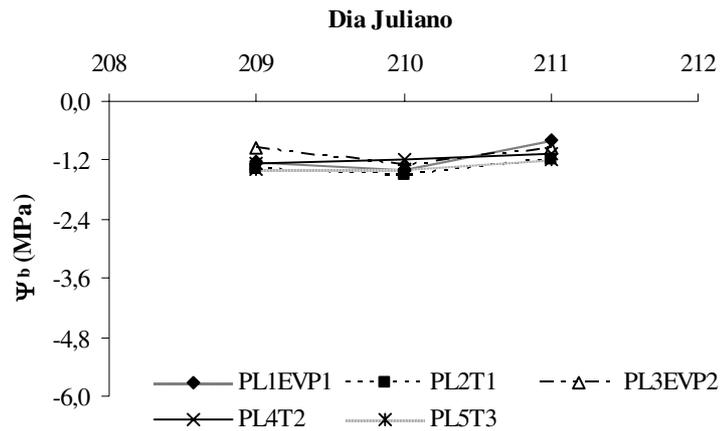


Figura 56. Potencial hídrico de base médio do período de 27 a 29/07/2004.

6.2.5 Período de 12 a 14/08/04

Nesse período analisará o dia 12/08/04, porém as demais informações se encontram nas Tabelas 16 e 17, nas Figuras 57 a 62, no Apêndice J – Figuras 339 a 353, Apêndice P – Figuras 462 a 464, e 472; Apêndice Q – Tabela 31.

No horário das 8h observou-se que a Tr (Figura 57) e a C.E (Figura 58) na PL5T3 aumentaram mais de 86% quando comparado com a PL1EVP1, considerando a diferença de 40min entre as plantas, haja vista que a PL5T3 recebeu quantidade de R.F.A (Figura 59) maior, ou seja, aumento de 81%, em relação a PL1EVP1. Vê-se que nas primeiras horas do dia, a Tr e a C.E responderam ao aumento da radiação solar. Apesar de que nesse horário havia bastante U.R (74%) e baixa T_{ar} (13°C), Apêndice P – Figura 462. Os valores baixos observados da R.F.A ocorreram devido a presença de sombreamento causado por uma árvore em função da sazonalidade própria de cada estação.

Tabela 16. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

Tr_{Máxima} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
12/8/2004	15:00	4,11	15:10	4,19	15:20	4,19	13:30	4,26	13:40	4,46
13/8/2004	13:00	3,56	13:10	4,20	13:20	4,24	13:30	4,32	13:30	4,40
14/8/2004	13:00	3,51	13:10	3,86	13:20	4,05	13:30	4,09	13:40	4,37
Tr_{Média Diária} (mmol.m⁻².s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
12/8/2004	2,14		2,35		2,54		2,68		2,81	
13/8/2004	1,98		2,16		2,28		2,40		2,60	
14/8/2004	2,26		2,53		2,69		2,82		2,98	
C.E_{Máxima} (cm.s⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
12/8/2004	14:00	40,00	15:10	26,32	15:20	35,71	12:30	43,48	10:40	66,67
13/8/2004	13:00	50,00	13:10	50,00	13:20	43,48	13:30	28,57	11:40	43,48
14/8/2004	17:00	14,29	17:10	15,87	16:20	16,67	17:30	100,00	17:40	50,00
C.E_{Média Diária} (cm.s⁻¹)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
12/8/2004	12,56		11,88		18,77		21,91		28,52	
13/8/2004	8,62		9,67		10,79		11,44		14,10	
14/8/2004	6,60		8,30		9,96		21,15		21,57	
R.F.A_{Máxima} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
12/8/2004	12:00	1855	12:10	1870	12:20	1868	11:30	1868	11:40	1865
13/8/2004	11:00	1880	11:10	1883	11:20	1868	12:30	1870	12:40	1883
14/8/2004	11:00	1873	13:10	1878	12:20	1868	12:30	1878	12:40	1883
					13:20					
R.F.A_{Média Diária} (μmol.s⁻¹.m⁻²)										
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2		PL5T3	
12/8/2004	1117		1240		1139		1271		1369	
13/8/2004	1200		1289		1307		1280		1364	
14/8/2004	1226		1317		1326		1347		1420	

As 9h quando a Tr (Figura 57) da PL5T3 foi 63% superior a PL1EVP1, a C.E (Figura 58) da PL5T3 foi 94% maior a da PL1EVP1. Nesse instante a U.R era de 68% e a T_{ar} de 15°C (Apêndice P – Figura 462), contudo a R.F.A (Figura 59) estava acima de 1600μmol.m⁻².s⁻¹. Como a quantidade de umidade no ar estava alta, supõe-se que a única forma que a planta encontrou para transpirar foi aumentar o máximo possível sua abertura estomática, do contrário as trocas gasosas não seriam minimizadas. Após esse horário a R.F.A não teve grandes aumentos, no entanto, a Tr continuou aumentado, já a C.E seguiu variando.

As 10h a Tr da PL5T3 foi 32% superior a PL1EVP1, e a C.E da PL5T3 foi 83% maior que a PL1EVP1, sendo que a U.R declinou para 56% e a T_{ar} aumentou para 18°C (Apêndice P – Figura 462). Entretanto, a R.F.A estava acima de 1800μmol.m⁻².s⁻¹ e certamente foi a responsável para que as plantas permanecessem com os estômatos abertos, na

presença alta umidade e baixa temperatura. Não se identificou em que faixa de radiação as plantas responderam melhor, até porque cada indivíduo se mostrou bem diferente nos horários investigados. Contudo, no outono as altas umidades e as baixas temperaturas não foram necessariamente fatores limitantes da transpiração e da condutância estomática.

As 11h com exceção da PL1EVP1 que aumentou a C.E em 11%, as outras reduziram em 34% na PL2T1, 46% na PL3EVP2, 34% na PL4T2 e 25% na PL5T3. Entretanto, a Tr cresceu em todas as plantas, porém variando de 5% (PL4T2) a 28% (PL1EVP1).

Nesse dia verificou-se que tanto a Tr (Figura 57) quanto a R.F.A (Figura 59) tiveram queda às 14h. A Tr declinou 26% (PL1EVP1), 19% (PL2T1), 25% (PL3EVP2), 29% (PL4T2) e 30% (PL5T3). Já a R.F.A decresceu 20%, 14%, 8%, 6% e 5% nas plantas PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2, PL4T2 e PL5T3, nessa ordem. Percebam que a ordem de queda da transpiração foi bem semelhante a R.F.A. Também se observou que havia pouca U.R no ar (39%) e o D.P.V.S (Figura 61) era maior que 1,68kPa.

As 15h a transpiração aumentou de 24% (PL5T3) a 35% (PL1EVP1), já a R.F.A cresceu 8% (PL1EVP1) e 3% (PL2T1), porém decresceu 5% (PL3EVP2), 6% (PL4T2) e 8% (PL5T3), e nem por isso a Tr deixou de aumentar. Nesse horário também se verificou que a C.E declinou 17% (PL1EVP1), sendo que incrementou 40% (PL2T1), 30% (PL3EVP2), 68% (PL4T2) e 64% (PL5T3).

As 16h a PL5T3 transpirou 22% mais e que a PL1EVP1, já a C.E da PL5T3 foi 74% maior que a PL1EVP1. Nesse horário a R.F.A estava em queda, mas variando de 705 a $1190\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, entretanto a demanda atmosférica era alta ($> 1,69\text{kPa}$), e apesar da radiação observada, o D.P.V.S foi responsável pelo valor ainda alto da Tr ($> 2,72\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Depois das 17h a C.E era maior que $11,36\text{cm.s}^{-1}$, mostrando uma ligeira tendência de elevação, pois as plantas estenderam suas aberturas estomáticas, mesmo na presença de baixa R.F.A, em resposta ao D.P.V.S, com o intuito de se recuperarem das perdas diárias, e assim re-hidrataram seus tecidos. Nota-se que o D.P.V.S apesar de estar em queda continua alto maior que 1,2kPa, e dessa forma a Tr continua elevada ($> 2,11\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), mesmo em queda. As 18h já não havia R.F.A, de maneira a Tr e a C.E se aproxima do valor mínimo, porém o D.P.V.S continua elevado ($> 0,91\text{kPa}$). Uma resposta para isto seria a baixa U.R ($< 41\%$) e a baixa T_{ar} (21°C), Apêndice P – Figura 462.

Verificou-se que a planta PL5T3 (Tabela 16) foi a que teve as maiores Tr, C.E e R.F.A, média diária, quando comparado com as demais. Assim, teve transpiração de 31% superior a PL1EVP1, 20% mais que PL2T1, 11% maior que a PL3EVP2 e 5% superior a PL4T2. Quanto a C.E também foi superior em 127%, 140%, 52% e 30% as plantas PL1EVP1, a PL2T1, a PL3EVP2 e a PL4T2, respectivamente. E finalmente sua R.F.A foi maior em 23%, 10%, 20%, e 8%, que nas outras plantas PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2, nessa ordem.

No período de 12 a 14/08/04 (Tabela 16), verificou-se que a máxima Tr foi de $4,46\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12/08/04-PL5T3). A máxima C.E foi de 100cm.s^{-1} (14/08/04-PL4T2). A máxima R.F.A foi de $1883\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (13/08/04-PL2T1 e PL5T3; 14/08/04-PL5T3). A R.I.T máxima foi de $6,63\text{kW.m}^{-2}$ (13/08/04-PL1EVP1, Apêndice Q – Tabela 31). O D.P.V.S máximo foi de $2,30\text{kPa}$ (14/08/04-PL2T1, Apêndice Q – Tabela 31).

A Tr (Tabela 16) variou de $1,98\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (13/08/04-PL1EVP1) a $2,98\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (14/08/04-PL5T3). A variação da C.E (Tabela 16) foi de $6,60\text{cm.s}^{-1}$ (14/08/04-PL1EVP1) a $28,52\text{cm.s}^{-1}$ (12/08/04-PL5T3). A R.F.A (Tabela 16) variou de $1117\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12/08/04-PL1EVP1) a $1420\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (14/08/04-PL5T3), e a R.I.T (Apêndice Q – Tabela 31) de $3,59\text{kW.m}^{-2}$ (12/08/04-PL2T1) a $3,72\text{kW.m}^{-2}$ (13/08/04-PL1EVP1). Já o D.P.V.S (Apêndice Q – Tabela 31) variou de $0,97\text{kPa}$ (12/08/04-PL2T1) a $1,35\text{kPa}$ (14/08/04-PL5T3). As menores Tr, C.E e D.P.V.S foram observadas na planta controle (PL1EVP1) e a maior em sua testemunha (PL5T3).

Em suma, no mês de agosto não foi registrada nenhuma precipitação (Apêndice P – Figura 472). Entretanto a PL5T3 expressou as maiores Tr, C.E e R.F.A média diária. Se considerássemos absolutamente os valores dos Ψ_b (Tabela 17), a PL1EVP1 teria a maior capacidade transpiratória, porém foi observado que a PL5T3 sobressaiu em detrimento das outras plantas. Então, é de se supor que o Ψ_b serviu apenas de referência para saber qual o estado hídrico da planta antes do amanhecer, e não para expressar o melhor estado hídrico do indivíduo, uma vez que cada folha tem seu próprio Ψ_b , e como os ramos foram tirados ao acaso, pode ser que não foi representativo de toda a planta, mesmo tendo considerado os dados médios de três ramos foliares.

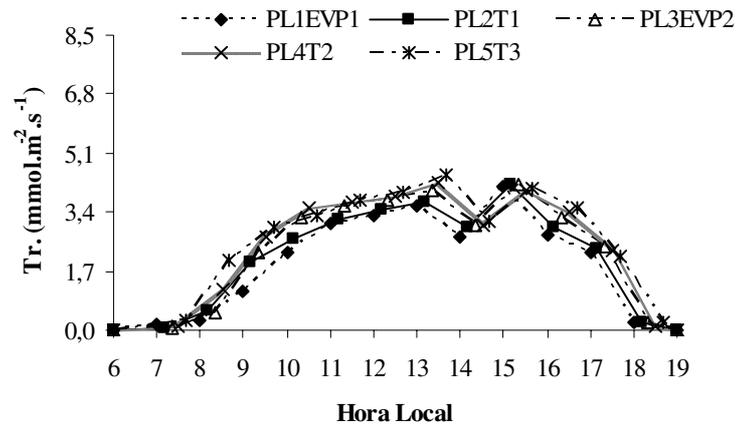


Figura 57. Transpiração foliar, 12/08/2004.

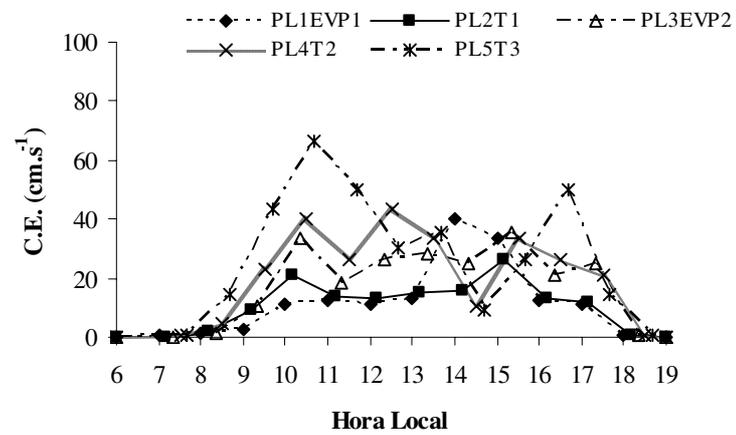


Figura 58. Condutância estomática foliar, 12/08/2004.

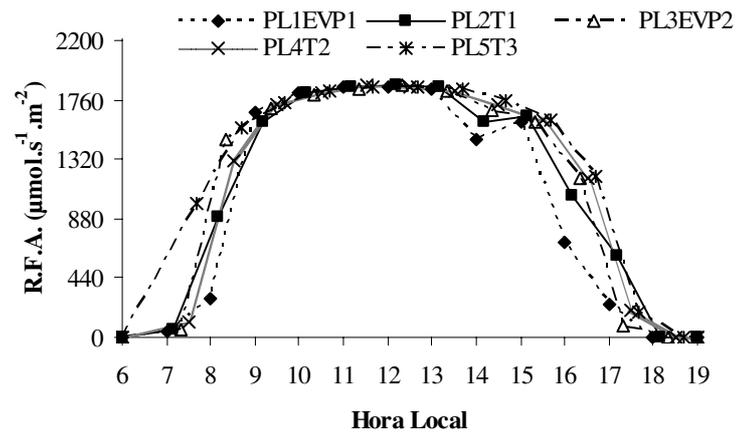


Figura 59. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 12/08/2004.

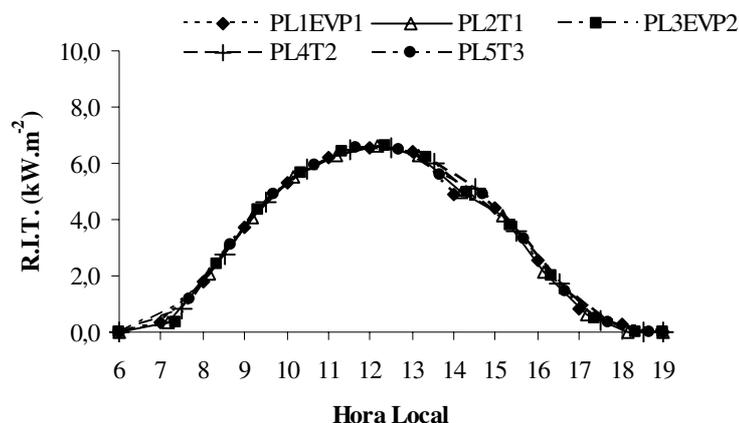


Figura 60. Radiação incidente total, 12/08/2004.

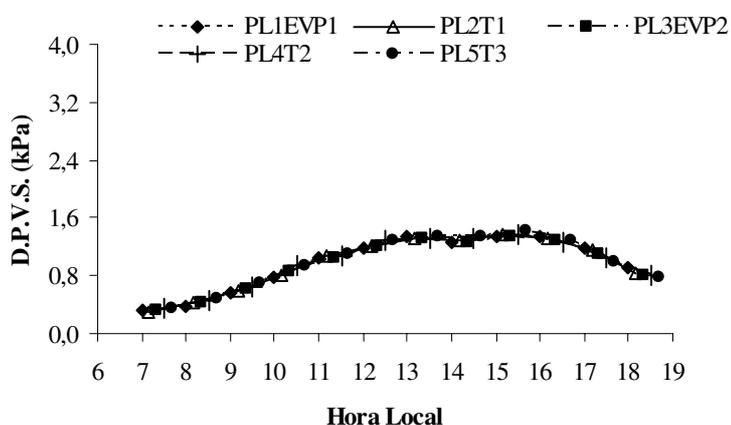


Figura 61. Déficit de pressão de vapor saturado, 12/08/2004.

Nota-se que a Tr (Apêndice J – Figura 349) declinou menos que 11% do dia Juliano 225 para 226, e teve incremento de 13% (PL1EVP1) a 16% (PL3EVP2) do dia 226 para 227. Já a C.E (Apêndice J – Figura 350) decresceu de 19% (PL2T1) a 51% (PL5T3) do dia 225 para 226, sendo que do dia 226 para 227 aumentou 46% (PL4T2) e 35% (PL5T3) e diminuiu 23% (PL1EVP1), 14% (PL2T1) e 8% PL3EVP2). O aumento da Tr , bem como da C.E foram corroborados pelo Ψ_b (Tabela 17, Figura 62), pois no dia 225 havia mais água a nível foliar do que no dia 226, indicando uma queda suave da Tr do dia 225 para 226. No dia 227 o Ψ_b voltou a aumentar, e como consequência provocou o aumento da Tr e da C.E. Pode-se dizer que o aumento observado da Tr e da C.E foram regidos pelo aumento da demanda evaporativa da atmosfera, em resposta ao aumento da R.F.A (Apêndice J – Figura 351). Ainda verificou-se

que o aumento na R.I.T (Apêndice J – Figura 352) do dia 225 para 226, bem como seu decréscimo do dia 226 para 227 não afetaram Tr e C.E. LARCHE (2000) informa que sob ar seco, o fechamento estomático ocorre rapidamente com o declínio do potencial hídrico, mas sob condições de elevada umidade atmosférica este fechamento acontece mais tardiamente.

Tabela 17. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.

Dia	Dia Juliano	Ψ_b (MPa)				
		PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3
12/8/2004	225	-1,130	-1,570	-1,20	-1,600	-2,430
13/8/2004	226	-1,530	-2,970	-1,000	-1,230	-2,030
14/8/2004	227	-0,770	-1,230	-1,030	-1,170	-1,430

No período em questão o Ψ_b (Tabela 17) variou de -2,97MPa (13/08/04-PL2T1) a -0,77MPa (14/08/04-PL1EVP1), ambos no inverno. Entretanto, NOGUEIRA e SILVA Jr. (2001) observaram médias para os genótipos *Morada* e *Comum* no mês de setembro de -1,69MPa e -1,42MPa, respectivamente. Esses valores declinaram para -1,91MPa e -1,52MPa, respectivamente, no mês de dezembro. Os valores mais negativos de potencial hídrico constatado no genótipo *Morada*, provavelmente decorreram das maiores taxas transpiratórias apresentadas, uma vez que o solo mostrou-se com boa disponibilidade de água para as raízes. Além disso, NOGUEIRA *et al.* (1998), trabalhando com aceroleiras cultivadas no semi-árido, verificaram que os valores estão acima das faixas encontradas nas horas mais quentes do dia (-3,26 MPa).

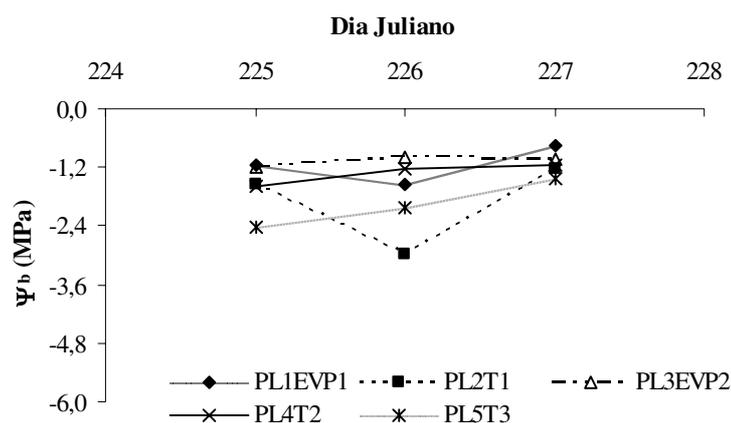


Figura 62. Potencial hídrico de base médio do período de 12 a 14/08/2004.

6.2.6 Período de 03 a 05/09/04

Nesse período o dia 05/09/04 será analisado. As demais informações do período constam nas Tabelas 18 e 19, nas Figuras 63 a 68, no Apêndice L – Figuras 354 a 368, Apêndice P – Figuras 465 a 467, e 474; Apêndice Q – Tabela 32.

No dia 05/09/04 entre 7h e 8h a Tr (Figura 63) e a C.E (Figura 64) aumentaram sensivelmente sem apresentar grandes variações, porém seus valores foram pequenos ($< 0,61\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $< 0,99\text{cm.s}^{-1}$), quando a R.F.A (Figura 65) estava se elevando, entre $178\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL1EVP1) e $1338\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL5T3). Ressalta-se que havia muita U.R ($> 86\%$) e a T_{ar} menor que 18°C , (Apêndice P – Figura 467).

As 9h a PL5T3 transpirou 75% mais que a PL1EVP1, e 57% superior a PL3EVP2. Neste instante, sua C.E foi 89% maior que a PL1EVP1, e 82% superior a PL3EVP2. Nesse horário a T_{ar} foi de 22°C e a U.R de 73%, Apêndice P – Figura 467. Observou-se que a R.F.A estava variando entre $1518\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL1EVP1) a $1605\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL5T3), sendo a responsável pelos aumentos da Tr e da C.E, uma vez que a demanda atmosférica era baixa (Figura 67).

No horário das 12h a transpiração (Figura 63) estava bem semelhante em todas as plantas, sendo a menor $5,26\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL4T2) e a maior $5,51\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL1EVP1), ou seja, a PL1EVP1 transpirou 5% mais que a PL4T2. Já a C.E (Figura 64) teve maior variação, de forma que a PL2T1 foi superior 61% a PL1EVP1, 31% maior que a PL3EVP2, 40% mais que a PL4T2 e 52% maior que a PL5T3. Verificou-se ainda que a maior parte das plantas atingiram sua R.F.A máxima (Figura 65), nesse horário, sendo que a menor $1778\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL3EVP2) e a maior $1818\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (PL2T1), a exceção da PL1EVP1 que atingiu a máxima horária às 11h ($1783\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

As 13h a PL1EVP1 foi superior em 12% a planta que transpirou menos (PL5T3). Contudo, no mesmo horário, a PL1EVP1 teve C.E de 73% maior que as plantas PL2T1 e PL3EVP2, 86% superior a PL4T2 e 81% a mais que a PL5T3. Notem que nesse horário a T_{ar} era de 30°C e a U.R de 40% (Apêndice P – Figura 467). A R.F.A apesar de elevada, começou a decrescer suavemente, porém a demanda atmosférica estava muito alta ($> 2,73\text{kPa}$, Figura

67) e continuava aumentando, mesmo que em menor proporção, em resposta a temperatura que era bastante alta e havia pouca umidade no ar.

Tabela 18. Tr, C.E e R.F.A, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

Tr _{Máxima} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
3/9/2004	15:00	5,22	15:10	5,33	13:20	5,33	13:30	5,26	13:40	5,37
4/9/2004	14:00	6,09	14:10	5,46	14:20	5,20	15:30	4,90	14:40	4,98
5/9/2004	14:00	6,60	14:10	5,96	14:20	5,67	13:30	5,40	12:40	5,41
Tr _{Média Diária} (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
3/9/2004	3,46	3,71	3,81	3,87	3,85					
4/9/2004	3,14	3,15	3,18	3,28	3,36					
5/9/2004	3,70	3,67	3,64	3,76	3,76					
C.E _{Máxima} (cm.s ⁻¹)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
3/9/2004	15:00	43,48	15:10	30,30	15:20	16,67	8:30	23,26	18:40	18,18
4/9/2004	14:00	11,36	13:10	8,85	17:20	11,36	17:30	10,75	17:40	10,75
5/9/2004	13:00	76,92	12:10	22,22	18:20	22,22	18:30	25,00	18:40	30,30
C.E _{Média Diária} (cm.s ⁻¹)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
3/9/2004	10,59	10,68	10,26	13,14	11,97					
4/9/2004	5,12	5,09	5,37	5,89	5,59					
5/9/2004	13,89	10,54	10,96	11,48	11,31					
R.F.A _{Máxima} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
3/9/2004	11:00	1670	11:10	1663	11:20	1650	11:30	1670	11:40	1658
4/9/2004	12:00	1795	12:10	1825	12:20	1785	12:30	1788	12:40	1815
5/9/2004	11:00	1783	12:10	1818	12:20	1778	12:30	1793	12:40	1790
R.F.A _{Média Diária} (μmol.s ⁻¹ .m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
3/9/2004	945	1045	996	1032	1011					
4/9/2004	1150	1255	1210	1258	1258					
5/9/2004	1159	1276	1232	1284	1286					

A Tr máxima (Tabela 18) foi observada em horários diferentes, sendo às 12h40min (5,41mmol.m⁻².s⁻¹-PL5T3), às 13h30min (5,40mmol.m⁻².s⁻¹-PL4T2), às 14h (6,6mmol.m⁻².s⁻¹-PL1EVP1), às 14h10min (5,96mmol.m⁻².s⁻¹-PL2T1) e às 14h20min (5,67mmol.m⁻².s⁻¹-PL3EVP2).

As 14h a PL1EVP1 foi superior em 22% a planta que transpirou menos (PL5T3). Entretanto, observou-se queda da Tr na PL4T2 de 1% e de 3% na PL5T3, quando comparado com o horário das 13h. Ainda, às 14h a C.E (Figura 64) da PL1EVP1 foi 54% maior que a PL5T3. Todavia se verificou queda da C.E de 71% (PL1EVP1), de 40% (PL2T1), 36% (PL3EVP2) e 29% (PL5T3), com relação às 13h. A T_{ar} chegou a 31°C e a U.R de 36%

(Apêndice P – Figura 467). A R.F.A (Figura 65) apesar de elevada ($> 1593\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) estava em queda suave, já a demanda evaporativa da atmosfera continuava alta ($> 2,93\text{kPa}$). Em resposta a baixa umidade e a alta temperatura as plantas (PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2 e PL5T3) reduziram sua abertura estomática, mesmo mantendo sua transpiração elevada, porém a PL4T2 aumentou em 6%.

No horário das 18h tanto a Tr (Figura 63) quanto a C.E (Figura 64) voltaram a aumentar, respondendo ao D.P.V.S (Figura 67) que ainda era maior que 2kPa, pois a U.R era de 41% e a temperatura continuava alta (28°C) (Apêndice P – Figura 467). Portanto, como nesse dia a temperatura foi muito elevada e a umidade muito baixa, as plantas tiveram que reduzir a abertura estomática, várias vezes durante o dia visando minimizar as perdas excessivas com a atmosfera, através de suas trocas gasosas. Dessa forma, as plantas aumentaram sua C.E aproveitando a energia do D.P.V.S, uma vez que não havia mais R.F.A, e assim puderam se recuperar das perdas diárias e re-hidrataram seus tecidos.

No mês de setembro não consta nenhuma precipitação (Apêndice P – Figura 474), porém a PL4T2 e PL5T3 expressaram os maiores valores médios diário transpirados, isto não era esperado, pois tais plantas foram monitoradas nas condições de deficiência hídrica. Entretanto, como os valores são apresentados levando em conta a média diária, há tolerância uma vez que a média diária suaviza as discrepâncias ocorridas durante as medidas horárias. Nota-se pela Tabela 19 que as plantas controles tiveram os maiores Ψ_b , ($-2,27\text{MPa}$ - PL1EVP1 e $-2,23\text{MPa}$ – PL3EVP2) e nem por isso, expressaram as maiores transpirações. Porém pela Tabela 18, vê-se que a maior C.E ($13,89\text{cm.s}^{-1}$) realmente foi observada na planta controle (PL1EVP1).

Observou-se que as plantas PL4T2 e PL5T3 tiveram as maiores Tr média diária de $3,76\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 18). O que significa que ambas transpiraram 2%, 3% e 3% a mais que a PL1EVP1, a PL2T1 e a PL3EVP2, simultaneamente. A maior C.E média diária foi observada na PL1EVP1 (Tabela 18). Esta planta foi superior em 32%, 27%, 21% e 23% que as plantas PL2T1, PL3EVP2, PL4T2 e PL5T3, respectivamente. Já a planta que recebeu a maior quantidade de R.F.A foi a PL5T3 (Tabela 18). Ela recebeu 11%, 0,8%, 4%, e 0,2% a mais energia que as plantas PL1EVP1, PL2T1, PL4T2 e PL5T3, nessa ordem.

Do período observado, 03 a 05/09/04 (Tabela 18), a Tr e a C.E, máximas de $6,60\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $76,92\text{ cm.s}^{-1}$, respectivamente, foram verificadas em 05/09/04 na

PL1EVP1. E no dia 04/09/04 a R.F.A e a R.I.T (Apêndice Q – Tabela 32), tiveram valores máximos de $1825\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $3,66\text{kW.m}^{-2}$, concomitantemente, ambas verificadas na PL2T1. O valor máximo do D.P.V.S de $3,71\text{kPa}$ ocorreu no dia 03/09/04 na PL4T2 (Apêndice Q – Tabela 32).

Na Tabela 18, se observa que Tr variou de $3,14\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (04/09/04-PL1EVP1) a $3,87\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (03/09/04-PL4T2). A C.E variou de $5,09\text{cm.s}^{-1}$ (04/09/04-PL2T1) a $13,39\text{cm.s}^{-1}$ (05/09/04-PL1EVP1). A R.F.A variou de $945\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (303/09/04-PL1EVP1) a $1286\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (05/09/04-PL5T3). A R.I.T (Apêndice Q – Tabela 32) variou de $1,95\text{kW.m}^{-2}$ (03/09/04-PL4T2) e $2,20\text{kW.m}^{-2}$ (04/09/04-PL1EVP1). E finalmente o D.P.V.S (Apêndice Q – Tabela 32) variou de $1,52\text{kPa}$ (04/09/04-PL1EVP1) a $2,45\text{kPa}$ (03/09/04-PL3EVP2).

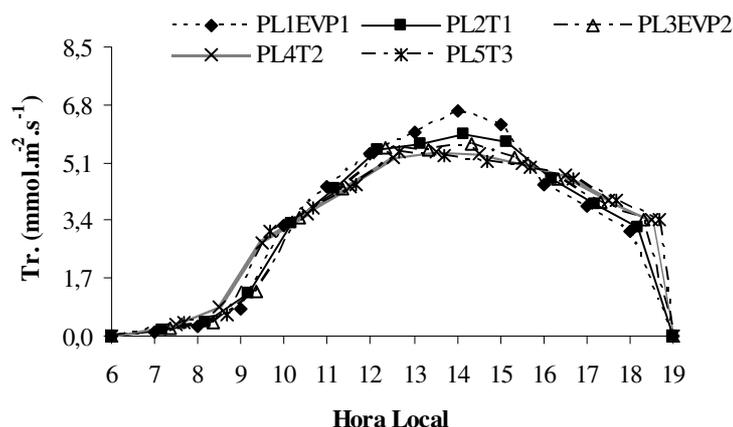


Figura 63. Transpiração foliar, 05/09/2004.

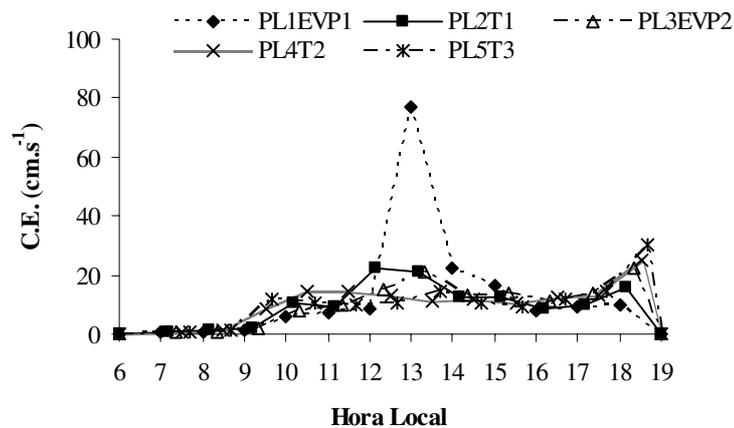


Figura 64. Condutância estomática foliar, 05/09/2004.

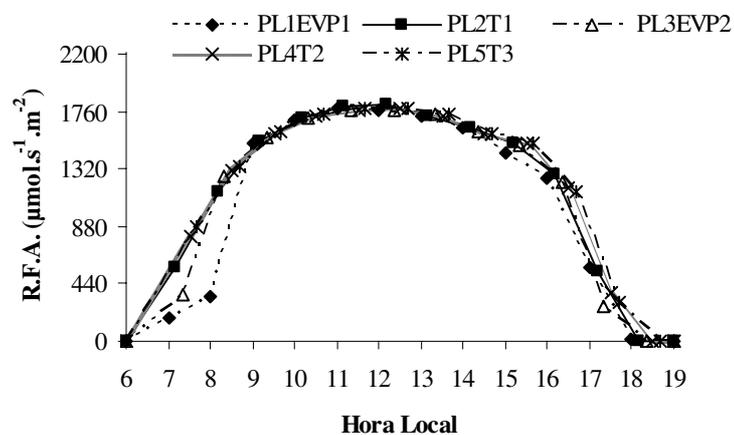


Figura 65. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 05/09/2004.

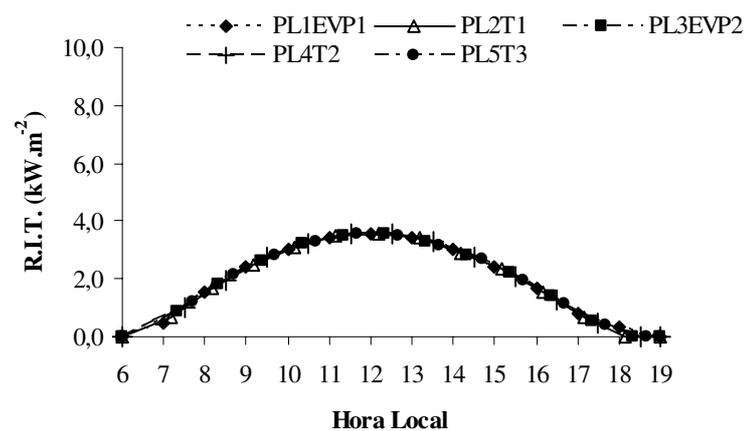


Figura 66. Radiação incidente total, 05/09/2004.

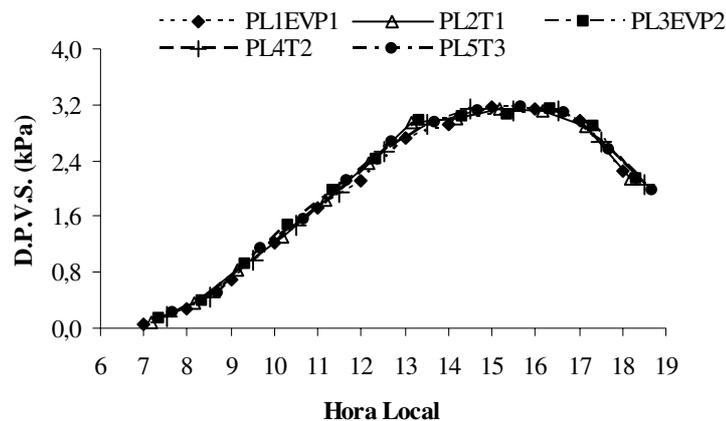


Figura 67. Déficit de pressão de vapor saturado, 05/09/2004.

Verifica-se que a Tr (Apêndice L – Figura 364), a C.E (Apêndice L – Figura 365) e o D.P.V.S (Apêndice L – Figura 368) tiveram desempenhos semelhantes. Do dia 247 a 248 a Tr decresceu menos de 17% e a C.E menos de 60%, já do dia 248 a 249 a Tr aumentou de 11% (PL5T3) a 15% (PL1EVP1) e a C.E 49% (PL4T2) a 63% (PL1EVP1). Nota-se que a Tr e a C.E diminuíram em resposta a diminuição do D.P.V.S, e não da R.F.A (Apêndice L – Figura 366) que estava em elevação, sugerindo que as plantas demonstraram certo controle estomático. Constatou-se que a R.F.A aumentou suavemente nos dias observados, de 17% (PL2T1) a 20% (PL5T3) do dia 247 a 248 e de 1% (PL1EVP1) a 2% (PL5T3) do dia 248 a 249, entretanto não interferiu no comportamento da Tr e nem da C.E. Corroborando com este estudo, BRAKKE e ALLEN Jr. (1995) e MEDINA *et al.* (1999), informaram que a taxa de transpiração em citros aumenta com o déficit de pressão de vapor, apesar dos estômatos se fecharem parcialmente, conseqüentemente a eficiência instantânea do uso da água pela planta é menor nos horários de alta demanda atmosférica por água.

Tabela 19. Potencial hídrico de base (Ψ_b), valor médio de três ramos foliares.

Dia	Dia Juliano	Ψ_b (MPa)				
		PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3
3/9/2004	247	-2,070	-3,470	-2,170	-3,200	-2,630
4/9/2004	248	-2,130	-2,200	-1,770	-2,900	-2,930
5/9/2004	249	-2,270	-3,270	-2,230	-3,100	-3,170

Os maiores valores do Ψ_b (Figura 68) foram observados no dia Juliano 248, porém neste dia ocorreram as menores Tr e C.E. Já nos dias 247 e 249 verificou os maiores valores de Tr e da C.E, apesar do Ψ_b terem sido menores. De forma geral, o Ψ_b (Tabela 19) variou de -3,47MPa (03/09/04-PL2T1) a -1,77MPa (04/09/04-PL3EVP2), sendo que a planta controle teve mais água disponível do que a sua testemunha.

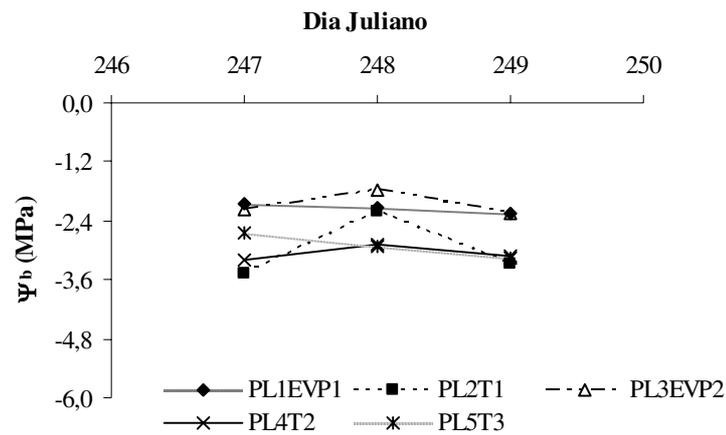


Figura 68. Potencial hídrico de base médio do período de 03 a 05/09/2004.

6.3 DISCUSSÃO

6.3.1 Máximas ocorrências observadas em 2003

Dado o volume de informações, bem como a diferença no critério das medidas realizadas em 2003, apresentaremos e discutiremos a respeito do maior valor máximo horário e médio diário observados para a Tr, a C.E, a R.F.A, a R.I.T e o D.P.V.S.

Sabe-se que a abertura estomática depende do estado hídrico da folha e da demanda evaporativa da atmosfera, dessa forma, tem-se observado que a condutância estomática diminui em resposta a um aumento do déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar, e que a resposta está relacionada à taxa de transpiração foliar (SCHULZE, 1993, YONG *et al.*, 1997).

A Tr máxima (Tabela 1) observada no período de medidas correu no dia 19/03/03 em todas as plantas, entretanto, a PL4T2 expressou a maior Tr máxima horária de $7,09 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Curiosamente, a PL4T2 (testemunha) cultivada com restrição hídrica, demonstrou ter maior reserva de água disponível para a planta, isso possibilitou a maior transpiração, haja vista que a PL1EVP1 e PL3EPV2 foram cultivadas sem restrição hídrica. Apesar da PL4T2 ter expressado a maior Tr (Figura 8), o menor valor observado foi de $6,93 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ às 14h na PL1EVP1. Os valores máximos observados por NOGUEIRA *et al.* (2001) em aceroleiras de $4,5 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ nas plantas isentas de estresse foi inferior a máxima desse dia, porém são semelhantes a outros dias. Já os valores de NOGUEIRA e SILVA Jr. (2001) foram superiores aos valores apresentados nessa pesquisa, pois encontraram para aceroleiras com a idade de três anos, valores da transpiração mais elevados em setembro do que em dezembro, sendo que em ambas as épocas o genótipo *Morada* apresentou valores superiores ($8,03$ e $7,95 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente) quando comparados àqueles registrados na *Comum* ($6,43$ e $3,27 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, nessa ordem). CASCARDO *et al.* (1993) verificaram para plantas de 8 meses, em plena turgescência, valores máximos transpiração de $3,6 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, GOMES e KOZLOWSKI (1988) obtiveram para plantas de 11 meses, valores máximos de transpiração de $5,27 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

No período das medidas a Tr apresentou a menor média diária de $1,53\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ observada no dia 26/05/03 na PL1EVP1 (Tabela 5) e a maior $4,63\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no dia 30/03/03 na PL4T2 (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os de NOGUEIRA *et al.* (2000b) que estudaram a transpiração em dois genótipos de pitanga e observaram valores entre $3,00\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $4,35\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ em condições normais de cultivo e entre $1,3\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $1,7\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ em baixas condições de estresse.

Os resultados de transpiração verificados por CASCARDO *et al.* (1993) em seringueira ficaram abaixo dos valores apresentados neste estudo, e variou de 0,20 a $3,5\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. MACHADO *et al.* (2002) observaram em laranjeira ‘Valência’ que a transpiração variou de 0,04 a $5,5\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, confirmando que os valores analisados nesse estudo estão em conformidade como os encontrados para outras culturas. Em seringueira CAVALCANTE e CONFORTO (2002) verificaram no período úmido, o valor médio da taxa de transpiração, de $3,84\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e no período seco, o valor médio da taxa transpiratória foi de $2,35\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, portando dentro da faixa analisada.

A faixa de Tr observada por NOGUEIRA e SANTOS (2000), em quatro cultivares de amendoim, foram mais amplas com valores acima e abaixo, dos encontrados nessa pesquisa. Seus valores médios ficaram entre 6,7 a $15,64\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ nas cultivares mantidas em solo na capacidade de campo durante todo o período experimental. Nas cultivares submetidas ao tratamento estressado os valores médios da transpiração ficaram entre 0,81 a $4,27\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e no re-irrigado ficaram entre 3,38 a $5,11\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. De uma forma geral, a transpiração variou de 0,81 a $15,64\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

A C.E máxima de 100cm.s^{-1} foi observada em quatro datas distintas, a saber: 19/03/03 na PL2T1 (Tabela 1), 07/05/03 na PL1EVP1 e PL2T1 (Tabela 4), 27/05/03 na PL3EVP2 e PL4T2 (Tabela 6), e no dia 04/06/03 na PL4T2 (Tabela 6).

Em 19/03/03 (Tabela 1) as plantas sem deficiência hídrica expressaram a maior C.E. No período analisado a menor C.E média foi $4,35\text{cm.s}^{-1}$ (29/05/03-PL1EVP1, Tabela 6), e a maior foi de $38,84\text{cm.s}^{-1}$ (08/05/03-PL4T2, Tabela 4). Em seu estudo PEREZ e MORAES (1991) encontraram valores de C.E média para os estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo de $0,06\text{cm.s}^{-1}$, $0,05\text{cm.s}^{-1}$ e $0,04\text{cm.s}^{-1}$, respectivamente. Quando levaram em consideração as estações, seca e chuvosa, apresentaram valores médios de $0,024\text{cm.s}^{-1}$ e $0,073\text{cm.s}^{-1}$, simultaneamente, portanto muito inferiores aos apresentados nesse estudo. CAVALCANTE e

CONFORTO (2002) verificaram em seringueira no período úmido, valor médio de C.E de $0,096\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (C.E de $0,23\text{cm.s}^{-1}$) e no período seco, o valor médio da condutância estomática de $0,054\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (C.E de $0,13\text{cm.s}^{-1}$).

Já COUTINHO e CONFORTO (2001) observaram em pés-francos de 10 meses de idade, C.E média, $0,070\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (C.E de $0,17\text{cm.s}^{-1}$), portanto inferiores aos valores encontrados neste trabalho.

SENA *et al.* (1995), estudando variações na resistência foliar em diversas culturas perenes, como guaraná, caju e goiaba, nos períodos de seca e de chuva, verificaram que no período das chuvas a diferença da resistência foliar entre as espécies foram menos evidente, variando de 15 a 30s.m^{-1} (C.E de $3,3$ a $6,7\text{cm.s}^{-1}$), enquanto no período da seca essa variação foi muito mais acentuada de 250 a 300s.m^{-1} (C.E de $0,33$ a $0,40\text{cm.s}^{-1}$).

NOGUEIRA e SILVA Jr. (2001) observaram valores da resistência foliar em setembro entre $106,5\text{s.m}^{-1}$ (C.E de $0,94\text{cm.s}^{-1}$ – *Morada*) e $131,17\text{s.m}^{-1}$ (C.E de $0,76\text{cm.s}^{-1}$ – *Comum*). MACHADO *et al.* (2002) observaram em laranjeira ‘Valência’ que a C.E variou de $0,04$ a $0,23\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (C.E de $0,10$ a $0,55\text{cm.s}^{-1}$). CASCARDO *et al.* (1993) conduziram estudo em seringueira e verificaram que a C.E variou de 10 a $175\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, corresponde a variação de $0,02$ a $0,42\text{cm.s}^{-1}$. Os resultados da C.E, obtidos por CAIRO (1992) em plantas jovens de *Senna multijuga* e *Hymenaea courbaril*, abaixo de $100\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ou $0,24\text{cm.s}^{-1}$, foram observados para mudas das frequências 2 e 5 de irrigação. No experimento conduzido em casa de vegetação com mudas de *Eucaliptus citriodora* Hook, FERREIRA *et al.* (1999), informaram que os maiores valores de C.E observados às 11h00min ficaram no intervalo de 200 a $400\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ($0,48$ a $0,96\text{cm.s}^{-1}$).

É fato confirmado que a C.E encontrada nesta pesquisa, de maneira geral, foram superiores as observadas por outros pesquisados em diferentes culturas. Isto reforça uma das hipóteses, mencionadas no item 7, ou seja, os valores elevados da C.E podem estar relacionada com a arquitetura da planta, morfologia da folha ou até mesmo a algum aspecto fisiológico, próprio dessa variedade de citros, que poderão ser objetos de pesquisas futuras. Sabe-se que a condutância é proporcional ao número e tamanhos dos estômatos e diâmetro da abertura estomática que depende da interação de um grande número de fatores ambientais: radiação solar, nível de CO_2 no mesófilo, umidade relativa (déficit de pressão de vapor

saturado), potencial hídrico, umidade do solo e outros de menor magnitude como o vento, substâncias de crescimento e ritmos endógenos próprios de cada espécie.

Constatou-se que a C.E e a Tr não estavam bem sincronizadas, de modo que quando a primeira ainda crescia a segunda se encontrava em queda há algum tempo. Este fato demonstra que a espécie estudada, nem sempre apresenta controle estomático eficiente, independente da estação do ano, mesmo nos horários de maior irradiação solar. Neste sentido, PEREZ e MORAES (1991) informaram que o curso diário da C.E não apresentou um padrão bem definido de variação para as espécies dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo estudadas, além dos valores não serem muito elevados mesmo na estação chuvosa. Já ZHANG e DAVIES (1989) afirmaram que a abertura estomática das plantas não é regulada somente por elementos microclimáticos, mas também por fatores internos à planta, possivelmente através da ação de hormônios nos estômatos. Sob baixa disponibilidade de água, ou em presença de grande demanda hídrica, a planta lança mão do fechamento dos estômatos, que é um dos principais mecanismos de controle da perda de água (IZQUIERDO e HOSFIELD, 1981).

6.3.2 Máximas ocorrências observadas em 2004

Adiante segue análise dos valores máximos e médios diários da Tr, da C.E, da R.F.A e do potencial hídrico de base dos meses de março, maio, junho, julho, agosto e setembro de 2004, em 5 plantas, considerando a média de quatro folhas por planta.

Nesse período a Tr de $6,6 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 18) ocorreu no dia 05/09/04 na PL1EVP1 (inverno). A média diária variou de $0,61 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (23/05/04-PL1EVP1, Tabela 10) a $3,87 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (03/09/04-PL4T2, Tabela 18). Estes resultados estão abaixo dos encontrados por VERTUAN (2003) em cana-de-açúcar, valores máximos de transpiração de $7,45 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no dia 24/10/02 na variedade SP832847, e valor médio diário variando de $3,46 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (27/11/02-SP832847) a $4,76 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (24/10/02-SP791011). Entretanto, foram superiores aos de MACHADO *et al.* (2002) que observaram em laranja 'Valência' Tr variando de 0,04 a $5,5 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. De certo o comportamento das monocotiledôneas são

diferentes das dicotiledôneas, porém o propósito da comparação foi verificar se os valores estão coerentes com os observados para outras culturas.

O valor máximo da C.E de $100\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ foi verificado em duas datas distintas como seguem: 27/07/04 na PL1EVP1 (Tabela 14) e 14/08/04 na PL4T2 (Tabela 16), ambas no inverno. A média diária variou de $0,97\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (24/03/04-PL2T1, Tabela 8) a $28,52\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (12/08/04-PL5T3, Tabela 16), ambas nos tratamentos com restrição hídrica. Os valores encontrados por VERTUAN (2003) em cana-de-açúcar, estão abaixo dos apresentados nesse estudo, sendo seu valor máximo de C.E de $23,33\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ no dia 24/10/02 na variedade SP791011, sendo que a média diária variou de $7,64\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ a $12,04\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, no dia 27/11/02-SP832847 e 24/10/02-SP791011, respectivamente. MACHADO *et al.* (2002) que observaram em laranja 'Valência' a C.E variando de 0,04 a $0,23\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (C.E de 0,10 a $0,55\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$). Já NEVES-BARBIERO *et al.* (2000) em seu estudo com espécies sempre verdes, comuns nos cerrados, observaram valores máximos horários de C.E de $250\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ que equivale a $600\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (26/08/97-Campo sujo), portanto muito superior aos encontrados em nosso estudo em 2003 e 2004.

O valor máximo da R.F.A (Tabela 8) foi de $2128\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ na PL4T2 (24/03/04-outono). Quando ocorreu a R.F.A máxima, observou-se que a C.E e a Tr entraram em queda, demonstrando que nesse horário as plantas responderam ao mecanismo de controle estomático. De forma semelhante, FERREIRA *et al.* (2001), verificaram que os estômatos fecharam imediatamente em qualquer situação de altas taxas para a R.F.A e D.P.V.S, contribuindo para uma redução na perda de água pela planta. Acrescenta-se que a abertura estomática das plantas não é regulada somente por elementos microclimáticos, mas também por fatores internos à planta, possivelmente através da ação de hormônios nos estômatos (ZHANG e DAVIES, 1989). Sob baixa disponibilidade de água, ou em presença de grande demanda hídrica, a planta lança mão do fechamento dos estômatos, que é um dos principais mecanismos de controle da perda de água (IZQUIERDO e HOSFIELD, 1981).

O valor do Ψ_b variou de $-5,67\text{MPa}$ no outono (25/03/04-PL1EVP1, Tabela 9) a $-0,77\text{MPa}$ no inverno (14/08/04-PL1EVP1, Tabela 17), isso indica que houve maior disponibilidade de água no inverno do que no outono. Estes valores de Ψ_b abrangem os encontrados por NOGUERIA *et al.* (2000) que observaram em pitanga valores de potencial hídrico variando de $-2,97\text{MPa}$ a $-2,81\text{MPa}$. KUMAR e TIESZEN (1976) verificaram valor de

potencial hídrico crítico para o cafeeiro de -2,0MPa. FRANCO (2000) encontraram valores que variaram entre -1,0MPa e -3,0MPa na estação chuvosa e -2,0MPa e -4,0MPa na estação seca em plantas lenhosas do Cerrado. LEMOS FILHO e MENDONÇA FILHO (2000) estudando mata Atlântica encontraram valores do Ψ_b de -1,5MPa na estação seca (*I. edulis*), e de -0,3MPa (*J. princeps*). Os valores de Ψ_b correspondem aproximadamente ao potencial hídrico do solo (ANDRADE *et al.*, 1998), uma vez que durante a noite, conforme relatado por SCHIMIDHALTER (1997), o potencial hídrico da planta tende a se equilibrar com o potencial hídrico das zonas úmidas do solo. SILVA e LEMOS FILHO (2001) informaram que os elevados valores de Ψ_b na totalidade das espécies estudadas indicam a não ocorrência de limitação severa de água no solo, mesmo no final da estação seca.

Notem que os valores de Ψ_b encontrados na pesquisa estão de acordo com os de NOGUEIRA *et al.* (2001) que observaram queda de potencial hídrico das plantas estressadas de -4,3MPa para as sexuadas e -1,8MPa para as assexuadas. Além disso, tem-se verificado por outros autores que valores baixos de potencial hídrico (-1,0MPa até -5,0MPa), como em folhas leves de espécies herbáceas indicam que as paredes das células estão prontamente distendidas em resposta a mudanças no volume da célula, e assim, a pressão de turgescência se eleva lentamente (essas células podem armazenar grandes quantidades de água).

6.4 Análise Comparativa do Período Integral de Medidas

O propósito desta análise foi verificar como se relacionaram a Tr com a R.F.A, com o D.P.V.S; a C.E com a Tr, com R.F.A, com o D.P.V.S, nas plantas observadas em 2003. Já em 2004 acrescenta-se a Tr com o Ψ_b , levando em consideração a escala de tempo diária.

Nota-se que a Tr se inter-relacionou com a R.F.A na maior parte dos dias Juliano observados (Figuras 69 a 72), quando divergiram, a Tr estava respondendo ao D.P.V.S, ora aumentado, ora diminuindo.

Uma questão muito relevante foram às ocorrências das maiores médias da Tr e da R.F.A, porque nem sempre ocorreram no mesmo dia Juliano. Na Figura 69, por exemplo, os maiores valores de R.F.A e da Tr foram observados no mês de março de 2003, nos dias 78

(Verão) e 89 (Outono). Este fato também foi verificado nas Figuras 70, 71 e 72, variando de um dia para outro, porém no mesmo mês de março.

Constata-se que a R.F.A e a Tr, expressaram seus maiores valores médios diários no mês de março, no final do verão [(1516 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (78-19/03/03)] e início do outono [4,63 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (89-30/03/03)].

Um outro fato verificado foi a diminuição da Tr e da R.F.A ao longo dos dias (Figuras 69 a 72), talvez em resposta ao aumento da quantidade de umidade e também devido as menores temperaturas do ar observadas no outono (Apêndice O – Figura 451) e no inverno. Como a R.F.A diminuiu do verão para o outono, as taxas transpiratórias foram menores.

As plantas cultivadas nos evapotranspirômetros (PL1EVP1 e PL3EVP2) e as plantas testemunhas (PL2T1, PL4T2 e PL5T3) expressaram valores menores de Tr no outono na presença de alta R.F.A (> 900 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), entre os dias 121 e 146, mesmo na ausência de chuva, porém isto pode estar relacionado a algum fator de ordem genética da própria planta, ou devido a menor demanda evaporativa da atmosfera, já que nesses dias o D.P.V.S não passou de 0,9kPa (Figuras 73 a 76).

No dia 147, por exemplo, observou-se que a R.F.A diminuiu (< 452 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), já a Tr estava aumentado, uma explicação para isto está no aumento do D.P.V.S e não na R.F.A. A Tr respondeu ao D.P.V.S (Figuras 73 a 76), confirmando que no outono a demanda atmosférica era menor, assim como a Tr. Portanto, CASTRO (1994) informa que os estômatos dos citros respondem à umidade, podendo fechar sob condições de baixa umidade. Esta resposta estomática é importante mecanismo adaptativo que pode levar a árvore a sobreviver sob ambientes de umidade muito baixa e, ainda, ser capaz de transpirar e fotossintetizar quando as condições ambientais se tornam menos severas. O fechamento estomático sob condições de baixa umidade pode aumentar o potencial hídrico foliar sob condições de demanda evaporativa muito alta.

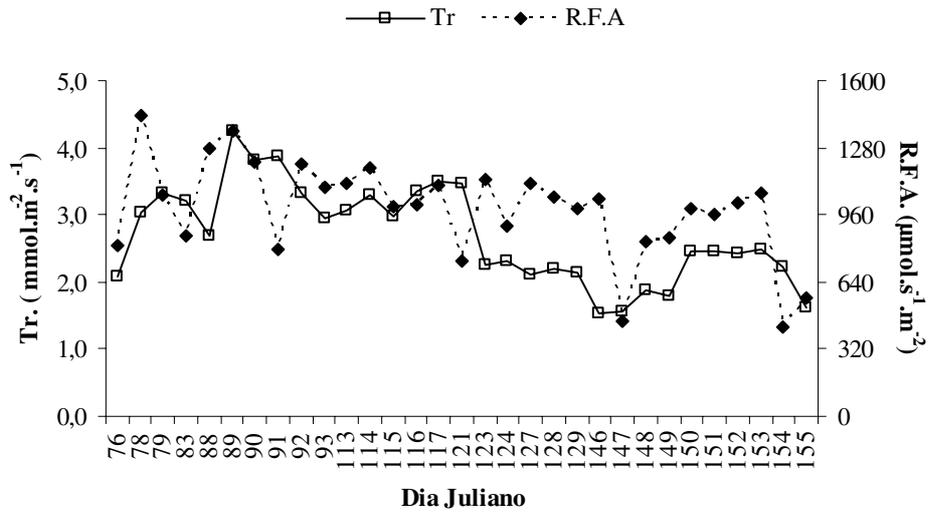


Figura 69. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.

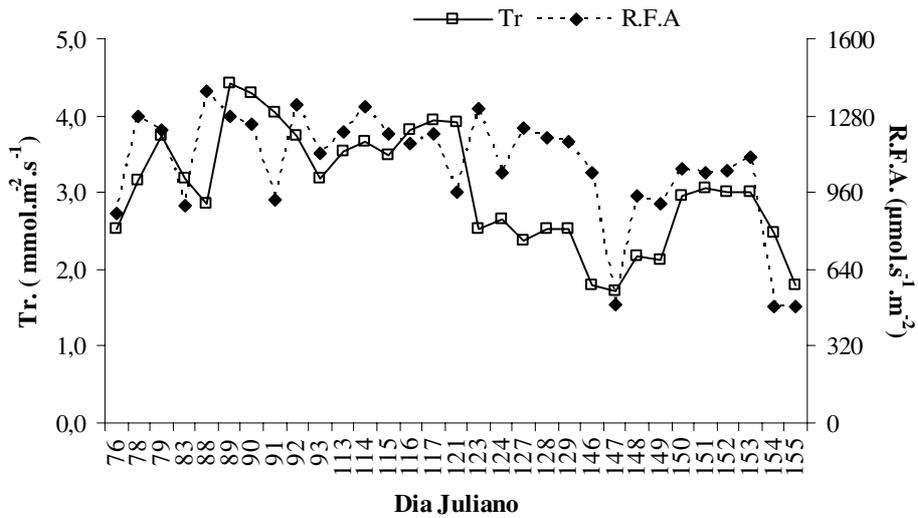


Figura 70. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.

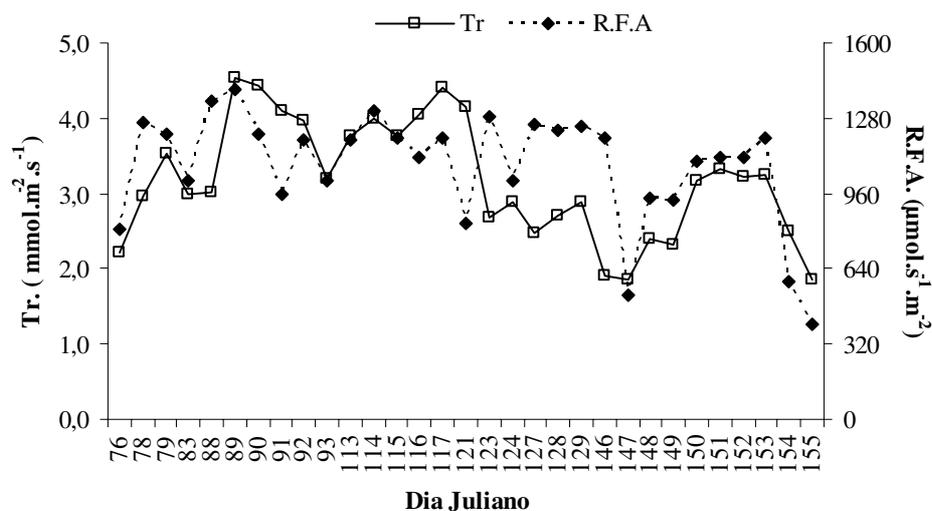


Figura 71. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.

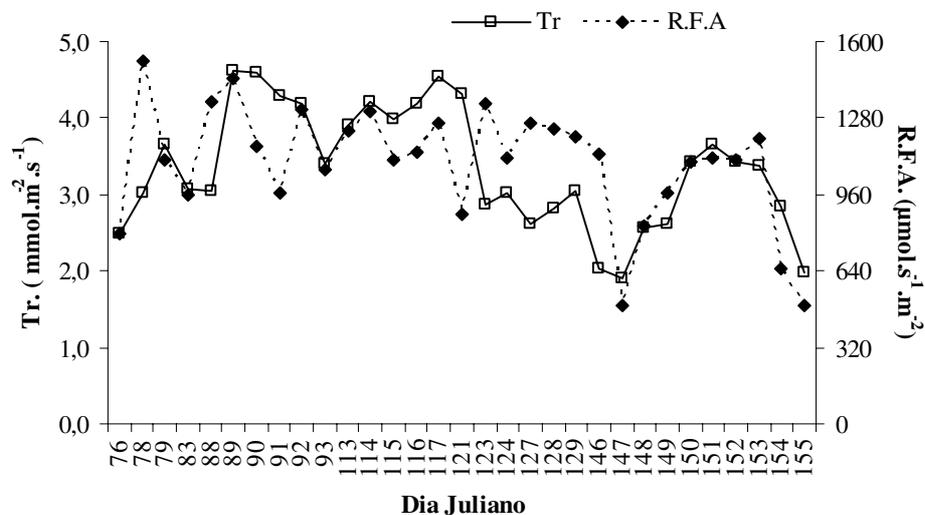


Figura 72. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.

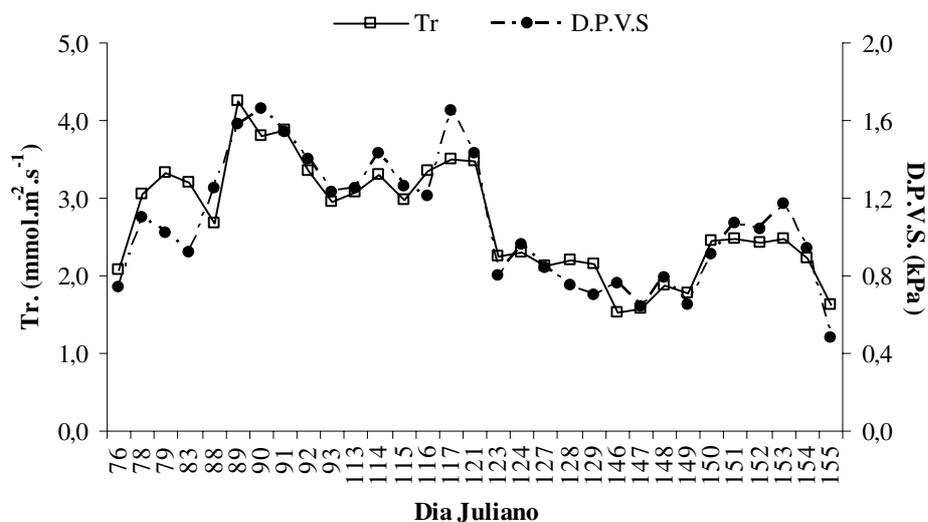


Figura 73. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.

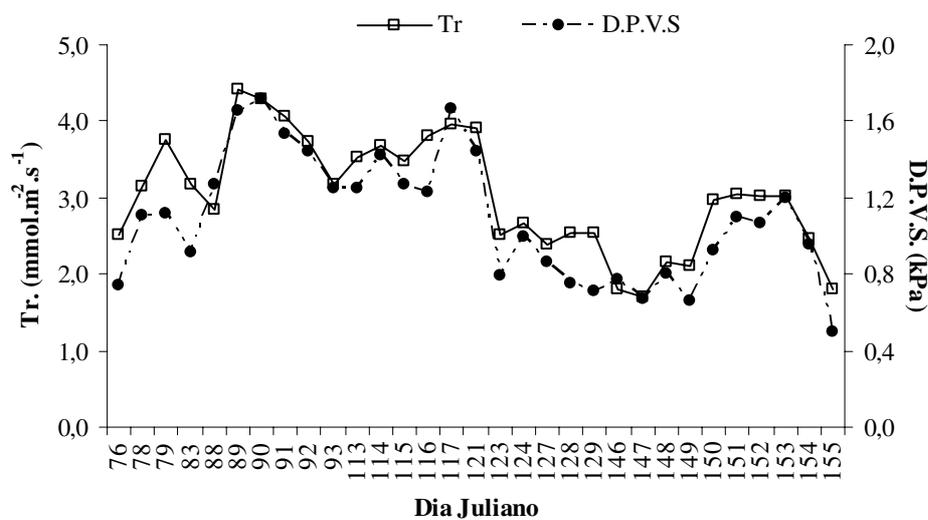


Figura 74. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.

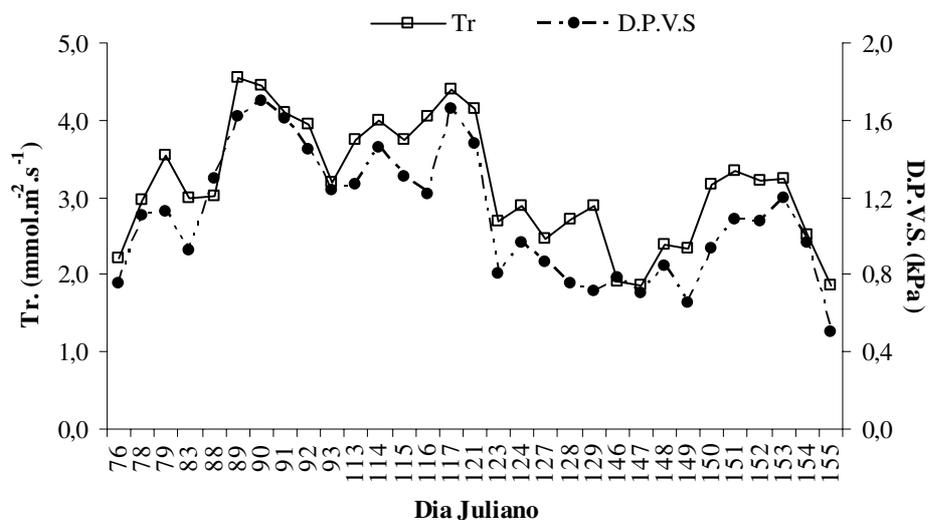


Figura 75. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.

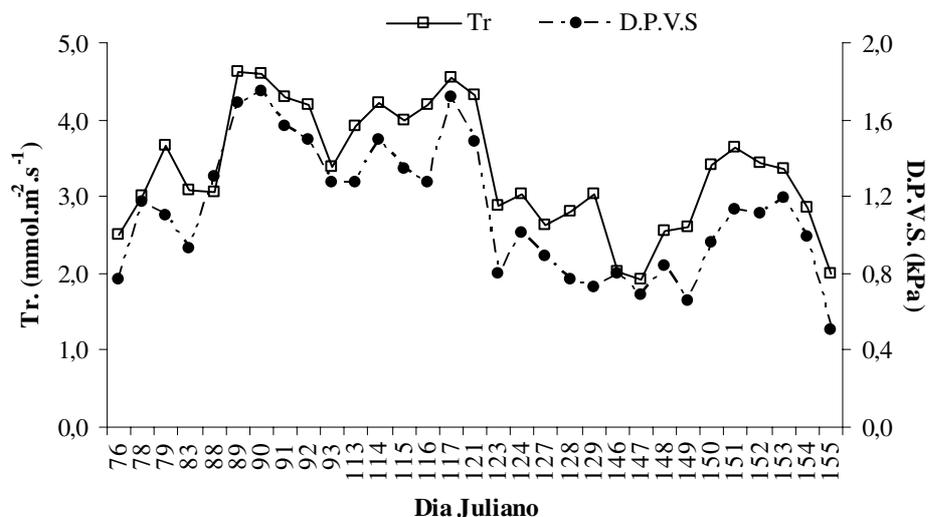


Figura 76. Tr e D.P.V.S médias diárias do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.

A tendência da C.E juntamente com a R.F.A do período analisado em 2003 se encontram nas Figura 77 a 80. Verifica-se pelas Figuras 77 a 80 e 81 a 84 que os dias de

ocorrência dos maiores valores médios de condutâncias, nem sempre coincidiram com aqueles verificados para a transpiração média.

O comportamento da C.E parece indiferente a R.F.A, pois está claro que a R.F.A decresceu durante o outono, porém a C.E apesar de menor na maior parte dos dias ($< 12 \text{ cm.s}^{-1}$) teve picos elevados (Figuras 77 a 80) quando a R.F.A era menor que $1184 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

A C.E é uma variável de comportamento atípico, porque num instante qualquer se eleva e em outro diminui rapidamente, ou seja, mesmo com a diminuição da R.F.A a C.E continuou aumentando indiferentemente (PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2). Isto nos leva a hipótese apresentada discutida (item 7) que trata do erro no sensor de medidas do LI-1600. Algumas vezes a C.E demonstra aumentar quando a R.F.A aumenta, outras vezes diminui quando a R.F.A está aumentando. Isto sugere que o arranjo estomático dessa variedade de citros (laranjeira Pêra) seja diferente das outras plantas a ponto de provocar oscilações. Entretanto, a simples observação da C.E com a R.F.A, com a Tr e com o D.P.V.S em função do dia não foram suficientes para proporcionar alguma afirmação mais consistente. Dessa forma, as hipóteses constantes no item 7, devem ser melhores investigadas, antes de qualquer afirmação precipitada.

Talvez nessa variedade de citros, a planta precise estender ao máximo sua abertura estomática para melhor realizar suas trocas internas, e assim poder retirar da solução do solo os nutrientes presentes e necessários para a realização de suas funções de ordem fisiológica.

Analisando a C.E do período, observou-se que os maiores valores médios foram verificados no dia 78 (verão), 83 (outono), 128 (outono) e 128 (outono) nas plantas PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2 e PL4T2, respectivamente (Figuras 77 a 80 e 81 a 84). Nota-se que a Tr diminuiu no outono, mas a C.E não se manteve na mesma tendência, nem nas plantas controles nem das testemunhas (Figuras 81 a 84).

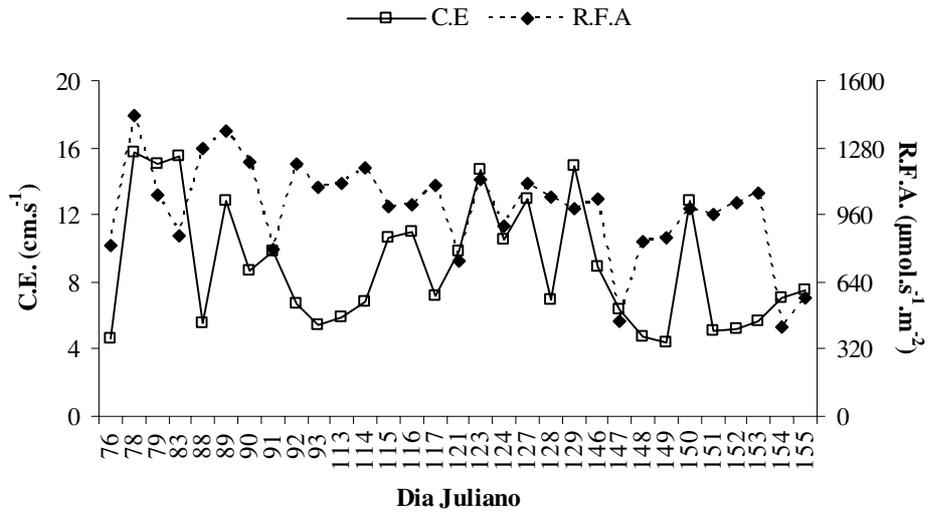


Figura 77. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.

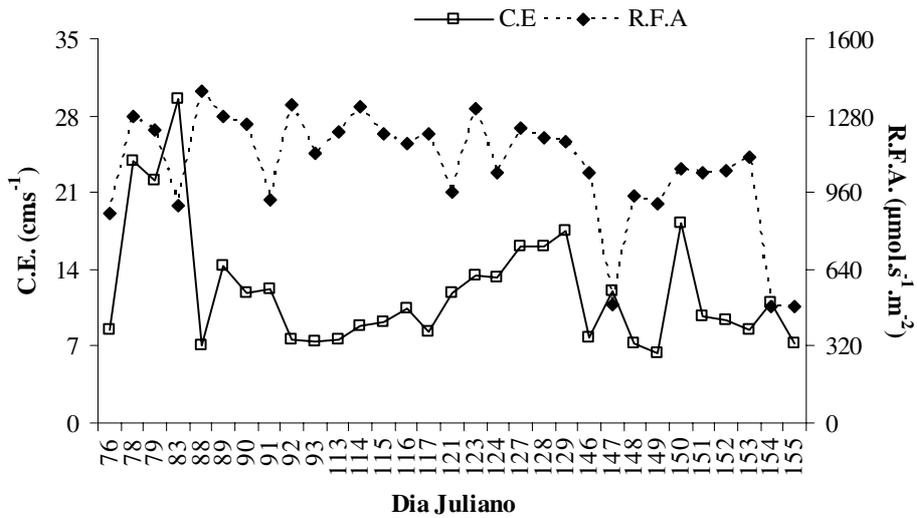


Figura 78. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.

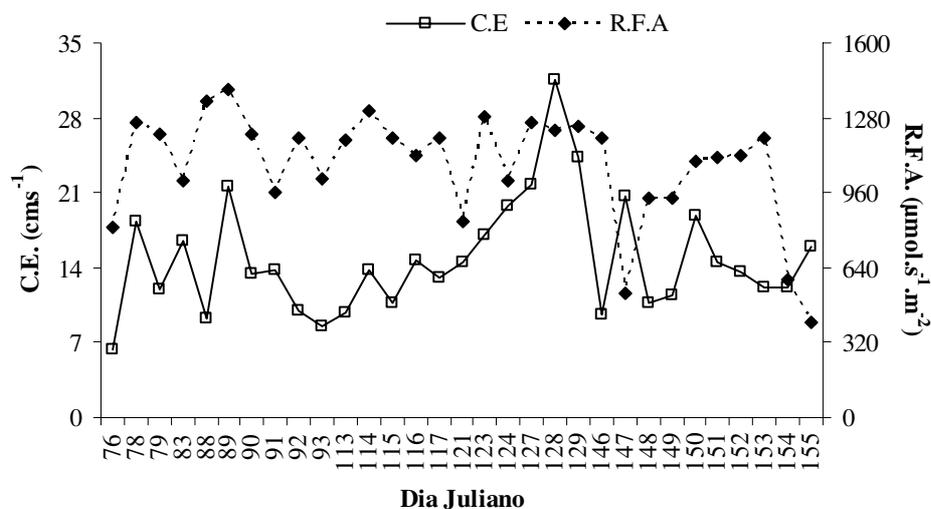


Figura 79. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.

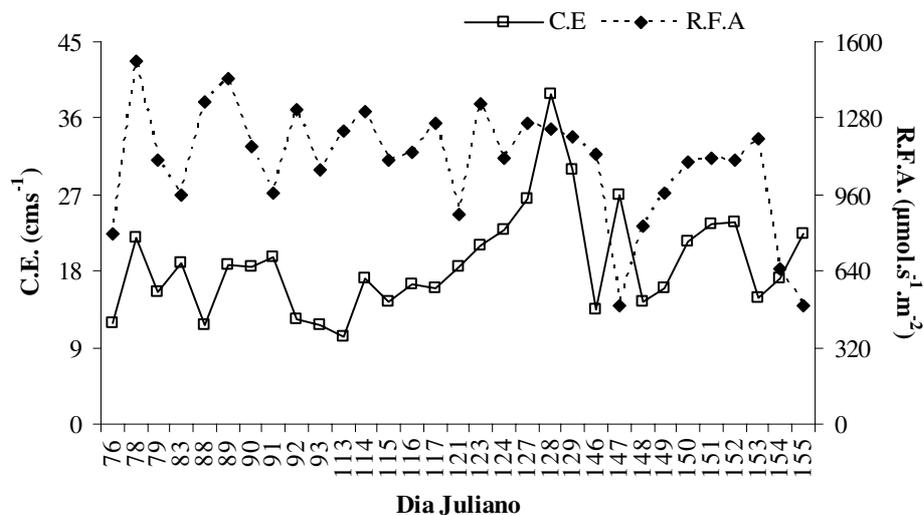


Figura 80. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.

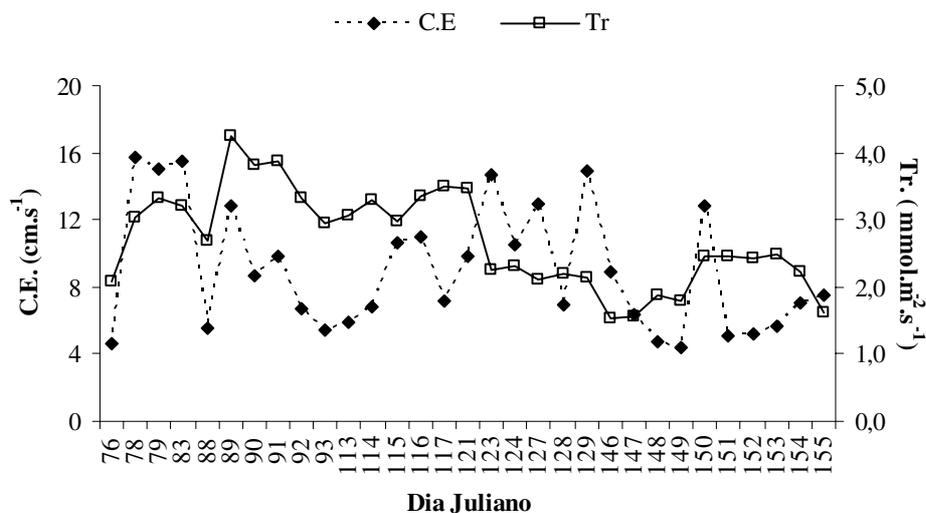


Figura 81. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.

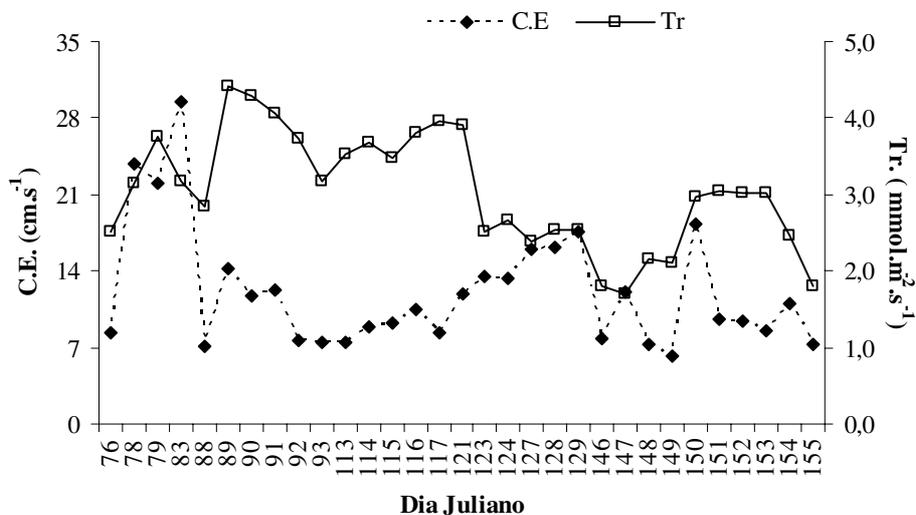


Figura 82. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.

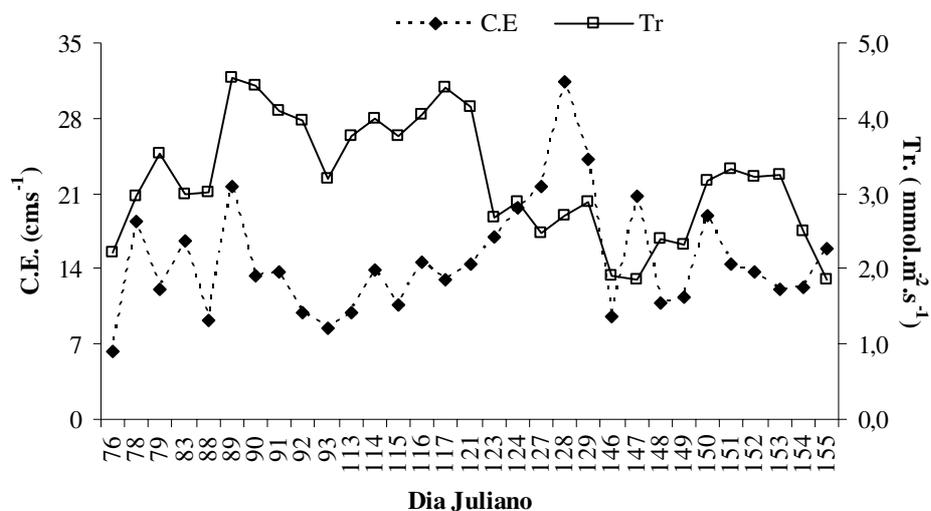


Figura 83. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.

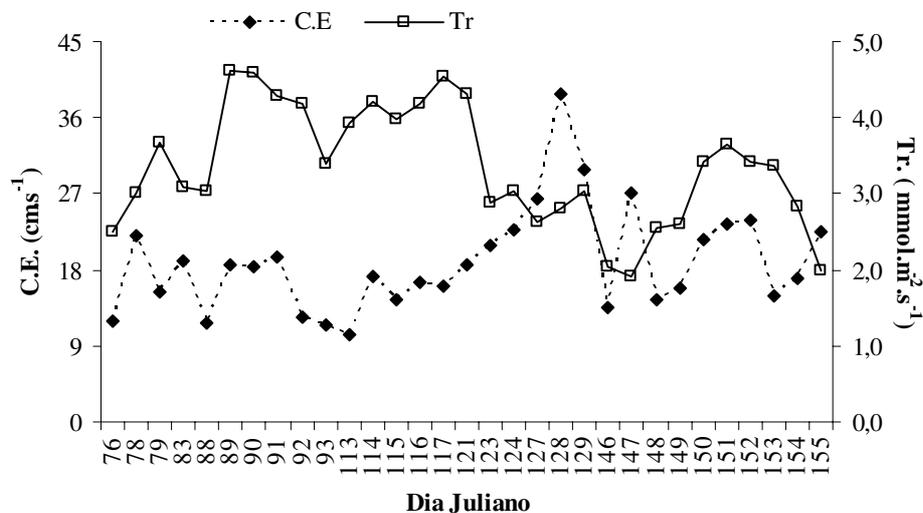


Figura 84. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.

Já no ano de 2004 os maiores valores médios da Tr foram verificados nos dias 247 (3,71mmol.m⁻².s⁻¹-PL2T1; 3,81mmol.m⁻².s⁻¹-PL3EVP2; 3,87mmol.m⁻².s⁻¹-PL4T2 e

3,85mmol.m⁻².s⁻¹-PL5T3) e 249 (3,7mmol.m⁻².s⁻¹-PL1EVP1), ambos no inverno, sendo que os maiores valores médios da R.F.A (Figuras 85 a 89) ocorreu no dia Juliano 84 (outono) em todas as plantas (PL1EVP1, PL2T1, PL3EVP2, PL4T2 e PL5T3).

Notem que a Tr e a R.F.A tendem a diminuir do verão para o outono, confirmando a tendência observada em 2003, porém aumentaram no inverno em direção a primavera, tanto nas plantas controles quanto nas testemunhas (Figuras 85 a 89). A queda da R.F.A no dia 247 quando a Tr estava aumentando é explicado pelo aumento verificado no D.P.V.S (Figura 90 a 94). De fato a Tr mostrou se relacionar com o D.P.V.S em todas as plantas sem distinção de tratamento hídrico, a semelhança do ano de 2003. A Tr aumentou em resposta a C.E, e diminuiu quando esta diminuiu.

A planta cultivada no evapotranspirômetro (PL1EVP1) teve os menores valores do Ψ_b nos dias Juliano 83 e 84, no início do outono, porém a Tr nesses dias estavam em elevação, entretanto o esperado seria que quanto maior o Ψ_b (maior disponibilidade de água) maior a Tr. Assim, não foi verificado que os valores mais negativos do Ψ_b decorreram das maiores taxas transpiratórias apresentadas.

O Ψ_b foi menor no outono e maior no inverno, possivelmente devido as menores trocas gasosas com o meio atmosférico no outono. Talvez por esta razão se observou, a exemplo dos dias 83 e 84, que mesmo a planta tendo baixa disponibilidade de água, a Tr continuou alta. Isto reforça a *hipótese* (item 7) da não funcionalidade dos evapotranspirômetros. Todavia, no dia 85 se evidenciou que quando o Ψ_b aumentou a Tr foi maior. De forma geral, não se percebeu boa uniformidade entre o Ψ_b e a Tr.

O Ψ_b indica o estado hídrico da planta, porém não se pode afirmar como a mesma se comportou durante as medidas horárias. Por esta razão, no período analisado observou-se que no dia 143, por exemplo, a Tr estava baixa quando o Ψ_b estava alto, certamente a Tr estava respondendo ao D.P.V.S e não ao Ψ_b , de maneira que a Tr ficou indiferente ao aumento do Ψ_b . Outro exemplo, o dia 247, mesmo com elevada Tr o Ψ_b continuou baixo, o que não deveria acontecer, mas não se deve esquecer que os dados de Tr são baseados na média de 12 horas de medidas, já o Ψ_b apesar de médio, indica o estado hídrico da planta na madrugada. Portanto, NEVES-BARBIERO *et al.* (2000) em seu estudo com espécies sempre verdes, comuns nos cerrados, observaram que a queda dos valores de potencial hídrico foliar, ao longo do dia,

indica que a taxa de entrada de água não compensou a taxa de perda de água pela transpiração nas horas de maior demanda evaporativa. Dessa forma, pode-se dizer que as incoerências observadas no Ψ_b com relação a Tr, podem estar relacionadas com as observações apontadas por NEVES-BARBIERO *et al.* (2000), haja vista que não foram monitorados os potenciais hídricos durante as medidas horárias e sim na madrugada, como relatado na metodologia. Além disso, os valores do Ψ_b correspondem aproximadamente o estado hídrico do solo (ANDRADE *et al.*, 1998; LARCHE, 2000), uma vez que durante a noite, o potencial hídrico da planta tende a se equilibrar com o potencial hídrico das zonas úmidas do solo (SCHIMIDHALTER, 1997).

A queda da R.F.A no dia 247 quando a Tr estava aumentando foi em resposta ao aumento verificado no D.P.V.S. Portanto, tanto em 2003 quanto em 2004, a Tr e a C.E variaram em função do desempenho do D.P.V.S. Ou seja, o mecanismo estomático obedeceu a demanda evaporativa da atmosfera no outono e no inverno, nas plantas investigadas, porém a C.E observada no dia 209 (PL3EVP2) se elevou sobremaneira sem nenhuma explicação, uma vez que nos demais dias não foi verificado tal aumento e de certo não alterou a Tr e nem o D.P.V.S que tiveram incrementos suaves.

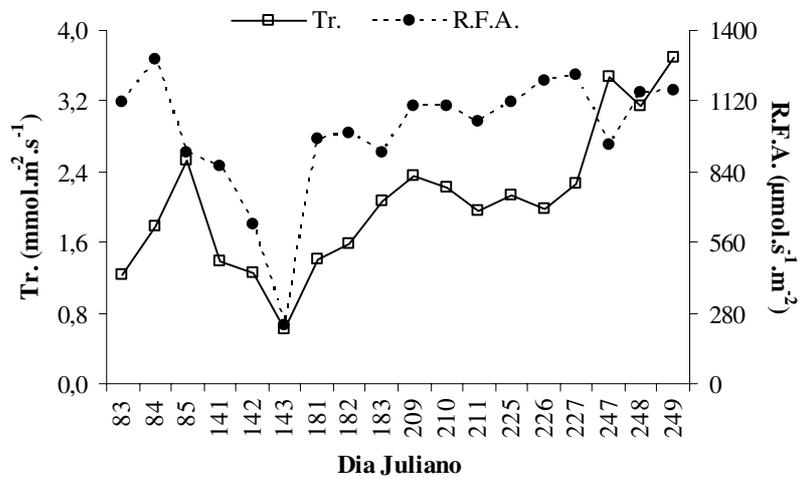


Figura 85. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.

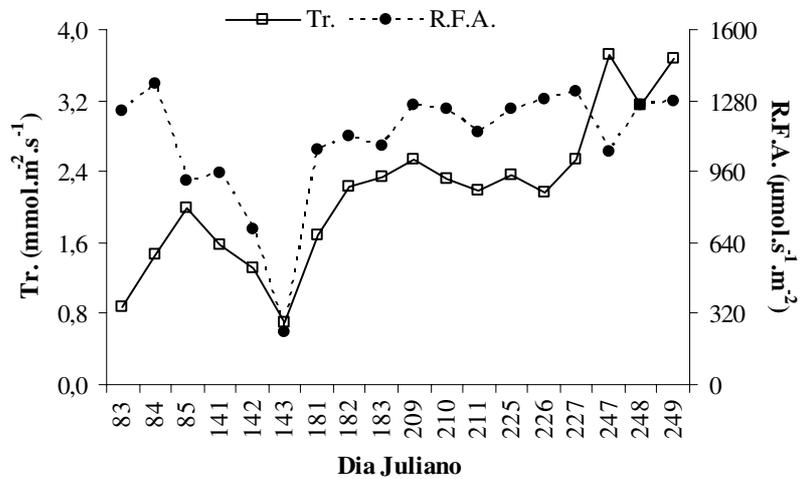


Figura 86. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.

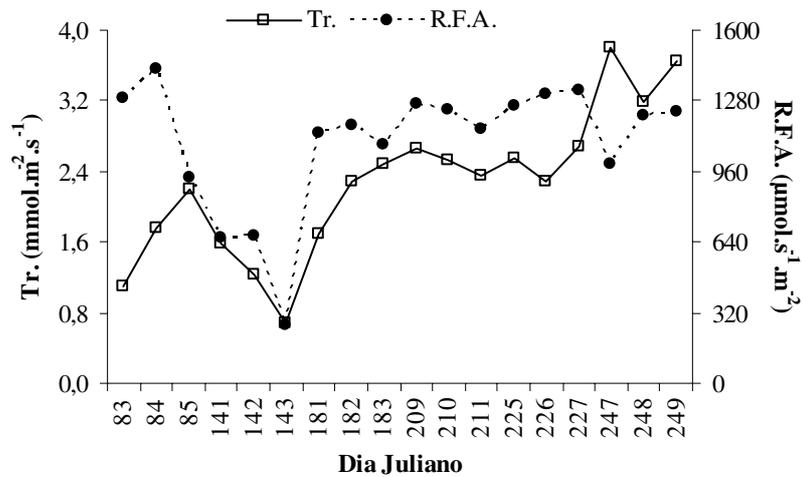


Figura 87. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.

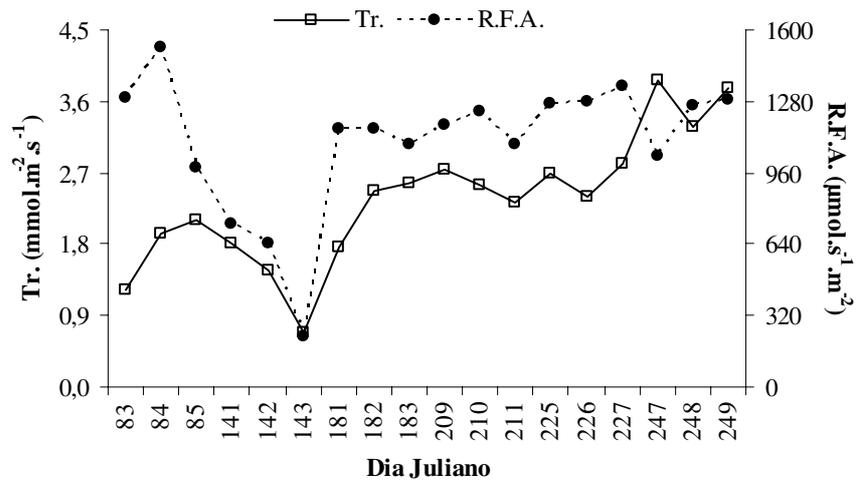


Figura 88. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.

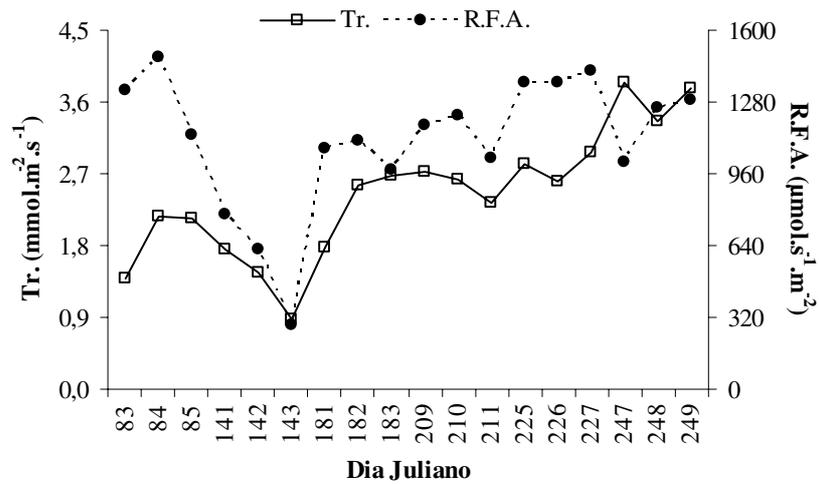


Figura 89. Tr e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.

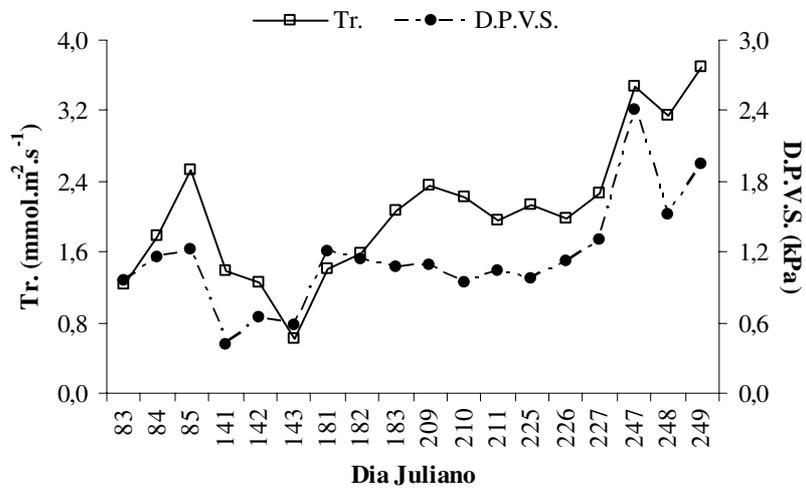


Figura 90. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.

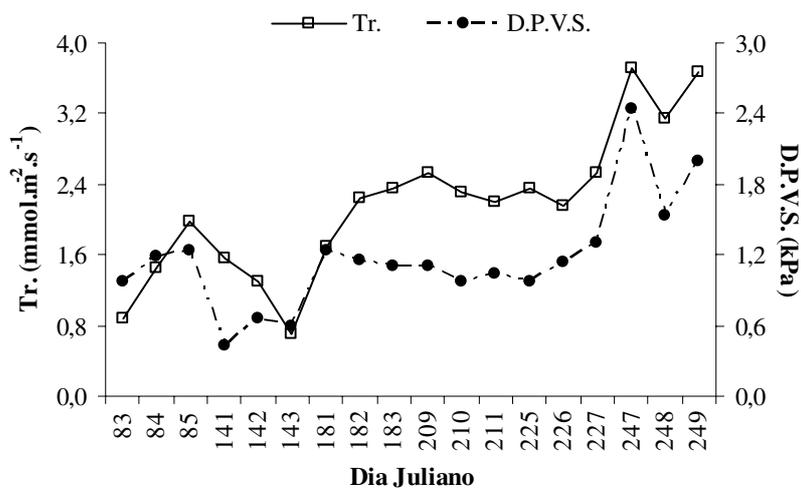


Figura 91. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.

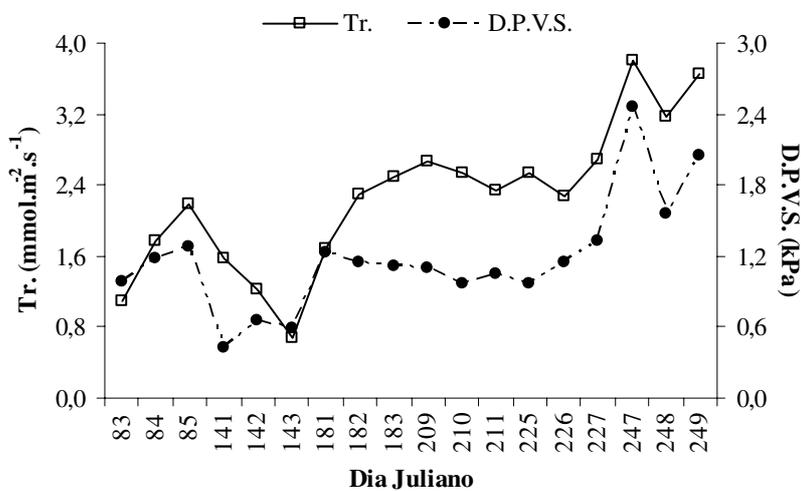


Figura 92. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.

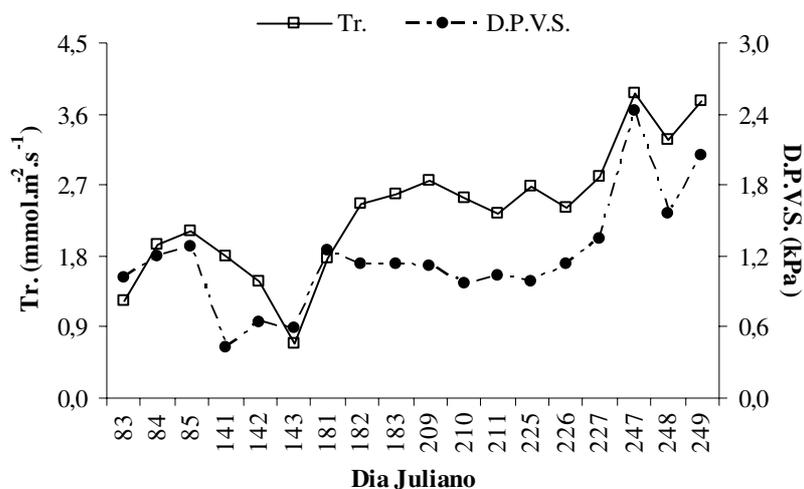


Figura 93. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.

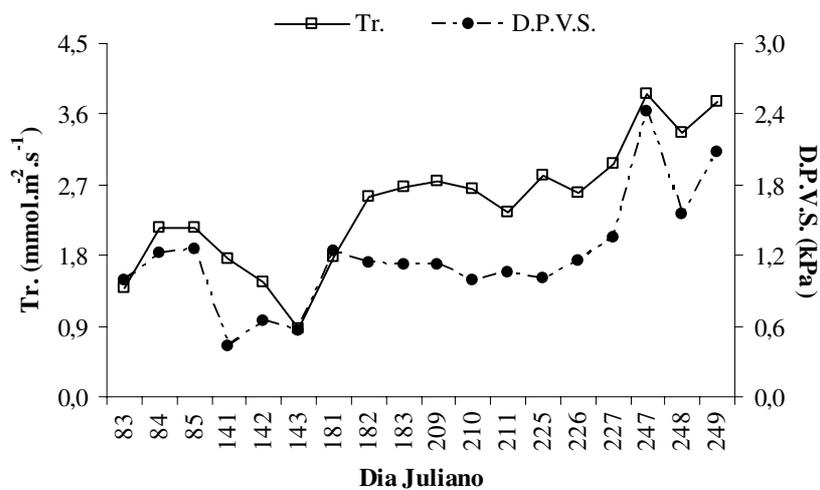


Figura 94. Tr e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.

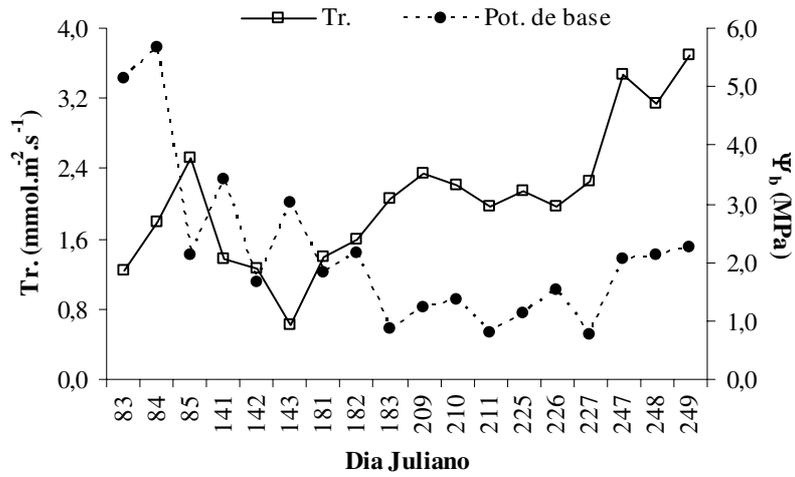


Figura 95. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.

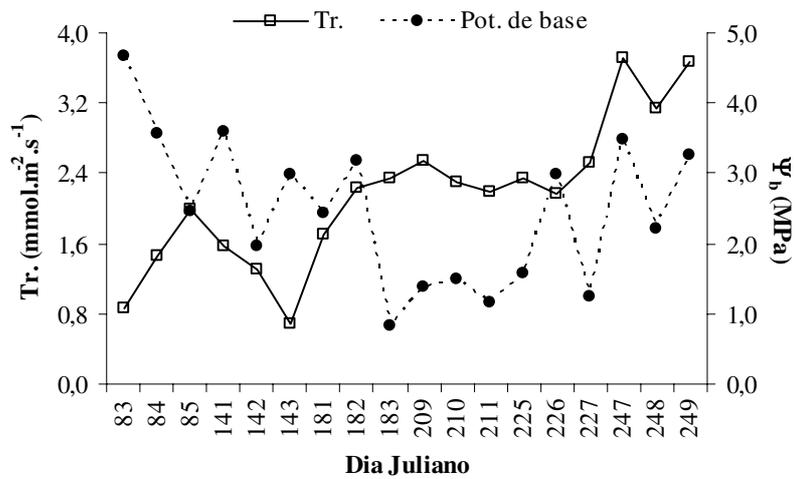


Figura 96. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.

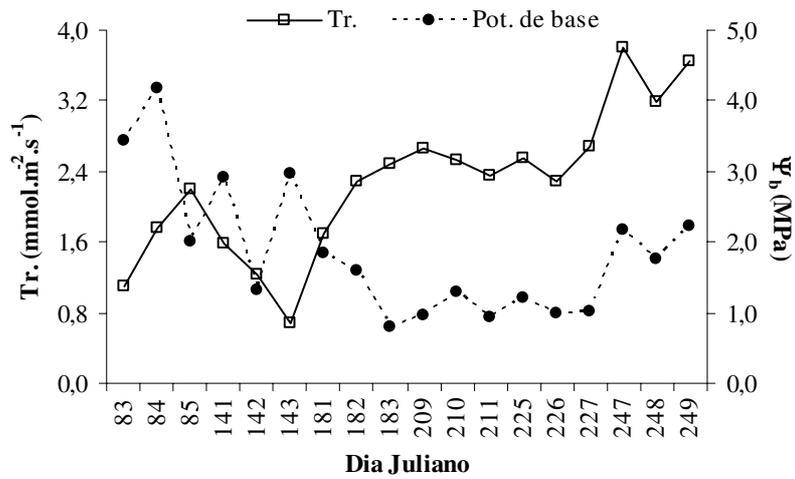


Figura 97. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.

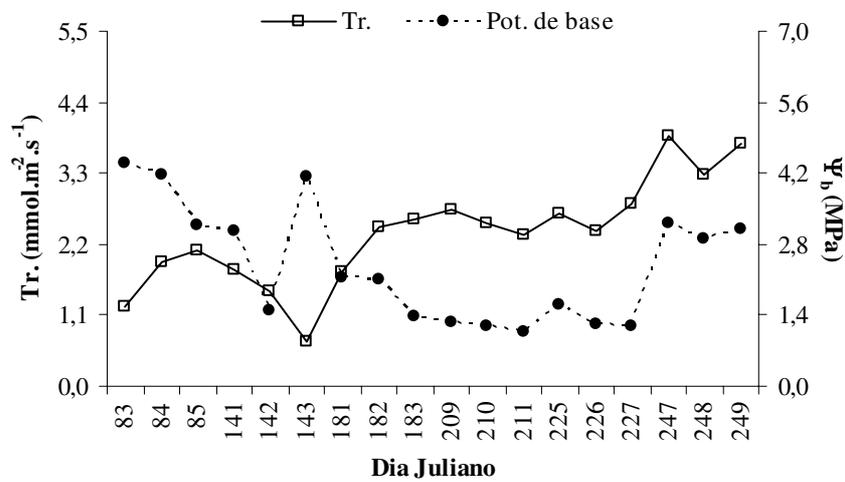


Figura 98. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.

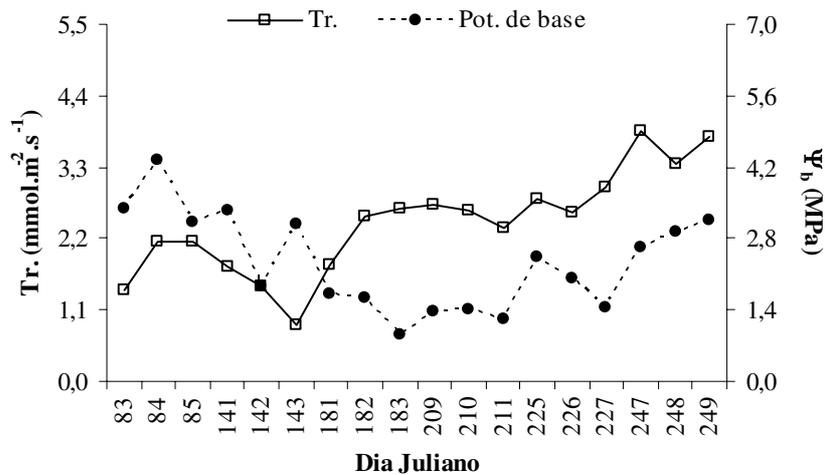


Figura 99. Tr e Ψ_b , média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.

Em suma, vê-se que os maiores valores da Tr em 2003 foram observados no mês de março, final do verão e início do outono, entretanto, em 2004 ocorreu no mês de setembro, no inverno. Os maiores valores médios da R.F.A foram verificados no mês de março e no outono, tanto em 2003, quanto em 2004. E que a Tr, a R.F.A e o D.P.V.S diminuíram do verão para o outono tanto em 2003 quanto em 2004, porém neste último verificou-se aumento da Tr, da C.E, da R.F.A e do D.P.V.S do inverno em direção a primavera. E que a Tr foi bem representada pelo D.P.V.S nos dias medidos.

7 HIPÓTESES

Uma *primeira hipótese* para tentar explicar os altos picos da C.E na laranjeira Pêra é que o sensor usado para medir a resistência estomática poderia estar com algum problema, não detectado durante as medidas, uma vez que os valores máximos horários sempre foram elevados ($> 60 \text{ cm.s}^{-1}$). Esses valores estão acima dos encontrados na literatura para outras culturas.

A *segunda hipótese* pode estar relacionada com a arquitetura da planta, morfologia da folha ou até mesmo a algum aspecto fisiológico, próprio dessa variedade de citros, que poderão ser objetos de pesquisas futuras. Sabe-se que a condutância é proporcional ao número e tamanhos dos estômatos e diâmetro da abertura estomática, que depende da interação de um grande número de fatores ambientais: radiação solar, concentração de CO₂ no mesófilo, umidade relativa (déficit de pressão de vapor saturado), potencial hídrico, umidade do solo e outros de menor magnitude como o vento, substâncias de crescimento e ritmos endógenos próprios de cada espécie. Assim, estudos posteriores poderão confirmar ou rejeitar essas hipóteses.

Uma *terceira hipótese*, é que as maiores transpirações observadas nas plantas testemunhas (PL2T1, PL4T2 e PL5T3) podem estar associadas a seu porte e a sua copa mais frondosas, em detrimento das plantas controles (PL1EVP1 e PL3EVP2), já que estas últimas se apresentaram menos desenvolvidas, têm menores portes e copa, menor densidade foliar, são fisicamente menores, apresentam folhas com diâmetros menores, comparada as plantas testemunhas, apesar de terem a mesma idade (5 anos até 2004). Além das condições de restrição nutricional, entres outros danos causados dentro do evapotranspirômetro. Isto pode significar que mesmo recebendo quantidade constante de água (irrigação), as plantas controles passaram por outros tipos de estresses e déficits, por exemplo, de ordem mecânica, de impedimento no crescimento radicular, das raízes primárias e secundárias. Então pode ser aceitável que na maior parte das medidas as plantas testemunhas tenham mostrado valores transpirados maiores, até mesmo em resposta a sua copa mais frondosa que a das plantas controles. Talvez num estágio de desenvolvimento de um ano de idade, tais efeitos não fossem prejudiciais as plantas controles, porém na idade em que se encontram podem ter sido afetadas.

Uma *quarta hipótese* decorre do fato de que no Brasil o cultivo de citros é predominantemente sem irrigação, de forma que se têm constatado ocorrência de déficit hídricos temporários em várias regiões citrícolas (ORTOLONI *et al.*, 1998), e também devido ao fato de que em condições de campo, plantas enxertadas sobre limoeiro 'Cravo' são consideradas mais tolerantes à seca (POMPEU JUNIOR, 1991). Sendo assim, a variedade Pêra não manteve rígido controle estomático, pois nas condições experimentais, as plantas monitoradas (PL2T1, PL4T2 e PL5T3) não passaram por déficit hídrico severos, quando no

máximo, moderado. Além disso, CASTRO (1994) afirma que a sensibilidade adaptativa das respostas dos estômatos e as superfícies das cutículas das folhas providas de ceras refletem a habilidade da árvore de citros de sobreviverem sob condições de clima seco. Isto sugere que mesmo não tendo ocorrido precipitações nos dias das medições, as plantas com deficiência hídrica foram beneficiadas pelos armazenamentos ocorridos dos dias que antecederam as medidas.

A quinta hipótese é que o Ψ_b indica o estado hídrico da planta, quando a mesma se encontra com a Tr próximo de zero, porém no curso diário e na presença de elevada R.F.A ($> 1000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e alto D.P.V.S o potencial hídrico foliar muda, em função da demanda atmosférica. No decorrer das medidas horárias seria interessante monitorar o potencial hídrico durante cada medida, entretanto, não foi verificado.

Finalmente, as hipóteses devem ser analisadas com cuidado, e se possível, investigadas em trabalhos futuros. Porque apesar das afirmações, ora levantadas, as variáveis fisiológicas são pouco estudadas nessa espécie de citros (*Citros sinensis* L. Osbeck), segundo relatado nas literaturas. Além disso, não se deve esquecer que as respostas obtidas foram observadas de organismos vivos, e portanto de difícil compreensão, já que seu comportamento metabólico está intimamente relacionado a seu estado hídrico, nutricional, sanitário, e outros de maior e de menor magnitude.

8 MODELOS DE SIMULAÇÃO

Nas Figuras 100 a 102 o modelo ajustado foi o polinomial de grau 2. A partir deste modelo e conhecendo um valor qualquer do Ψ_b , dentro das faixas avaliadas, é possível obter o valor da Tr, C.E, R.F.A, bem como das demais variáveis mencionadas.

As plantas perdem predominantemente sua água através dos estômatos, e que esta taxa é maior, quanto maior for a demanda evaporativa da atmosfera, assim, busca-se um modelo que se possa prever, a partir dos dados de R.F.A, de R.I.T e do D.P.V.S, quanto de transpiração a planta está perdendo para a atmosfera, e dessa forma poder repor ao solo por meio de irrigação complementar a quantidade proporcional as perdas do vegetal que permita manter um fluxo contínuo na planta, sem ocasionar déficit hídrico.

A idéia de se propor um modelo baseado nas variáveis meteorológicas (R.F.A, R.I.T e D.P.V.S) foi reforçada por FERREIRA *apud* TEIXEIRA FILHO e TEIXEIRA FILHO (2004), ao afirmar que o modelo reflete as condições da dinâmica do processo de transporte no sistema solo-planta-atmosfera, constituindo o principal componente responsável pelo fluxo de água na planta.

Nota-se pela Figura 100 que a Tr correlacionou positivamente com a R.F.A nas distintas faixas de potencial hídrico de base observadas, porém à medida que o Ψ_b torna-se mais negativo, os modelos ficavam cada vez mais próximos um do outro. Apesar das pequenas distâncias exibidas, verifica-se nitidamente que quanto maior o Ψ_b (mais próximo de zero), maior o valor da Tr. Ainda, é possível perceber que há uma faixa do Ψ_b que mesmo aumentando a R.F.A, não causa alteração na Tr, ou seja, por mais que a R.F.A, aumente, a Tr permanece inalterada, até determinado ponto.

Cada modelo (Tabela 20) proposto obedece a uma faixa de Ψ_b que varia de -6 a -4MPa, de -4 a -3MPa, de -3 a -2MPa, de -2 a -1MPa e de -1 a -0,5MPa. Avaliando-se a faixa de -6 a -4MPa, verificou-se que a melhor resposta foi observada quando as variáveis R.I.T e Tr foram correlacionadas, pois apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 65,87%, isto significa uma correlação forte, ou seja, numa proporção de aproximadamente 65,87% as variações em Tr podem ser explicadas pelas variações em R.I.T (Tabela 20).

Na faixa de -4 a -3MPa a relação R.F.A versus Tr foi a melhor correlação, com um r de 76,81%, e estatisticamente apresentou uma correlação forte. Na faixa de -3 a -2MPa a melhor a relação foi verificada com o D.P.V.S versus Tr, sendo o R^2 de 72,56%, classificado estatisticamente como uma correlação forte. Na faixa de -2 a -1MPa a melhor a relação foi verificada com o D.P.V.S versus Tr, sendo o R^2 de 65,49% apresentando forte correlação. E finalmente foi observado uma forte correlação ($R^2 = 64,84\%$) na faixa de -1 a -0,5MPa do D.P.V.S versus a Tr. Nota-se que a Tr correlacionou positivamente com a R.F.A, com a R.I.T e com o D.P.V.S (Figuras 100 a 102).

Tabela 20. Modelos e seus coeficientes de determinação (R^2) em diferentes faixas de potencial hídrico de base (Ψ_b).

Ψ_b (-6 a -4) MPa		Ψ_b (-4 a -3) MPa	
Modelo Polinomial	R^2	Modelo Polinomial	R^2
$Tr = -4 * 10^{-7} RFA^2 + 0,0013RFA$	40,87 ^C	$Tr = -7 * 10^{-7} RFA^2 + 0,0025RFA$	76,81 ^B
$Tr = -0,0274RIT^2 + 0,3663RIT$	65,87 ^B	$Tr = -0,0657RIT^2 + 0,8344RIT$	43,61 ^C
$Tr = -0,4395DPVS^2 + 1,4196DPVS$	38,99 ^C	$Tr = -0,4125DPVS^2 + 2,6233DPVS$	59,22 ^B
Ψ_b (-3 a -2) MPa		Ψ_b (-2 a -1) MPa	
Modelo Polinomial	R^2	Modelo Polinomial	R^2
$Tr = -9 * 10^{-7} RFA^2 + 0,0032RFA$	28,82 ^C	$Tr = -9 * 10^{-7} RFA^2 + 0,0034RFA$	52,87 ^B
$Tr = -0,0803RIT^2 + 1,0079RIT$	27,42 ^C	$Tr = -0,0903RIT^2 + 1,1108RIT$	47,76 ^C
$Tr = -0,2863DPVS^2 + 2,5071DPVS$	72,56 ^B	$Tr = -0,2176DPVS^2 + 2,4882DPVS$	65,49 ^B
Ψ_b (-1 a -0,5) MPa			
Modelo Polinomial		R^2	
$Tr = -8 * 10^{-7} RFA^2 + 0,0033RFA$		27,41 ^C	
$Tr = -0,0912RIT^2 + 1,1521RIT$		51,99 ^B	
$Tr = -0,1452DPVS^2 + 2,3777DPVS$		64,84 ^B	

Nota: r: A – Muito Forte (0,9 a 1); B – Forte (0,7 a 0,89); C – Moderada (0,4 a 0,69); D – Fraca (0,2 a 0,39) e F – Bem Fraca (0,0 a 0,19), (SHIMAKURA, 2005).

As informações obtidas por LULU e TEIXEIRA FILHO (2001), estão de acordo com os resultados apresentados, de maneira que informaram que seu modelo proposto considera que a resposta da transpiração vegetal à demanda climática esta diretamente associado ao déficit de pressão de vapor saturado. Corroborando XUE *et al.* (2004) observaram em seu estudo que a taxa de transpiração foliar aumentou com o aumento do déficit de pressão de vapor em alto potencial hídrico do solo (-0,09MPa), mas diminuiu quando o déficit de pressão de vapor aumentou sob estresse hídrico. Reforçando essa pesquisa, SARMIENTO *et al.* (1985) concluíram que a transpiração das espécies lenhosas depende mais das condições atmosféricas do que da disponibilidade de água do solo. Entretanto, ressalta-se que nesta pesquisa foram investigadas várias faixas de Ψ_b , de maneira que mesmo concordando em parte com os autores citados, foi observado outras correlações, a exemplo da C.E versus o D.P.V.S.

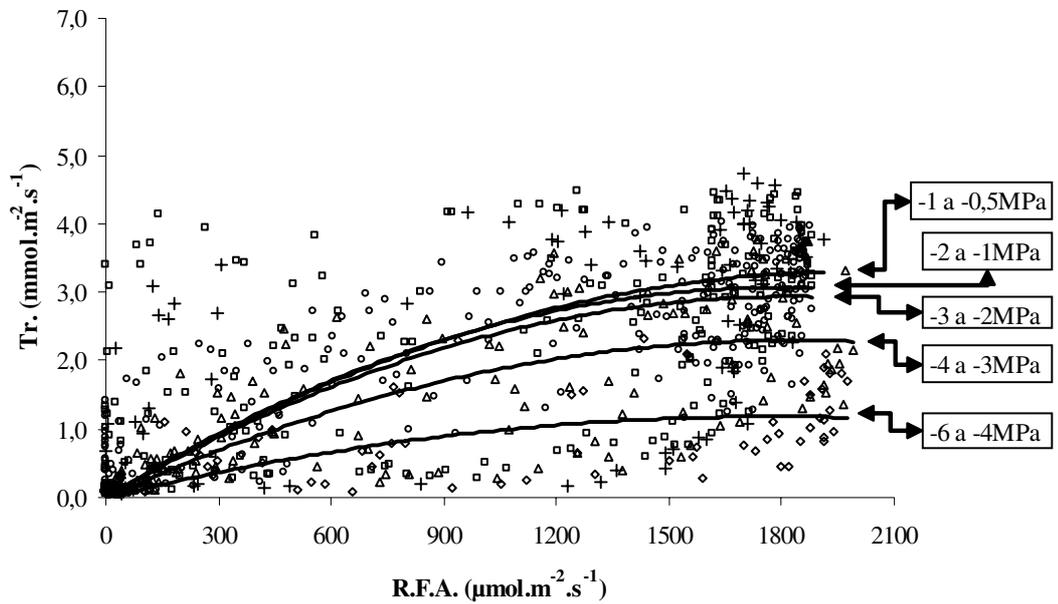


Figura 100. Modelo de Tr em função da R.F.A do período de medidas em 2004.

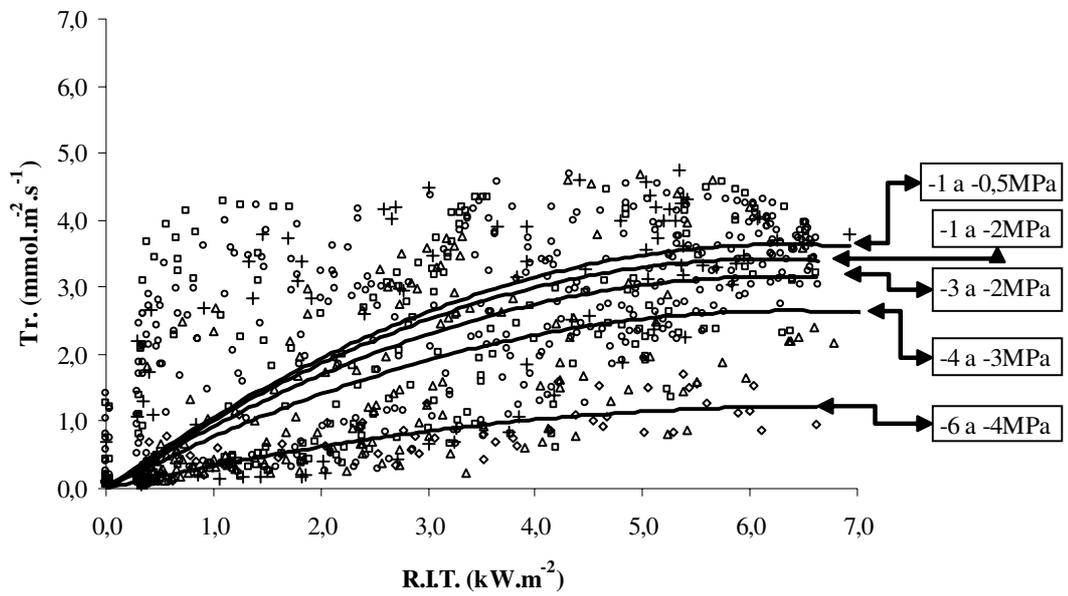


Figura 101. Modelo de Tr foliar em função da R.I.T do período de medidas em 2004.

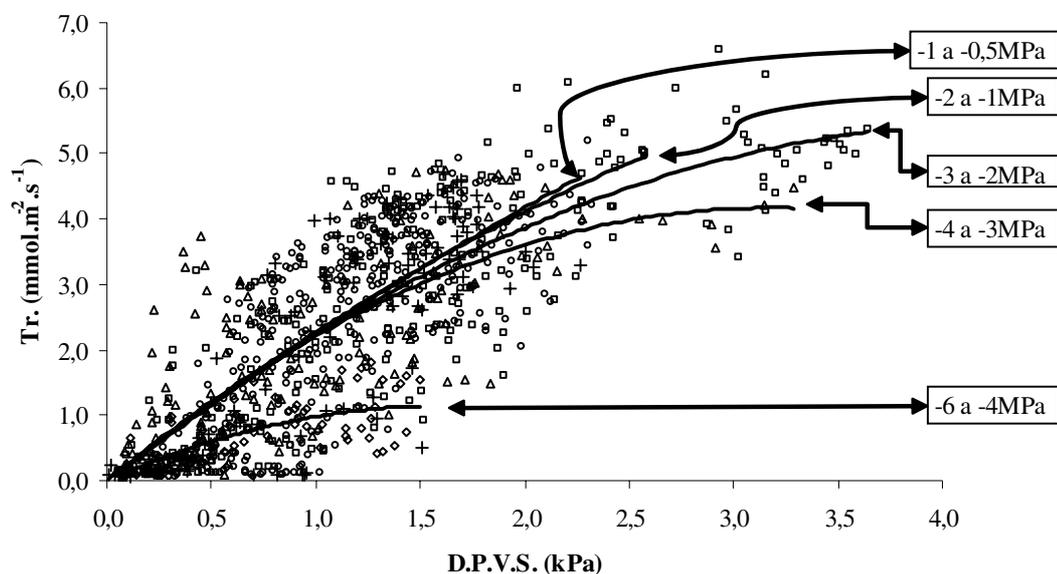


Figura 102. Modelo de Tr em função do D.P.V.S do período de medidas em 2004.

As melhores correlações da C.E com as variáveis R.F.A, R.I.T e D.P.V.S, obedecendo as mesmas faixas do Ψ_b (-6 a -4MPa, de -4 a -3MPa, de -3 a -2MPa, de -2 a -1MPa e de -1 a -0,5MPa) serão apresentadas individualmente. Neste sentido, na faixa de -6 a -4MPa, verificou-se que a melhor resposta foi do D.P.V.S versus a C.E, sendo o R^2 de 34,89%, isto significa uma correlação moderada (Tabela 21). Na faixa de -4 a -3MPa a relação D.P.V.S versus C.E foi a melhor correlação, com um R^2 de 65,82%, e estatisticamente apresentou uma correlação forte. Na faixa de -3 a -2MPa a melhor a relação foi verificada com o D.P.V.S versus C.E, sendo o R^2 de 43,95%, classificado como uma correlação moderada. Na faixa de -2 a -1MPa a melhor a relação foi verificada com o D.P.V.S versus C.E, sendo o R^2 de 40,87% apresentando correlação moderada. E finalmente a relação D.P.V.S versus C.E apresentou uma correlação forte ($R^2 = 66,47\%$) na faixa de -1 a -0,5MPa. Nota-se que C.E correlacionou positivamente com a R.F.A, com a R.I.T e com o D.P.V.S (Figuras 103 a 105).

Tabela 21. Modelos e seus coeficientes de determinação (R^2) em diferentes faixas de potencial hídrico de base (Ψ_b).

Ψ_b (-6 a -4) MPa		Ψ_b (-4 a -3) MPa	
Modelo Polinomial	R^2	Modelo Polinomial	R^2
$CE = -4 * 10^{-7} RFA^2 + 0,0017RFA$	26,25 ^C	$CE = -2 * 10^{-6} RFA^2 + 0,0086RFA$	42,46 ^C
$CE = -0,0518RIT^2 + 0,6516RIT$	24,78 ^C	$CE = -0,2151RIT^2 + 2,2358RIT$	32,58 ^C
$CE = -0,4883DPVS^2 + 1,6189DPVS$	34,89^C	$CE = -0,8108DPVS^2 + 6,0712DPVS$	65,82^B
Ψ_b (-3 a -2) MPa		Ψ_b (-2 a -1) MPa	
Modelo Polinomial	R^2	Modelo Polinomial	R^2
$CE = -3 * 10^{-6} RFA^2 + 0,0093RFA$	23,62 ^C	$CE = -3 * 10^{-6} RFA^2 + 0,01RFA$	25,73 ^C
$CE = -0,1989RIT^2 + 2,3275RIT$	39,03 ^C	$CE = -0,2655RIT^2 + 3,6006RIT$	31,54 ^C
$CE = -0,7574DPVS^2 + 6,1886DPVS$	43,95^C	$CE = -1,8091DPVS^2 + 9,311DPVS$	40,87^C
Ψ_b (-1 a -0,5) MPa			
Modelo Polinomial	R^2		
$CE = -3 * 10^{-6} RFA^2 + 0,0115RFA$	36,33 ^C		
$CE = -0,3191RIT^2 + 4,2206RIT$	32,27 ^C		
$CE = -1,9561DPVS^2 + 10,69DPVS$	66,47^B		

Nota: r: A – Muito Forte (0,9 a 1); B – Forte (0,7 a 0,89); C – Moderada (0,4 a 0,69); D – Fraca (0,2 a 0,39) e F – Bem Fraca (0,0 a 0,19), (SHIMAKURA, 2005).

Observa-se ainda que a C.E correlacionou-se com a R.F.A, bem como, com o D.P.V.S (Figuras 103 a 105). Dentre as relações observadas, a C.E se correlacionou mais uniformemente com o D.P.V.S, pois apresentou os maiores coeficientes de determinação (R^2). Por esta razão, o D.P.V.S pode ser usado com maior segurança do que as demais variáveis, pois se mostrou mais consistente. Além disso, a abertura estomática é dependente do estado hídrico da folha e da demanda evaporativa da atmosfera. XUE *et al.* (2004) informaram que a resposta da C.E com o aumento do D.P.V mostrou uma resposta curvilínea, em que a C.E foi mais sensível ao D.P.V para valores mais baixos (1,5-2,5kPa) do que para valores altos de D.P.V (> 2,5kPa). A C.E foi muito sensível ao D.P.V, e diminuiu com o aumento do D.P.V em alto potencial hídrico do solo (-0,09MPa). Portanto, concluíram que a resposta da C.E ao D.P.V pode ser explicada como mecanismo de avaliação, isto é, a diminuição na C.E não foi devido ao aumento na Tr a alto D.P.V. SCHULZE (1993) e YONG *et al.* (1997) informaram que existem numerosas observações de que a C.E diminui em resposta a um aumento do D.P.V entre a folha e o ar, e que a resposta está relacionada à taxa de Tr foliar. NEVES-BARBIERO

et al. (2000) afirmaram que nas espécies estudadas, os estômatos exerceram um forte controle no fluxo transpiratório ao longo do dia. Os resultados de NEVES-BARBIERO *et al.* (2000) estão de acordo com o modelo proposto por SARMIENTO *et al.* (1985), que concluíram que a transpiração das espécies lenhosas depende mais das condições atmosféricas do que da disponibilidade de água no solo.

Em síntese, correlacionar as variáveis fisiológicas (Tr e C.E) com variáveis físicas (R.F.A, R.I.T e D.P.V.S) é possível, de posse de informações provenientes de uma estação meteorológica. Conhecendo o valor de uma variável física é possível saber o valor da Tr e/ou da C.E da cultura em questão. Além disso, as variáveis fisiológicas são de difícil medida, portanto, restrita à pesquisa científica, este fato reforça a necessidade do uso dos modelos ora apresentados. Ainda, a medida do Ψ_b é uma maneira prática que indica o estado hídrico de uma planta (LARCHER *apud* COSTA, 2001). Estudando três espécies de leguminosas arbóreas da mata Atlântica, LEMOS FILHO e MENDONÇA FILHO (2000), também apontaram que as variações diárias do potencial hídrico têm relação com o déficit de pressão de vapor do ar, não ocorrendo limitações de água na rizosfera.

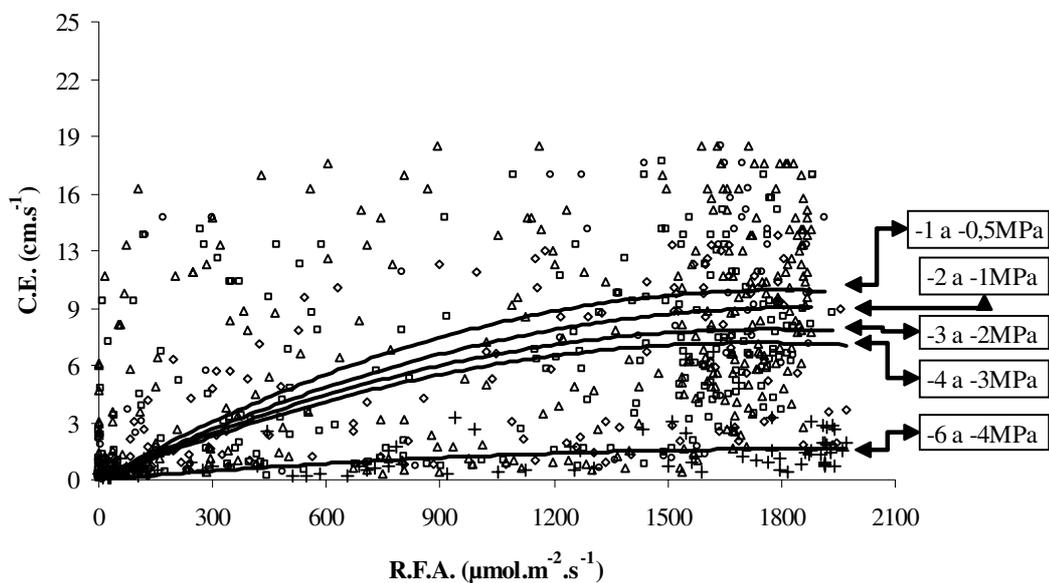


Figura 103. Modelo da C.E em função da R.F.A do período de medidas em 2004.

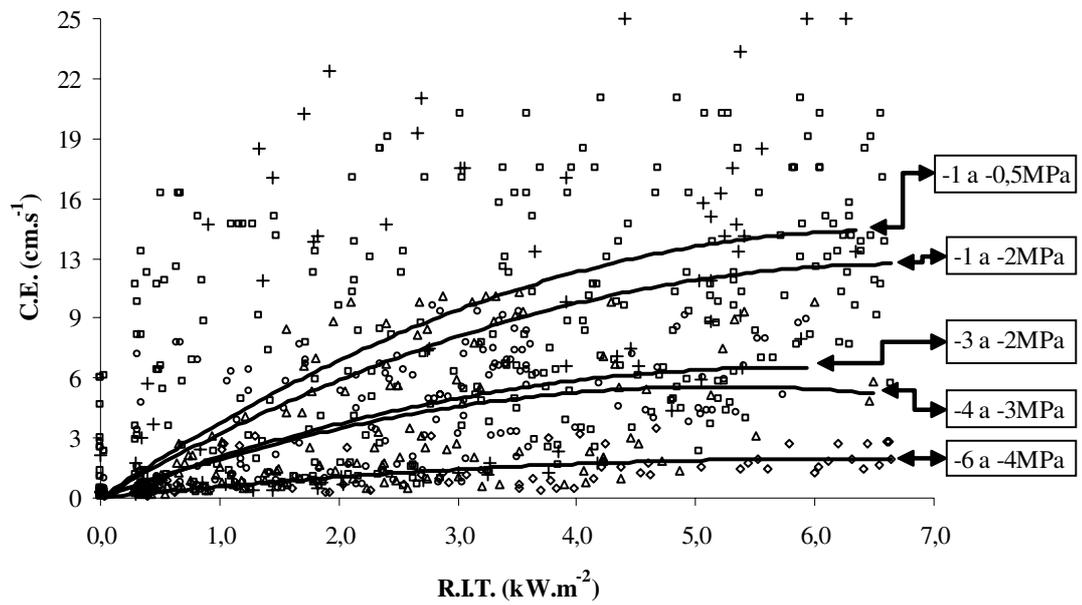


Figura 104. Modelo da C.E em função da R.I.T do período de medidas em 2004.

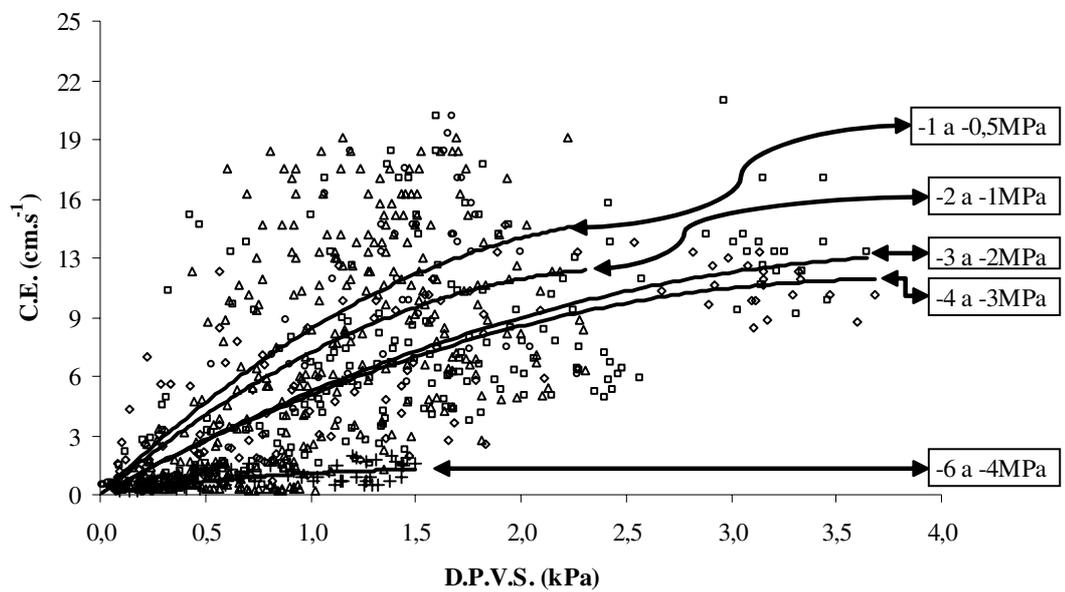


Figura 105. Modelo da C.E em função do D.P.V.S do período de medidas em 2004.

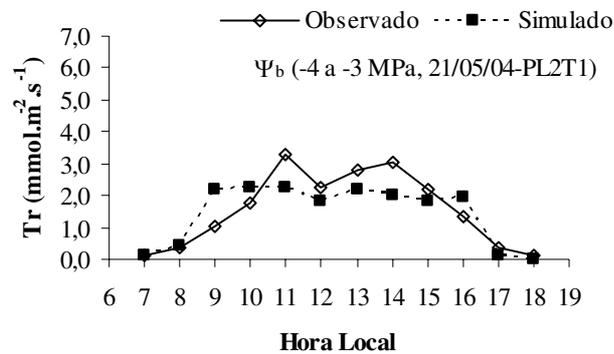


Figura 106. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.F.A em 2004.

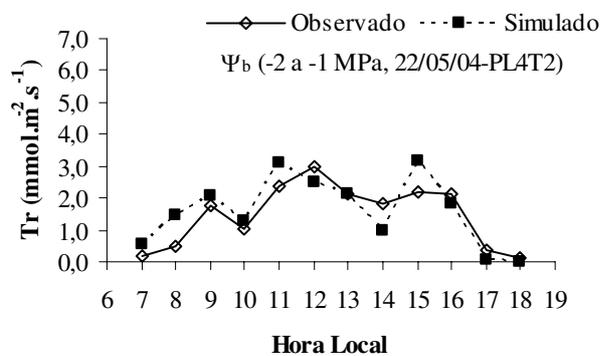


Figura 107. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.F.A em 2004.

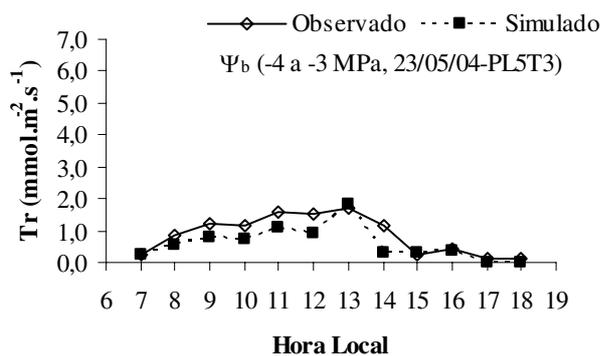


Figura 108. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.F.A em 2004.

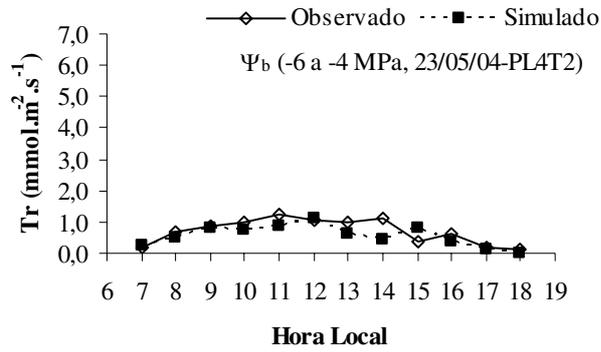


Figura 109. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.I.T em 2004.

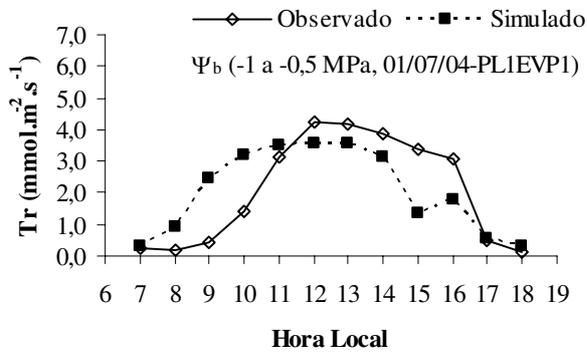


Figura 110. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.I.T em 2004.

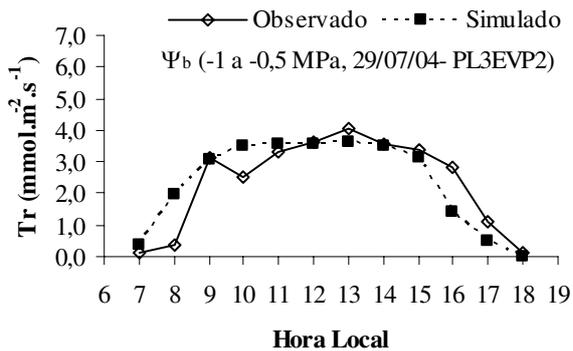


Figura 111. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da R.I.T em 2004.

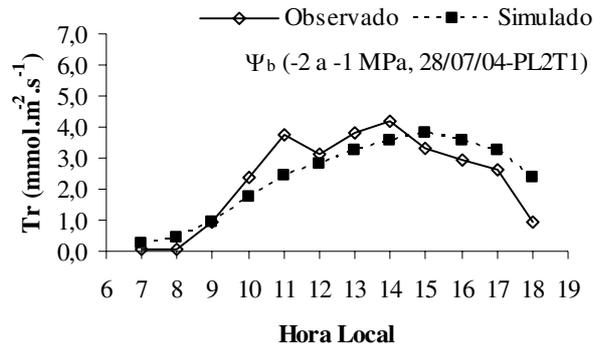


Figura 112. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da D.P.V.S em 2004.

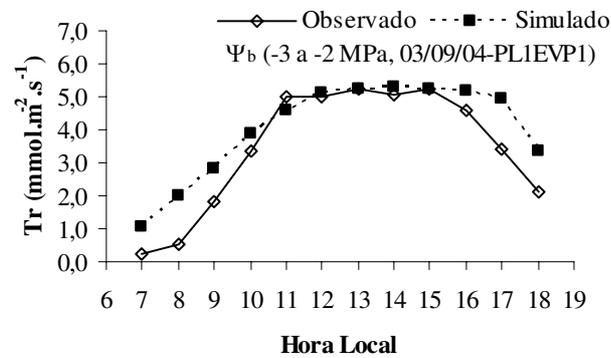


Figura 113. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da D.P.V.S em 2004.

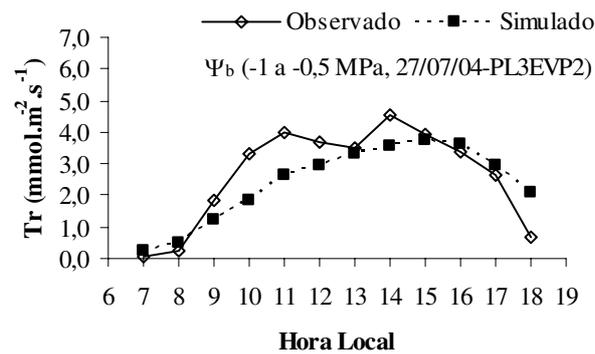


Figura 114. Resultado final da simulação do modelo de Tr em função da D.P.V.S em 2004.

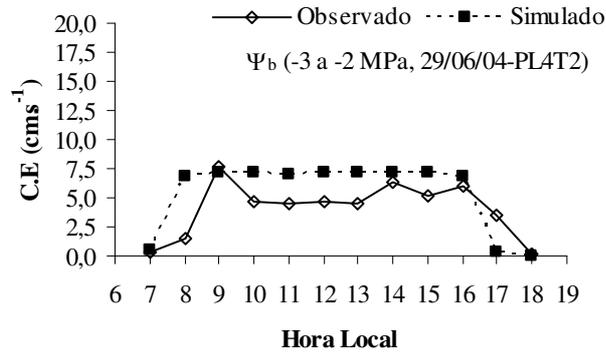


Figura 115. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.F.A em 2004.

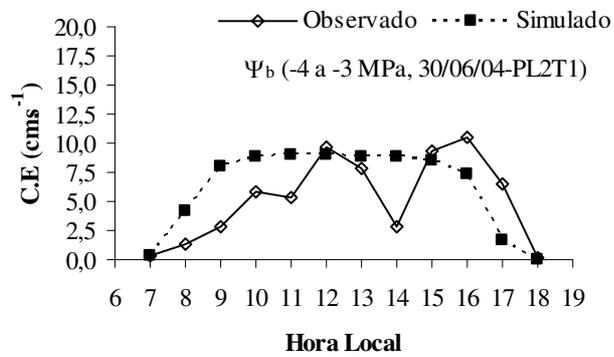


Figura 116. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.F.A em 2004.

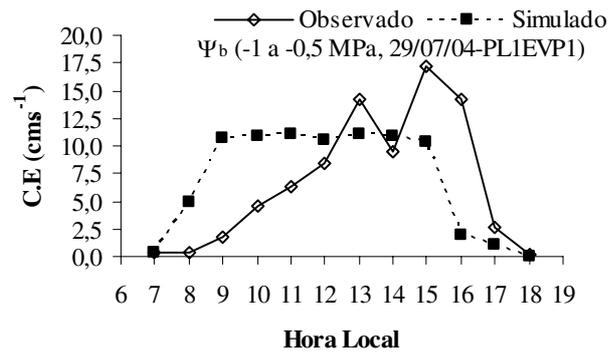


Figura 117. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.F.A em 2004.

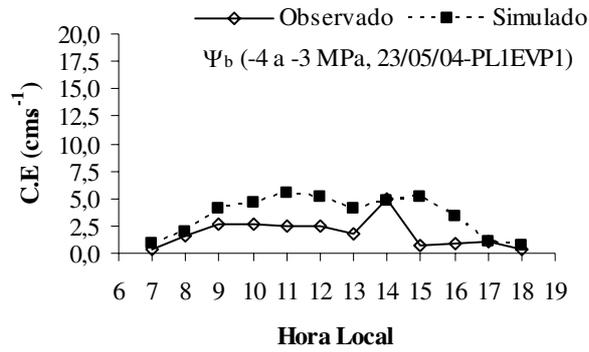


Figura 118. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.I.T em 2004.

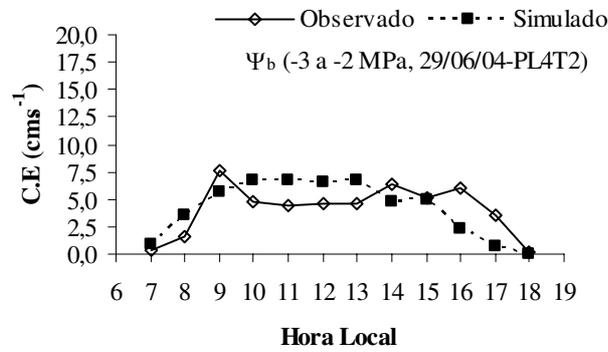


Figura 119. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.I.T em 2004.

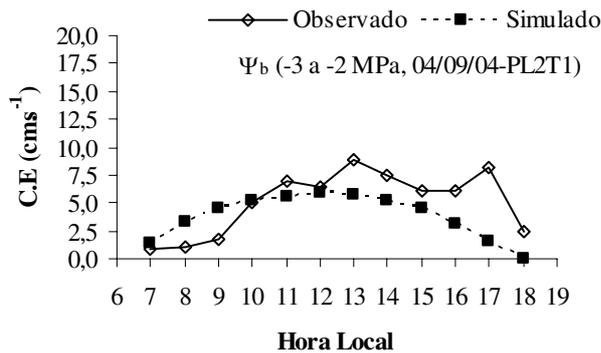


Figura 120. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da R.I.T em 2004.

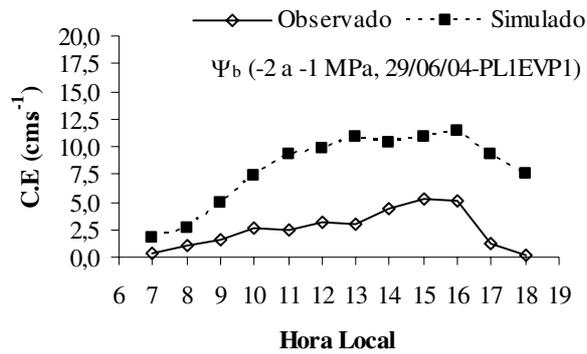


Figura 121. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da D.P.V.S em 2004.

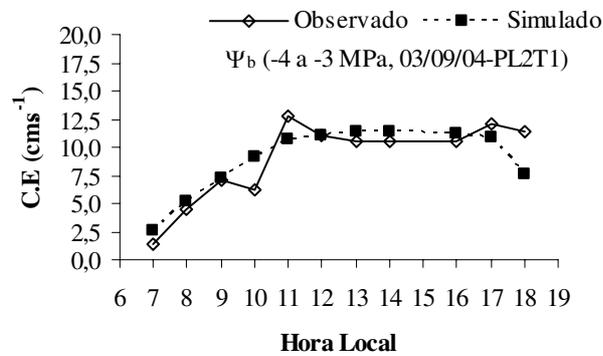


Figura 122. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da D.P.V.S em 2004.

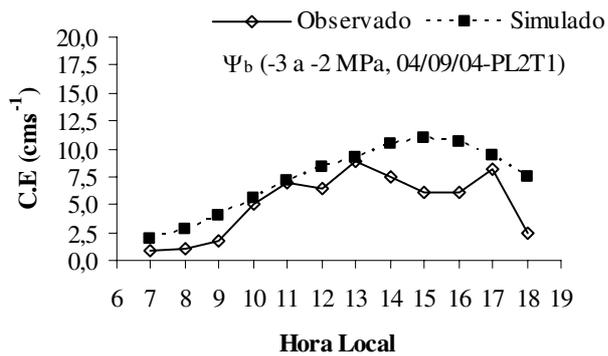


Figura 123. Resultado final da simulação do modelo da C.E em função da D.P.V.S em 2004.

9 CONCLUSÃO

1. A transpiração foliar e a radiação fotossinteticamente ativa foliar, máxima horária, foram observadas no dia 19/03/03 na planta cultivada com restrição hídrica (PL4T2);
2. A média diária foi sempre mais estável, portanto, mais consistente do que os valores horários, já que retrata um padrão diário das variáveis, sem apresentar grandes discrepâncias;
3. De forma geral, a transpiração foliar refletiu as variações tanto da radiação fotossinteticamente ativa foliar, da radiação incidente total, quanto do déficit de pressão de vapor saturado;
4. No outono verificaram-se as menores temperaturas do ar e umidades relativas, e em contrapartida, as menores transpirações foliares;
5. O potencial hídrico de base mais negativo ocorreu no dia 25/03/04 (outono), e o mais positivo no dia 14/08/04 (inverno), ambos na planta controle (PL1EVP1).
6. Quanto maior o potencial hídrico de base observado, menores foram as distâncias das curvas dos modelos;
7. Dentre os modelos propostos, considera-se que as variáveis fisiológicas (transpiração foliar e condutância estomática foliar) estão diretamente associadas ao déficit de pressão de vapor saturado;
8. Nos modelos apresentados, sempre os maiores valores de potencial hídrico de base refletiram nas maiores transpirações foliares.

Portanto, se propõe um novo estudo nas condições semelhantes as deste trabalho, porém num intervalo de tempo maior do que o adotado, dez minutos, com a finalidade de observar mudanças mais claras entre os indivíduos pesquisados.

Dado o padrão apresentado pela C.E, sugere-se novas observações, pois a mesma apresentou valores extremos que devem ser confirmados.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, E.T.C.; FERERES E., HSIAO T.C.; HENDERSON D.W. Diurnal growth trends, water potential and osmotic adjustment of maize and sorghum leaves in the field. **Plant Physiology**, n.64, p.476-480, 1979.

AMARO, A.A.; MAIA, M.L.; GONZALES, M.A. **Efeitos econômicos decorrentes da clorose variegada dos citros**. In: DONADIO, L.C. Clorose variegada dos citros. Jaboticabal: FUNEP, p.123-135, 1997.

ANDERSON, M.G.; BURT, T.P. **Hydrological Forecasting**, John Wiley and Sons, Ltd. 1985.

ANDRADE, J.L.; MEIZER, F.C.; GOLDSTEIN, G.; HOLBROOK, N.M.; CAVELIER, J.; JACKSON, D.; SILVERA, K. Regulation of the water flux throughout trunks, branches and leaves in trees of a lowland tropical forest. **Oecologia**, n.115, p.463-471, 1998.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – 1988, São Paulo, p.487-489, 1989.

BATES, L.S.; WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, n.39, p.205-207, 1973.

BERGONCI, J.I. **Estudos ecofisiológicos relacionados com o balanço de CO₂ durante a ontogenia foliar em *Hevea brasiliensis* Müell. Arg.** 53f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. 1981.

BERLATO, M.A., MOLION, N.B. **Evaporação e evapotranspiração**. Boletim Técnico IPAGRO. Porto Alegre, n.7, p.3-95, maio, 1981.

BEUTEL, J.A. Soil moisture, weather and fruit growth. **The California Citrograph**, Los Angeles, n.49, p.372, 1964.

BEVEN, K.J. Infiltration into a class of vertically non-uniform soils, **Hydrol. Sci. J.**, 29, 425-434, 1984.

BIDDESCOMBE, E.F.; ROGERS, A.L.; GREENWOOD, E.A.M. “Groundwater levels and transpiration prates of plantations in the botham valley”. **Water resources and land management issues in the darling range**. Australian, Institution of Engineers. 1979.

- BOLETIM TÉCNICO. **BOLETIM TÉCNICO**. DEPARTAMENTO DE PESQUISA. SECRETARIA DA AGRICULTURA. Porto Alegre, RS-BRASIL, 1977.
- BRADFORD, M.M. A rapid e sensitive method for the qualitateaion of mocrogram quanties of protein utilinzing the principle of protein-dye binding. **Anlitic Nochemistry**, v.722, p. 248-254, 1976.
- BRAKKE, M.; ALLEN JR., L.H. Gas exchange of Citrus seedlings at different temperatures, vapor-pressure deficits, and soil water content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.120, p.497-504, 1995.
- BRUNINI, O.; ANGELOCCI, L.R. Resistência ao fluxo de água no sistema solo-planta e recuperação do potencial da água na folha após estresse hídrico em mudas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, n.10, v.1, p.45-50, 1998.
- BRUTSAERT, W. **Evaporation into the atmosphere - theory, history and application**. Reidel Publishing Company, 1984. 300p.
- CAIRO, P.A.R. **Aspectos biofísicos e metabólicos de plantas jovens de espécies associadas a disponibilidade de água no solo**. Lavras: ESAL. 124p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). 1992.
- CAMPINAS. **Prefeitura Municipal De Campinas**. <<http://www.campinet.sp.gov.br/infocida.htm>>, 07/01/2000.
- CARLSON, R.E.; MONEM, N.N.; ARJMAND, O.; SHAW, R.H. Leaf conductance and leafwater potential relationships for two soybeans cultivars grown under controlled irrigation. **Agronomy Journal**, n.71, p.321-325, 1979.
- CASCARDO, J.C. de M.; OLIVEIRA, L.E.M. de; SOARES, A.M. Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas da seringueira. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, n.5, p.31-34, 1993.
- CASTRO, P.R.C. Comportamento dos citros sob déficit hídrico. **LARANJA**, Cordeirópolis, v.15, n.2, p.139-154, 1994.
- CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, Montreal. n.6, v.1, p.71-80, 1975.

- CAVALCANTE, J.R.; CONFORTO, E. de C. Desempenho de cinco clones jovens de seringueira na região do planalto ocidental paulista, **Bragantia**, Campinas, v.61, n.3, p.237-245, 2002.
- CHOUDHURY B. J., MONTEITH J. L. Implication of stomatal response to saturation deficit for the heat balance of vegetation. **Agricultural and Forest Meteorology**, 36: 215-225, 1986.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1999.
- CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.23-28, 2000.
- CLARK, R.N.; HILER, E.A. Plant measurements as indicators of crop water deficits. **Crop Science**, n.13, p.466-469, 1973.
- COELHO, E.F.; OLIVEIRA, A.S. de; MAGALHÃES, A.F. de J. **Irrigação e fertirrigação em citros**. Cruz das Almas, BA: *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, 2000. 23p. (CNPMPF. Circular Técnica, 38).
- COHEN, Y.; FUCHS, M.; COHEN, S. Resistance to water uptake in mature citrus tree. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.34, n.141, p.451-460, 1983.
- CONFORTO, E.C.; CORNÉLIO, M.L.; CASTRO, P.R.C. Análise das curvas do fitotensiômetro de Alvim por regressão linear. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.3, p.465-472, 1998.
- CONNOR, D.J.; LEGGIE, N.J.; TURNER, N.C. "Water Relations of Mountain Ash (*Eucalyptus regnans*) F. Muell Forests". **Australian Journal of Plant Physiology**, 4: 753-762, 1977.
- CORTE, R. Cuidados que levam ao sucesso na irrigação. **Citricultura Atual**, v.4, n.22, p.8-9, 2001.
- COSTA, A.R. da. **As relações hídricas das plantas vasculares** <<http://www.angelfire.com/ar3/alexcosta0/RelHid/Rhw6.htm>>, 01/09/2004.
- COSTA, A.R. da. **As relações hídricas das plantas vasculares**. <<http://www.angelfire.com/ar3/alexcosta0/RelHid/Rhw7.htm>>, 01/09/2004.

COUTINHO, A.C.F.; CONFORTO, E.C. Desenvolvimento vegetativo, estrutura do limbo foliolar e trocas gasosas em plântulas de cinco cultivares de seringueira (*Hevea brasiliensis*, Müell. Arg.). **Naturalia**, São Paulo, v.26, p.159-174, 2001.

COUTO, L.; SANS, L.M.A. **Requerimento de água das culturas**. Sete Lagoas, MG: *Embrapa Milho e Sorgo*, 2002. 65p. (CNPMPF. Circular Técnica, 20).

CRUSE, R.R.; WIEGAND, C.L.; SWANSON, W.A. The effects rainfall and irrigation management on citrus juice quality in Texas. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.107, n.5, p.767-770, 1982.

DELGADO ROJAS, J.C. **Avaliação do uso do fluxo de seiva e da variação do diâmetro do caule e de ramos na determinação das condições hídricas de citros, como base para o manejo de irrigação**. 110p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003

DENMEAD, O.T.; MILLAR, B.D. Field studies of the conductance of wheat leaves and transpiration. **Agronomy Journal**, n.68, p.307-311, 1976.

DEY, S.K.; SOBHANA, P.; SETHURAJ, M.R.; VIJAYAKUMAR, K.R. Photosynthetic rate and its relation with leaf characteristics in seedlings of *Hevea brasiliensis*. **Indian Journal of Natural Rubber Research**, Kottayam, v.8, n.1, p.66-69, 1995.

DOLEY, D. “Water Relations of *Eucalyptus marginata* Sm. Under Natural Conditions”. **Journal of Ecology**, 55(3): 597-614, 1967.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Effectos del agua sobre rendimiento del los cultivos**. Roma: FAO, Estudio FAO: Riego y Drenaje, 33. 1979. 212p.

ECKSTEIN, K.; ROBINSON, J.C. Physiological responses of banana (*Musa* AAA; Cavendish sub-group) in the subtropics. VI. Seasonal responses of leaf gas exchange to short-term water stress. **Journal of Horticultural Science**, n.71, p.679-692, 1996.

EWEN, J.; PARKIN, G. Validation of catchment models for predicting land-use and climate change impacts. 1. Method. **Journal of Hydrology**, v. 175, p.583-594, 1996.

FAO PRODUCTION YEARBOOK – 1988, Rome, 42:214-217, 1989a.

FAO PRODUCTION YEARBOOK – p.3-30, 2001.

FAO TRADE YEARBOOK – 1988, Rome, 42:153-160, 1989b.

FAQUHAR, G.D.; SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**. Palo Alto, v.33. p.317-345. 1982.

- FARQUHAR G. D.; WONG S. C. An empirical model of stomatal conductance. **Aust. J. Plant Physiol.**, v.11, p.191-210, 1978.
- FARQUHAR G.D.; COWAN I.R. **Stomatal function**. Stanford University Press, Stanford, California, 452 p., 1987.
- FERERES, E.; CRUZ-ROMERO, G; HOFFMAN, G.J. Recovery of orange trees following severe water stress. **Journal of Applied Ecology**, n.16, p.833-842, 1979.
- FERREIRA, C.A.G.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R. de. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook., em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **CERNE**, v.5, n.2, p.95-104, 1999.
- FERREIRA, L.G.R. **Fisiologia vegetal: relações hídricas**. Fortaleza: edições UFC, 1992. 131p.
- FERREIRA, L.G.R. **Fisiologia vegetal: relações hídricas**. Fortaleza: edições UFC, 1988. 138p.
- FERRI, M.G. Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. Boletim da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. **Botânica**, n.4, p.161-224, 1944.
- FNP, 1998 < <http://www.atech.br/agenda21.as/workshop/work003.htm>>, 12/03/2004.
- FORD, H.W. Eight years of root injury from water table fluctuations. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, n.85, p.65-68, 1972.
- FRANCO, A.C. Water and light use strategies by cerrado wood plants. In *Tópicos Atuais em Botânica: Palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica* (T.B. Cavalcanti e B.M.T. Walter. eds.). EMBRAPA-Recursos Genéticos e Sociedade Botânica do Brasil, Brasília. p.292-298, 2000.
- FRANCO. A.C. Seasonal patterns of gas exchange, water relations and growth of *Roupala montana*, an evergreen savanna species. **Plant Ecology**, n.136, p.69-76, 1998.
- GERBER, J.F.; KREZDORN, A.H.; BARTHOLIC, J.F.; CONNER, J.R.; REITZ, H.J.; KOO, R.C.; HARRISON, D.S.; SMERDON, E.T.; GEORG, J.G.; HARRIS, L.D.; BRADLEY, J.T. Water needs of Florida citrus. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, n.86, p.61-64, 1973.
- GESCH, R.W.; KENEFICK, D.G.; KOEPKE, J.A. Leaf water adjustment and maintenance in hard red wheat. **Crop Science**, n.32, p.180-186, 1992.

- GOLDSTEIN, G; SARMIENTO, G.; MEINZER, F. Un análisis de la economía hídrica em especies de la Sabana estacional y su ionterpretación ecologica y fisiológica. *Acta Cient Venez*, n.33, p.114, 1982.
- GOMES, A.R.S.; KOZLOWSKI, K.K. Stomatal characteristics, leaf waxes and transpiration taxes of *Theobroma cacao* and *Hevea brasiliensis* seedling. **Annals of Botany**, London, v.64, p.425-432, 1988.
- GRANIER, A. Mesure du flux de sève brute dans le tronc du Douglas par une nouvelle méthode thermique. **Annales des Sciences Forestières**, v.44, n.1, p.1-14, 1987
- GRANIER, A. Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. **Annales des Sciences Forestières**, v.42, n.2, p.193-200, 1985.
- GRANTZ, D.; MEIZER, F.C. A stomatal control of transpiration from a developing sugarcane canopy. **Plant, Cell and Environment**, n.12, p.635-642, 1989.
- GREENWOOD, E.A.N.; BERESFORD, J.D. “Evaporation from vegetation developing secondary salinity using the ventilated chamber technique. I Comparative transpiration from Juvenile Eucalyptus above Saline Ground-Water Seeps”. **Journal of Hydrology**, 42: 369-382, 1979.
- GRIEVE, B. J. “Studies in the Water Relations of Plants. I Transpiration of Western Australian (Swan Plain) Sclerophylls”. **Journal of the Royal Society of Western Australian**, n.40, p.15-30, 1956.
- GRISI, B.M. Contribuição ao conhecimento de ecologia vegetal do cerrado. Balanço hídrico de dois espécimes de *Ouratea spectabilis* (Mart) Engl. In: Ferri, M.G. (Ed.) **III Simpósio sobre o cerrado**. São Paulo, Editora Edgard Blucher, EDUSP, p.86-89, 1971.
- GUANDIQUE, M. E. G. **Avaliação do método de Morton para a estimativa da evapotranspiração real em microbacia hidrográfica**. 79p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, São Paulo. 1999.
- HAAN, C.T.; JOHNSON, H.P.; BRAKENSIEK, D.L. **Hydrologic Modeling of Small Watersheds**. ASAE Monograph. 5.; 533 pp, 1982.
- HAGERMAN, R.H.; HUCKLESBY. D.P. Nitrate reductase from higher plants. In: **Methods in enzimology**, n.17A, p.491-503, 1971.
- HANSEN, G.K. Resistance to water transport in soil and young wheat plants. **Acta Agriculture Scandinavia**, n.24, p.37-48, 1974.

HENRICI, M. "Transpiration of South African Plant Association. Part II Indigenous and Exotic Trees Under Semi-Arid Conditions". Sci. Bull. Dep. Agric. South African, 248. In: **Forestry Abstracts**, IX(2): 751,1946.

HERWITZ, S. R.; GUTTERMAN, Y. "Biomass Production and Transpiration Efficiencies of Eucalyptus in the Negev Desert". **Forest Ecology and Management**, n.31, p.81-90. 1990.

HILGEMAN, R.H.; SHARP, F.O. Response of 'Valencia' orange trees to four soil later schedules during 20 years. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St Joseph, v.95, n.6, p.739-745, 1970.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p.519-570, 1973.

HUGGINS, L.F.; BURNEY, J.R. Surface runoff, storage and routing. In: Haan, C.T.; Johnson, H.P.; Brakensiek, D.L. **Hydrologic modeling of small watersheds**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineering, 1982. p.169-228.

HUMBERT, R.P. **The growing of sugarcane**. Amsterdam: Elsevier. 1968. 779p.

IZQUIERDO, J.A.; HOSFIELD, G.L. A collection receptable for field abscission studies in common beans. **Crop Science**, Madison, v.21, n.4, p.522-525, July./Aug., 1981.

JARVIS, P.G.; MCNAUGHTON, K.G. Stomatal control of transpiration: Scaling up from leaf to region. **Advance in Ecological Research**, 15: 1-49, 1986.

JARVIS, P.G.; MORISON, J.I.L. Stomatal control of transpiration and photosynthesis. In: **Stomatal physiology**, ed. Jarvis P.G. e Mansfield T.A. - Seminar series 8, Cambridge University Press., 1981.

JOHNSON, R.R.; FREY, N.M.; MOSS, D.N. Effect of water stress on photosynthesis and transpiration of flag leaves and spikes of barley and wheat. **Crop. Sci.** v.14, p.728-731, 1974.

JONES, H.G. **Plants and microclimate**. Cambridge University Press: 2 edition, 1992. 428p.

KANNO, S.S. **Curso diário e sazonal das trocas gasosas e potencial hídrico de base em três espécies lenhosas do cerrado: *Anarcadium ananum* S. T. Hill, *Andira humilis* Marth. ex. Benth e *Eriotheca gracilipes***. 1993. 100f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.

- KAPLAN, J. "Water Relations in Eucalypts". **Segunda Conferência Mundial do Eucalipto**. São Paulo, FAO, pp. 1008-1014. 1961.
- KOO, R.C.J.; McCORNACK, A.A. Effects of irrigation and fertilization on production and quality of 'Dancy' tangerine. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, 78: 10-15, 1965.
- KRAMER, J.J.; BOYER, P.J. **Water relations of plant and soils**. Orlando: Academic Press, 1995. 494p.
- KREEB, K. "Transpirationmessungen an einigen Australischen immergrünen". **Oecologia Plantarum**, 1(3): 235-244, 1966.
- KRIEDEMANN, P.E. Some photosynthetic characteristics of Citrus leaf. **Australian Journal of Biological Science**, n.21, 891-905, 1968.
- KRIEDEMANN, P.E. Vineleaf photosynthesis. En: **International Symposium on the Quality of the Vintage**, Cape Town, pp.67-87, 1977.
- KUMAR, D.; TIESZEN, L. L. **Some aspects of photosynthesis and related processes in Coffea arabica**. *Kenya Coffee*, v.41, n.486, p.309-315, 1976.
- LADIGES, P.Y. "Variation in drought tolerance in eucalyptus viminalis Labill". **Australian Journal of botany**, 22: 489-500, 1974.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000, 531p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU, 1987, 319p.
- LEGGE, N.J. "Estimate of Tree Transpiration Rate with a Water Potential Gradient/Conductivity Technique". **Hydrology and Water Resources Symposium, Perth. The Institution of Engineers**. National Conference Publication, 79(10): 182-183, 1979.
- LEMOS FILHO, J.P. Fotoinibição em três espécies do cerrado (*Annona crassifolia*, *Eugenia dysenterica* e *Campomanesia adamantium*) na estação seca e na chuvosa. **Revista Brasileira de Botânica**, n.23, p.45-50, 2000.
- LEMOS FILHO, J.P.; MENDONÇA FILHO, C.V. Seasonal changes in the water status of three wood legumes from the Atlantic forest. Caratinga. Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, n.16, p.21-32, 2000.
- LEVY, Y. Acclimatation of citrus to water stress. **Scientia Horticulturae**, n.20, p.267-273, 1983.

- LIMA, W.P.; FREIRE, O. Evapotranspiração em povoamentos de eucaliptos e de pinheiros, e em parcela contendo vegetação herbácea natural. **IPEF**, Piracicaba (12):103-117, 1976.
- LIMA, W.P.; FREIRE, O. Interceptação da chuva por povoamentos de eucaliptos e de pinheiros. **IPEF**, Piracicaba (13):75-90, 1976.
- LIMA, W.P.; REICHARDT, K. **Regime da água do solo sob floresta homogêneas de eucaliptos e de pinheiros**. CENA, 1977. 31p. (Boletim Científico, BC-043).
- LOPEZ, J.M.; LEIDI, E.O.; LOPEZ, M.; GUTIERREZ, J.C. Fotossíntesis, conductancia estomática, eficiencia en el uso del agua e temperatura foliar de cultivares de algodón em respuesta al estrés hídrico. **Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales**, v.8, n.1, p.17-27, 1993.
- LUCARELLI, J.R.F. **Alterações em características de um Latossolo Roxo submetido a diferentes sistemas de manejo**. 87p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. 1997.
- LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. **Adv. Agron.** n.43, p.107-153, 1990.
- LULU, J.; TEIXEIRA FILHO, J. Desenvolvimento de um modelo de simulação da transpiração foliar para a cultura de citros. In: **IX Congresso Interno de Iniciação Científica da Unicamp**. 2001.
- MACHADO, E.C. **Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria seca na cultura de cana-de-açúcar**. 115p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1981.
- MACHADO, E.C.; LAGOA, A.M.M.A. Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas. **Bragantia**, v.53, p.141-149, 1994.
- MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L., GOMES, M. de M. de A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira ‘Valência’. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p.53-58, jan./mar., 2002.
- MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A. Teor de água no substrato de crescimento e fotossíntese em laranjeira Valência’. **Bragantia**, v.58, p.217-226, 1999.
- MACHADO, E.C.; QUAGGIO, J.A.; LAGÔA, A.M.M.A.; TICELLI, M.; FURLANI, P.R. Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeiras com clorose variegada dos citrus. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.6, n.1, p.53-57, 1994.

- MALAVOLTA, E.; NETTO, A.V. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 153p.
- MARSH, A.W. Irrigation. In: REUTHER, W., ed. **The citrus industry**. Riverside, Univ. of California, v.3, cap. 8, p.230-279, 1973.
- MARTINEZ, C.A.; MORENO, U. Expresiones fisiologicas de resistencia a la sequia en dos variedades de papa sometidas a estres hidrico. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.4, n.1, p.33-38, 1992.
- MATOS, N.N.; TEXEIRA JUNIOR, A.C.; SILVEIRA, J.A.G. da. Influência do porta-enxerto no comportamento fisiológico de mudas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) submetidas a estresses. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.25, n.1, p.27-31, 2003.
- MATTOS, A. Evapotranspiração real, como determiná-la para estudos hidrológicos. In: IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, setembro. **Anais**. p.168-177, 1987.
- MATTOS, E.A. Perspectives in comparative ecophysiology of some brazilian vegetation types: leaf CO₂ and H₂O gas exchange, chlorophyll a fluorescence and carbon isotope discrimination. In: SCARANO, F.R. and FRANCO, A.C. (eds.). Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics. Series **Oecologia Brasiliensis**, PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil, n.4, p.1-22, 1998.
- MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e relações hídricas em laranjeira ‘valência’ enxertada sobre limoeiro ‘cravo’ e trifoliata e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.1, p.15-22, 1998.
- MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira ‘Valência’ sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, p.29-34, 1999.
- MEINZER, F.C.; GOLDSTEIN.; FRANCO, A. C.; BUSTAMANTE, M.; IGLER, E.; JACKSON, P.; CALDAS, L.; RUNDEL, P.W. Atmospheric and hydraulic limitations on transpiration in Brazilian cerrado woody species. **Functional Ecology**. 13:273-282, 1999.
- MELLO, H.A. “Contribuição ao Estudo do Consumo de Água por *Eucalyptus alba* Reinw., *Piptadenia regida*, Benth e *Astronium urundeuva* (Fr. Alemm) Engl”. **Segunda Conferência Mundial do Eucalipto**. São Paulo, FAO, Documentos: 1015-1029. 1961.

- MIELE, A. Influência do sistema de condução na evolução dos açúcares redutores e da acidez total durante a maturação da uva: relação com área foliar, radiação solar e fotossíntese. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, p.32-40, 1989.
- MILLAR, A.A.; GARDNER, W.R.; GOLTZ, S.M. Internal water status and water transport in seed onion plants. **Agronomy Journal**, 63:779-784, 1971.
- MORAES, J.A.P.V.; PEREZ, S.C.J.G.A.; CARVALHO JR., L.F. Curso diário do potencial da água e da resistência estomática em plantas de cerrado. **Ann: Messouri Botânica Garden**, 27:13-23, 1989.
- MORAES, J.A.P.V.; PRADO, C. C.H.B.A. Photosynthesis and water relations in Cerrado vegetation. In Scarano, F. R. and A. C. Franco (eds.). Ecophysiological strategies of Xerophytic and amphibious plants in the neotropics. **Series Oecologia Brasiliensis**, PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil. v.4, p.45-63, 1998.
- MORGAN, J.M. Adaptation to water deficits in three grain legume species. Mechanisms of turgor maintenance. **Field Crops Research**, 29:91-106, 1991.
- MORISON, J.I.L. Intercellular CO₂ concentration and stomatal response to CO₂. In: Zeiger E., Farquhar G. D., Cowan I. R. (editores) **Stomatal Function**. Stanford University Press, Stanford, California, 1987.
- MURPHY, C.E.; KNOERR, K.R. The evaporation of intercepted rainfall from a forest stand: an analysis by simulation. **Water resources research**, Washington, v.11, n.2, p.273-80, 1975.
- NEMANI, R.; RUNNING, S.W. Testing a theoretical climate-soil-leaf area hydrologic equilibrium of forest using satellite data ecosystem simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, 44: 254-260, 1989.
- NEVES-BARBIERO, C.C.; FRANCO, A.C.; BUCCJ, S.J.; GOLDSTEIN, G. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v.12, n.2, p.119-134, 2000.
- NOGUEIRA, R.J.M.C. **Expressões fisiológicas da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) em condições adversas**. 207 pp. Tese (Doutorado). UFSCar, São Carlos. SP. 1997.
- NOGUEIRA, R.J.M.C.; MELO FILHO, P. da A.; ARAÚJO, E. de L. Expressões ecofisiológicas de germoplasma de *Hancornia speciosa* Gomes cultivado no litoral de Pernambuco. **Ciência Rural**, 29(4), (in press), 1999.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V. Ecofisiologia da acerola I – Resistência difusiva e temperatura foliar. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 8, 1996. São Carlos. **Anais**. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, v.8, p.1085-1091, 1998.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SANTOS, R.C. dos. Alterações fisiológicas do amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.41-45, 2000c.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SANTOS, R.C. dos; BEZERRA NETO, E; SANTOS, V.F. Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim submetidas a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.1963-1969, 1998.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SANTOS, R.C.; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, V.F. Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim submetidas a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33:1963-1969, 1998b.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA JR., J.F. Resistência estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de gravioleira. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.491-495, jul./set., 2001.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA JÚNIOR, J.F. da; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; BURITY, H.A.; SANTOS, V.F. dos. Comportamiento estomático y tensión de agua em el xilema de dos genotipos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) cultivados bajo estrés hídrico. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* v. 15 (3), 2000b.

NOGUEIRA, R.M.C.; MORAES, J.A.P.V. de; BURITY, H.A. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1331-1342, 2000a.

NOGUEIRA, R.M.C.; MORAES, J.A.P.V. de; BURITY, H.A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.1, p.75-87, 2001.

OLIVEIRA, J.B. de. **Solos para citros**. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, J.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.S. (eds.) *Citricultura brasileira*, 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p.196-227. 1991.

OLIVEIRA, J.B.; ROTTA, C.L. **Levantamento pedológico semidetalhado dos solos do estado de São Paulo**. *Quadrícula* Campinas. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 169 p.

OLIVEIRA, M.N.S. de; OLIVEIRA, L.E.M.; SOARES, A.M. Comportamento de plantas jovens de algumas espécies frutíferas tropicais e subtropicais. En: **V Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, Lavras, MG, p.309, 1995.

OLIVEIRA, S.L. de. **Evapotranspiração dos citros em Cruz das Almas, Bahia** por Sizernando Luiz de Oliveira e Ygor da Silva Coelho. Cruz das Almas, EMBRAPA/CNPMPF, 1980. 8p. (CNPMPF. Circular Técnica, 4).

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JR., M. J.; ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo dos citros. **Citricultura Brasileira**, v.1, p.153-195, 1991.

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**, 4:27-31, 1992.

PELACANI, C.R.; CRUZ, J.L.; SOARES FILHO, W.S. Avaliação preliminar de híbridos de citrus para tolerância ao estresse hídrico. En: **V Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, Lavras, MG, p.389, 1995.

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

PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. Determinações de potencial hídrico, condutância estomática e potencial osmótico em espécies dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo de um cerradão. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 3:27-37, 1991.

PETERSON, D.L.; SPANNER, M.A.; RUNNING, S.W.; TEUBER, K.B. Realltion of thematic mapper simulator of leaf area index of temperate coniferous forest. **Remote Sensing of Environment**, 22: 323-341, 1987.

PIMENTEL GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agopecuária/** Frederico Pimentel Gomes, 1921 – Piracicaba, POTAFOS, 1984. 160p.: il

POMPÊO, C.A. **Balanço hídrico da zona não-saturada do solo na bacia do Ribeirão da Onça-SP**. 175p. Tese (Doutorado) – EESC – Universidade de São Paulo. 1990.

POMPEU JUNIOR, J. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J. e AMARO, A.A., eds. **Citricultura brasileira**. 2ed. Campinas, Fundação Cargill, 1991. p.265-280.

QUISENBERRY, J.E.; ROARK, B.; McMICHAEL, B.L. Use of transpiration decline curves to identify drought-tolerant cotton germplasm. **Crop Science**, 22:918-922, 1982.

RAWSON, H.M.; BEGG, J.E.; WOODWARD, R.G. **The effect of atmospheric humidity on**

photosynthesis, transpiration and water use efficiency of leaves of several plant species. n.134, p.5-10, 1977.

REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: REUTHER, W. (ed.) The citrus industry. Berkeley: University of California, v.3, p.280-337, cap.9, 1973.

RIEGER, M. Growth, gas exchange, water uptake and drought response of seedling-and cutting-propagated peach and citrus rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.117, p.834-840, 1992.

ROBERTS, J. Forest transpiration: a conservative hydrological process. **Journal of hydrology**, Amsterdam, 66:133-41, 1983.

ROBERTS, J.; PITMAN, R.M.; WALLACE, J.S. A comparison of evaporation from stands of scots and corsican pine in Thetford Chase, East Anglia. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, 19:859-72, 1982.

ROJAS, M.H.C. Relações hídricas e fotossíntese em espécies lenhosas de um cerrado strictu sensu em São Carlos, SP. 40f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. 2003.

ROSENOW, D.T.; QUISENBERRY, J.E.; WENDT, C.W.; CLARK, L.E. Drought tolerant sorghum and cotton germplasm. **Agric. Water Manag.** 7:207-222, 1983.

SALIBE, A.A. **Curso de especialização em citricultura a nível de pós-graduação.** Recife, s. ed., 1969. 175p.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology.** 4ed., California: Wadsworth Publishing Company, 1991. 682 p.

SAN JOSE, J.J. Potencial hídrico e intercâmbio gaseoso de *curatella americana* L. en la temporada seca de la sabana de Tractrypogon Acta Cient. **Venezoelana**, 23:373-379, 1977.

SANCHEZ-DIAZ, M.F.; MOONEY, H.A. Resistance to water transfer in desert *shrubs* native to Death Valley, California. **Physiology Plant.** v.46, p.139-146, 1979.

SANTOS FILHO, B.G. **Parâmetros biofísicos e fisiológicos associados à economia da água em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) submetidas a estresse hídrico.** Campinas, 1984. 158p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1984.

SARMIENTO, G.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. Adaptative strategies of woody species in neotropical savanas. **Biological Review**, 60:315-355, 1985.

- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 1974, 56p.
- SCHMIDHALTER, U. The gradient between predawn rhizoplane and bulk soil matric potentials, and its relation to the pre-dawn root and leaf water potentials of four species. **Plant, Cell and Environment**, 20:953-960, 1997.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. **Science**, 148:339-346, 1965.
- SCHOLANDER, P.F.I.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D. Hydrostatic pressure and osmotic potential of mangrove and some other plants. **Proc. Natur. Acad. Sci.**, 52:112-119, 1964.
- SCHOLEFIELD, P.B.; NEALES, T.F.; MAY, P. Carbon balance of the Sultana vine (*Vitis vinifera* L.) and the effects of autumn defoliation by harvest-pruning. **Australian Journal of Plant Physiology**, 5:561-570, 1980.
- SCHULZE, E.D. Soil, water deficits and atmospheric humidity as environmental signals. In Water deficits: plant responses from cell to community. Smith, J.A.C. and Griffiths, H. **BIOS Scientific Publisher**, Oxford, United Kingdom, 98-125, 1993.
- SCHULZE, E.D. The regulation of plant transpiration: interations of feedforward, feedback, and futile cycles. In: **Flux control in biological systems - from enzymes to populations and ecosystems**; ed. Shulze E. D., Academic Press, Inc. p.203-235, 1994.
- SCHULZE, E.D.; ROBICHAUX, R.H.; GRACE, J.; RUNDEL, P.W.; EHLERUNGER, J.R. Plant water balance. **BioScience**, 37:30-37, 1987.
- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E OBRAS. Departamento De Águas E Energia Elétrica (DAEE). **Banco de dados pluviométricos do estado de São Paulo – DAEE**. São Paulo: 1997. CD-Rom.
- SENA, J.O.A.; MEDINA, C.L.; VIRGENS FILHO, A.C.; CASTRO, P.R.C. Variação na transpiração e na resistência estomática de culturas perenes tropicais sob condições de disponibilidade e déficit de água. In: **Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, Lavras, MG. p.351, 1995.
- SHARKEY, T.D.; OGAWA, T. **Stomatal responses to lighth**. Zeiger E., Farquhar G. D., Cowan I. R. (editores) **Stomatal Function**. Stanford University Press, Stanford, California, p.195-208, 1987.

- SHEA, S.R.; HERBERT, E.J.; BARTLE, J.R. "An ecological approach to the active management of jarrah forest catchments in the south west of western Australia". In: **Hydrology Symposium Proc. Canberra, The Institution of Engineers**, pp. 155-162, 1978.
- SHIMAKURA, S.E. **Interpretação do coeficiente de correlação**. <<http://www.est.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>, 12/01/2005.
- SILVA, B.G.; LEMOS FILHO, J.P. de. Relações hídricas em espécies lenhosas no campus Pampulha/UFMG, Belo Horizonte, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.4 (suplemento), p.519-525, dez., 2001.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.
- SINCLAIR, R. "Water Potential and Stomatal Conductance of Three Eucalyptus Species in the Mount Lofty Ranges, South Australian: Response to Summer Drought". **Australian Journal of Botany**, 28:499-510, 1980.
- SINGH, V.P. Computer Models of Watershed Hydrology, **Water Resource Publications**, Highlands Ranch, CO, USA, 1995, 1130 pp.
- SIQUEIRA SAMPAIO, E.L. **Probabilidade de atendimento natural das necessidades hídricas dos citros no Estado de São Paulo**. 147p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP. 1990.
- SMITH, M.K.; WATSON, K.K.; PILGRIM, D.H. **A comparative study of the hydrology of radiata pine and eucalypt forests at Lidsdale**, New South Wales. Institution of Engineers, Australia, C. E. Transactions, CE – 16: 82-86, 1974.
- SOARES, Â.M.; OLIVEIRA, L.E.M. de; SALES, J. de F. **Trocas gasosas e seringueiras em consórcio** <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=322>>, 09/01/2005.
- STEWART, J.B. Evaporation from forests. In: **IUFRO WORLD CONGRESS**, 17, Kyoto, Div. I. p.129-38, 1981.
- SWANK, W.T.; DOUGLAS, J.E. Streamflow greatly reduced by converting deciduous hardwood stands to pine. **Science**, 185:857-859, 1974.
- SYVERTSEN, J.P.; ALBRIGO, L.G. Seasonal and diurnal citrus leaf and fruit water relations. **Botanical Gazette**, v.141, n.4, p.440-446, 1980.
- TEIXEIRA FILHO, A. de J.; TEIXEIRA FILHO, J. Determinação da transpiração foliar em citrus Laranja Pêra (*Citrus sinensis* Osbeck) variedade Valência em função da radiação

fotossinteticamente ativa. In: **XXI Congresso Latinoamericano de Hidráulica**. São Pedro, São Paulo, 18 a 22 de outubro de 2004.

TEIXEIRA FILHO, J. **Analyse et modélisation du fonctionnement hydrique d'un écosystème forestier méditerranéen - Spatialisation à l'échelle du bassin versant**. 312p. Tese (Doutorado) - Université de Montpellier II - Science et Technique du Languedoc. 1995.

TEIXEIRA FILHO, J.; RAMBAL, S.; LACAZE, B.; LOINTIER, M. Mapping maximal canopy transpiration over a Mediterranean watershed. In: **PROGRESS IN ENVIRONMENTAL REMOTE SENSING RESEARCH AND APPLICATION SYMPOSIUM, 15**. Proceedings of the 15th EARSeL, p.379-384, 1995.

TEIXEIRA FILHO, J.; RAMBAL, S.; LACAZE, B.; LOINTIER, M. Mapping maximal canopy transpiration over a Mediterranean watershed. In: **PROGRESS IN ENVIRONMENTAL REMOTE SENSING RESEARCH AND APPLICATION SYMPOSIUM, 15**. **Proceedings of the 15th EARSeL**, p. 379-384, 1995.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; CAETANO, A.A.; VIOLANTE NETTO, A. Flórida e São Paulo, os maiores pólos citrícolas do mundo. **Laranja**, Cordeirópolis, 3:233-64, 1982.

TOZATTI, G. Notícias da Florida. **Citricultura atual**. v.4, n.24, p.3, 2001.

Universidade Estadual de Campinas.
<http://www.unicamp.br/unicamp/images/localizacao_mapasaopaulo.gif>, 09/01/2005.

VERTUAN, C.A. **Dinâmica dos fluxos de transpiração de três variedades de cana-de-açúcar**. 75p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade estadual de Campinas, Campinas. 2003.

VIACAVA, C. Mercado interno e externo de suco cítrico. **Laranja**, Cordeirópolis. 8:541-549, 1987.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1991. 449p.

VIEIRA, D.B. Irrigação de citros. In: RODRIGUEZ, O e VIÉGAS, F.C.P., coord. **Citricultura brasileira**. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1990. (No prelo).

- VILLAÇA, H.; FERRI, M.G. "Transpiração de *Eucalyptus tereticornis*". In: **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras**, USP. Série Botânica, 11: 1-29, 1954.
- WEBBER, H.J. History and development of the citrus industry. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D., ed. **The citrus industry**. Riverside, Univ. of California, v.1, cap.1, p.1-39, 1967.
- WHITEHEAD, D.; OKALI, D.U.U.; FASEHUN, F.E. Stomatal response to environmental variables in two tropical forest species during the dry season in Nigeria. **Journal of Applied Ecology**, 18: 571-87, 1981.
- WIEGNARD, C.L.; RICHARDSON, A.J. Use of spectral vegetation indices to infer leaf area, evapotranspiration and yield. **Agronomy Journal**, 82: 623-629, 1990.
- WIGMOSTA, M.S.; LANCE, W.V.; LETTENMAIER, J. A distributed hydrology-vegetation model for complex terrain. **Water Resources Research**, 30(6): 1665-1679, 1994.
- WITHERS, J.R. "Studies on the Status of Unburnt Eucalyptus Woodland at Ocean Grove, Victoria. III Comparative Water Relations of the Major Tree Species". **Australian Forestry**, 42: 243-247, 1978.
- WITT, 1978 <<http://www.atech.br/agenda21.as/workshop/work003.htm>> 12/03/2004.
- WOOD, J.G. "The Physiology of Xerophytism in Australian Plants". **Journal of Ecology**, 22:69-87, 1934.
- XUE, Q.; WEISS, A.; ARKEBAUER, T.J.; BAENZIGER, P.S. Influence of soil water status and atmospheric vapor pressure deficit on leaf gas exchange in field-grown winter wheat. **Environmental and Experimental Botany**, 51:167-179, 2004.
- YONG, J.W.H.; WONG, S.C.; FARQUHAR, G.D. Stomatal responses to changes in vapour pressure difference between the leaf and air. **Plant, Cell and Environment**, 20: 1213-1216, 1997.
- ZABADAL, T.J. A water-potential threshold for the increase of abscisic in leaves. **Plant Physiology**, 53:125-127, 1974.
- ZANINI, J.R.; PAVANI, L.C.; SILVA, J.A.A. **Irrigação em citros**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 34p.
- ZHANG, J.; DAVIES, W.J. Sequential response of whole plant water relations to prolonged soil drying and the involvement on xylem sap ABA regulation in the regulation of stomatal behavior of sunflower plants. **New Phytologist**, London, 113:167-74, 1989.

ZIMMERMANN, M.H. Xylem structure and the ascent of sap. **Springer series in Wood Science**, Springer-Verlag, 143p., 1983.

APÊNDICE A

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado em função tempo)

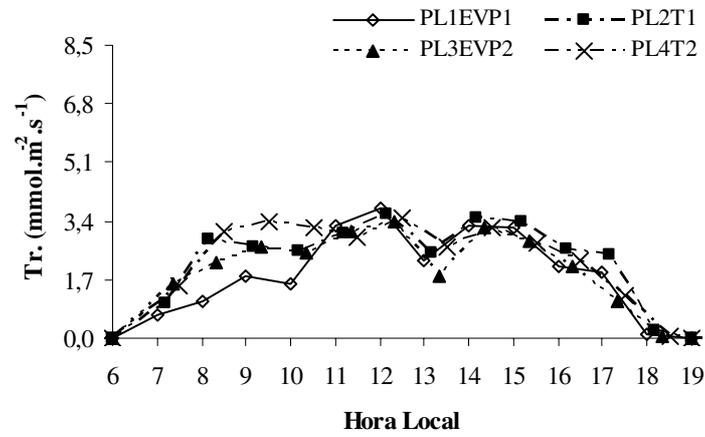


Figura 124. Transpiração foliar, 17/03/2003.

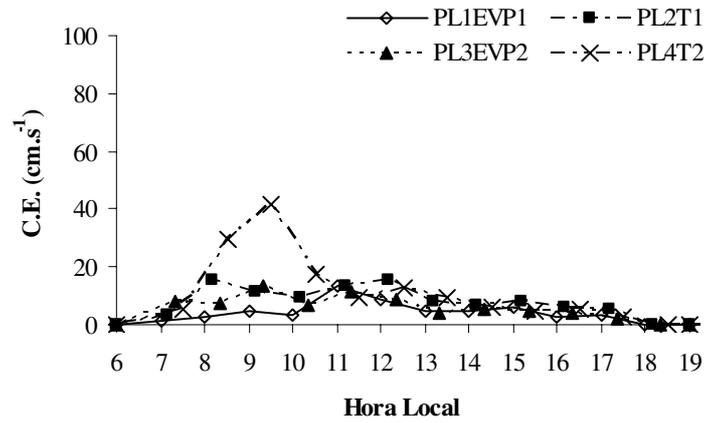


Figura 125. Condutância estomática, 17/03/2003.

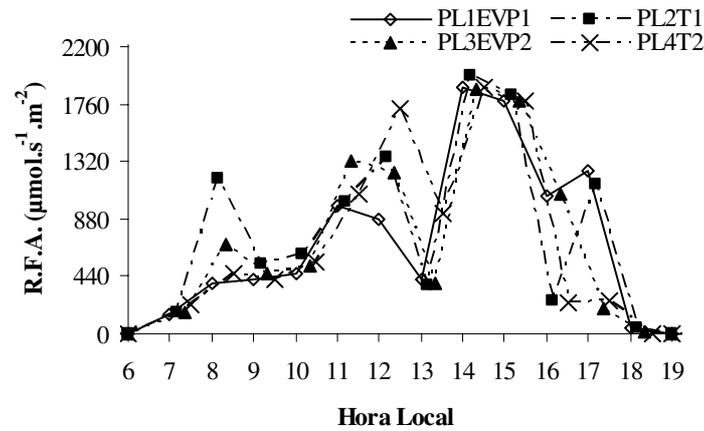


Figura 126. Radiação fotossinteticamente ativa, 17/03/2003.

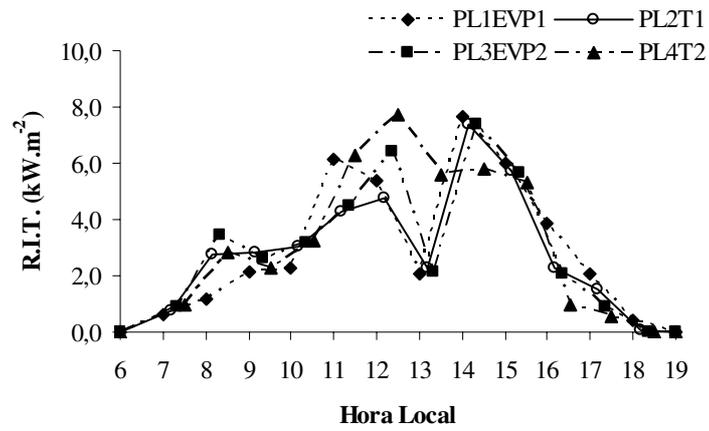


Figura 127. Radiação incidente total, 17/03/2003.

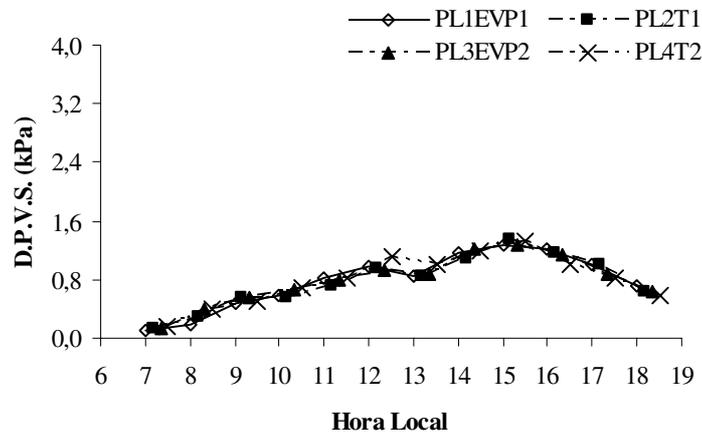


Figura 128. Déficit de pressão de vapor saturado, 17/03/2003.

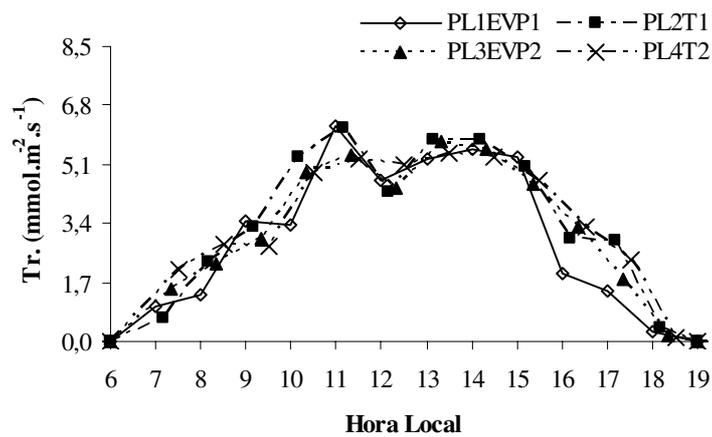


Figura 129. Transpiração foliar, 20/03/2003.

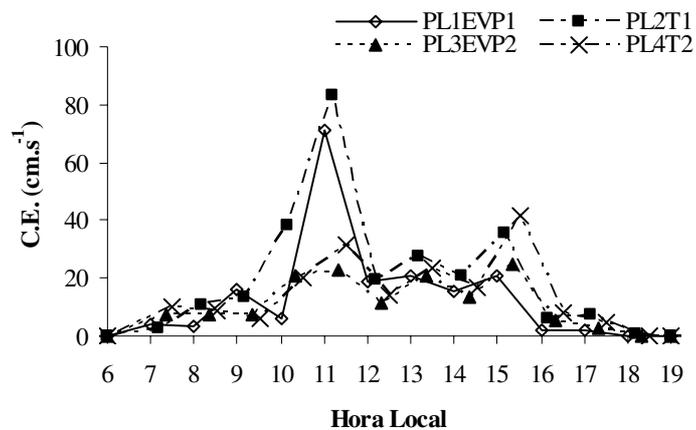


Figura 130. Condutância estomática foliar, 20/03/2003.

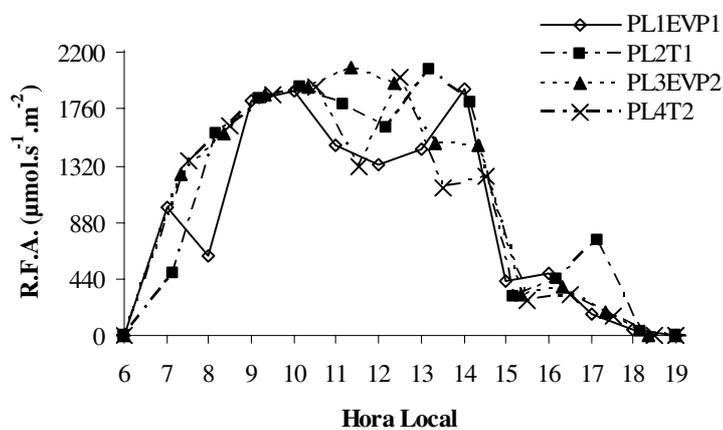


Figura 131. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 20/03/2003.

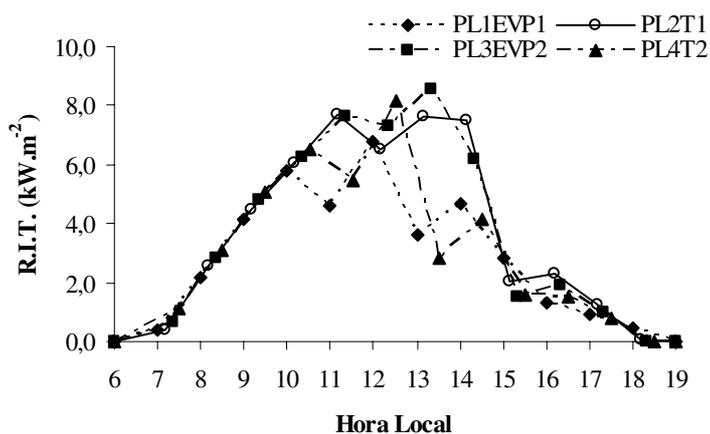


Figura 132. Radiação incidente total, 20/03/2003.

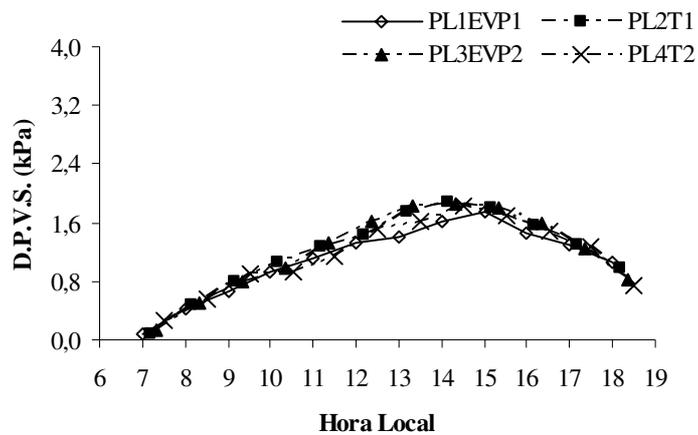


Figura 133. Déficit de pressão de vapor saturado, 20/03/2003.

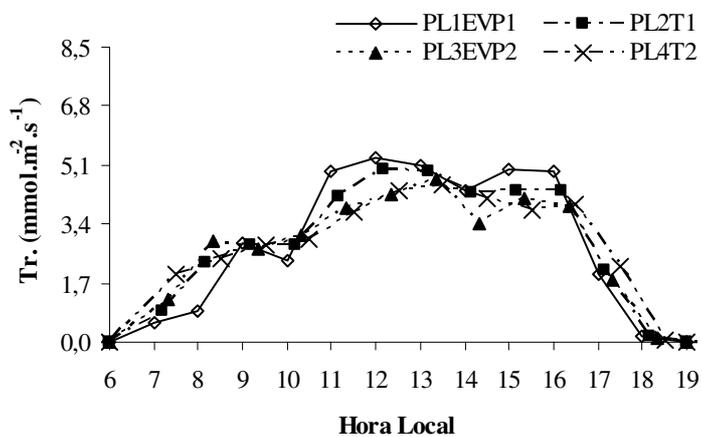


Figura 134. Transpiração foliar, 24/03/2003.

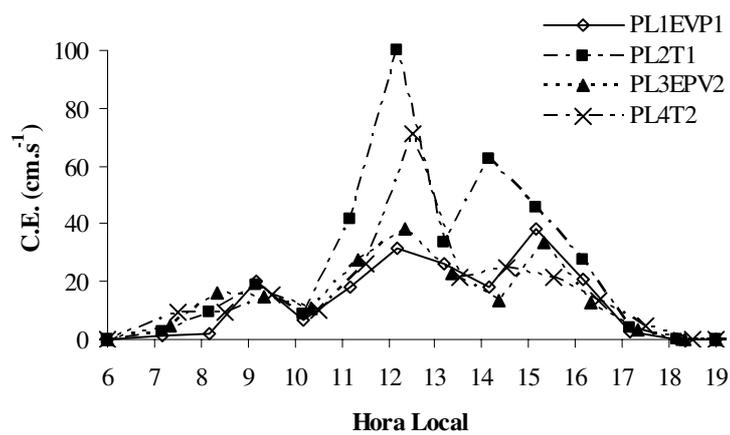


Figura 135. Condutância estomática foliar, 24/03/2003.

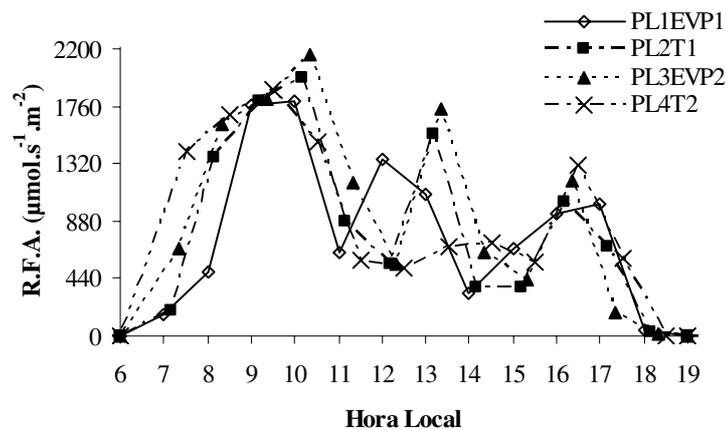


Figura 136. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 24/03/2003, respectivamente.

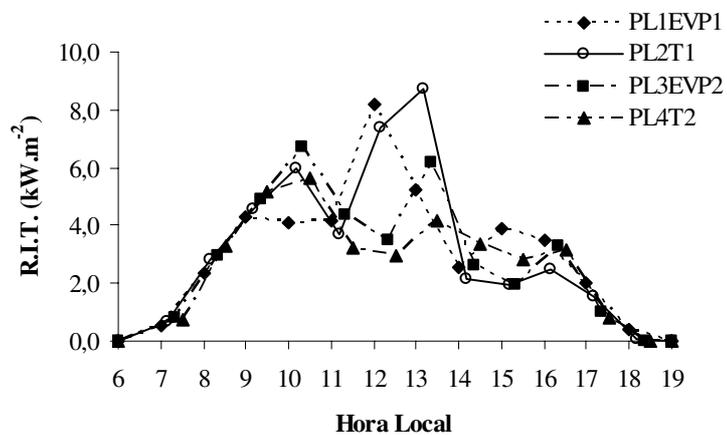


Figura 137. Radiação incidente total, 24/03/2003.

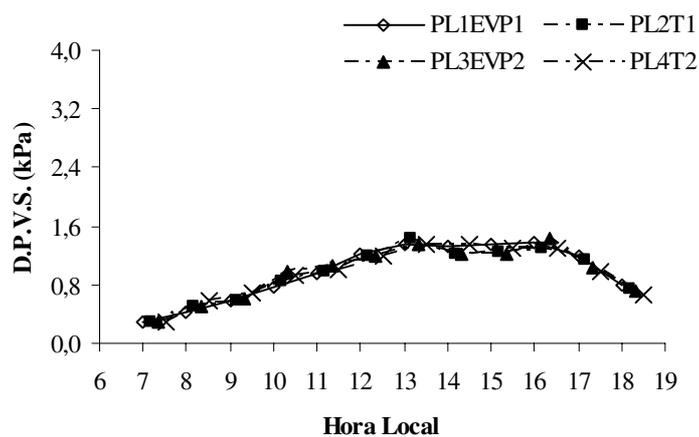


Figura 138. Déficit de pressão de vapor saturado, 24/03/2003.

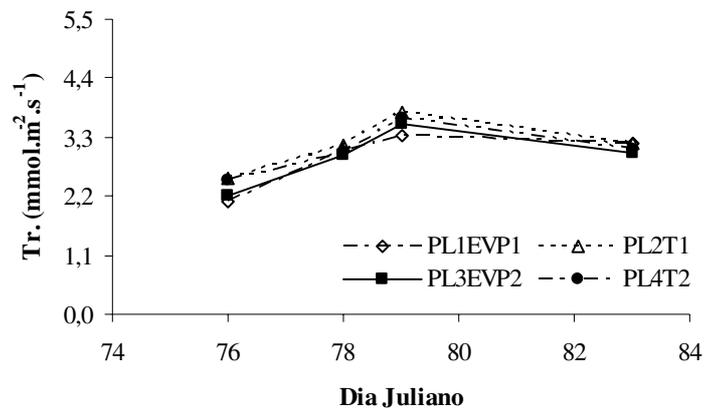


Figura 139. Média diária da Tr dos dias 17, 19, 20 e 24/03/2003, respectivamente.

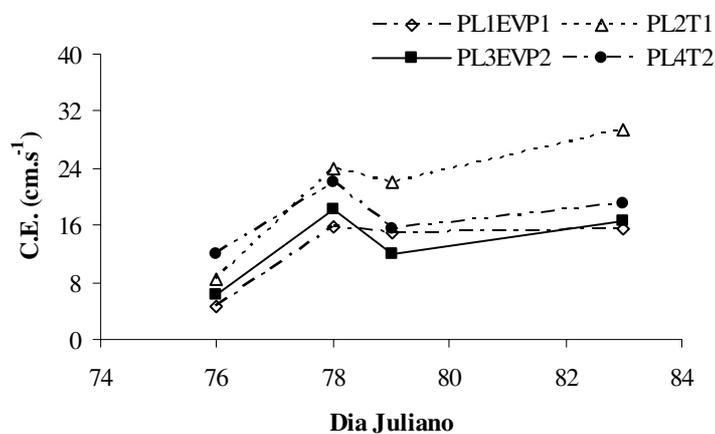


Figura 140. Média diária da C.E, dos dias 17, 19, 20 e 24/03/2003, respectivamente.

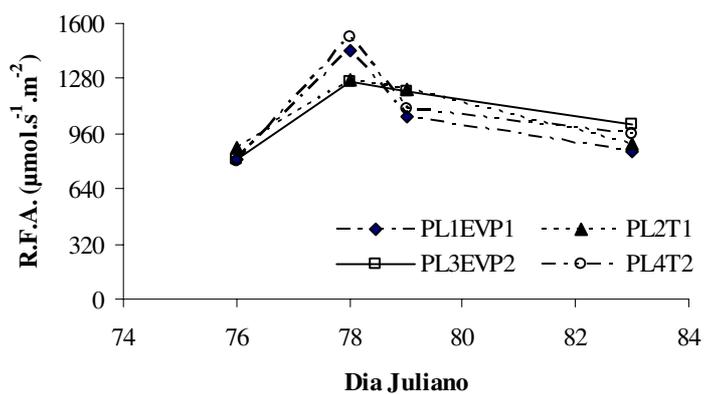


Figura 141. Média diária da R.F.A dos dias 17, 19, 20 e 24/03/2003, respectivamente.

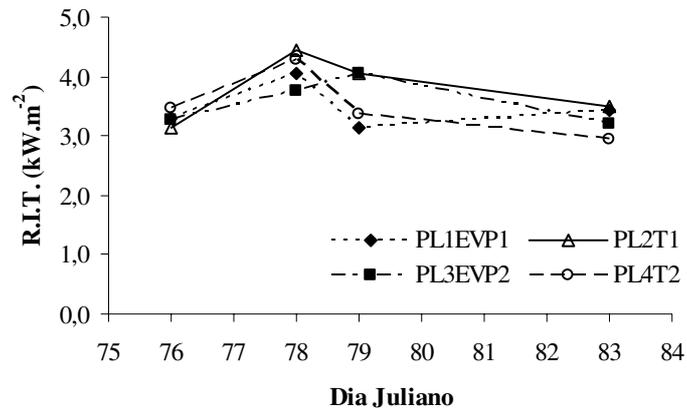


Figura 142. Média diária da R.I.T dos dias 17, 19, 20 e 24/03/2003, respectivamente.

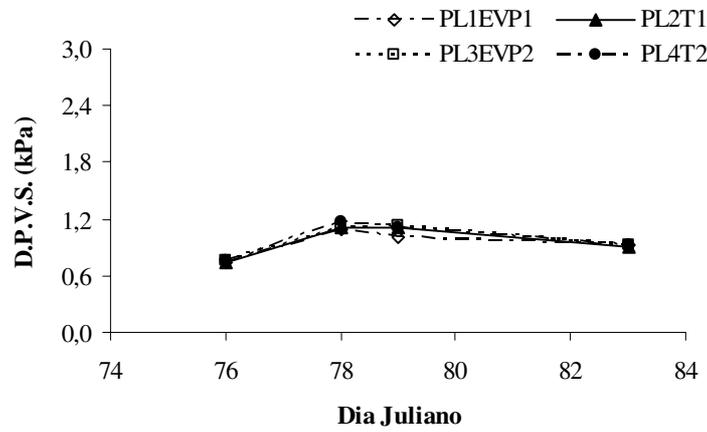


Figura 143. Média diária do D.P.V.S dos dias 17, 19, 20 e 24/03/2003, respectivamente.

APÊNDICE B

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total e déficit de pressão de vapor saturado em função tempo)

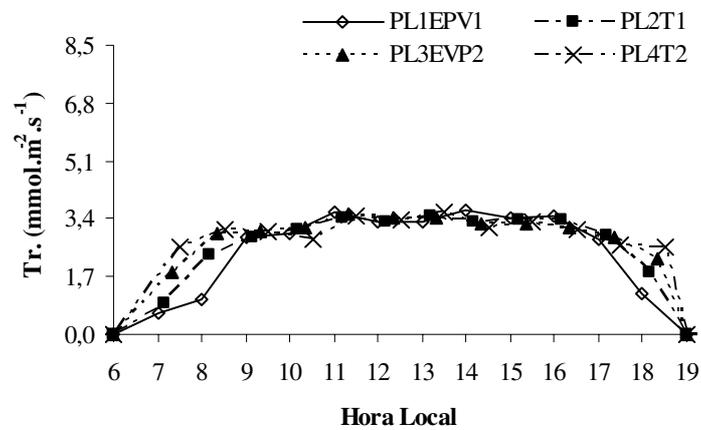


Figura 144. Transpiração foliar, 29/03/2003.

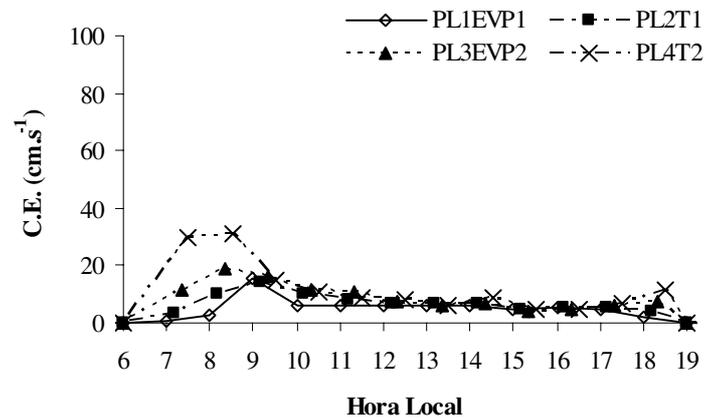


Figura 145. Condutância estomática foliar, 29/03/2003.

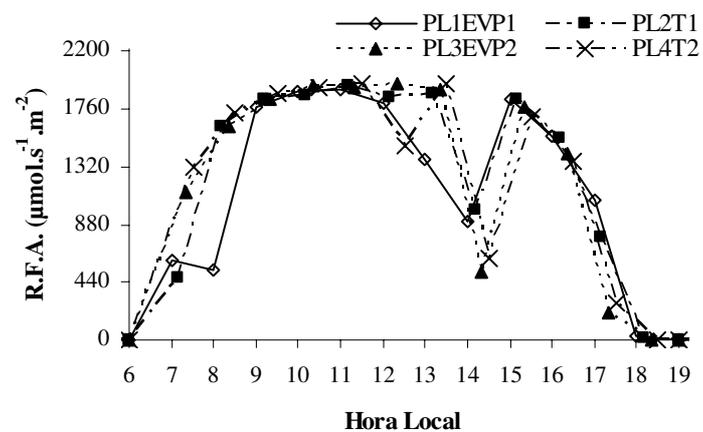


Figura 146. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 29/03/2003.

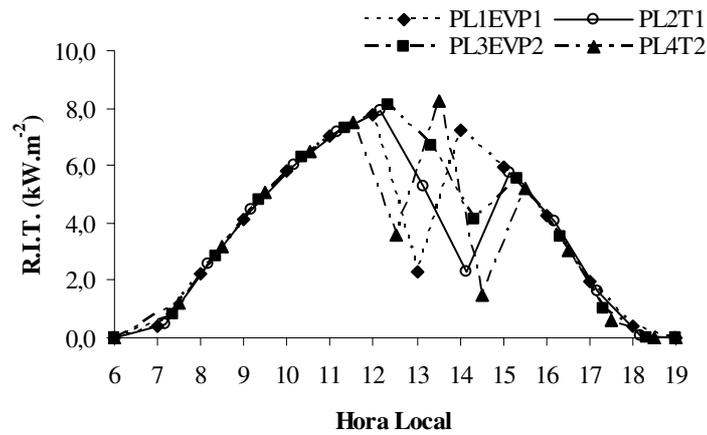


Figura 147. Radiação incidente total, 29/03/2003.

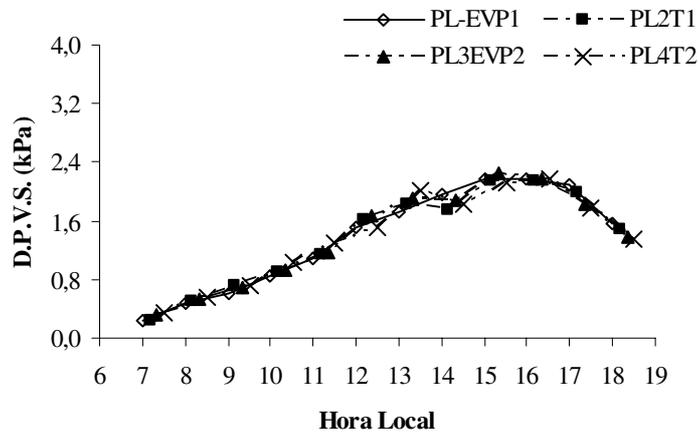


Figura 148. Déficit de pressão de vapor saturado, 29/03/2003.

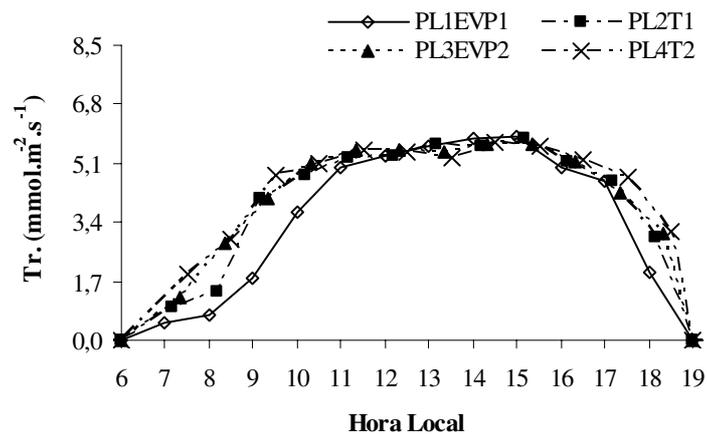


Figura 149. Transpiração foliar, 31/03/2003.

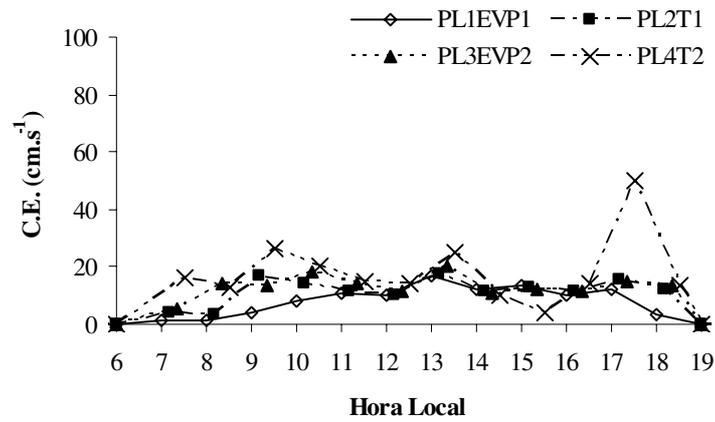


Figura 150. Condutância estomática foliar, 31/03/2003.

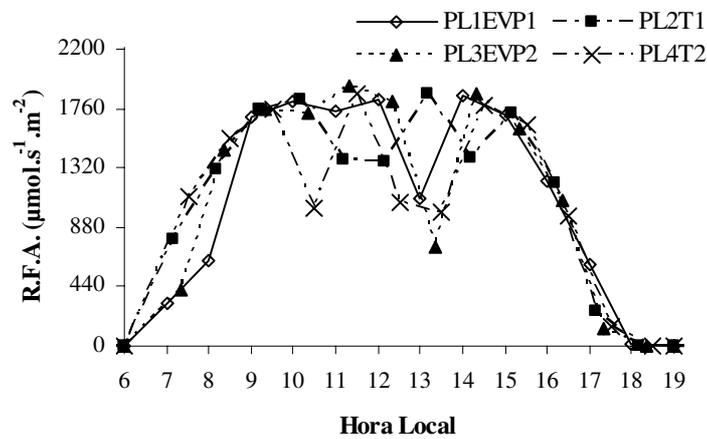


Figura 151. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 31/03/2003.

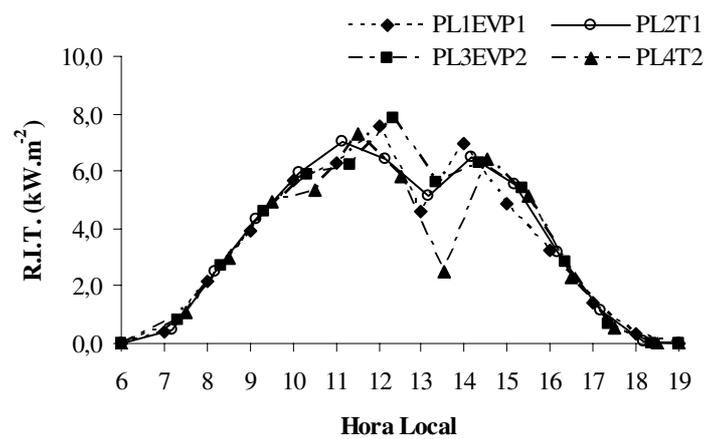


Figura 152. Radiação incidente total, 31/03/2003.

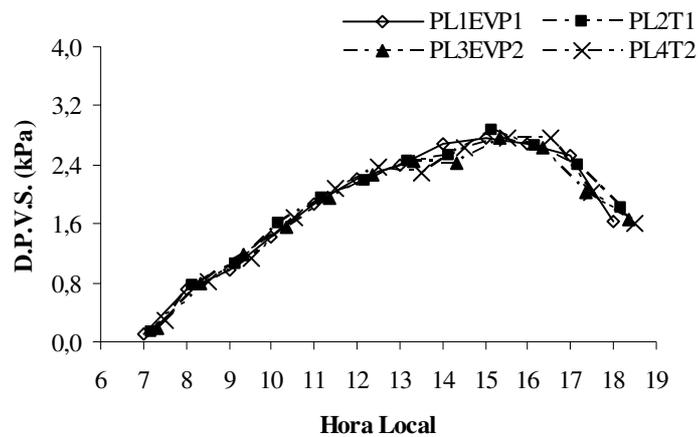


Figura 153. Déficit de pressão de vapor saturado, 31/03/2003.

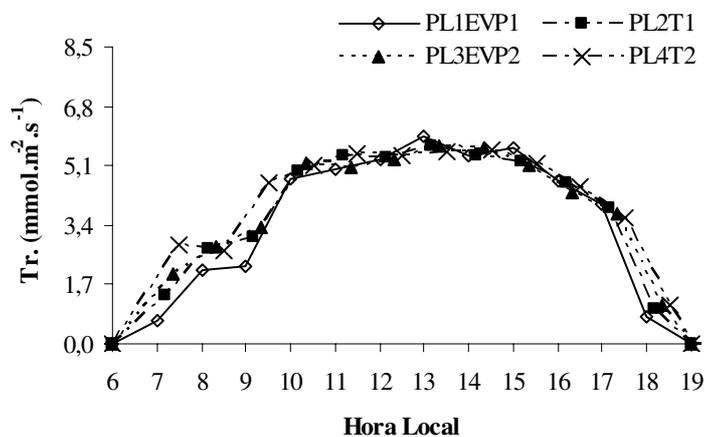


Figura 154. Transpiração foliar, 01/04/2003.

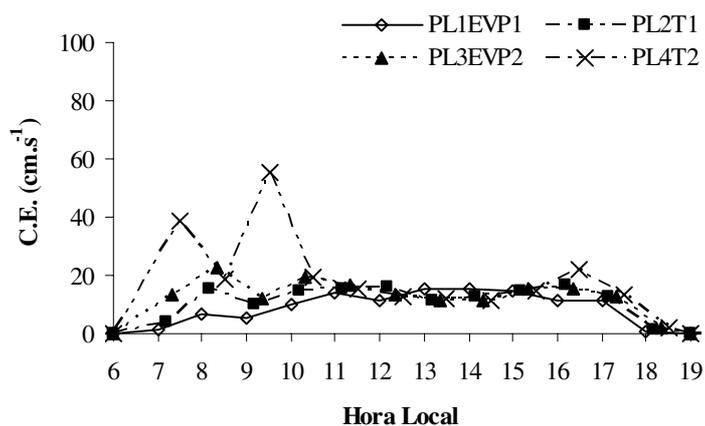


Figura 155. Condutância estomática foliar, 01/04/2003.

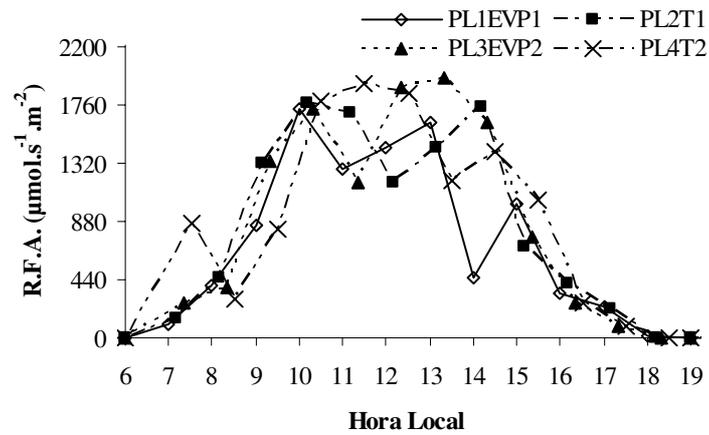


Figura 156. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 01/04/2003.

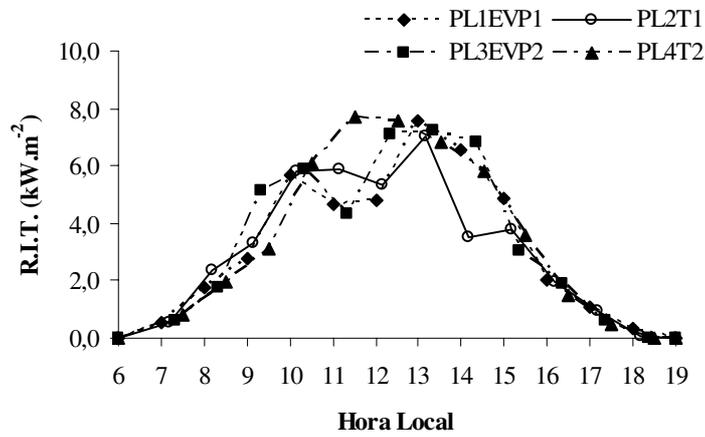


Figura 157. Radiação incidente total, 01/04/2003.

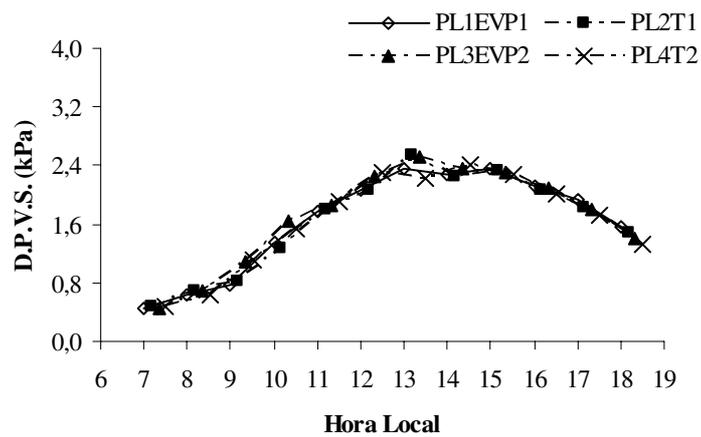


Figura 158. Déficit de pressão de vapor saturado, 01/04/2003.

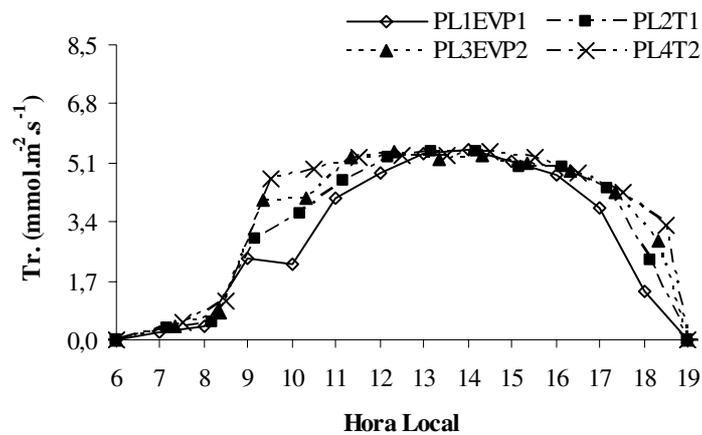


Figura 159. Transpiração foliar, 02/04/2003.

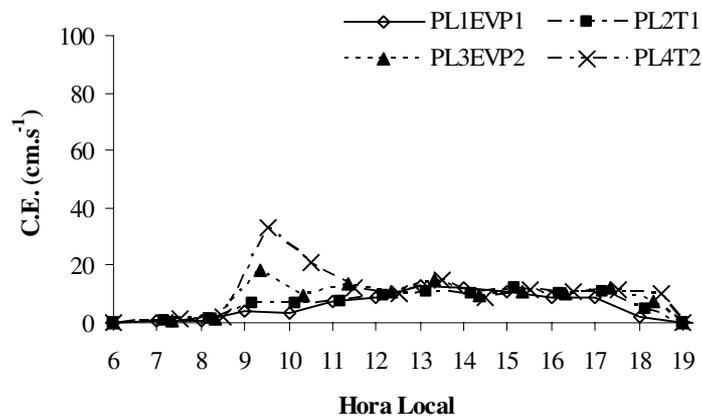


Figura 160. Condutância estomática foliar, 02/04/2003.

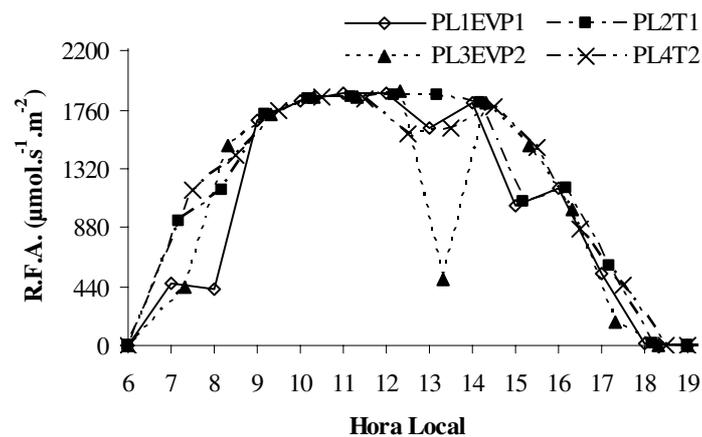


Figura 161. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 02/04/2003.

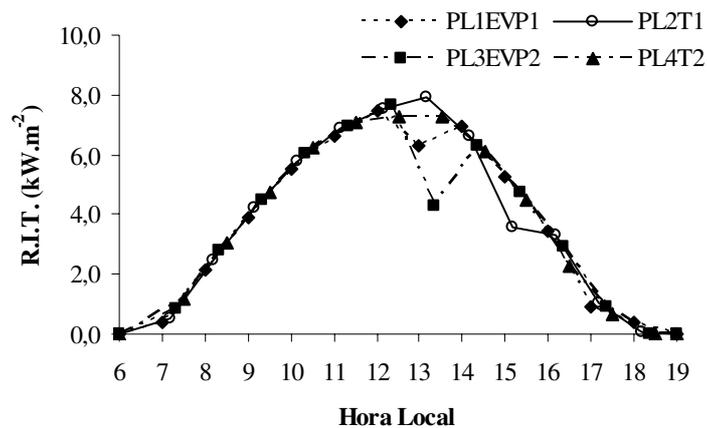


Figura 162. Radiação incidente total, 02/04/2003.

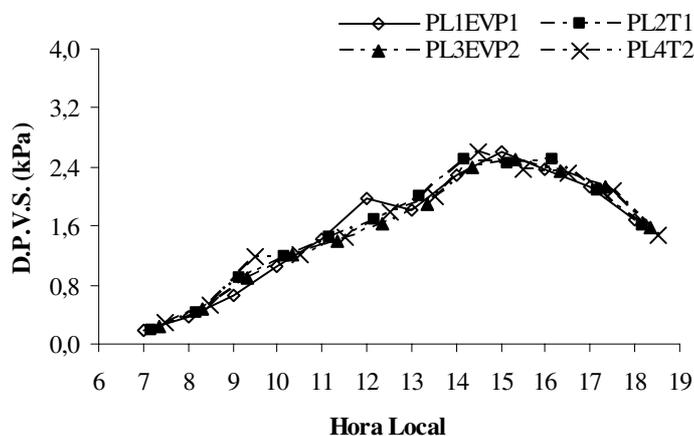


Figura 163. Déficit de pressão de vapor saturado, 02/04/2003.

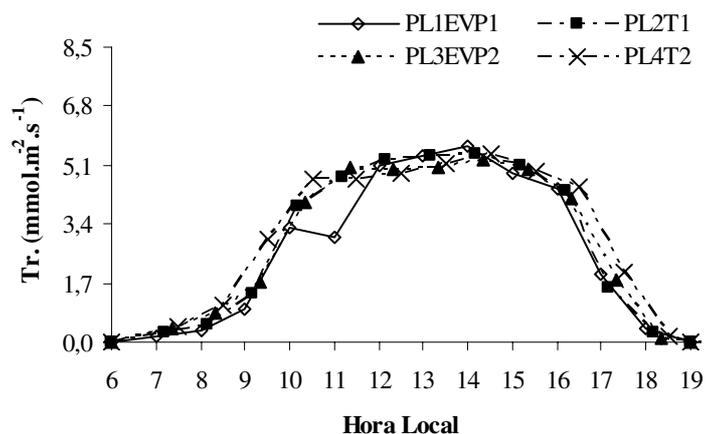


Figura 164. Transpiração foliar, 03/04/2003.

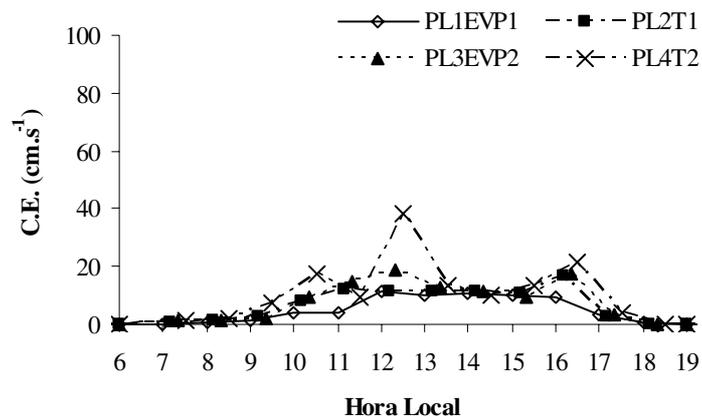


Figura 165. Condutância estomática foliar, 03/04/2003.

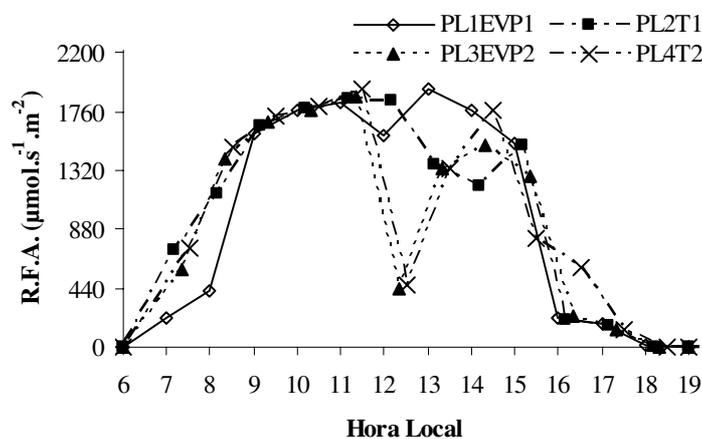


Figura 166. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 03/04/2003.

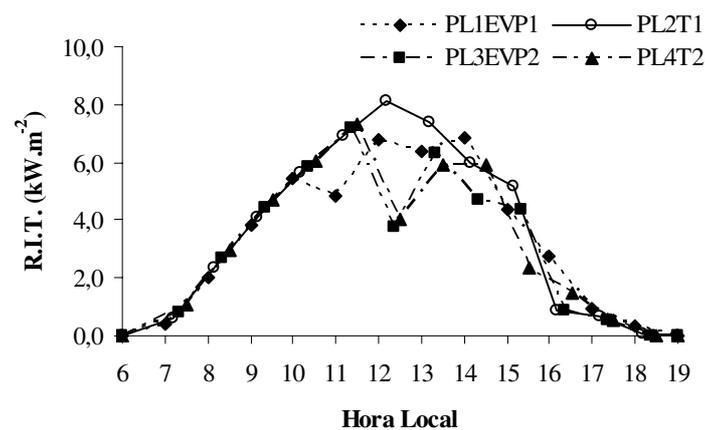


Figura 167. Radiação incidente total, 03/04/2003.

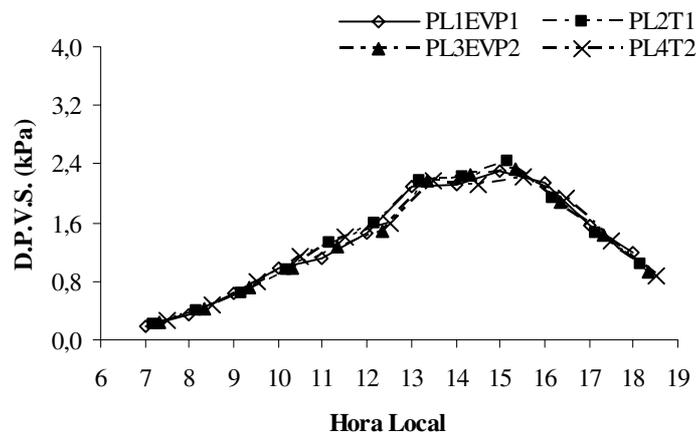


Figura 168. Déficit de pressão de vapor saturada, 03/04/2003.

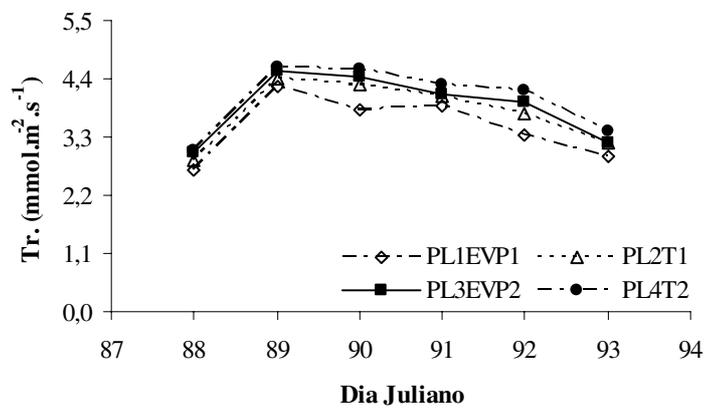


Figura 169. Média diária da Tr do período de 29/03 a 03/04/2003.

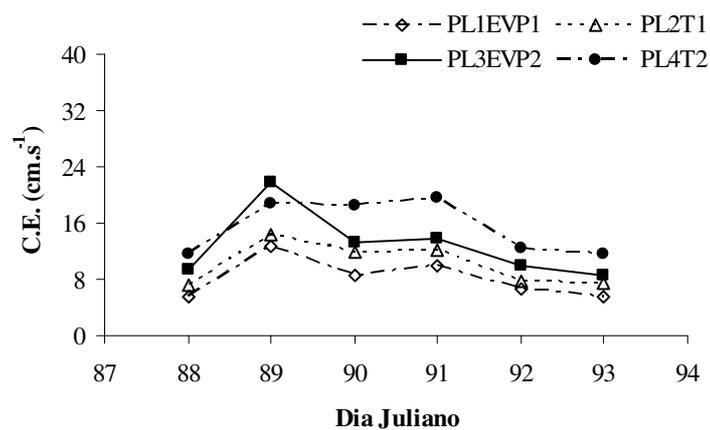


Figura 170. Média diária da C.E do período de 29/03 a 03/04/2003.

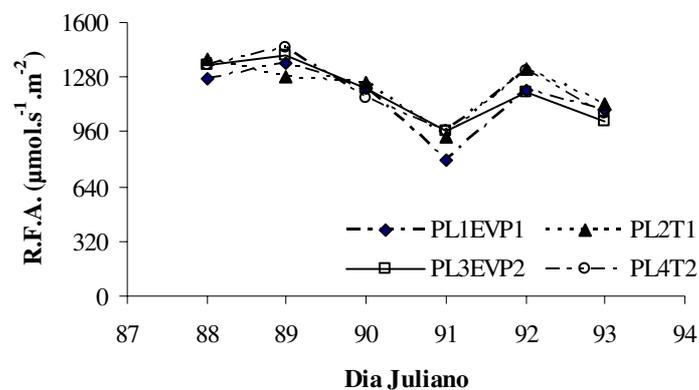


Figura 171. Média diária da R.F.A do período de 29/03 a 03/04/2003.

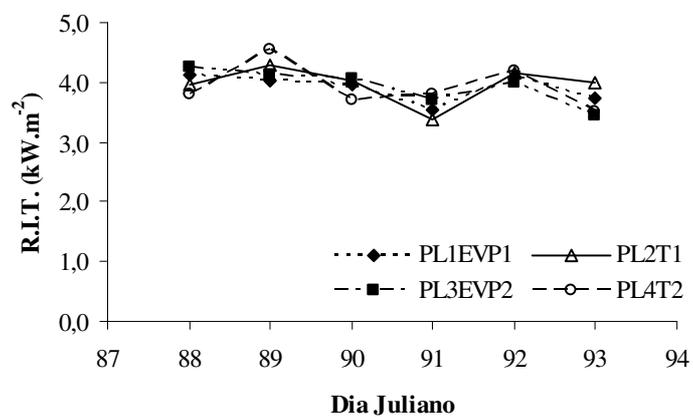


Figura 172. Média diária da R.I.T do período de 29/03 a 03/04/2003.

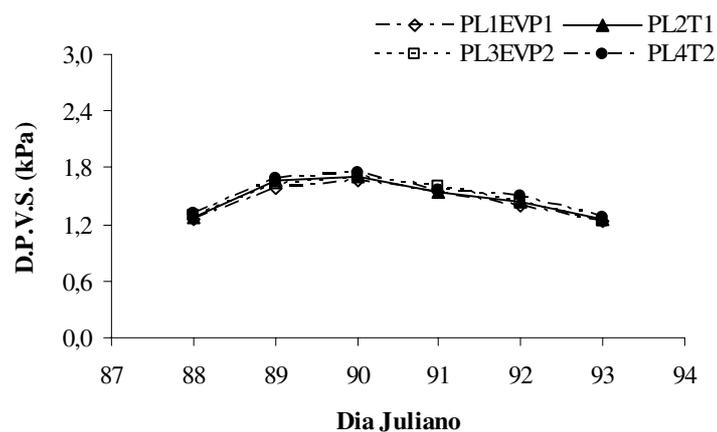


Figura 173. Média diária do D.P.V.S do período de 29/03 a 03/04/2003.

APÊNDICE C

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total e déficit de pressão de vapor saturado em função tempo)

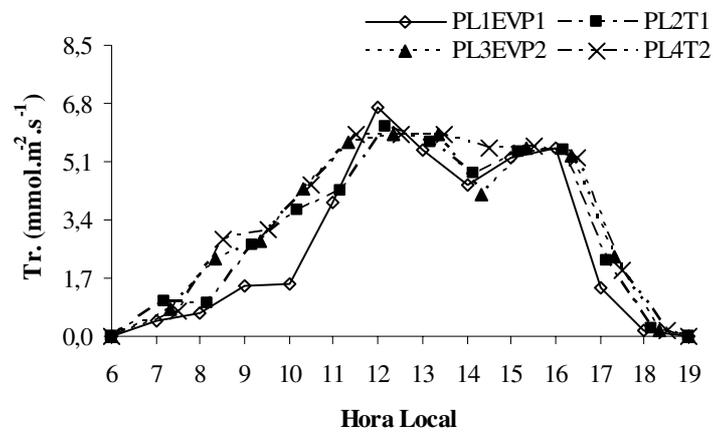


Figura 174. Transpiração foliar, 23/04/2003.

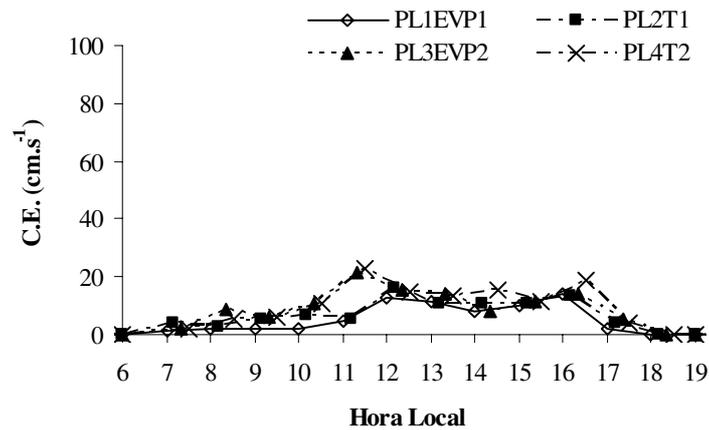


Figura 175. Condutância estomática foliar, 23/04/2003.

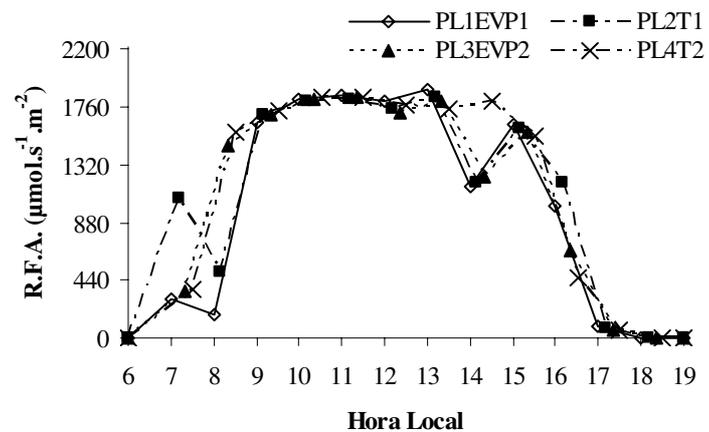


Figura 176. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 23/04/2003.

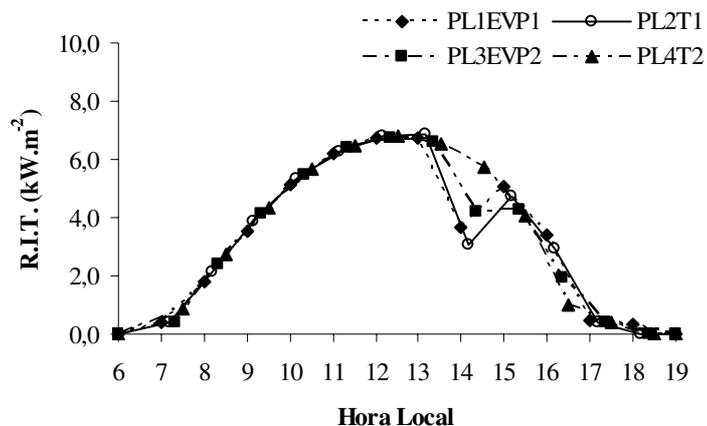


Figura 177. Radiação incidente total, 23/04/2003.

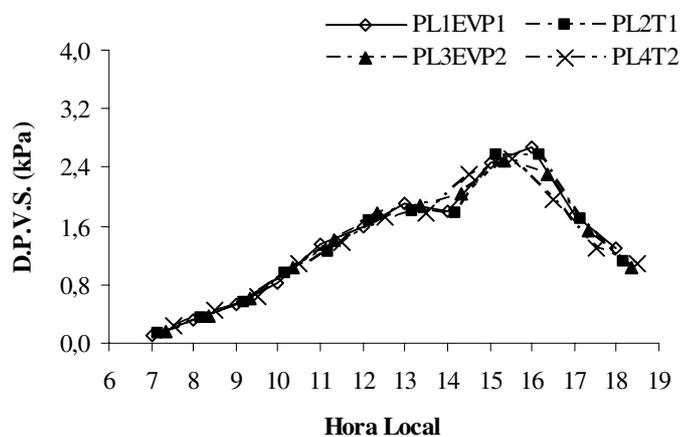


Figura 178. Déficit de pressão de vapor saturado, 23/04/2003.

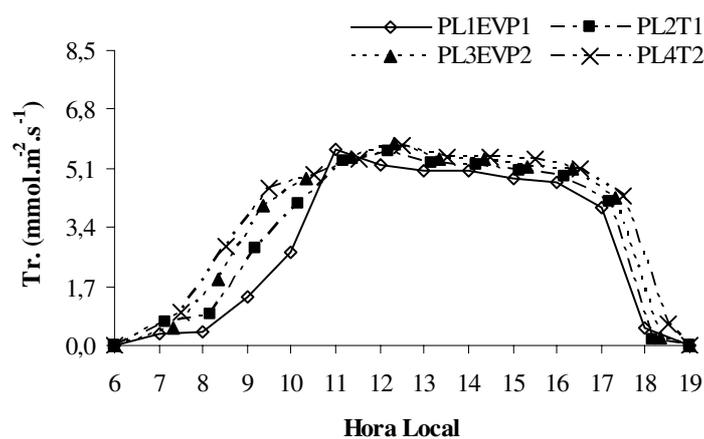


Figura 179. Transpiração foliar, 24/04/2003.

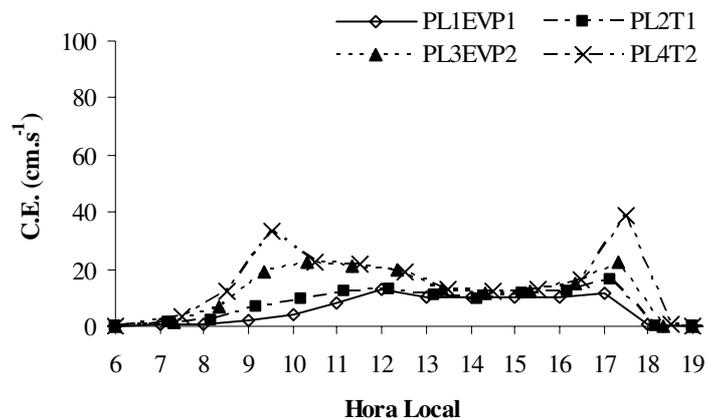


Figura 180. Condutância estomática foliar, 24/04/2003.

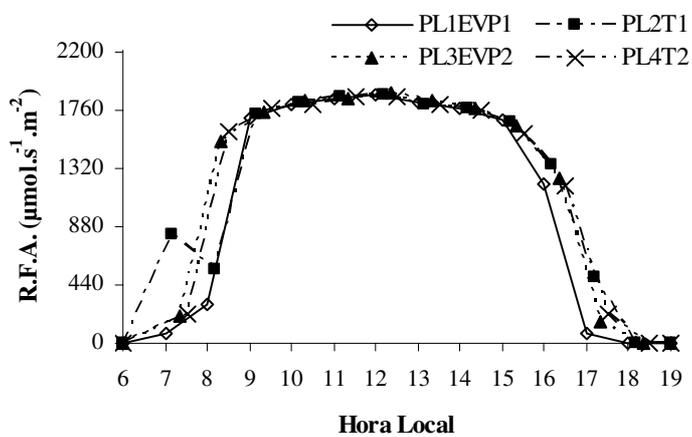


Figura 181. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 24/04/2003.

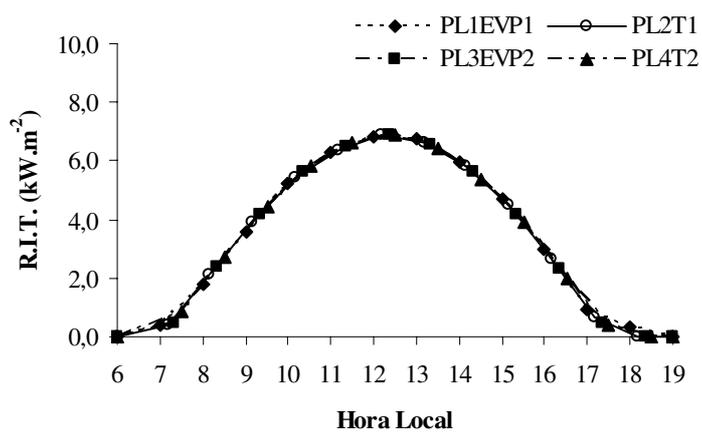


Figura 182. Radiação incidente total, 24/04/2003.

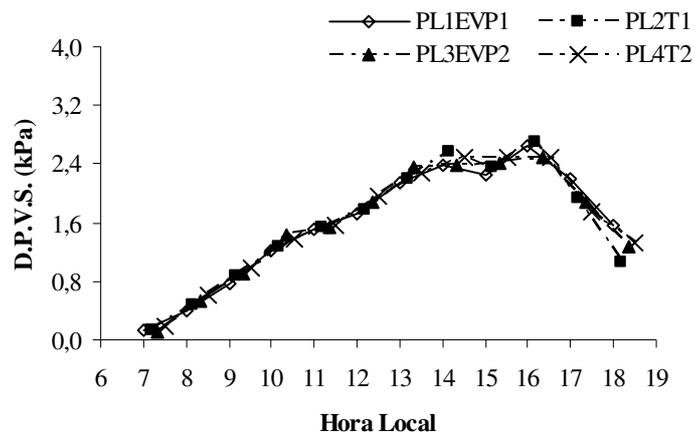


Figura 183. Déficit de pressão de vapor saturado, 24/04/2003.

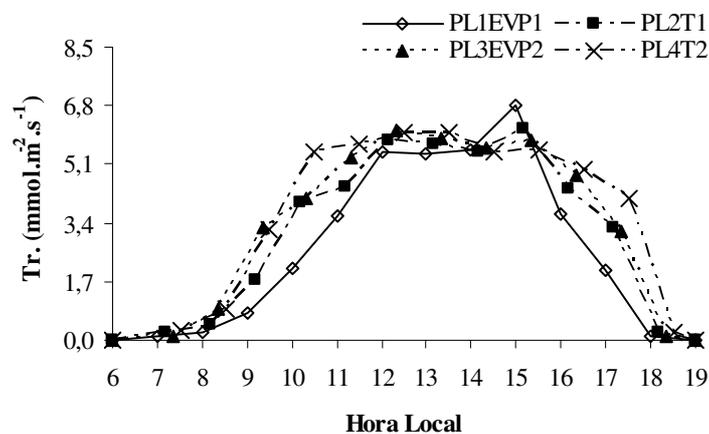


Figura 184. Transpiração foliar, 25/04/2003.

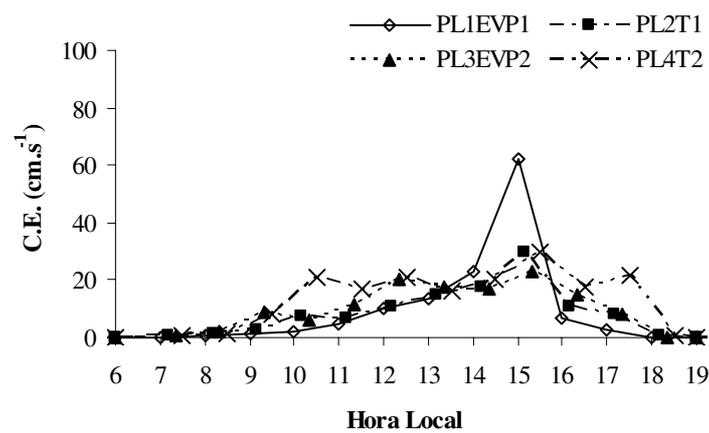


Figura 185. Condutância estomática foliar, 24/04/2003.

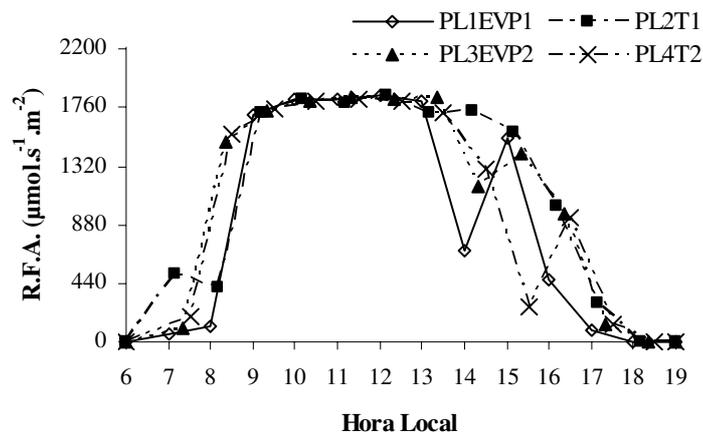


Figura 186. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 25/04/2003.

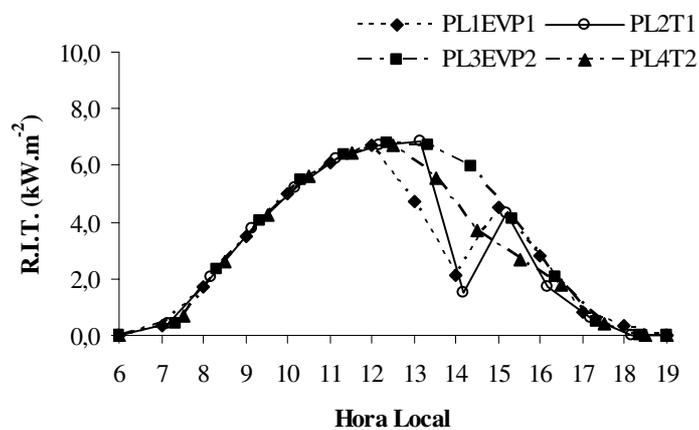


Figura 187. Radiação incidente total, 25/04/2003.

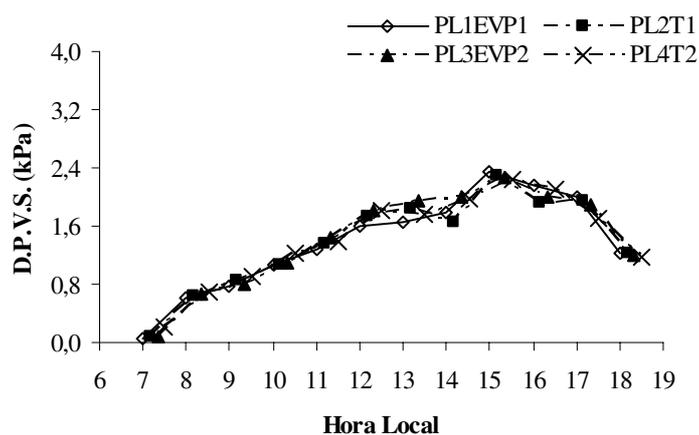


Figura 188. Déficit de pressão de vapor saturado, 25/04/2003.

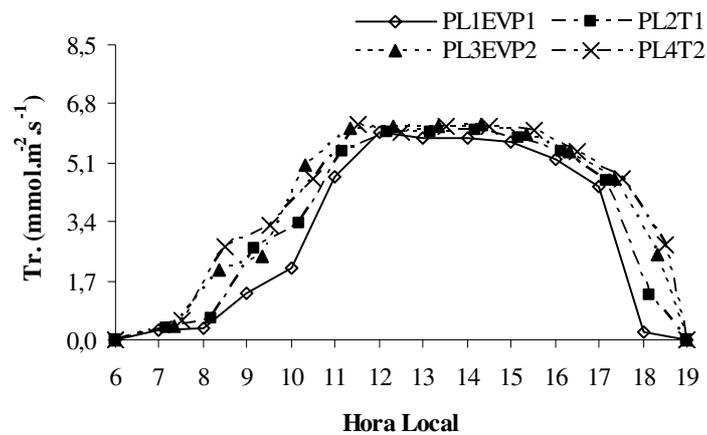


Figura 189. Transpiração foliar, 27/04/2003.

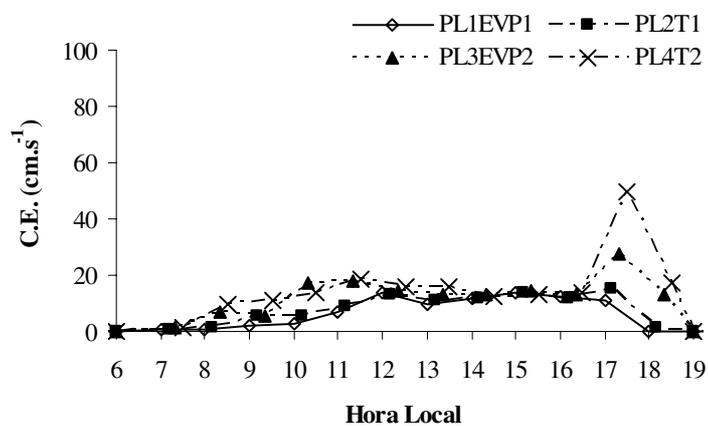


Figura 190. Condutância estomática foliar, 27/04/2003.

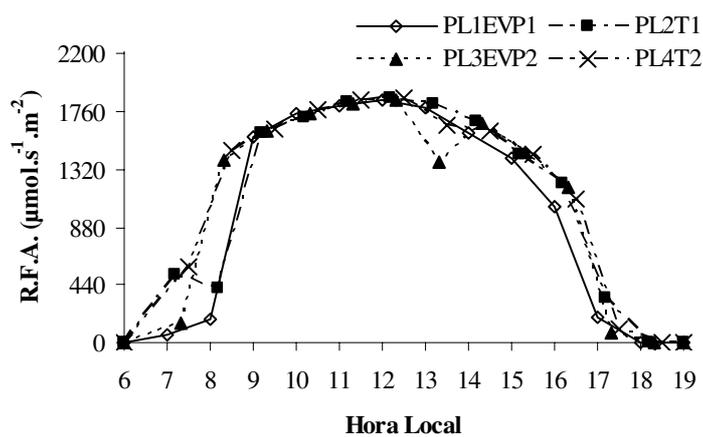


Figura 191. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 27/04/2003.

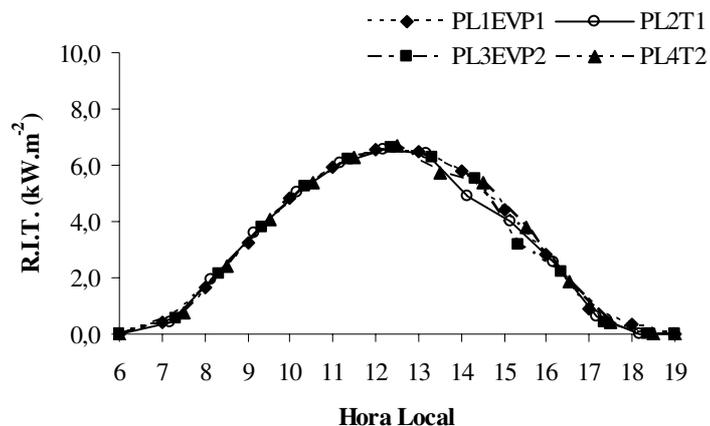


Figura 192. Radiação incidente total, 27/04/2003.

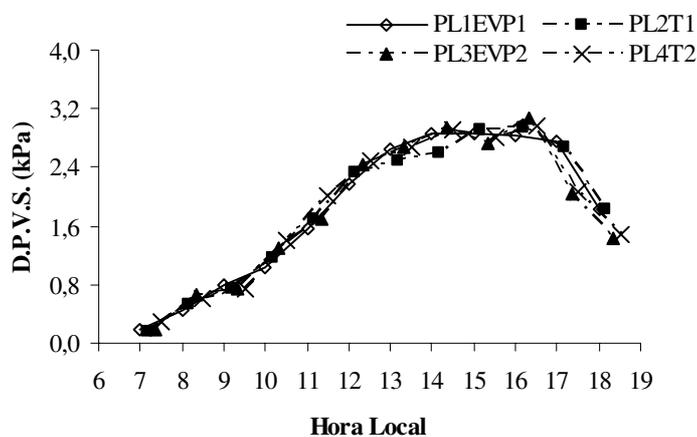


Figura 193. Déficit de pressão de vapor saturado, 27/04/2003.

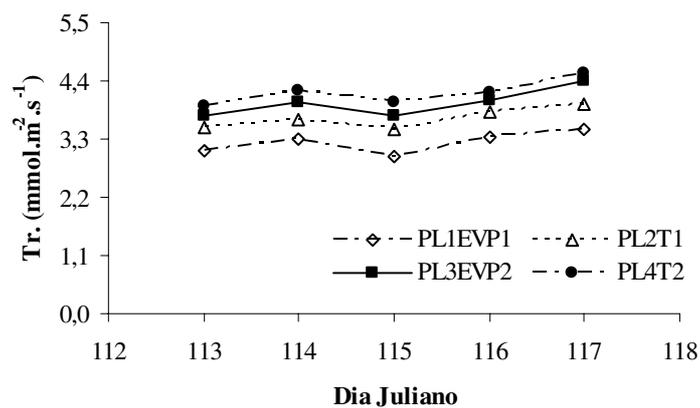


Figura 194. Média diária da Tr , do período de 23 a 27/04/2003.

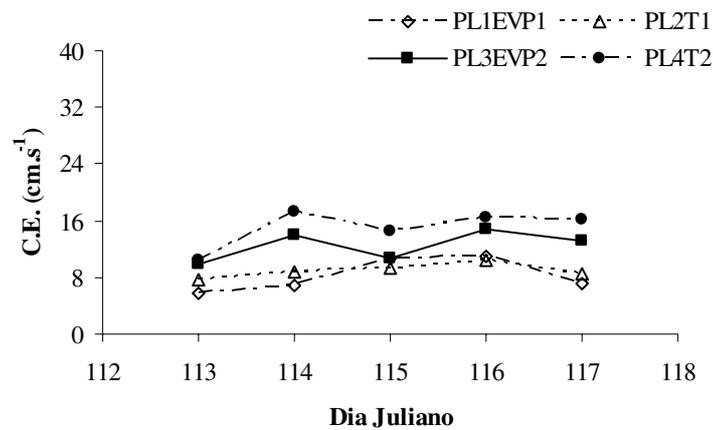


Figura 195. Média diária da C.E do período de 23 a 27/04/2003.

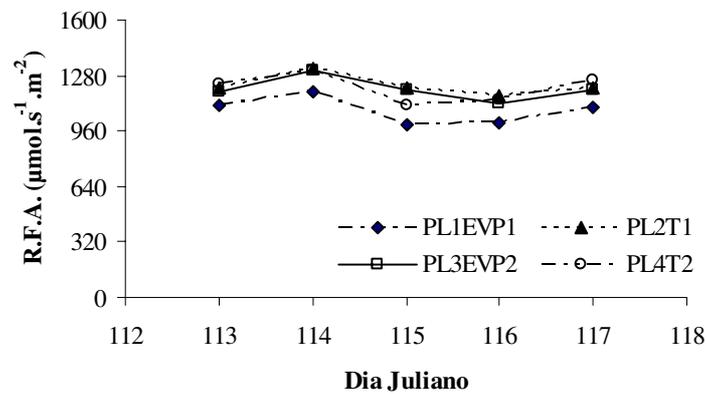


Figura 196. Média diária da R.F.A do período de 23 a 27/04/2003.

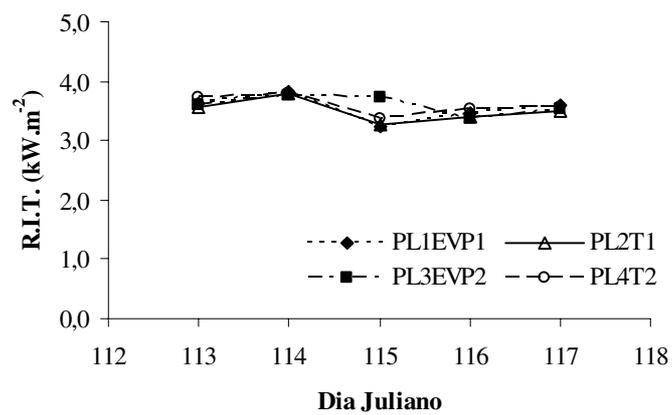


Figura 197. Média diária da R.I.T do período de 23 a 27/04/2003.

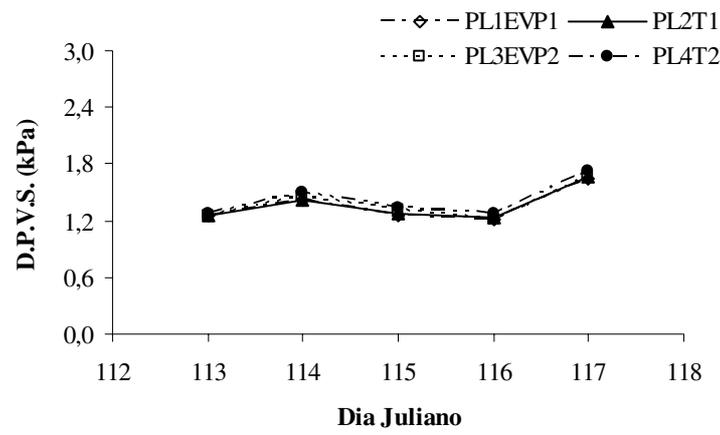


Figura 198. Média diária do D.P.V.S do período de 23 a 27/04/2003.

APÊNDICE D

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado em função tempo)

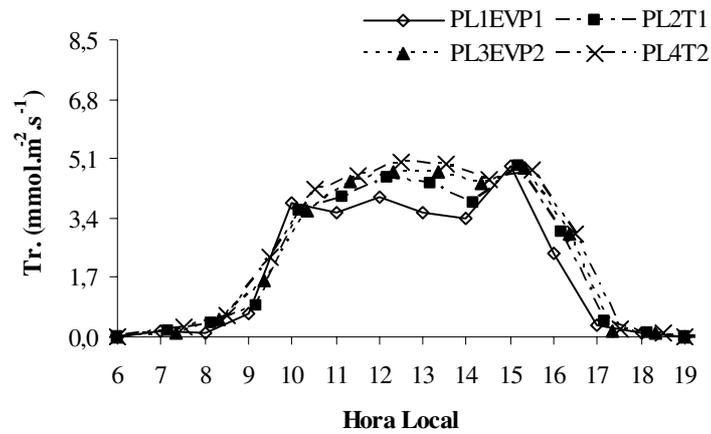


Figura 199. Transpiração foliar, 03/05/2003.

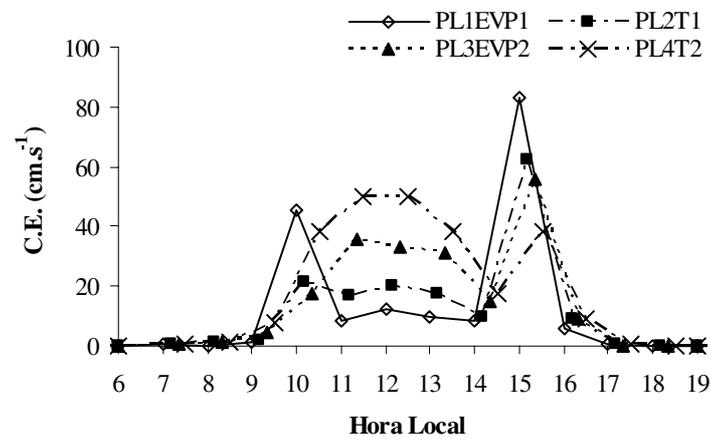


Figura 200. Condutância estomática foliar, 01/05/2003.

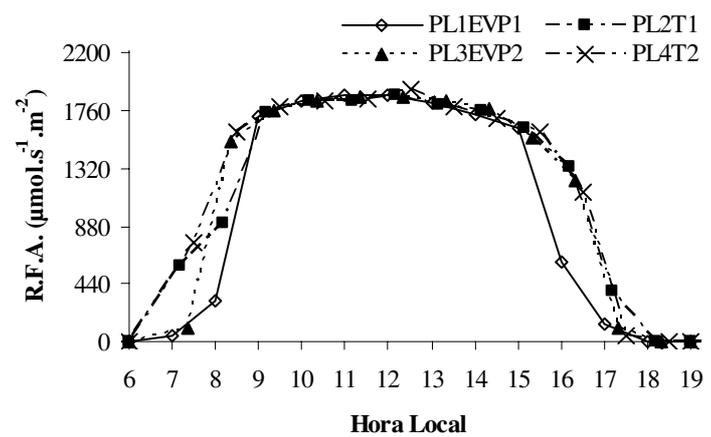


Figura 201. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 01/05/2003.

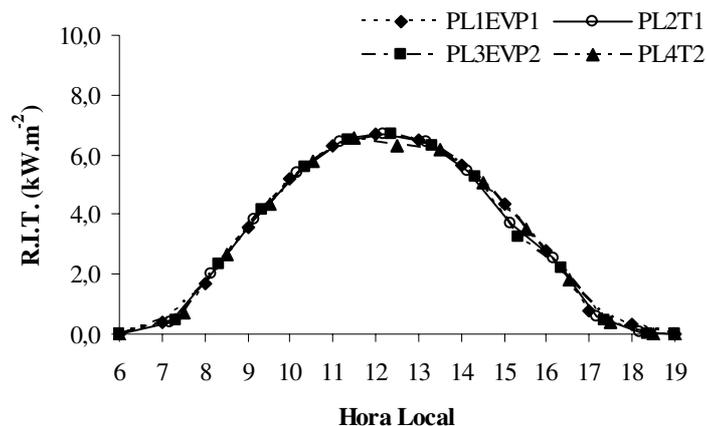


Figura 202. Radiação incidente total, 01/05/2003.

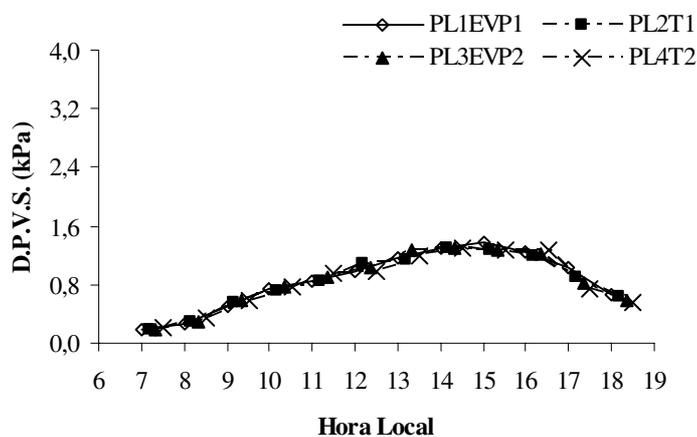


Figura 203. Déficit de pressão de vapor saturado, 03/05/2003.

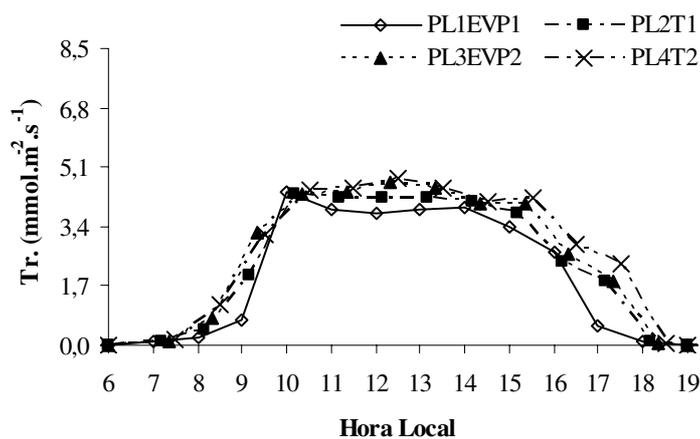


Figura 204. Transpiração foliar, 04/05/2003.

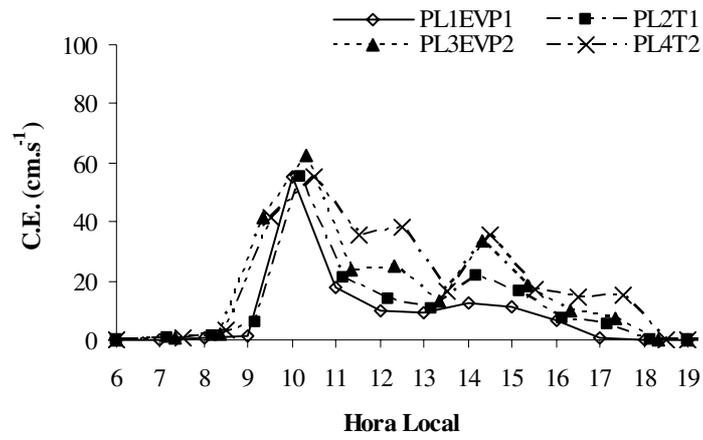


Figura 205. Condutância estomática foliar, 04/05/2003.

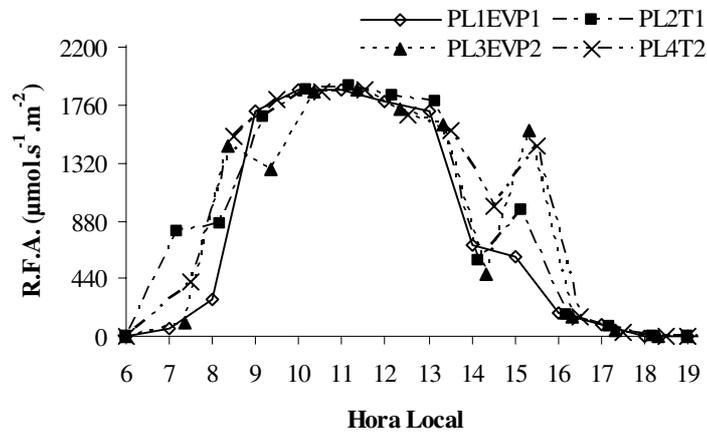


Figura 206. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 04/05/2003.

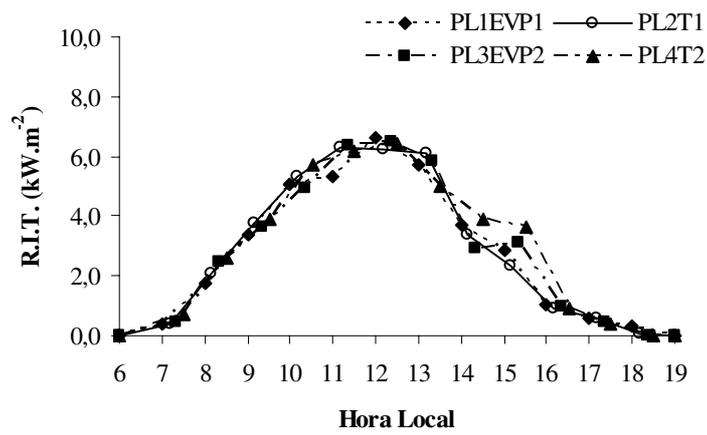


Figura 207. Radiação incidente total, 04/05/2003.

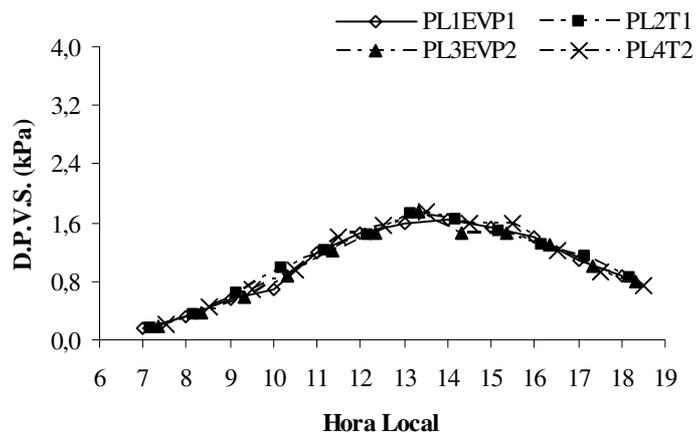


Figura 208. Déficit de pressão de vapor saturado, 04/05/2003.

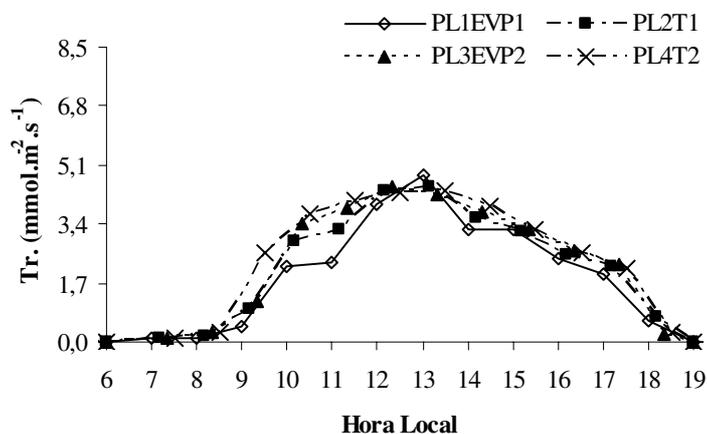


Figura 209. Transpiração foliar, 07/05/2003.

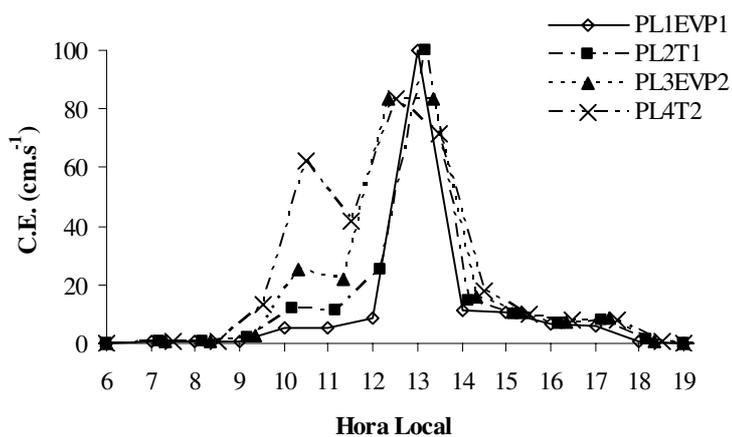


Figura 210. Condutância estomática foliar, 07/05/2003.

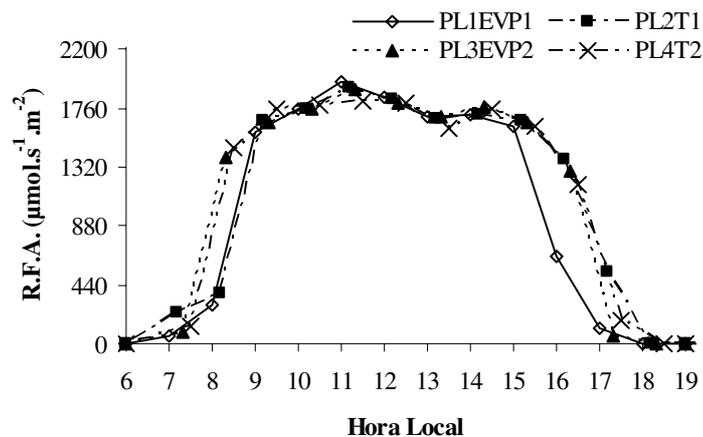


Figura 211. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 07/05/2003.

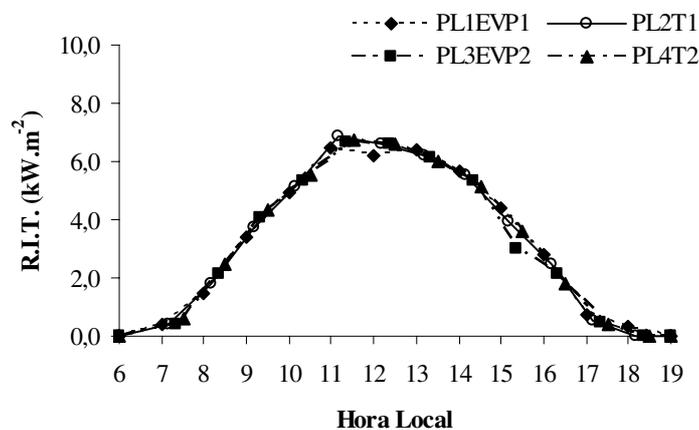


Figura 212. Radiação incidente total, 07/05/2003.

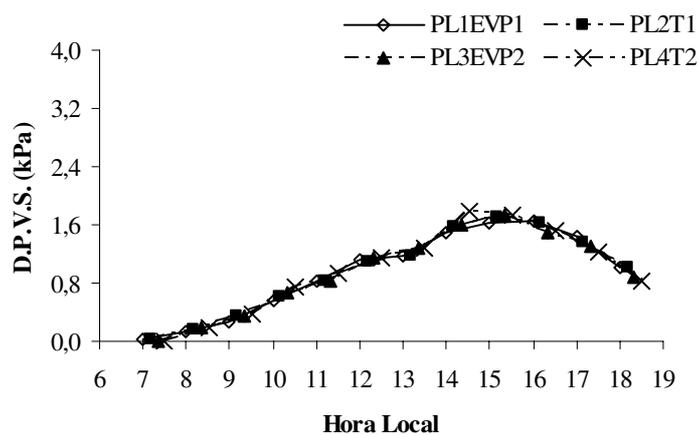


Figura 213. Déficit de pressão de vapor saturado, 07/05/2003.

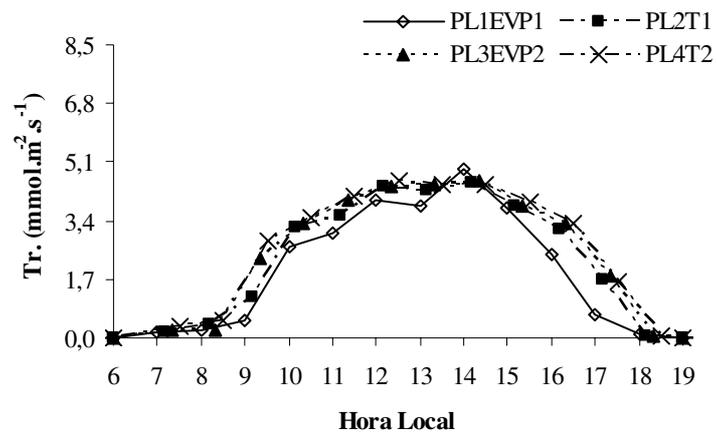


Figura 214. Transpiração foliar, 08/05/2003.

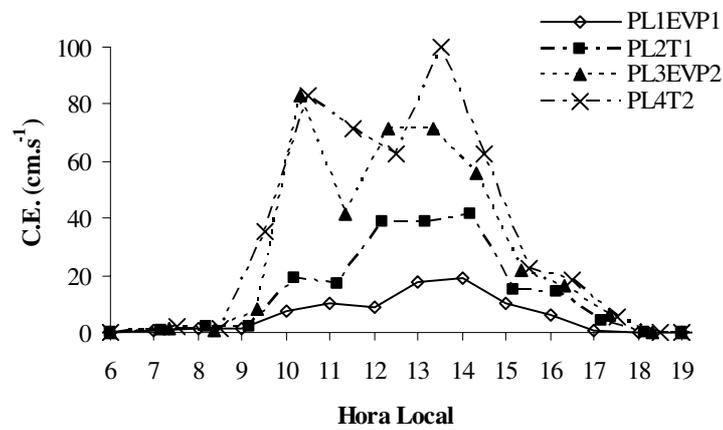


Figura 215. Condutância estomática foliar, 08/05/2003.

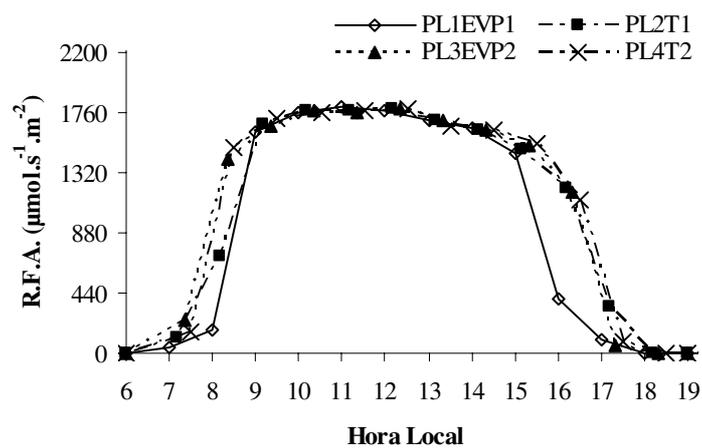


Figura 216. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 08/05/2003.

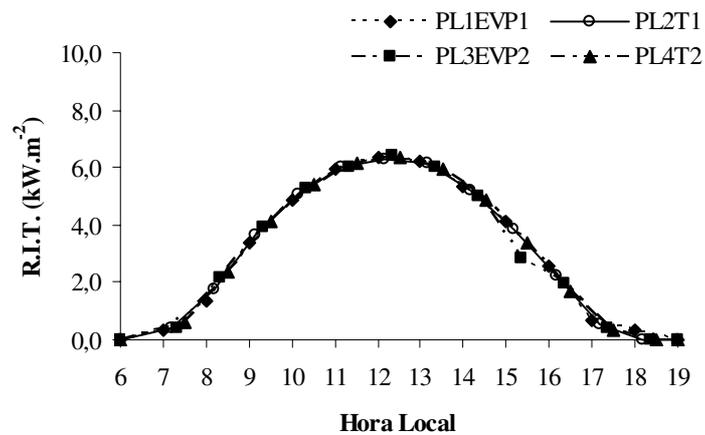


Figura 217. Radiação incidente total, 08/05/2003.

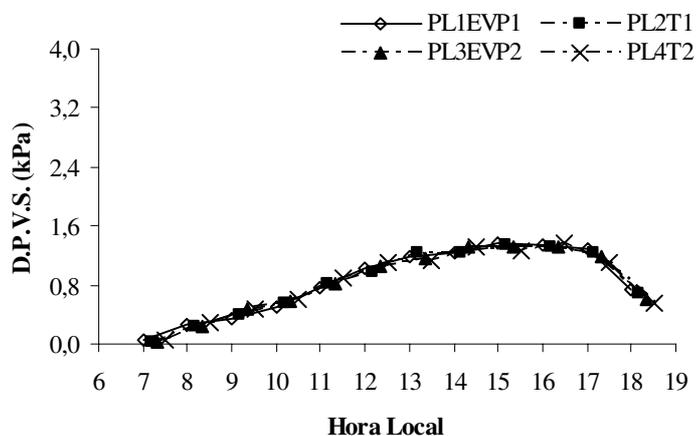


Figura 218. Déficit de pressão de vapor saturado, 08/05/2003.

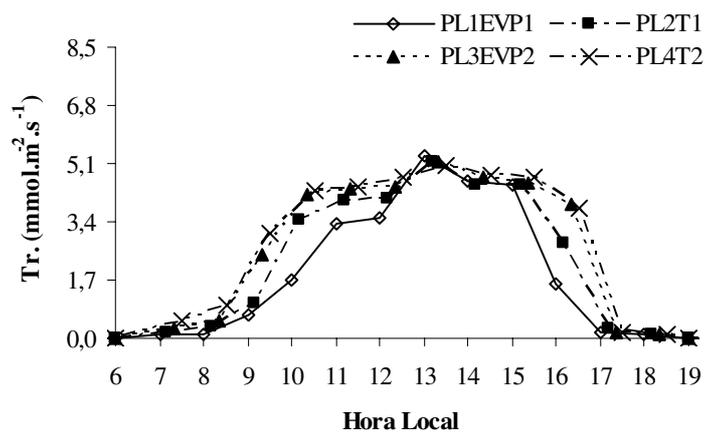


Figura 219. Transpiração foliar, 09/05/2003.

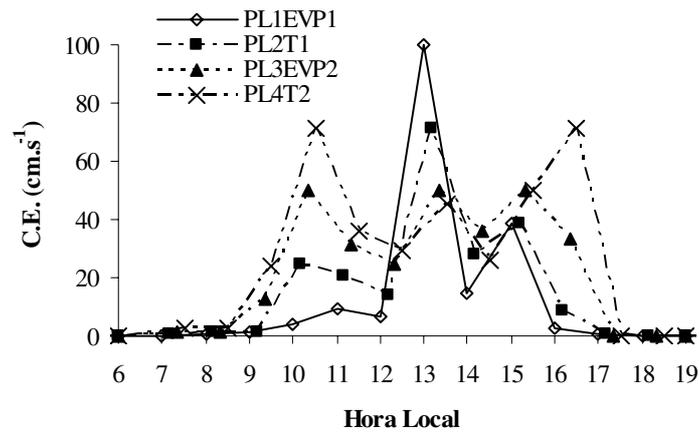


Figura 220. Condutância estomática foliar, 09/05/2003.

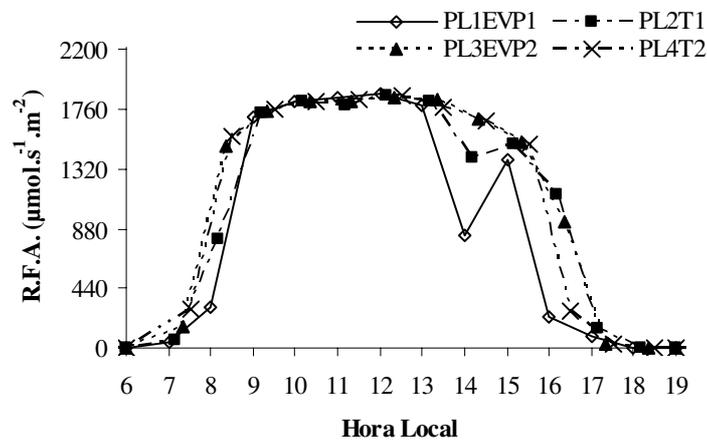


Figura 221. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 09/05/2003.

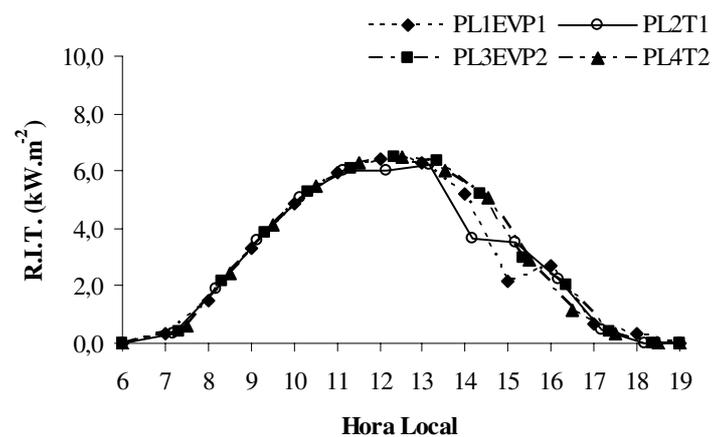


Figura 222. Radiação incidente total, 09/05/2003.

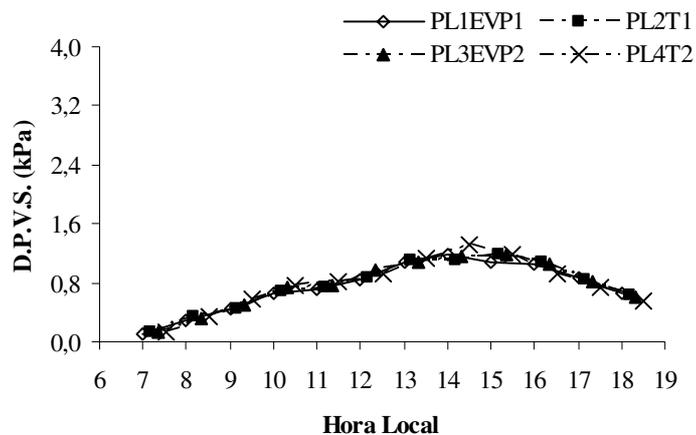


Figura 223. Déficit de pressão de vapor saturado, 09/05/2003.

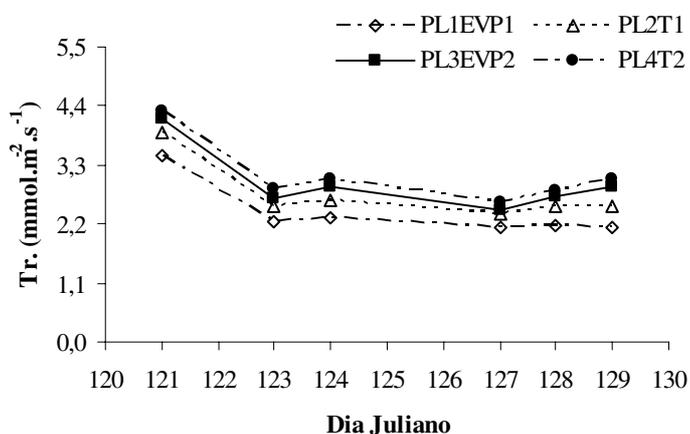


Figura 224. Média diária da Tr do período de 01 a 09/05/2003.

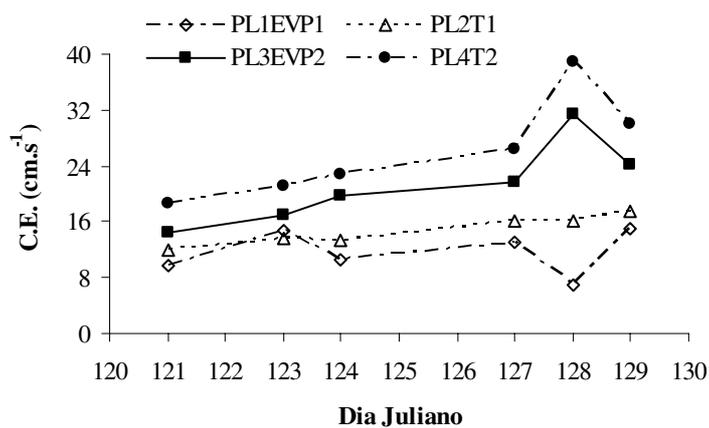


Figura 225. Média diária da C.E do período de 01 a 09/05/2003.

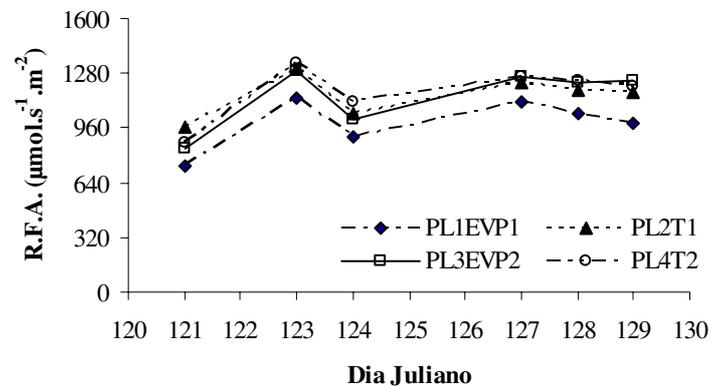


Figura 226. Média diária da R.F.A do período de 01 a 09/05/2003.

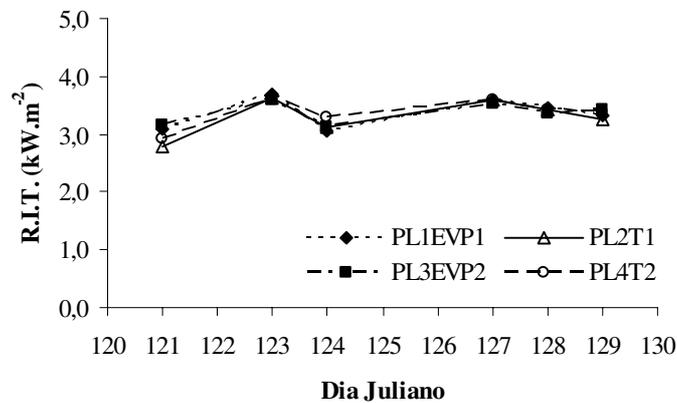


Figura 227. Média diária da R.I.T do período de 01 a 09/05/2003.

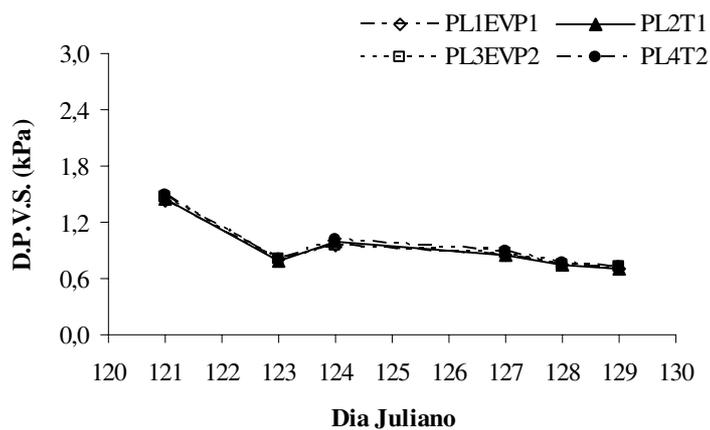


Figura 228. Média diária do D.P.V.S do período de 01 a 09/05/2003.

APÊNDICE E

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total e déficit de pressão de vapor saturado em função tempo)

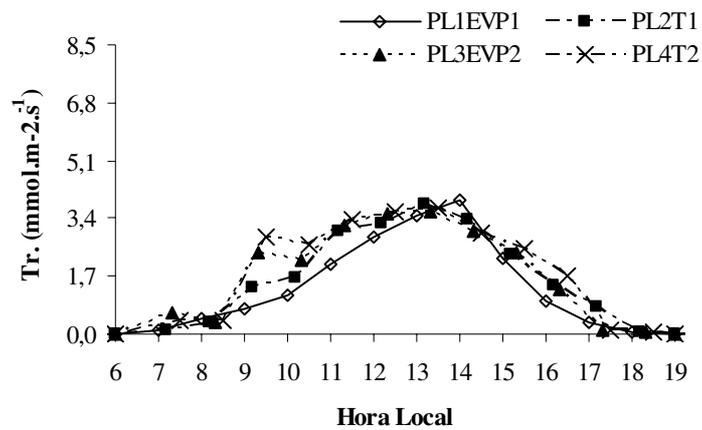


Figura 229. Transpiração foliar, 26/05/2003.

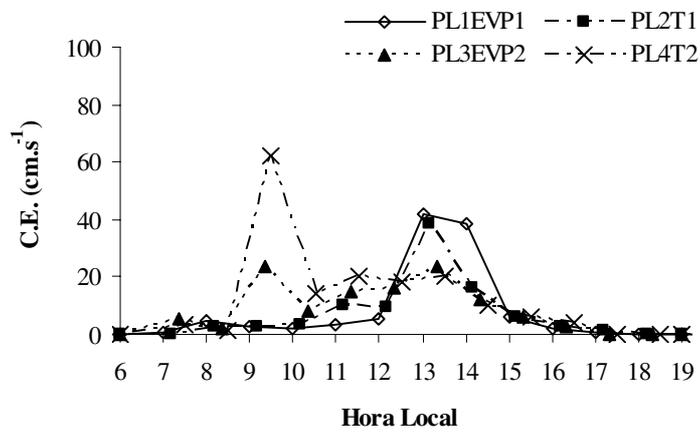


Figura 230. Condutância estomática foliar, 26/05/2003.

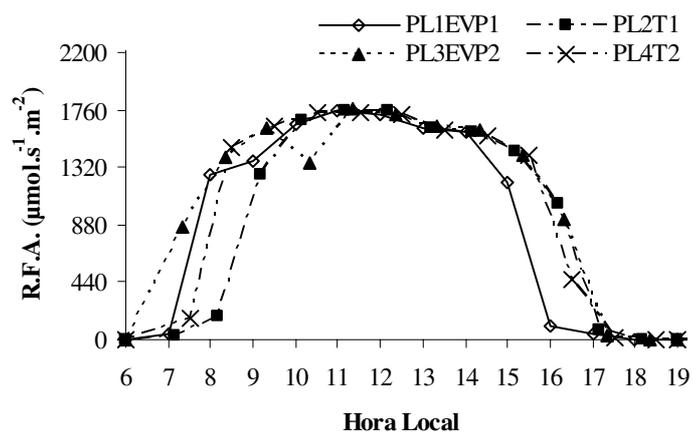


Figura 231. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 26/05/2003.

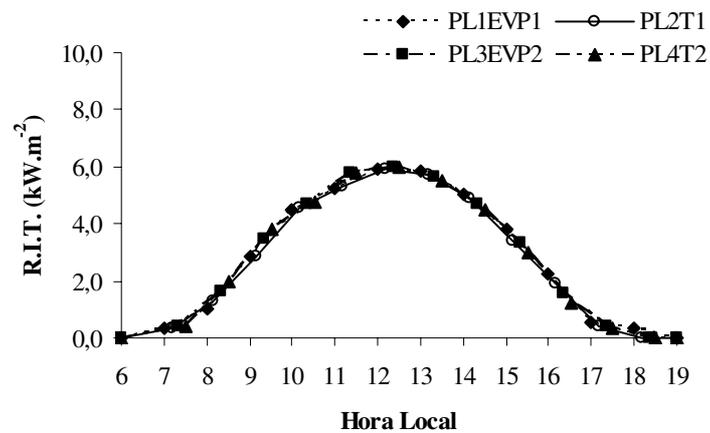


Figura 232. Radiação incidente total, 26/05/2003.

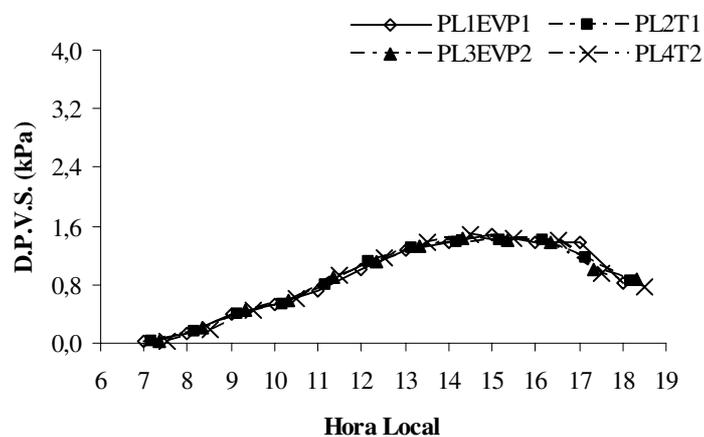


Figura 233. Déficit de pressão de vapor saturado, 26/05/2003.

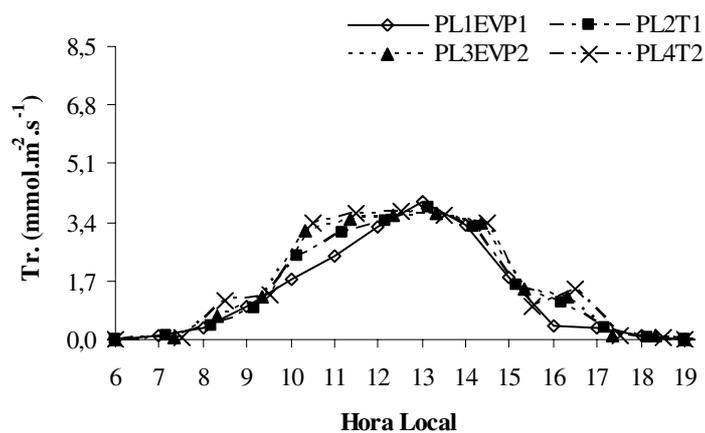


Figura 234. Transpiração foliar, 27/05/2003.

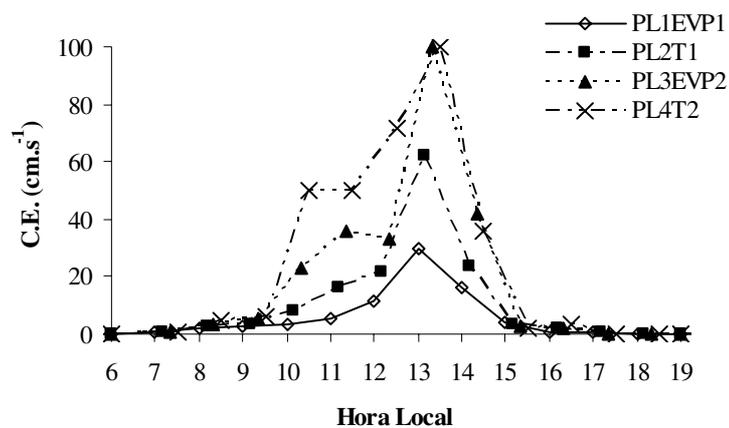


Figura 235. Condutância estomática foliar, 27/05/2003.

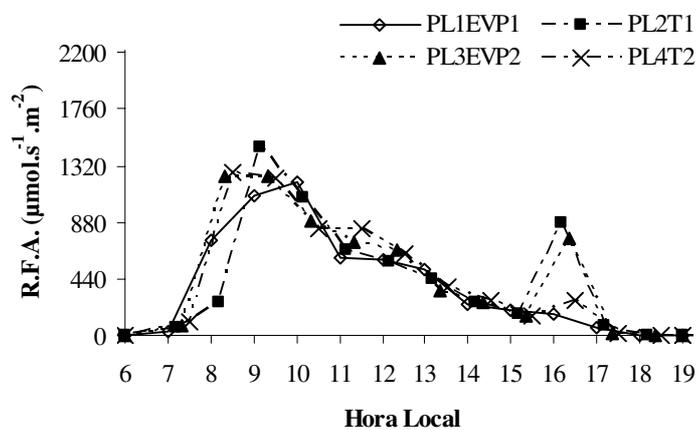


Figura 236. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 27/05/2003.

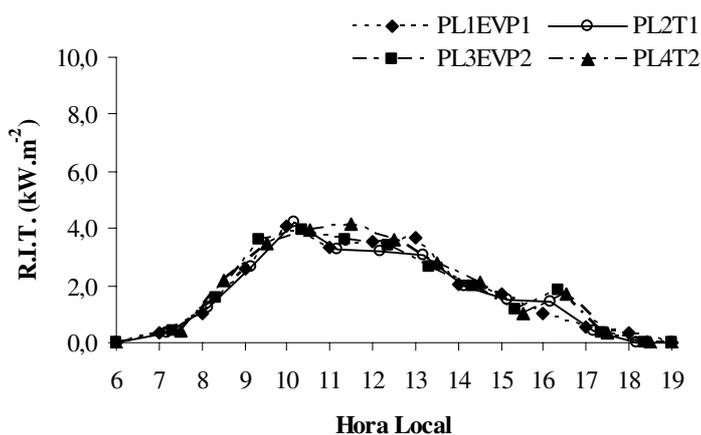


Figura 237. Radiação incidente total, 27/05/2003.

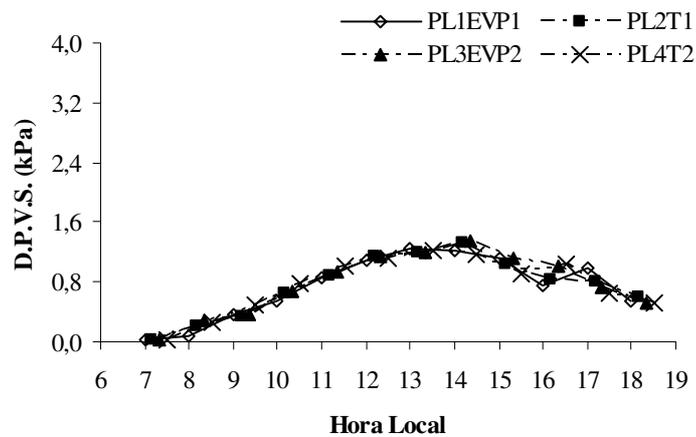


Figura 238. Déficit de pressão de vapor saturado, 27/05/2003.

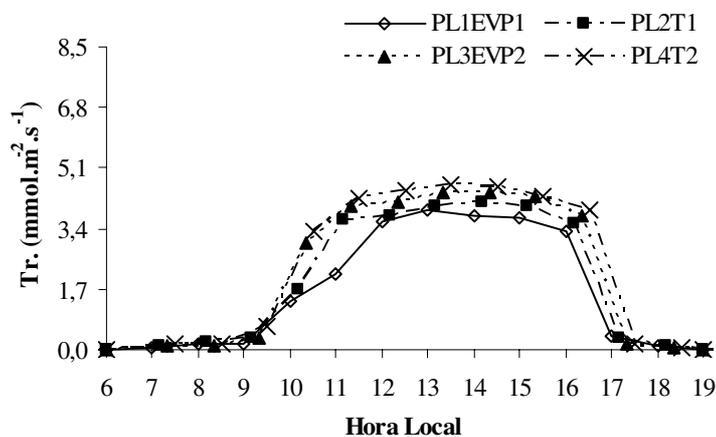


Figura 239. Transpiração foliar, 28/05/2003.

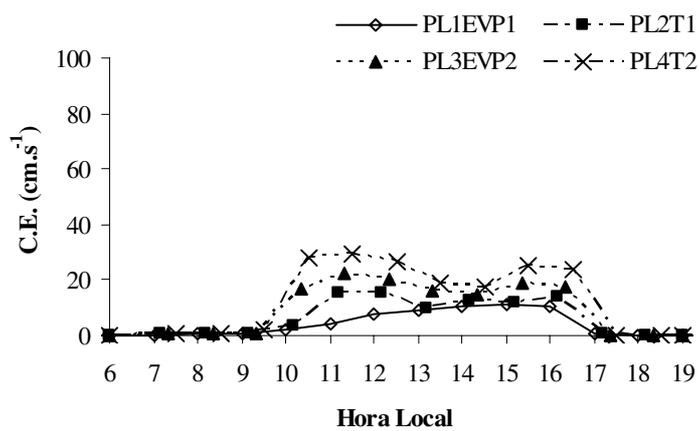


Figura 240. Condutância estomática foliar, 28/05/2003.

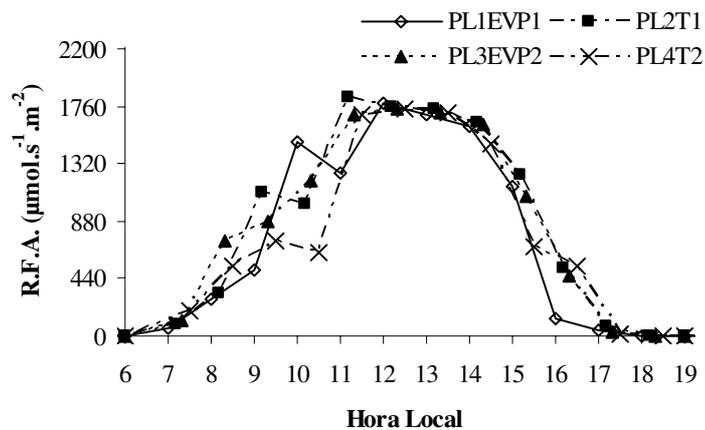


Figura 241. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 28/05/2003.

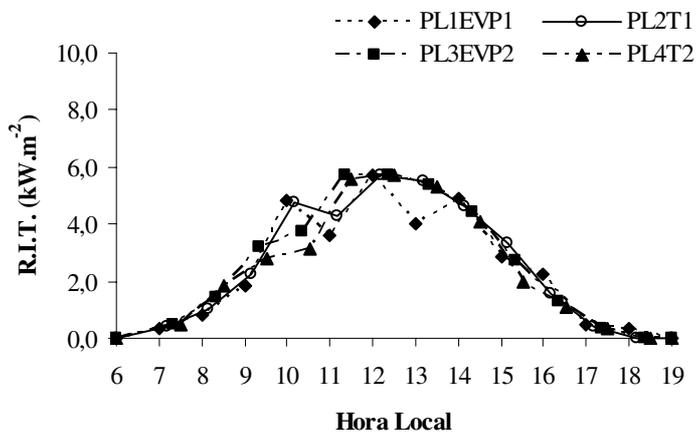


Figura 242. Radiação incidente total, 28/05/2003.

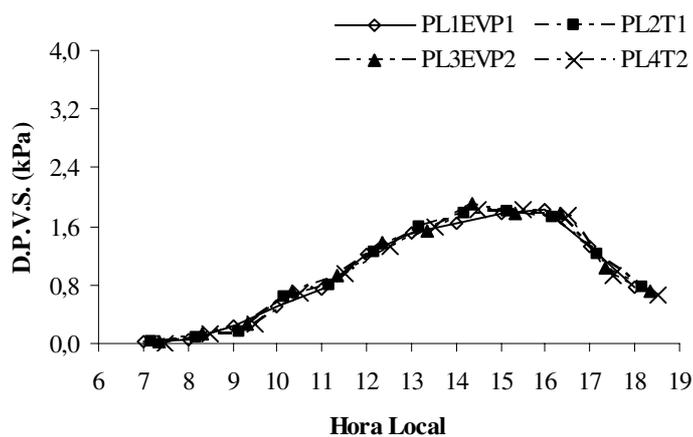


Figura 243. Déficit de pressão de vapor saturado, 28/05/2003.

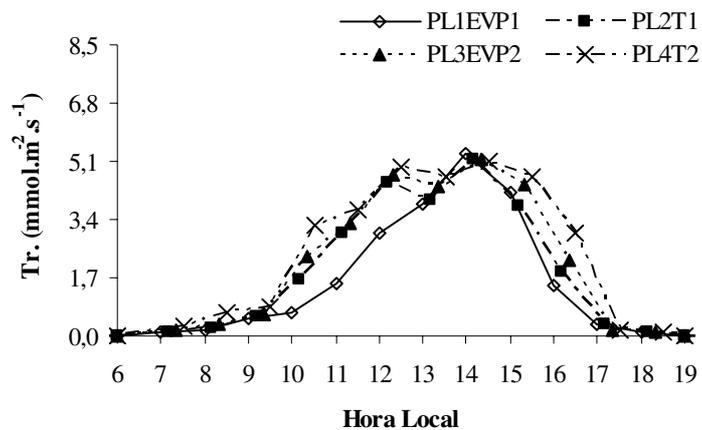


Figura 244. Transpiração foliar, 29/05/2003.

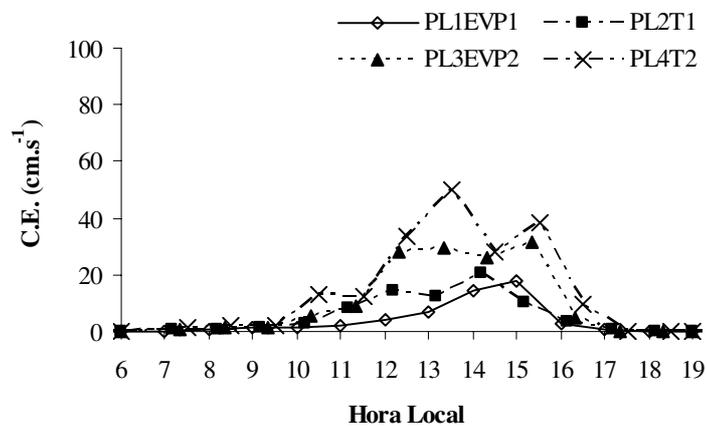


Figura 245. Condutância estomática foliar, 29/05/2003.

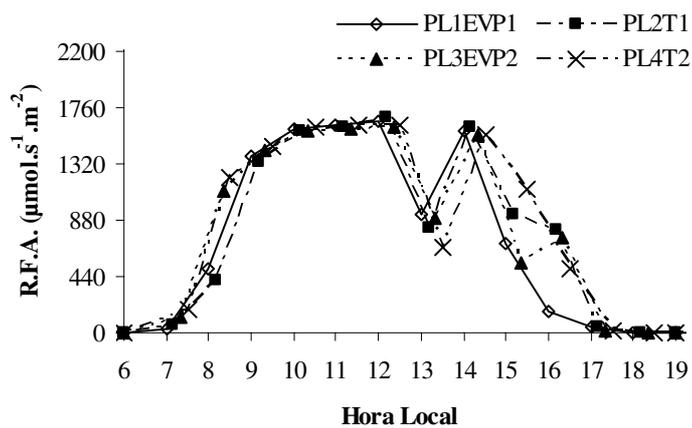


Figura 246. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 29/05/2003.

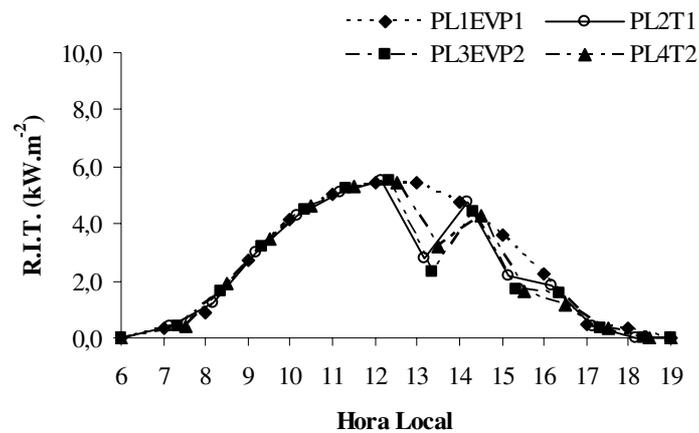


Figura 247. Radiação incidente total, 29/05/2003.

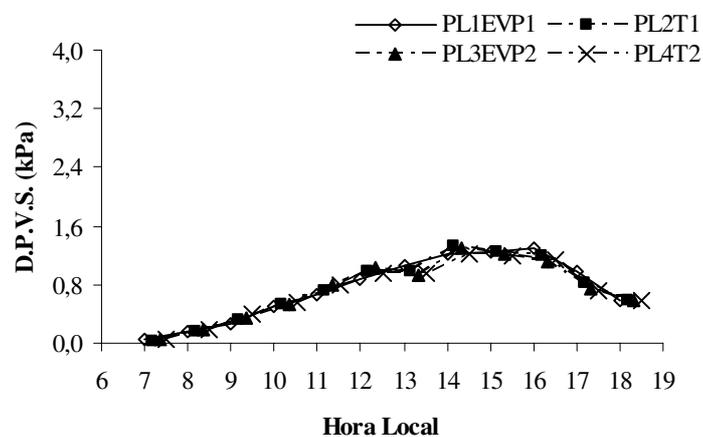


Figura 248. Déficit de pressão de vapor saturado, 29/05/2003.

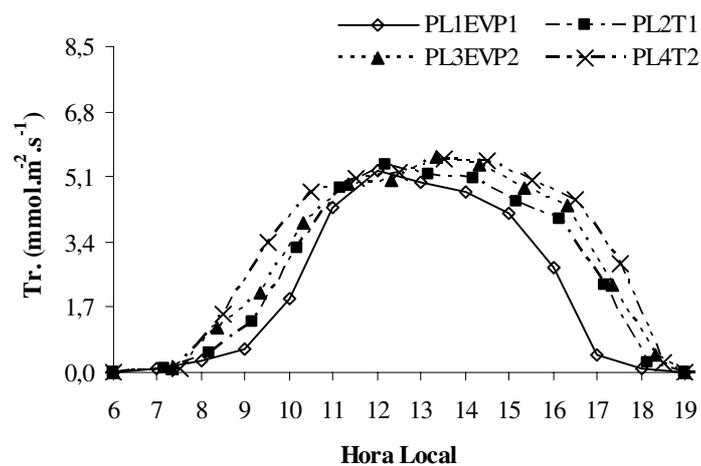


Figura 249. Transpiração foliar, 31/05/2003.

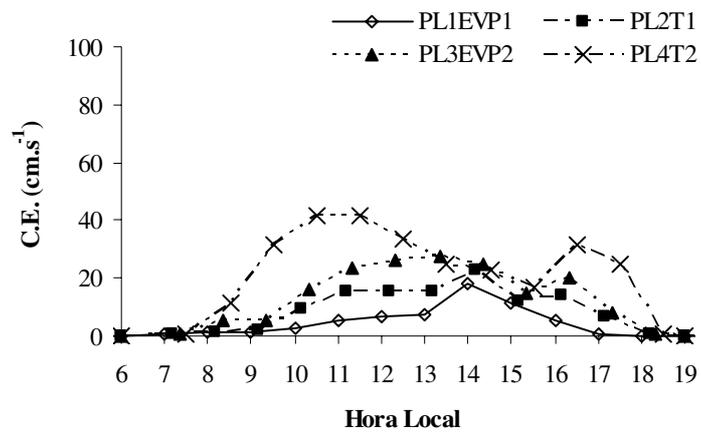


Figura 250. Condutância estomática foliar, 31/05/2003.

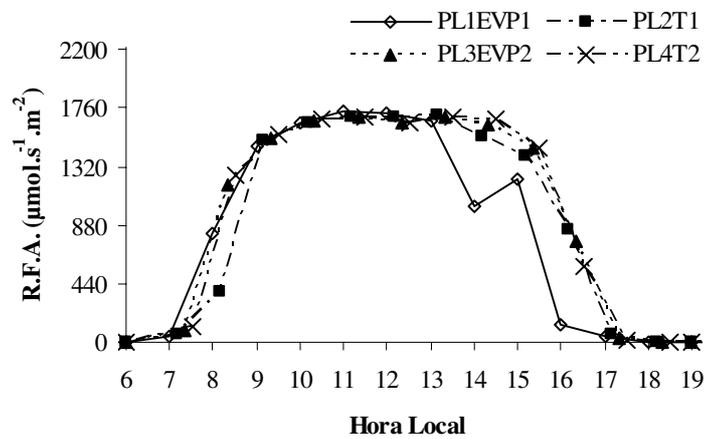


Figura 251. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 31/05/2003.

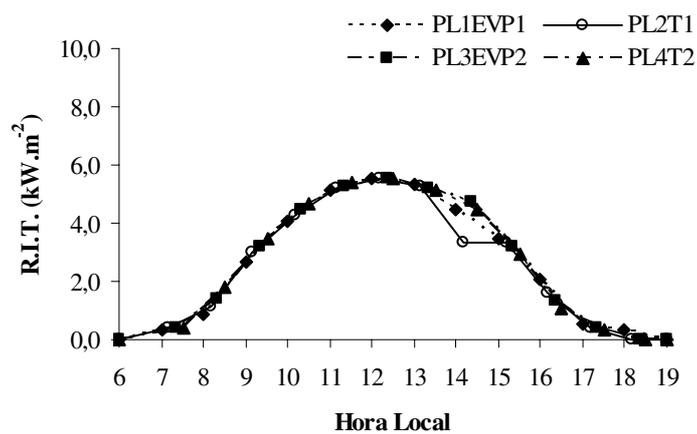


Figura 252. Radiação incidente total, 31/05/2003.

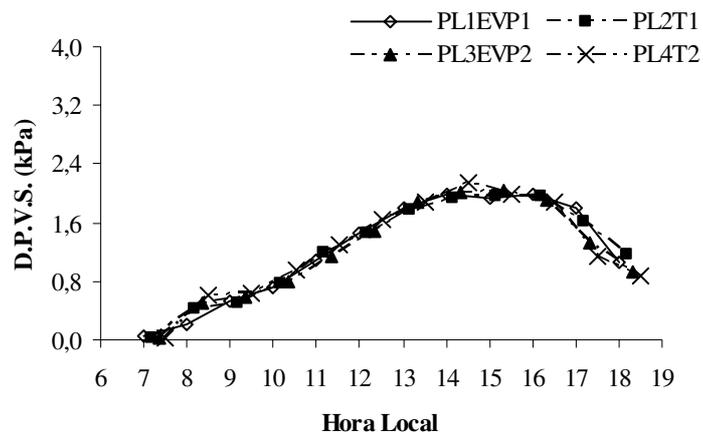


Figura 253. Déficit de pressão de vapor saturado, 31/05/2003.

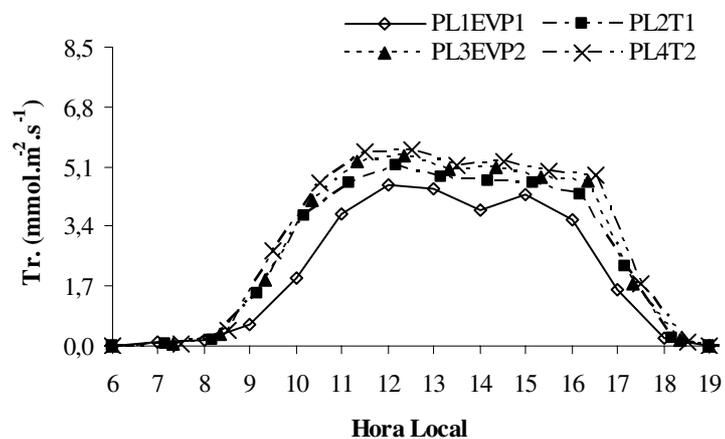


Figura 254. Transpiração foliar, 01/06/2003.

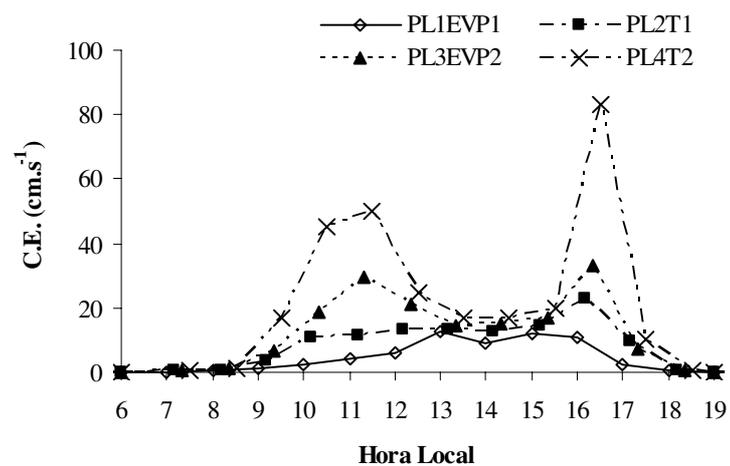


Figura 255. Condutância estomática foliar, 01/06/2003.

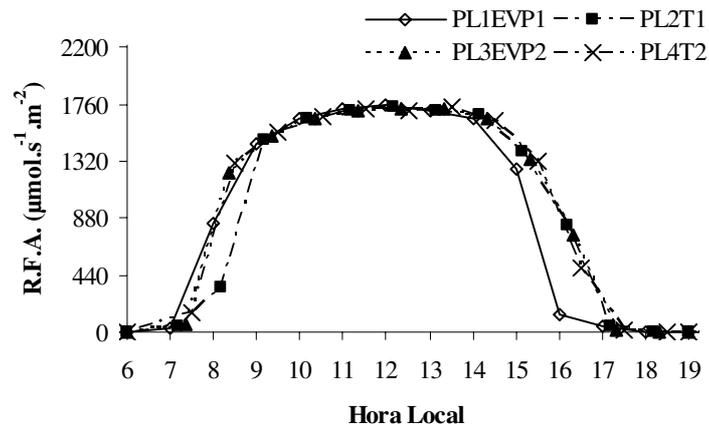


Figura 256. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 01/06/2003.

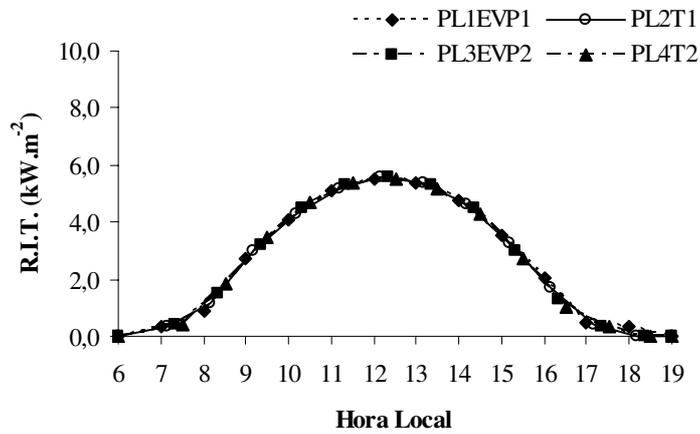


Figura 257. Radiação incidente total, 01/06/2003.

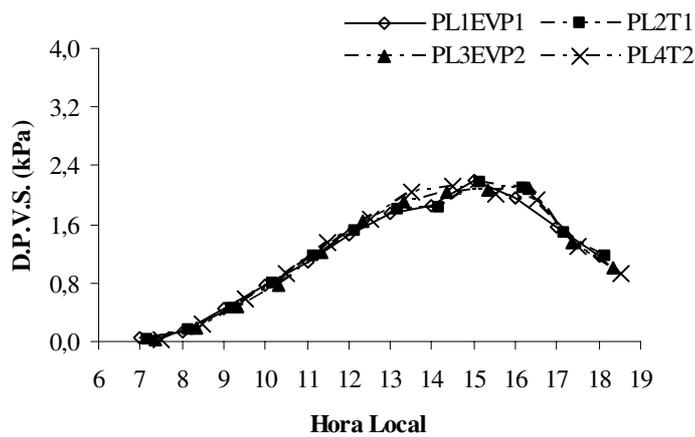


Figura 258. Déficit de pressão de vapor saturado, 01/06/2003.

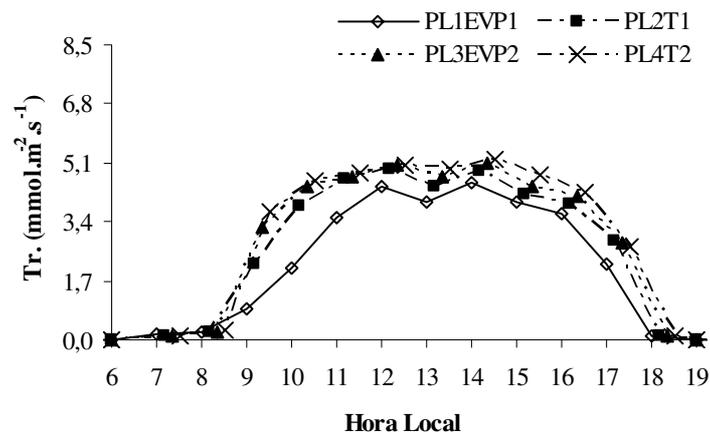


Figura 259. Transpiração foliar, 02/06/2003.

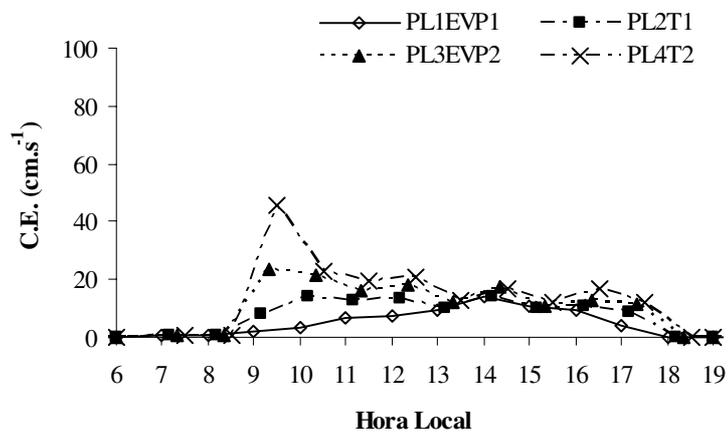


Figura 260. Transpiração foliar, 02/06/2003.

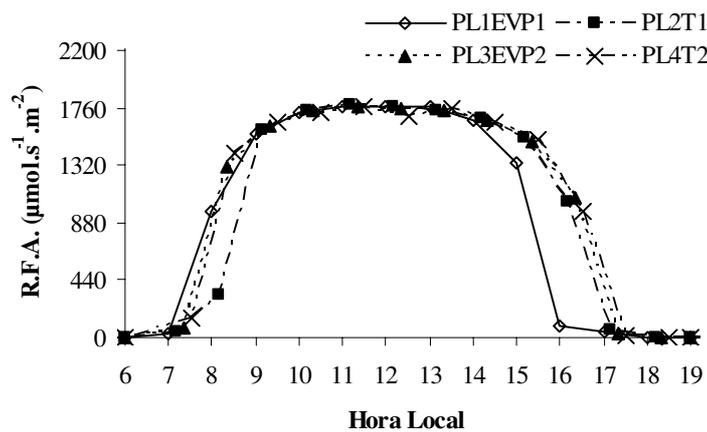


Figura 261. Condutância estomática foliar, 02/06/2003.

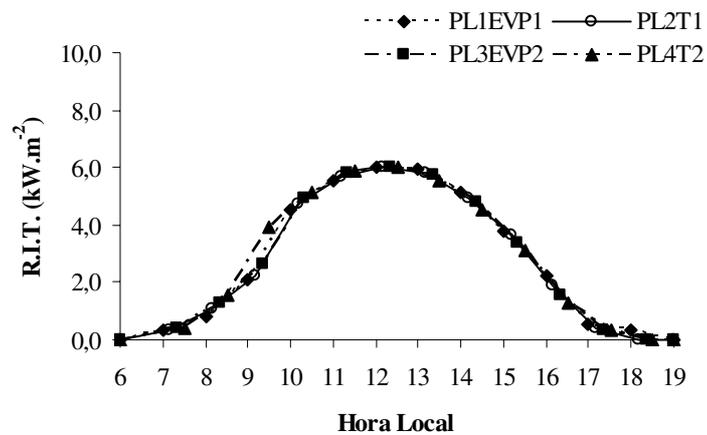


Figura 262. Radiação incidente total, 02/06/2003.

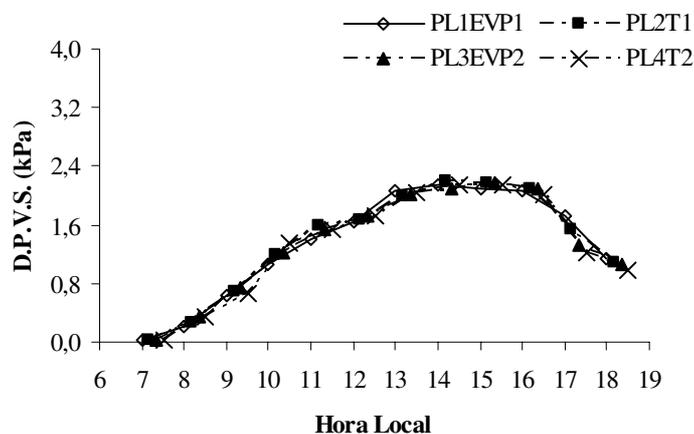


Figura 263. Déficit de pressão de vapor saturado, 02/06/2003.

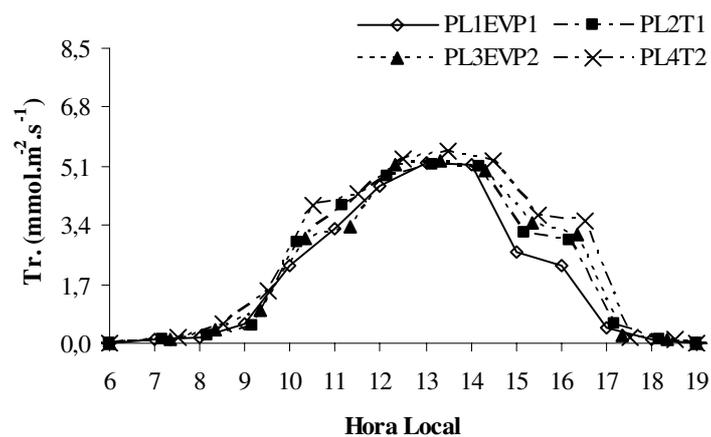


Figura 264. Transpiração foliar, 03/06/2003.

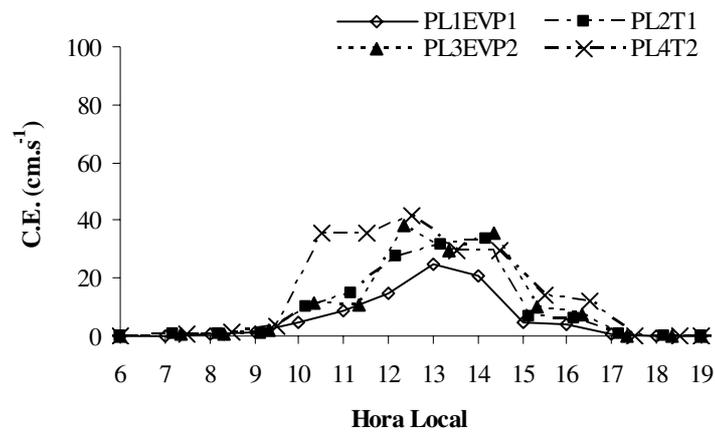


Figura 265. Condutância estomática foliar, 03/06/2003.

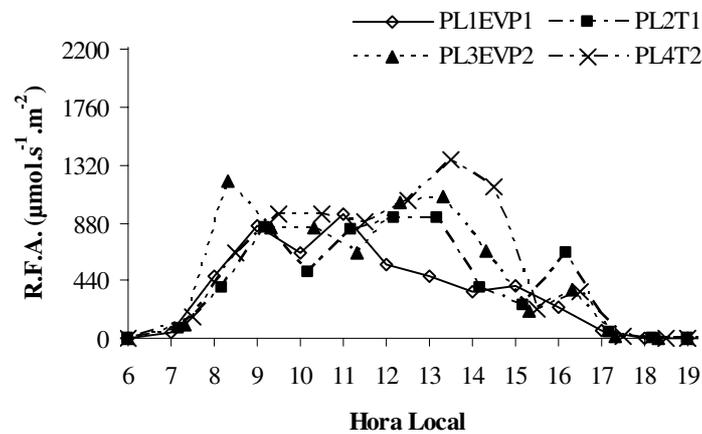


Figura 266. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 03/06/2003.

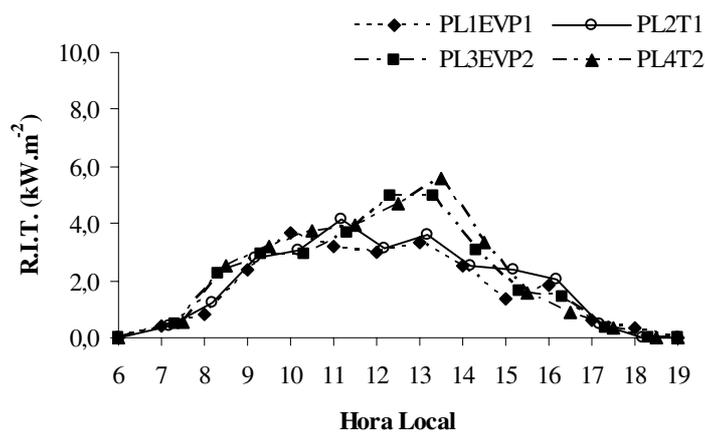


Figura 267. Radiação incidente total, 03/06/2003.

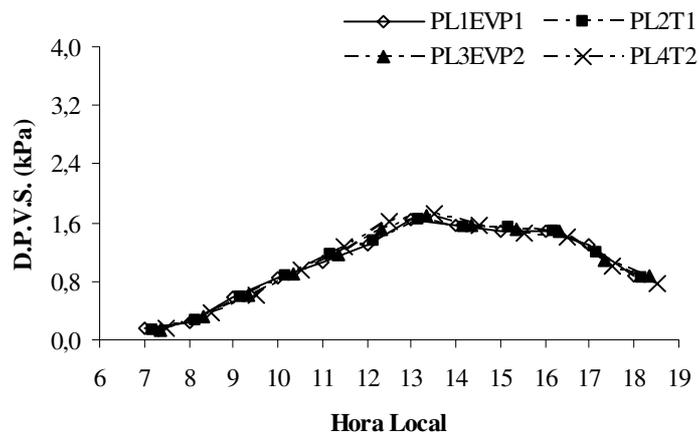


Figura 268. Déficit de pressão de vapor saturado, 03/06/2003.

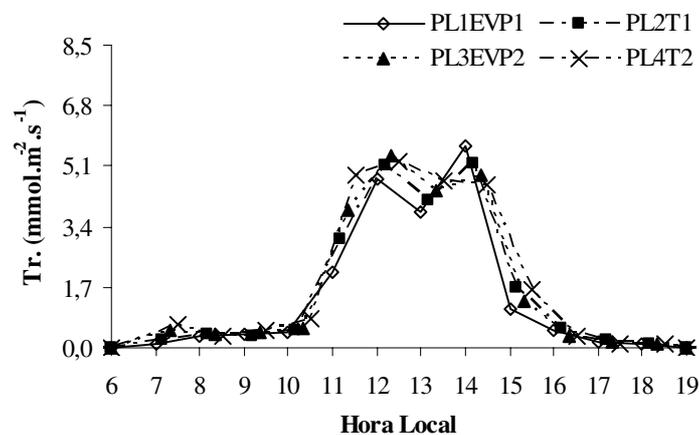


Figura 269. Transpiração foliar, 04/06/2003.

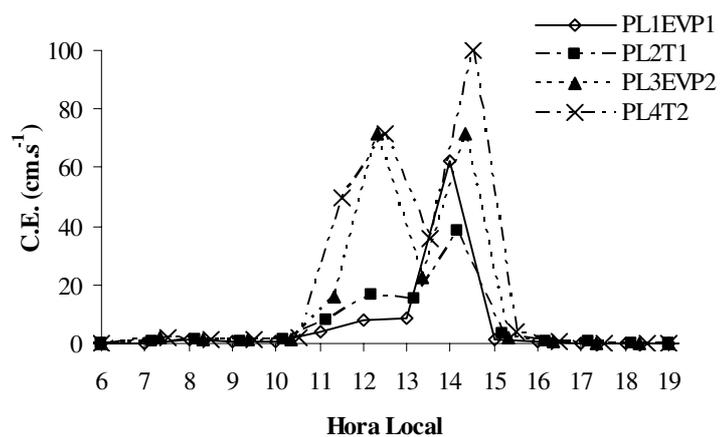


Figura 270. Condutância estomática foliar, 04/06/2003.

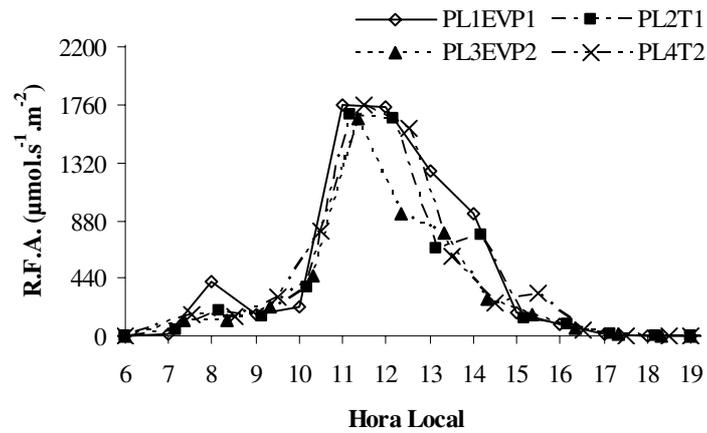


Figura 271. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 04/06/2003.

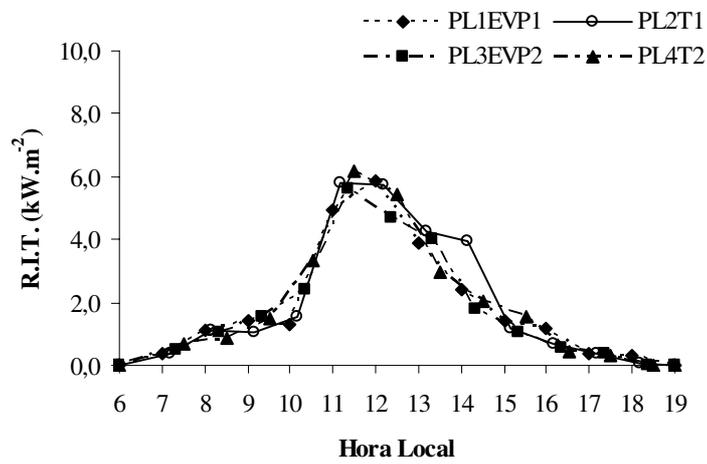


Figura 272. Radiação incidente total, 04/06/2003.

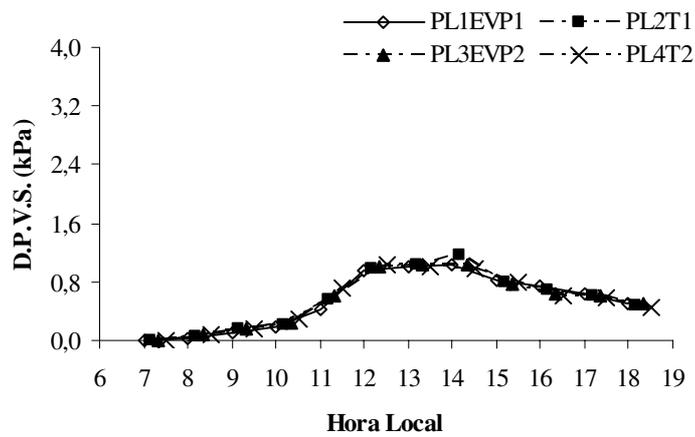


Figura 273. Déficit de pressão de vapor saturado, 04/06/2003.

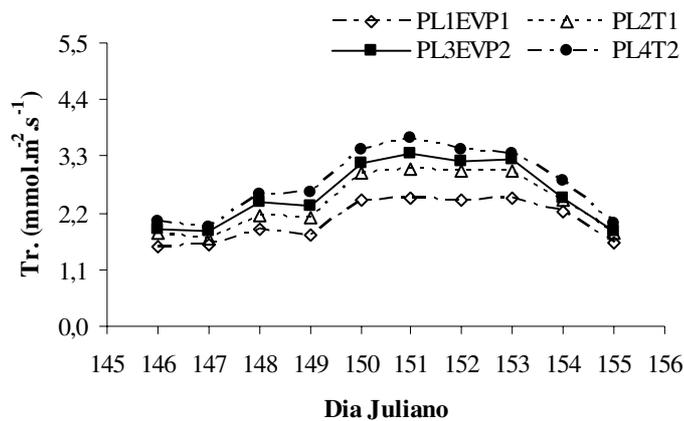


Figura 274. Média diária da Tr do período de 26/05 a 04/06/2003.

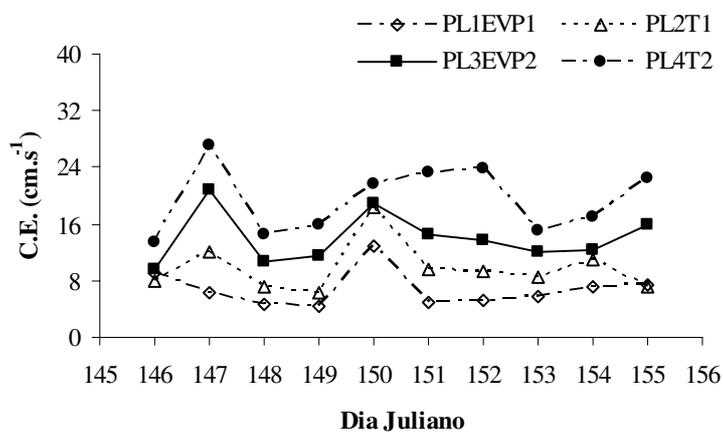


Figura 275. Média diária da C.E do período de 26/05 a 04/06/2003.

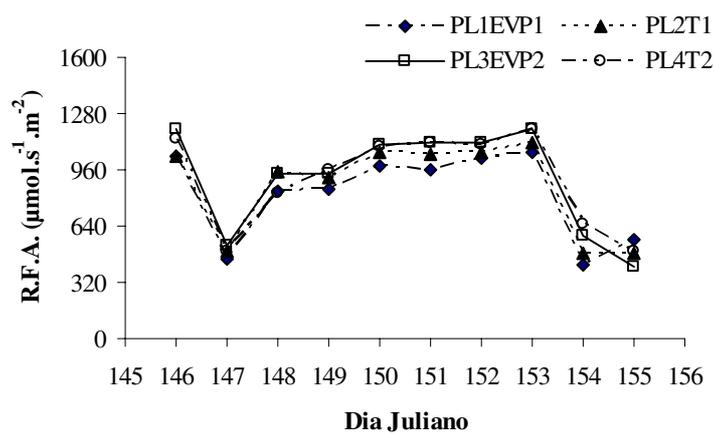


Figura 276. Média diária da R.F.A do período de 26/05 a 04/06/2003.

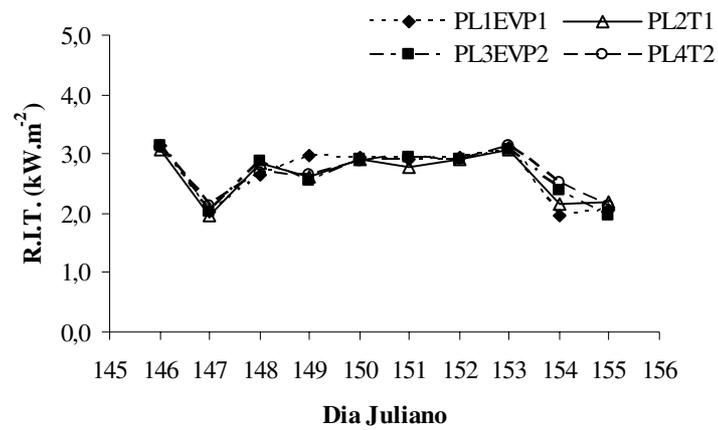


Figura 277. Média diária da R.I.T do período de 26/05 a 04/06/2003.

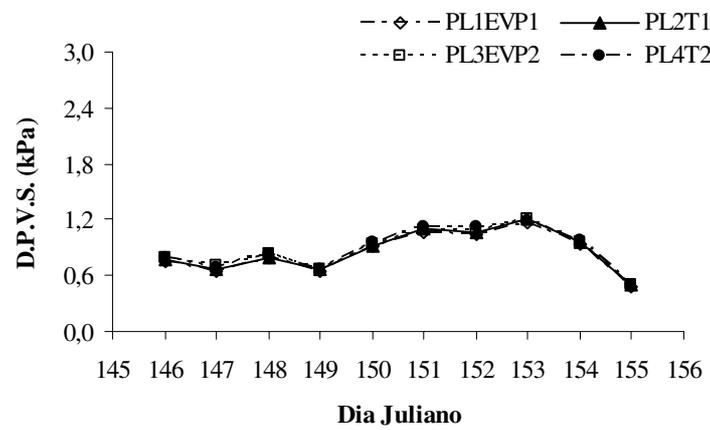


Figura 278. Média diária do D.P.V.S do período de 26/05 a 04/06/2003.

APÊNDICE F

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado e potencial hídrico de base em função tempo)

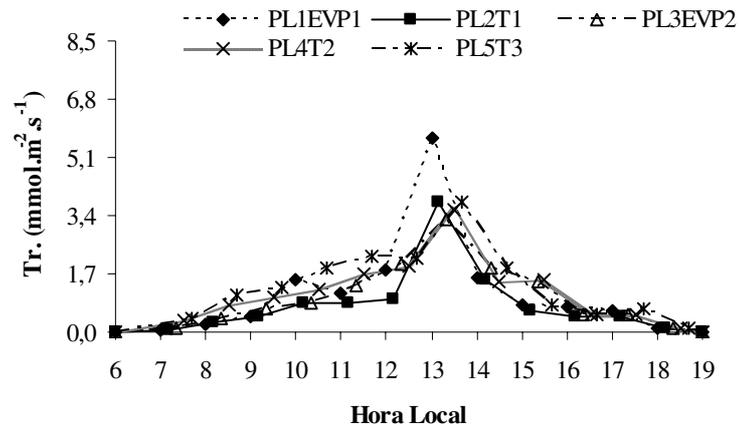


Figura 279. Transpiração foliar, 24/03/2004.

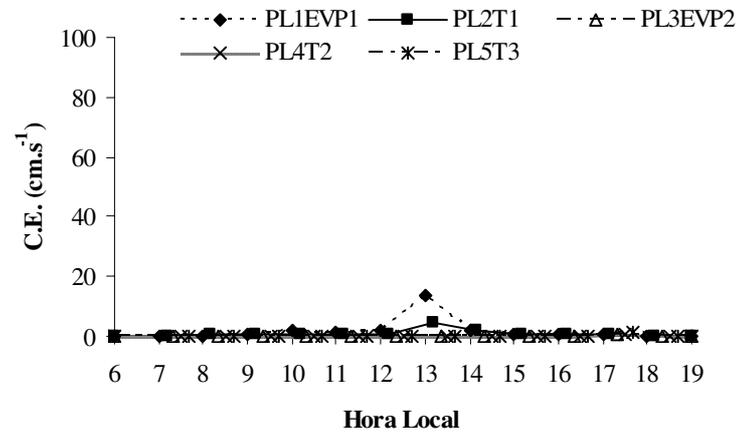


Figura 280. Condutância estomática foliar, 24/03/2004.

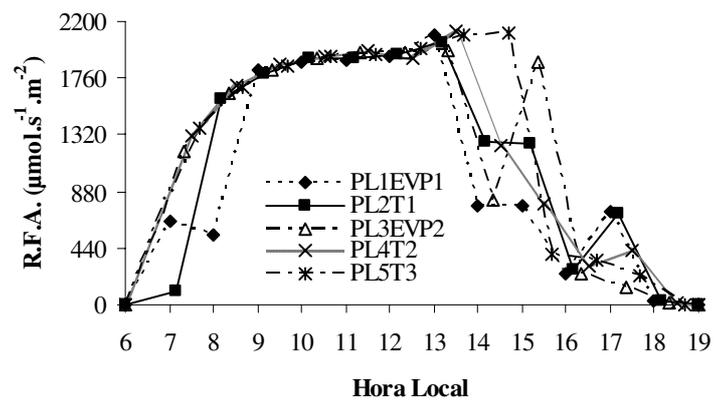


Figura 281. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 24/03/2004.

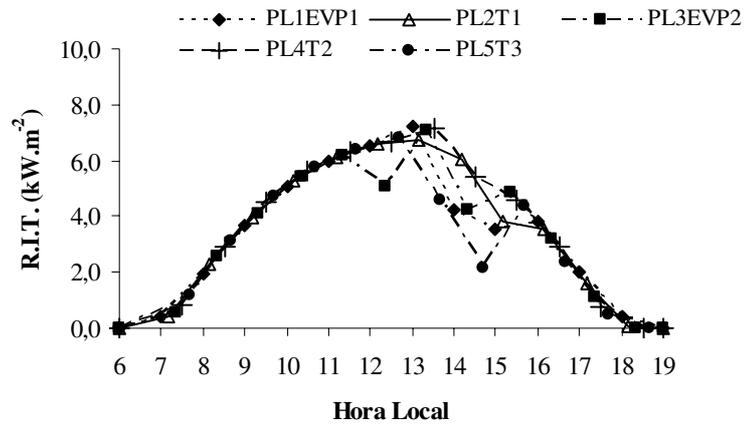


Figura 282. Radiação incidente total, 24/03/2004.

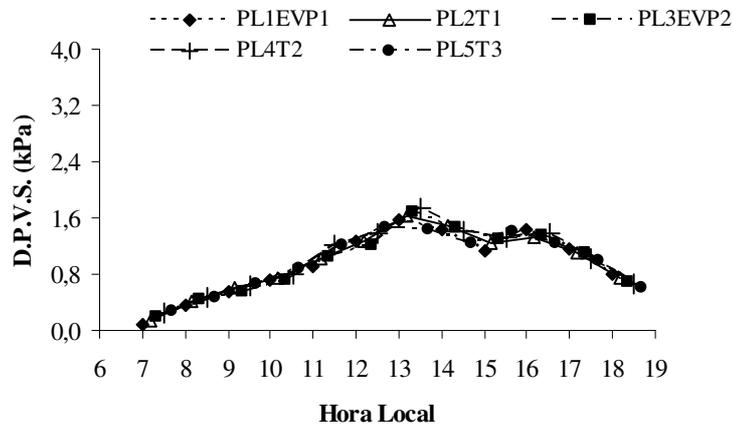


Figura 283. Déficit de pressão de vapor saturado, 24/03/2004.

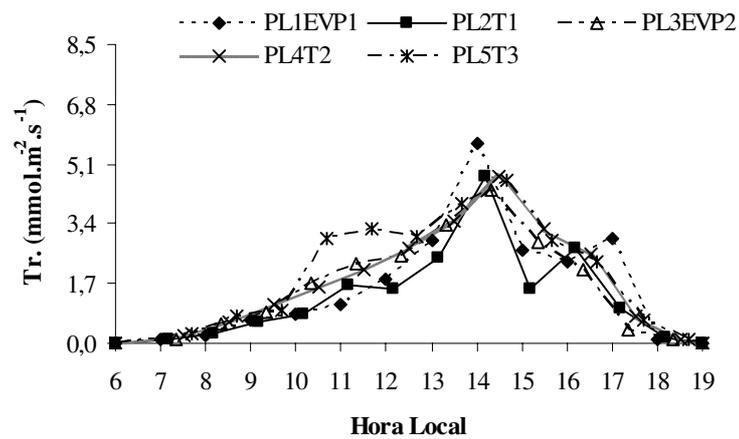


Figura 284. Transpiração foliar, 25/03/2004.

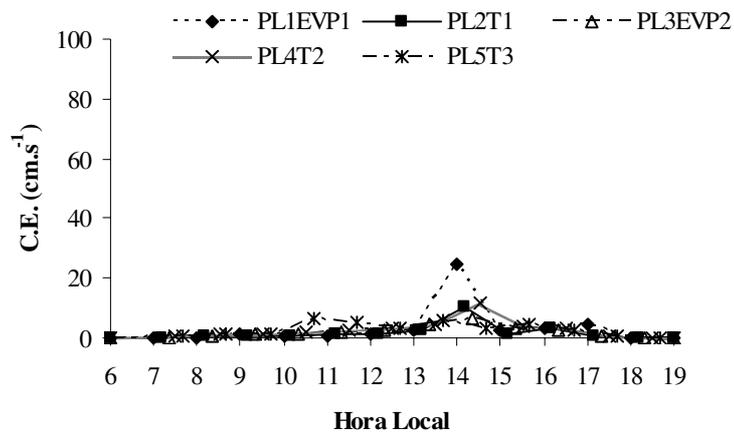


Figura 285. Condutância estomática foliar, 25/03/2004.

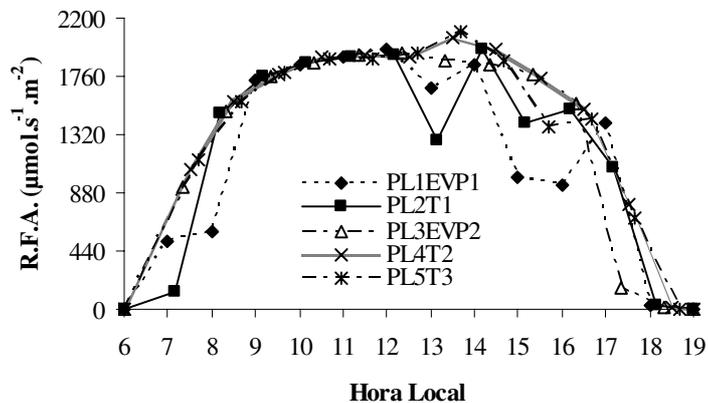


Figura 286. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 25/03/2004.

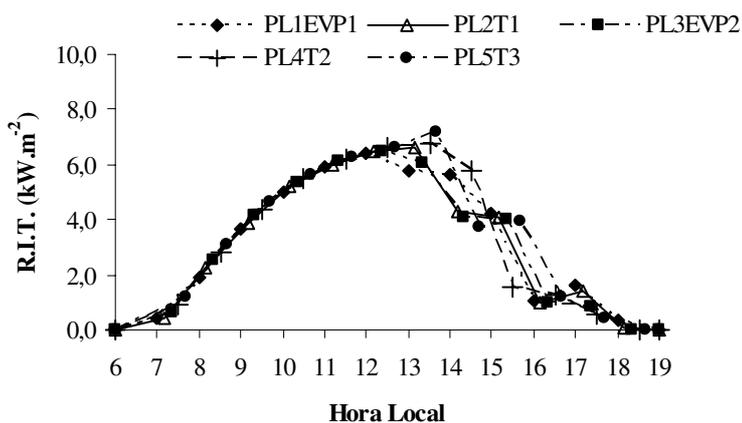


Figura 287. Radiação incidente total, 25/03/2004.

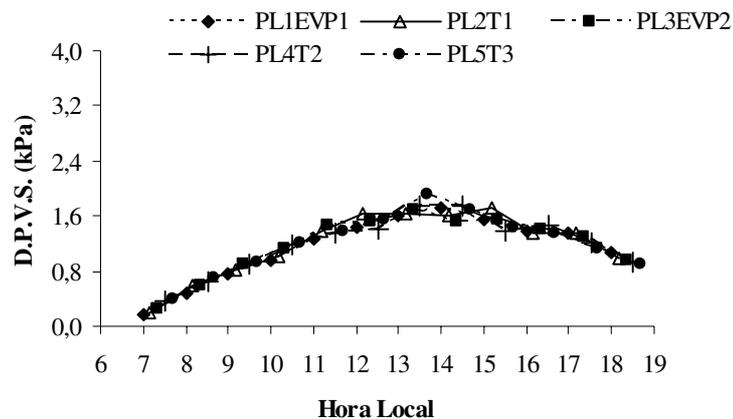


Figura 288. Déficit de pressão de vapor saturado, 25/03/2004.

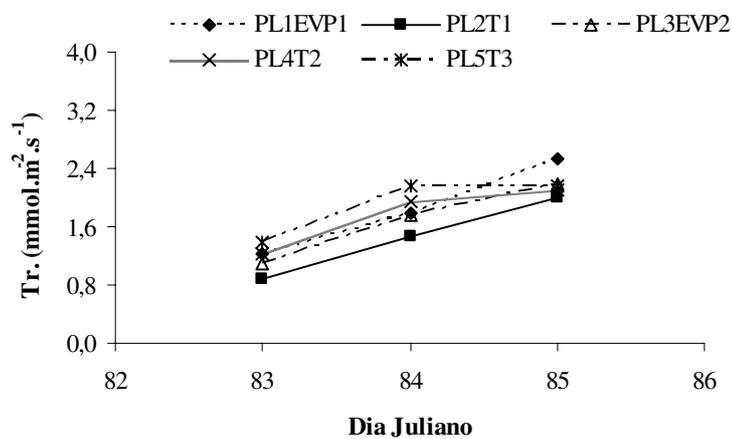


Figura 289. Média diária da Tr do período de 24 a 26/03/2004.

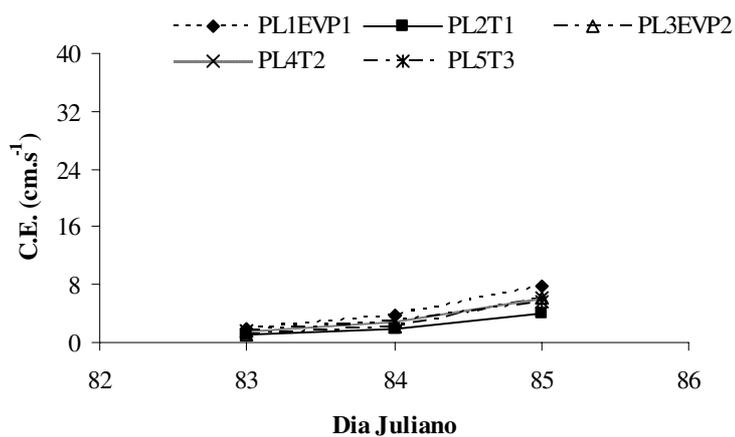


Figura 290. Média diária da C.E do período de 24 a 26/03/2004.

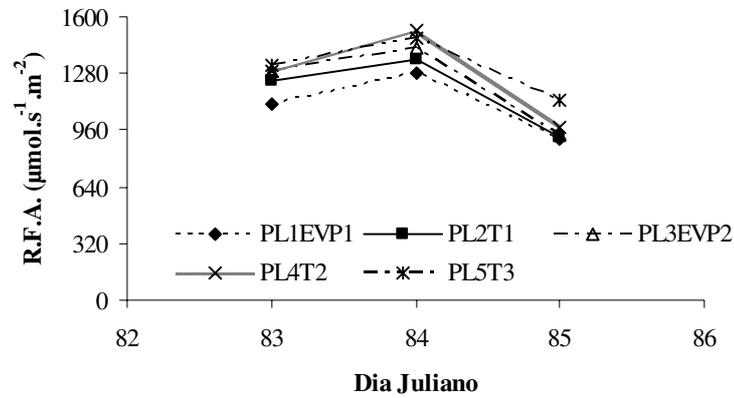


Figura 291. Média diária da R.F.A do período de 24 a 26/03/2004.

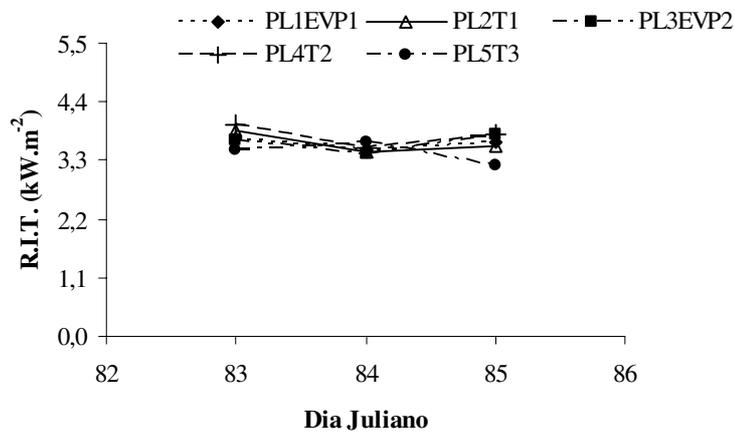


Figura 292. Média diária da R.I.T do período de 24 a 26/03/2004.

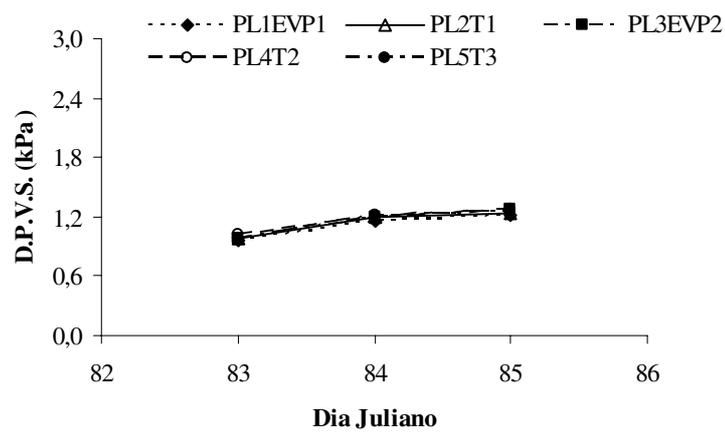


Figura 293. Média diária do D.P.V.S do período de 24 a 26/03/2004.

APÊNDICE G

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado e potencial hídrico de base em função tempo)

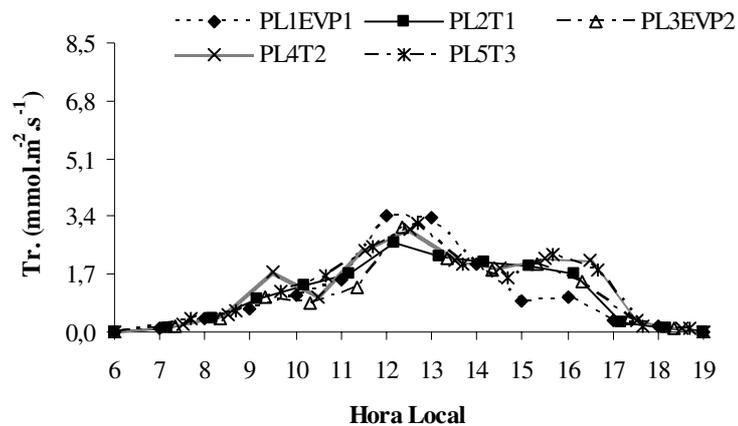


Figura 294. Transpiração foliar, 22/05/2004.

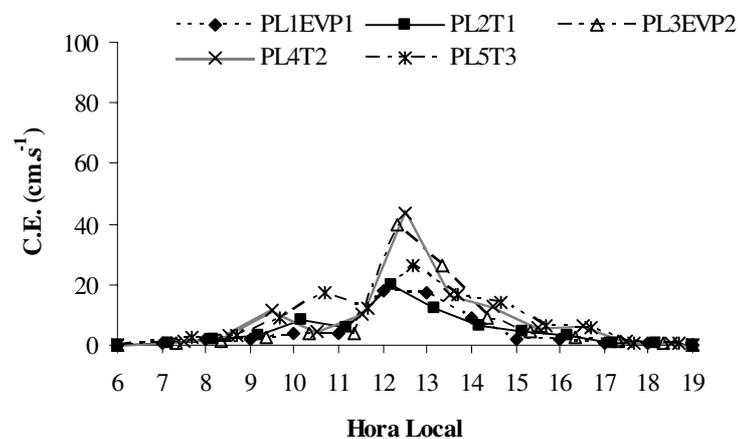


Figura 295. Condutância estomática foliar, 22/05/2004.

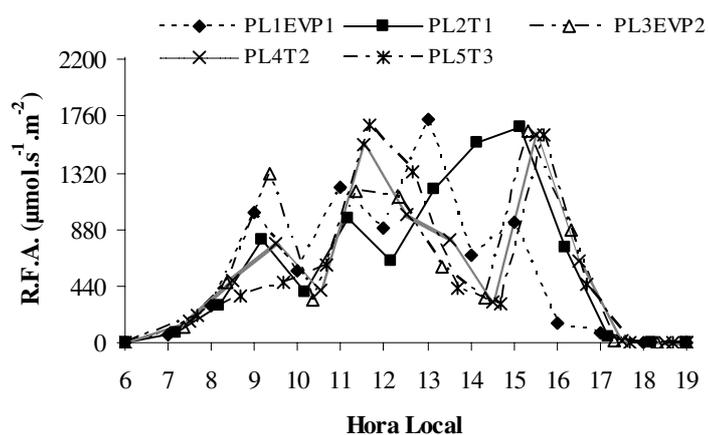


Figura 296. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 22/05/2004.

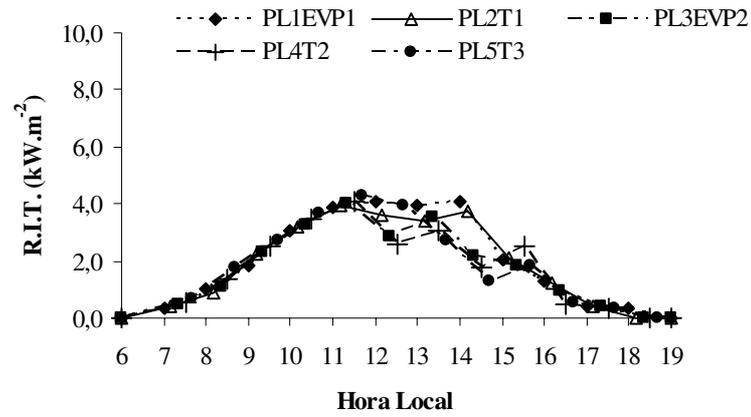


Figura 297. Radiação incidente total, 22/05/2004.

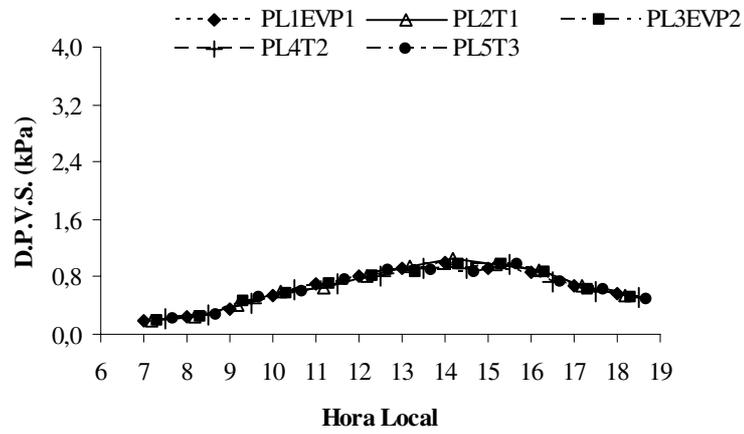


Figura 298. Déficit de pressão de vapor saturado, 22/05/2004.

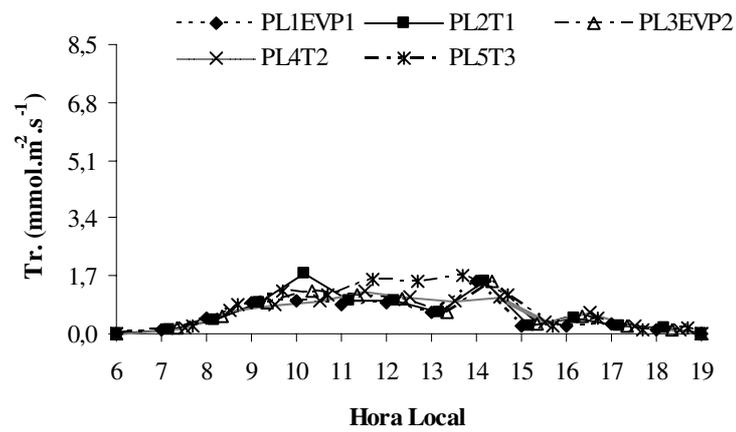


Figura 299. Transpiração foliar, 23/05/2004.

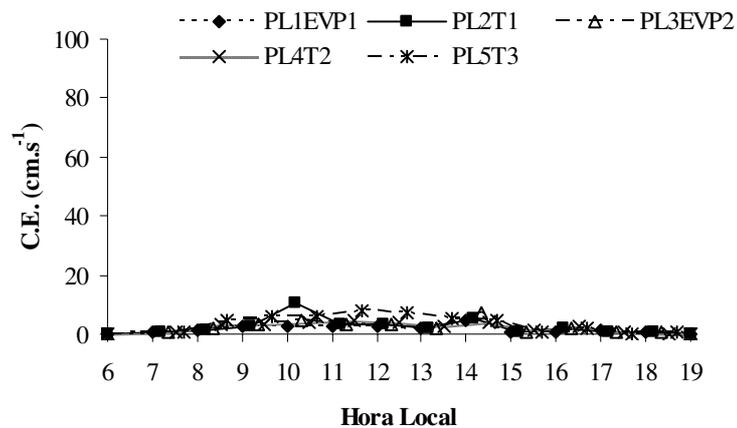


Figura 300. Condutância estomática foliar, 23/05/2004.

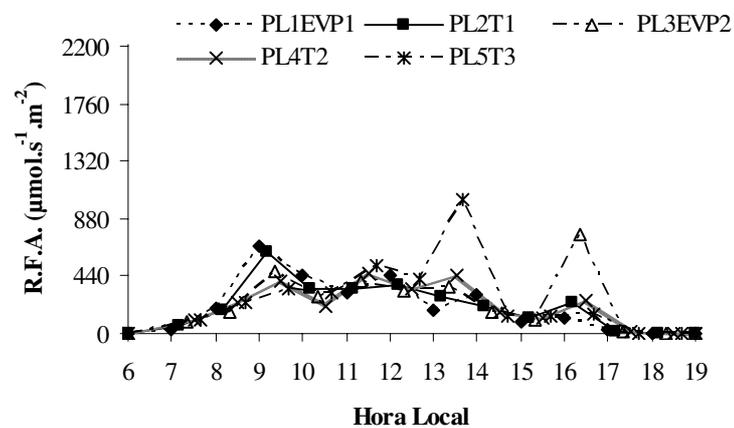


Figura 301. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 23/05/2004.

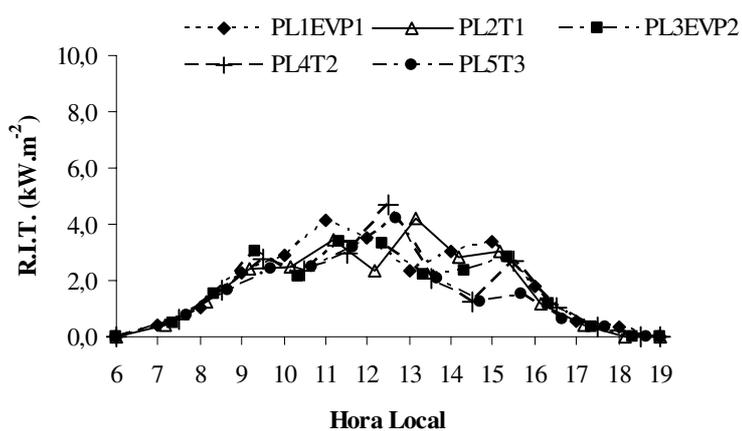


Figura 302. Radiação incidente total, 23/05/2004.

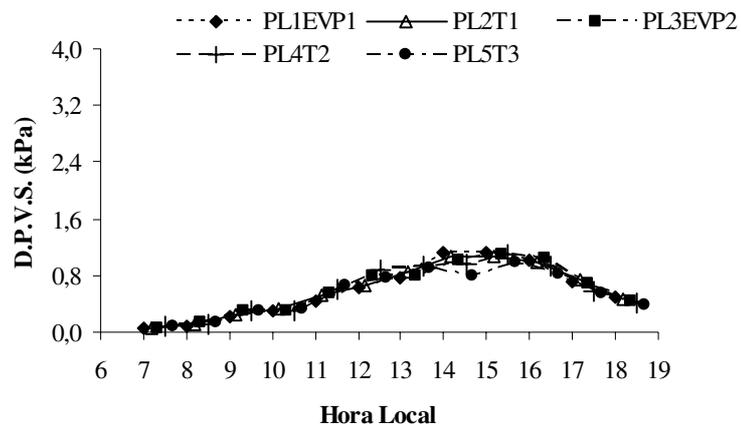


Figura 303. Déficit de pressão de vapor saturado, 23/05/2004.

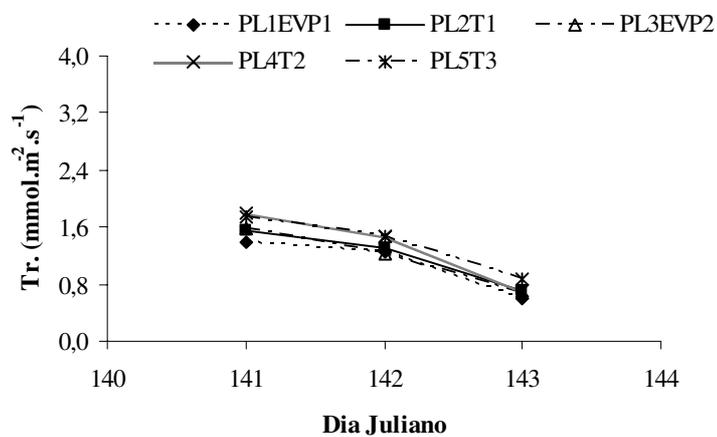


Figura 304. Média diária da Tr do período de 21 a 23/05/2004.

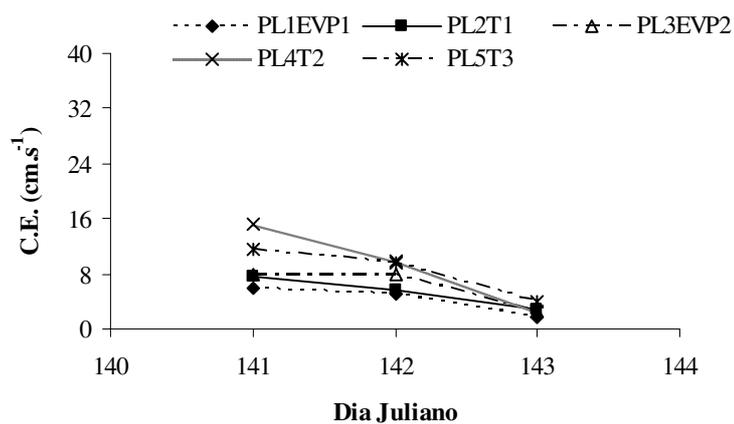


Figura 305. Média diária da C.E do período de 21 a 23/05/2004.

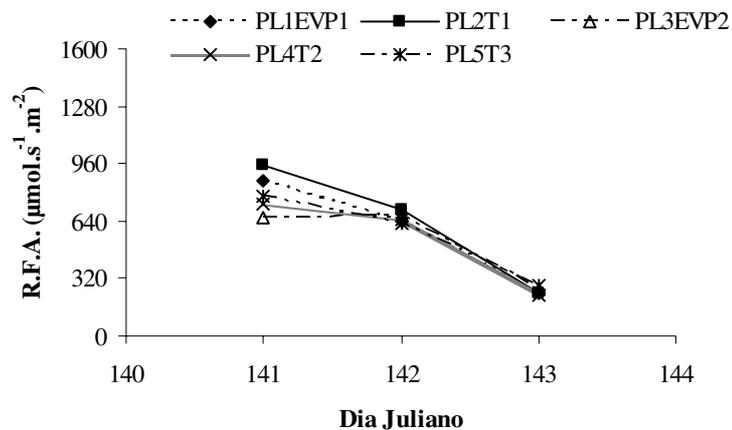


Figura 306. Média diária da R.F.A do período de 21 a 23/05/2004.

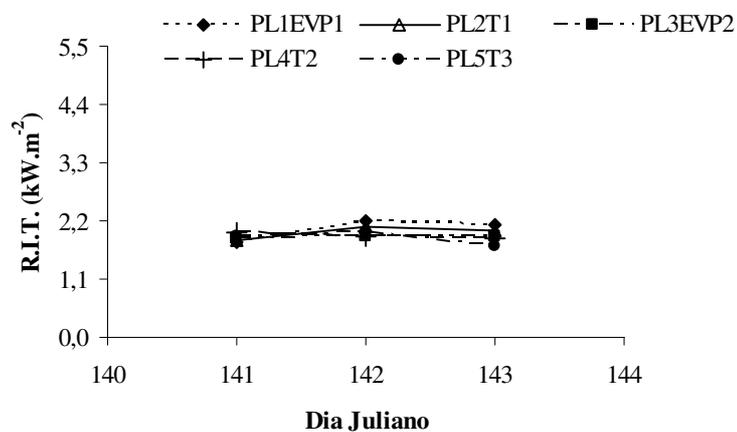


Figura 307. Média diária da R.I.T do período de 21 a 23/05/2004.

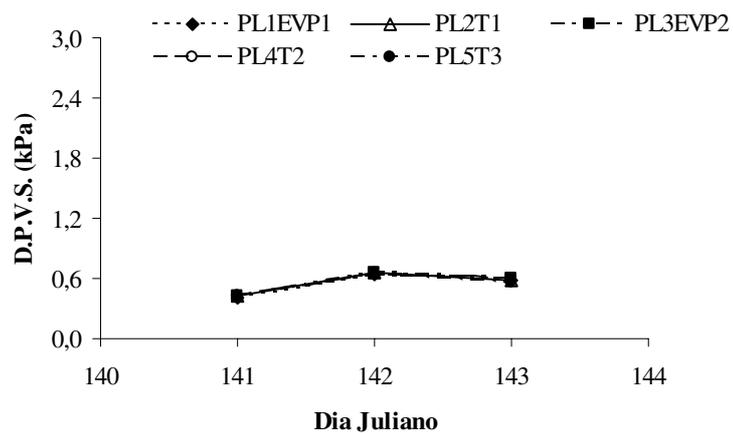


Figura 308. Média diária do D.P.V.S do período de 21 a 23/05/2004.

APÊNDICE H

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado e potencial hídrico de base em função tempo)

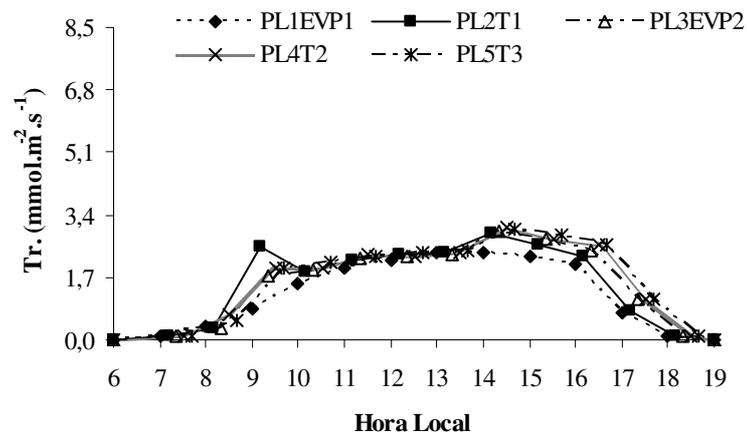


Figura 309. Transpiração foliar, 29/06/2004.

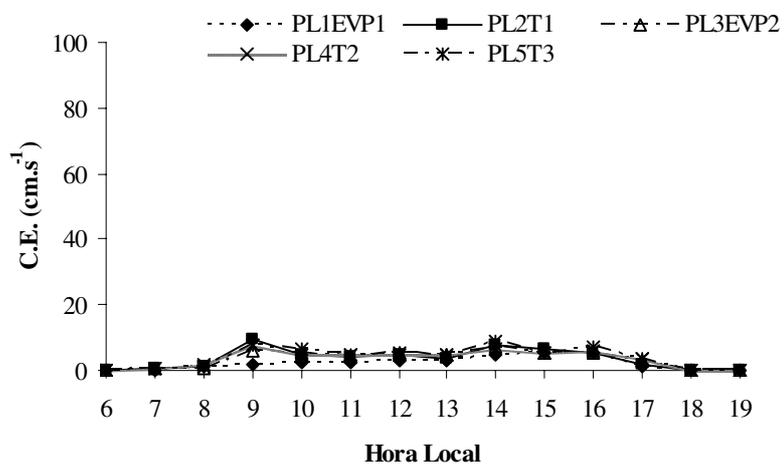


Figura 310. Condutância estomática foliar, 29/06/2004.

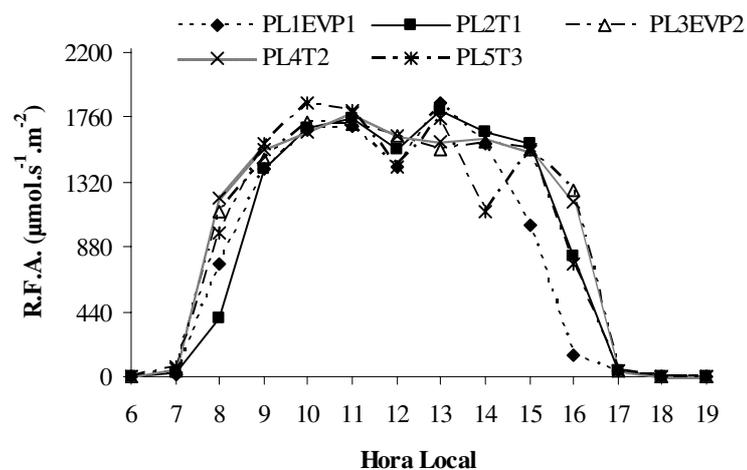


Figura 311. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 29/06/2004.

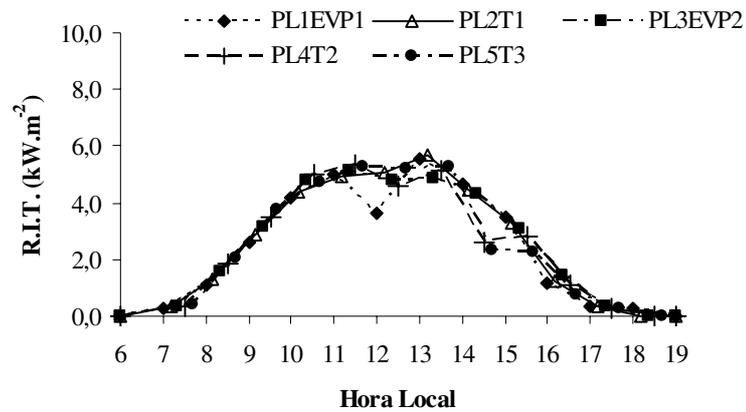


Figura 312. Radiação incidente total, 29/06/2004.

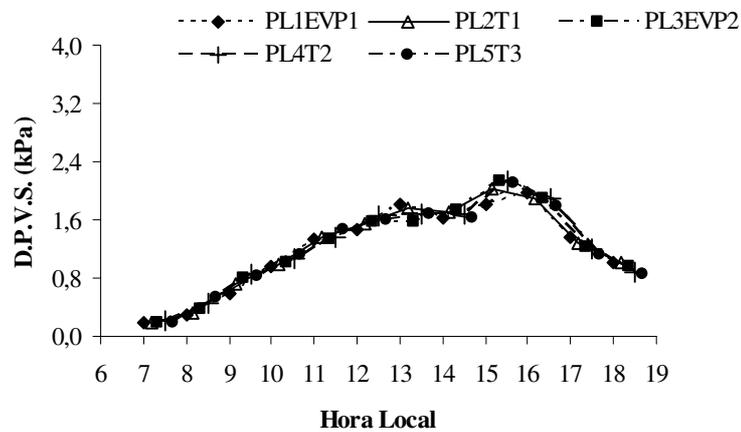


Figura 313. Déficit de pressão de vapor saturado, 29/06/2004.

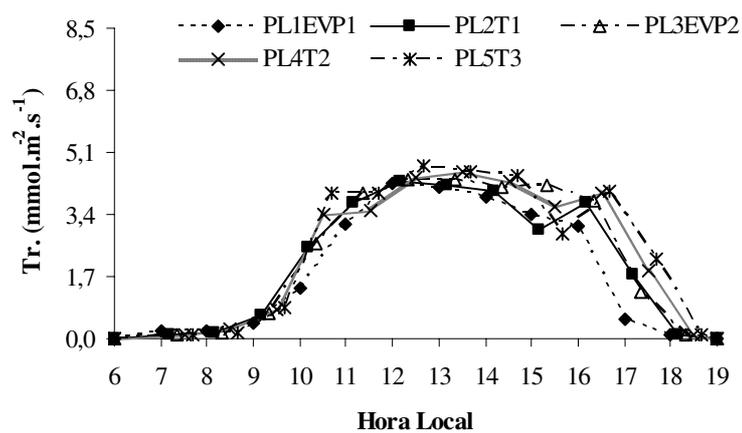


Figura 314. Transpiração foliar, 01/07/2004.

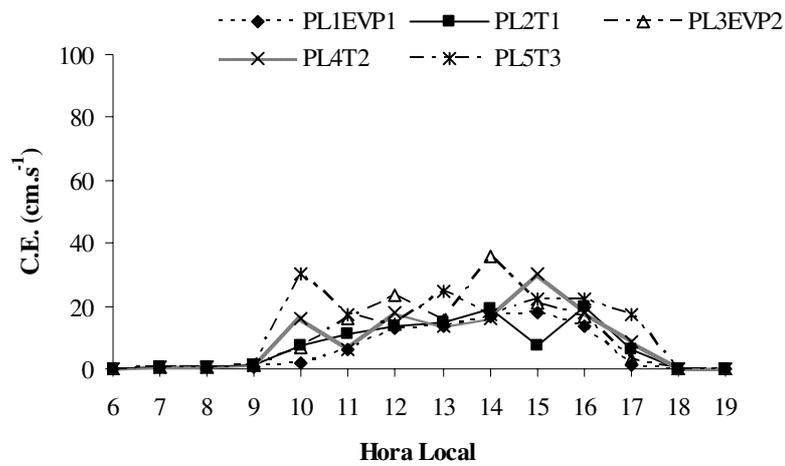


Figura 315. Condutância estomática foliar, 01/07/2004.

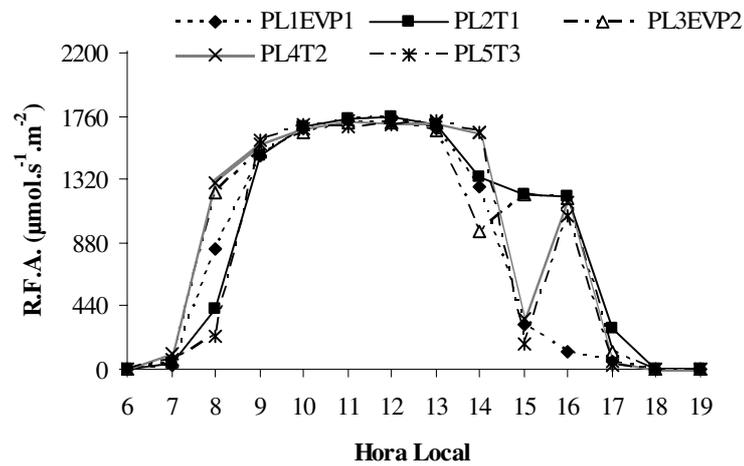


Figura 316. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 01/07/2004.

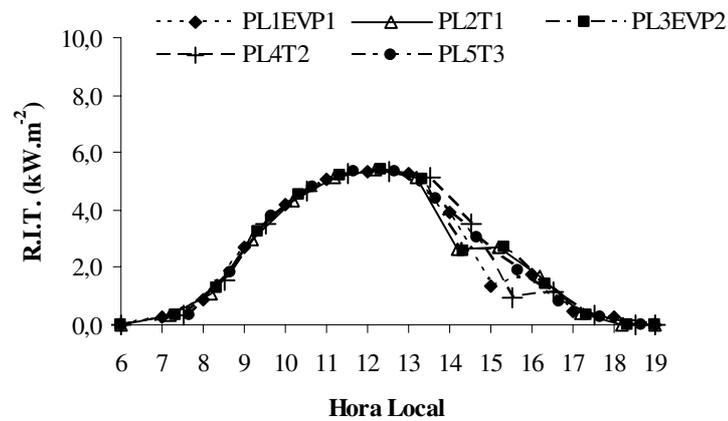


Figura 317. Radiação incidente total, 01/07/2004.

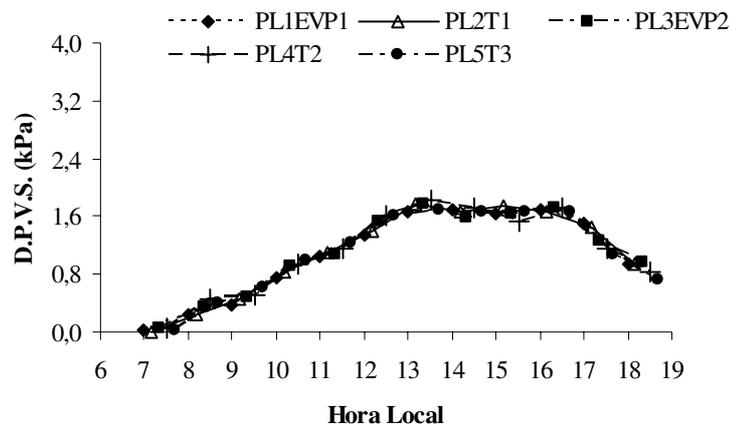


Figura 318. Déficit de pressão de vapor saturado, 01/07/2004.

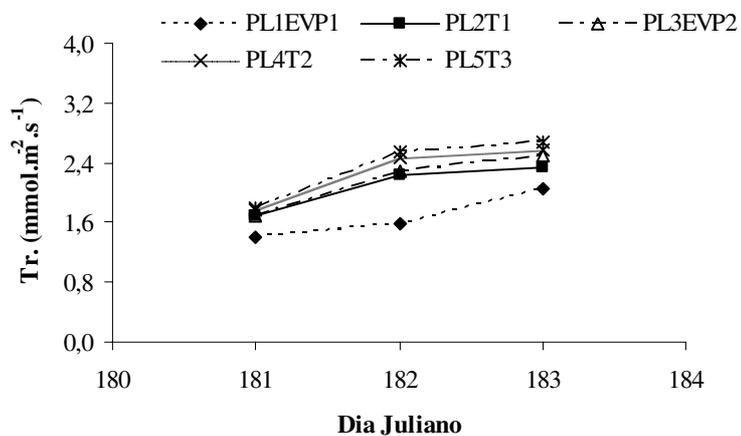


Figura 319. Média diária da Tr do período de 29/06 a 01/07/2004.

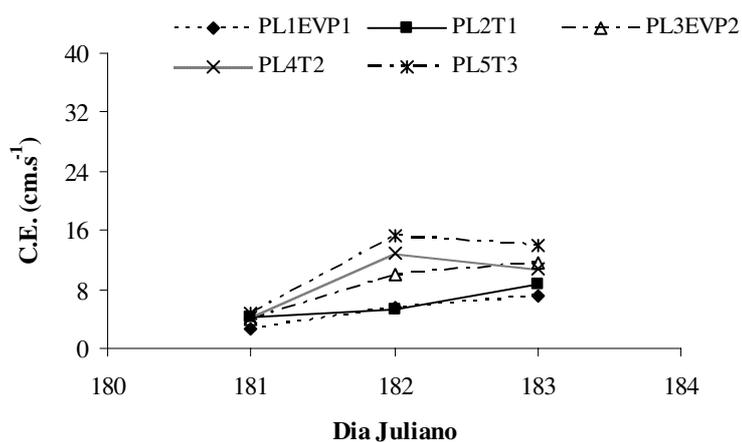


Figura 320. Média diária da C.E do período de 29/06 a 01/07/2004.

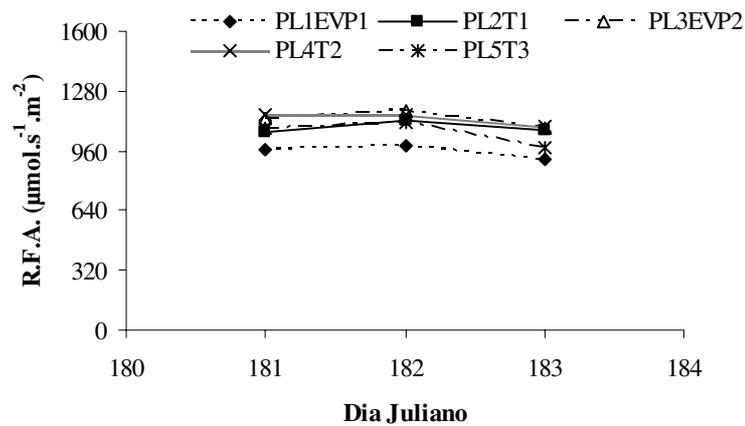


Figura 321. Média diária da R.F.A do período de 29/06 a 01/07/2004.

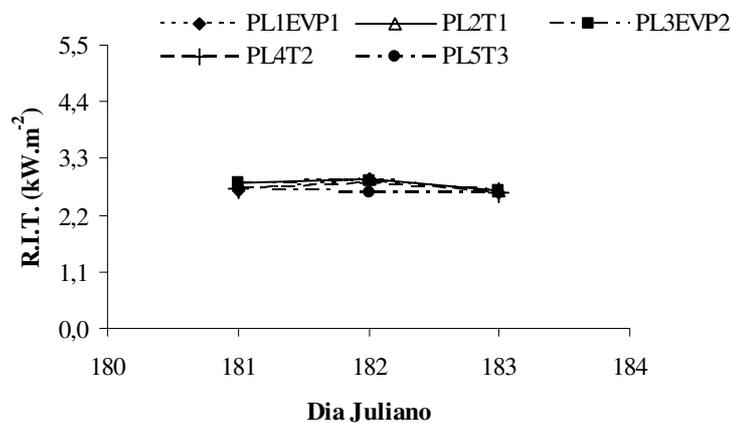


Figura 322. Média diária da R.I.T do período de 29/06 a 01/07/2004.

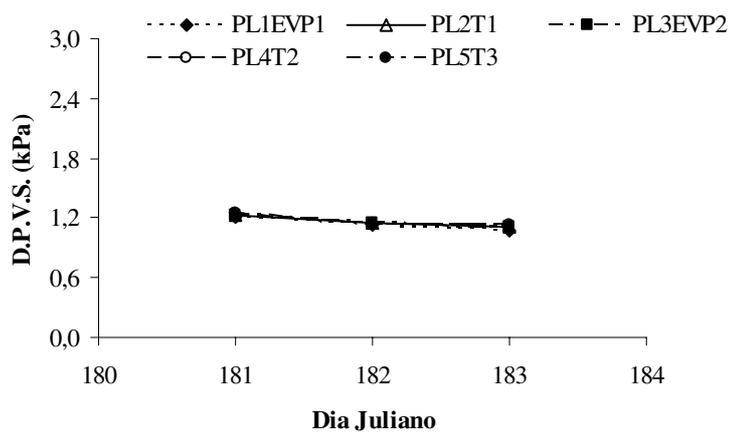


Figura 323. Média diária do D.P.V.S do período de 29/06 a 01/07/2004.

APÊNDICE I

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado e potencial hídrico de base em função tempo)

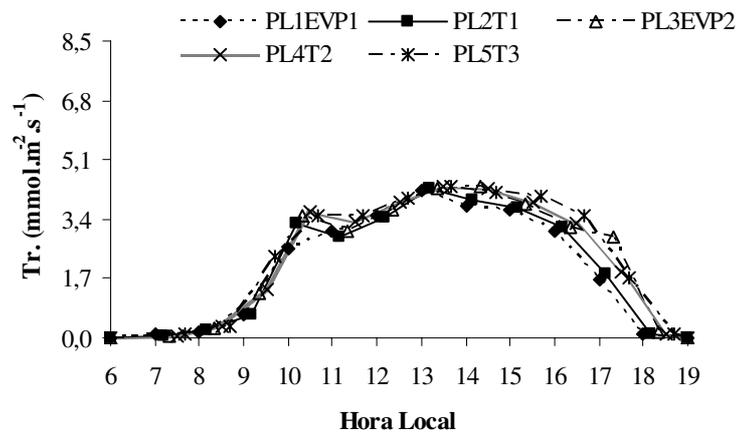


Figura 324. Transpiração foliar, 28/07/2004.

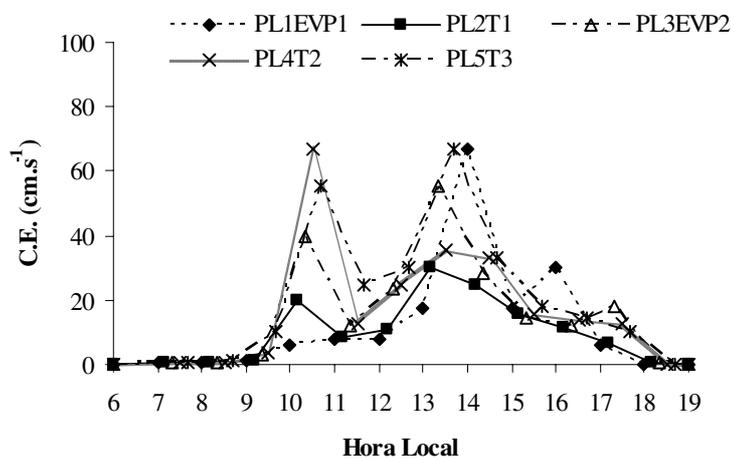


Figura 325. Condutância estomática foliar, 28/07/2004.

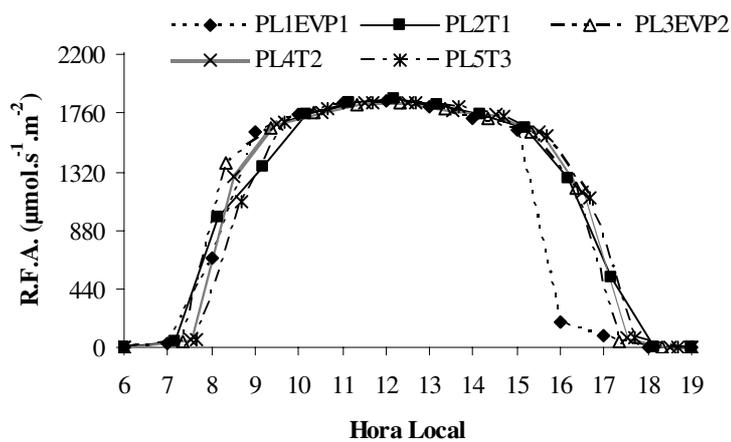


Figura 326. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 28/07/2004.

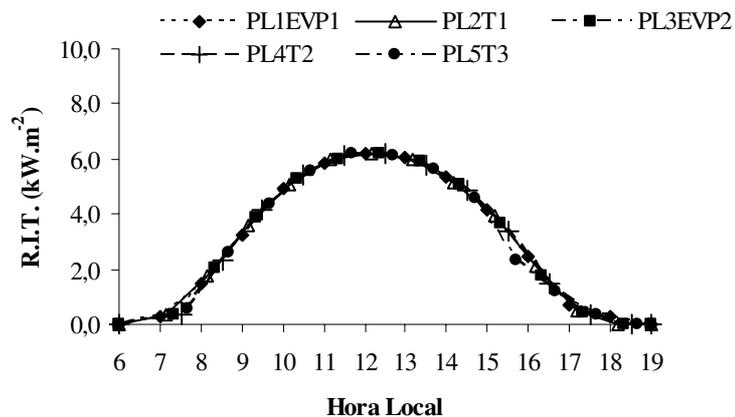


Figura 327. Radiação incidente total, 28/07/2004.

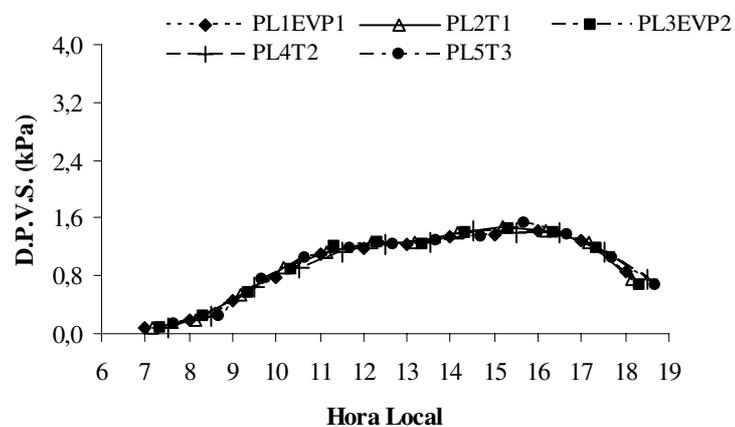


Figura 328. Déficit de pressão de vapor saturado, 28/07/2004.

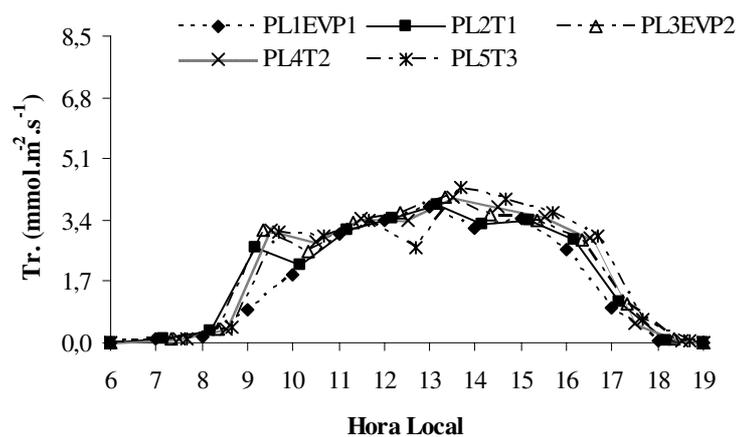


Figura 329. Transpiração foliar, 29/07/2004.

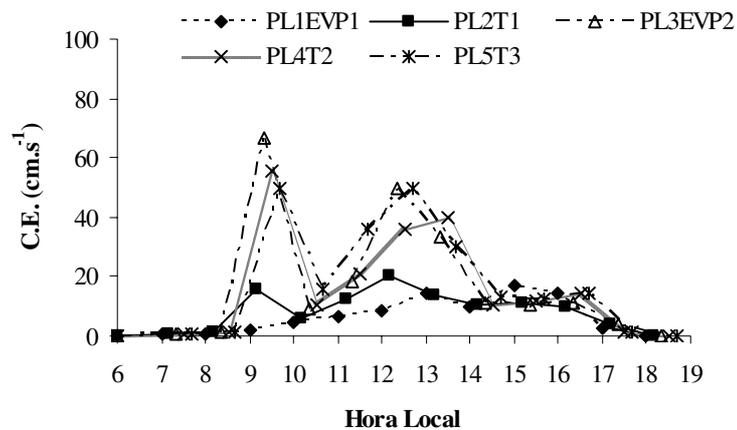


Figura 330. Condutância estomática foliar, 29/07/2004.

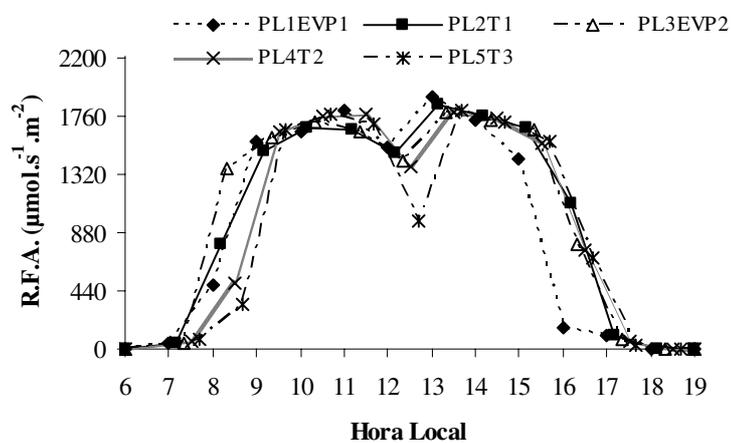


Figura 331. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 29/07/2004.

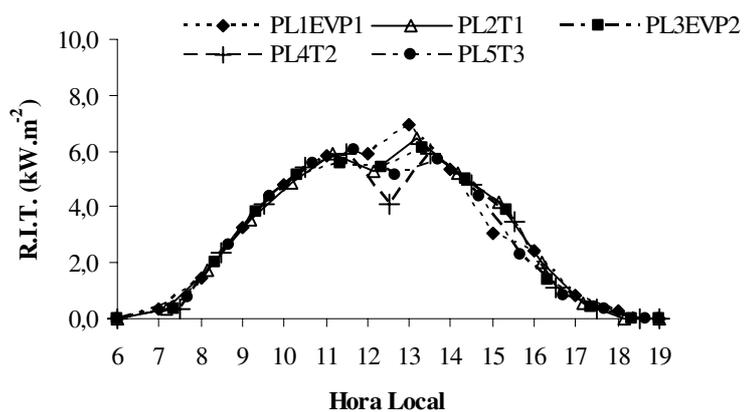


Figura 332. Radiação incidente total, 29/07/2004.

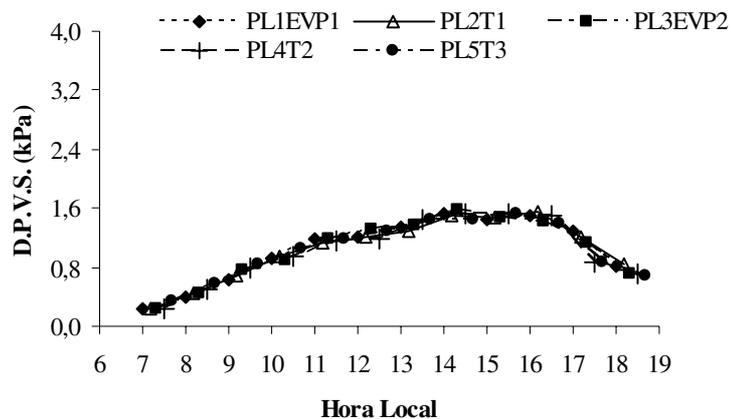


Figura 333. Déficit de pressão de vapor saturado, 29/07/2004.

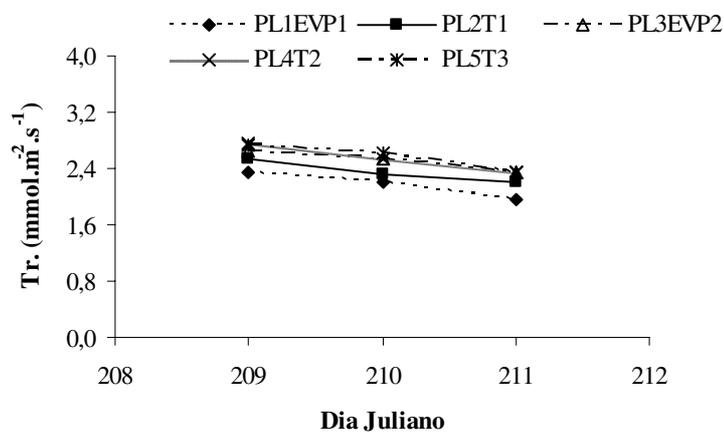


Figura 334. Média diária da Tr do período de 27 a 29/07/2004.

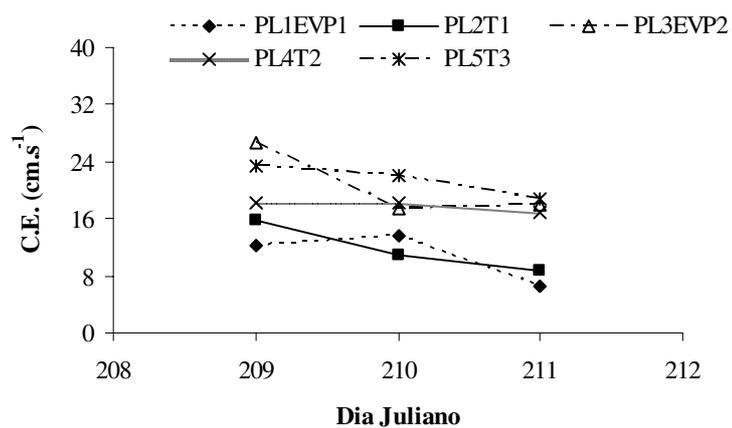


Figura 335. Média diária da C.E do período de 27 a 29/07/2004.

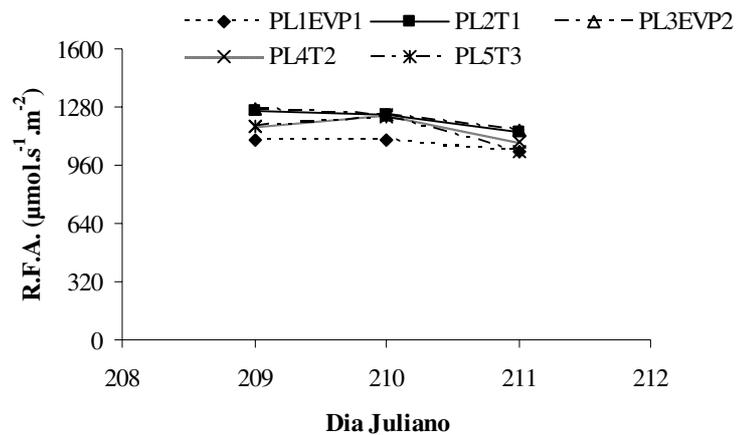


Figura 336. Média diária da R.F.A do período de 27 a 29/07/2004.

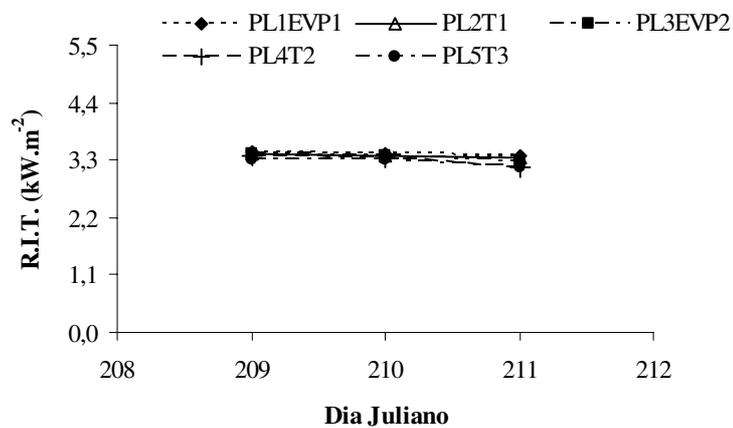


Figura 337. Média diária da R.I.T do período de 27 a 29/07/2004.

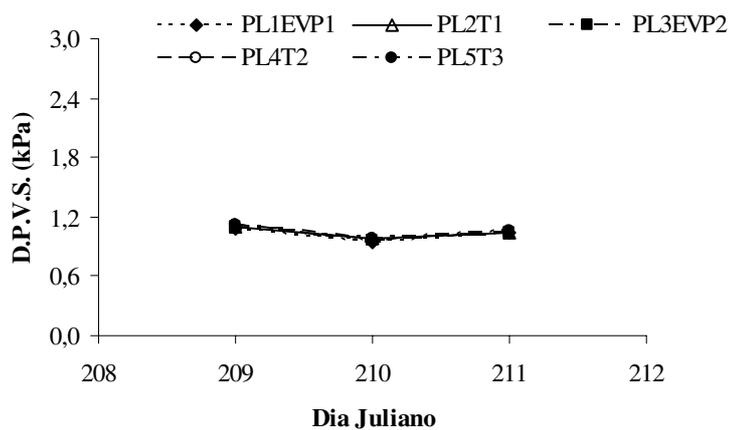


Figura 338. Média diária do D.P.V.S do período de 27 a 29/07/2004.

APÊNDICE J

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado e potencial hídrico de base em função tempo)

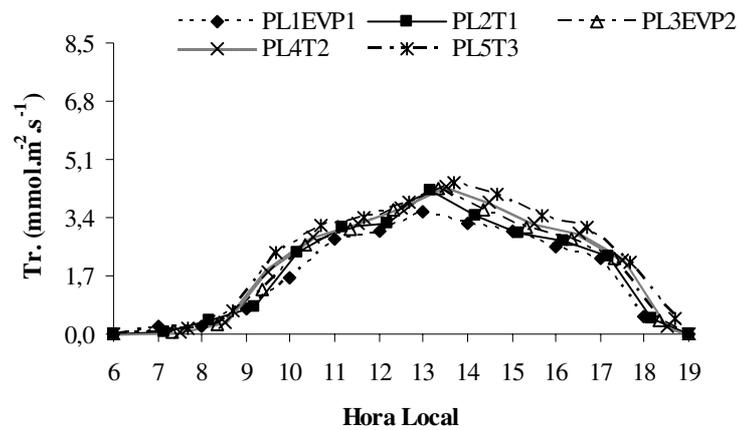


Figura 339. Transpiração foliar, 13/08/2004.

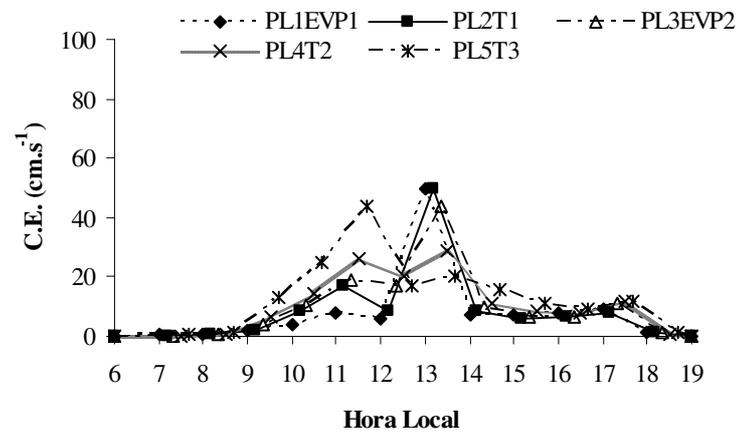


Figura 340. Condutância estomática foliar, 13/08/2004.

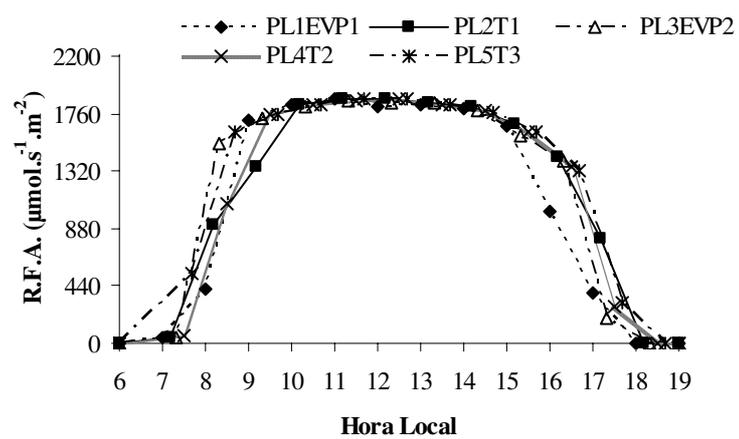


Figura 341. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 13/08/2004.

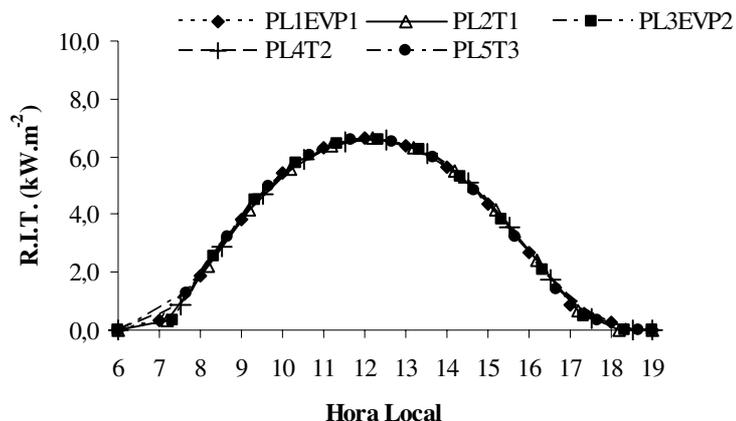


Figura 342. Radiação incidente total, 13/08/2004.

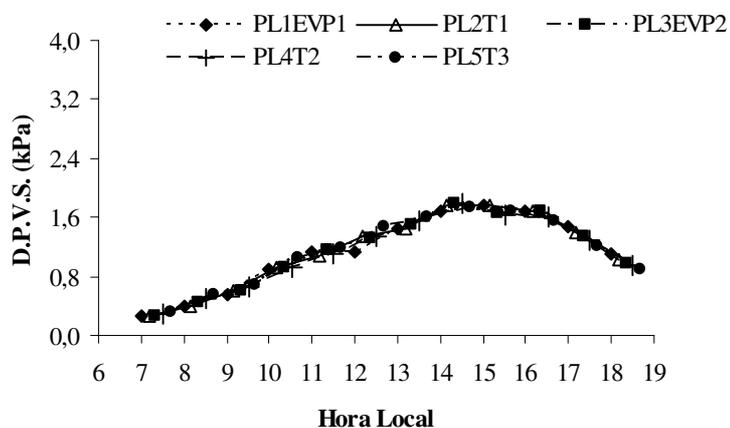


Figura 343. Déficit de pressão de vapor saturado, 13/08/2004.

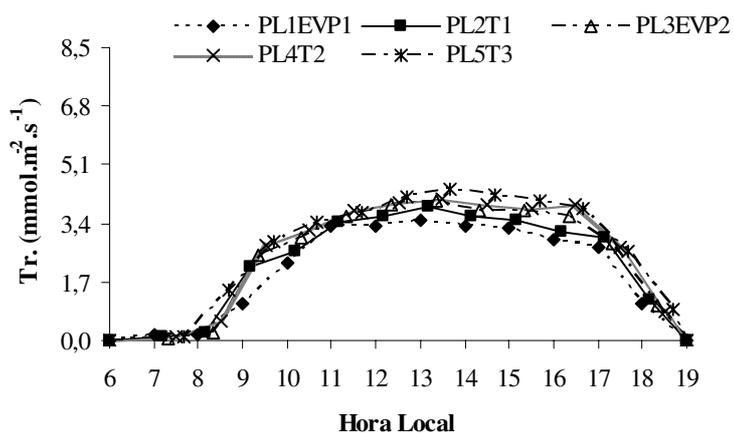


Figura 344. Transpiração foliar, 14/08/2004.

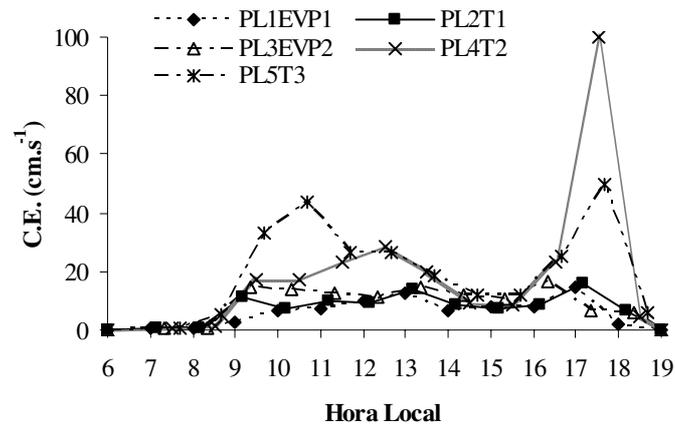


Figura 345. Condutância estomática foliar, 14/08/2004.

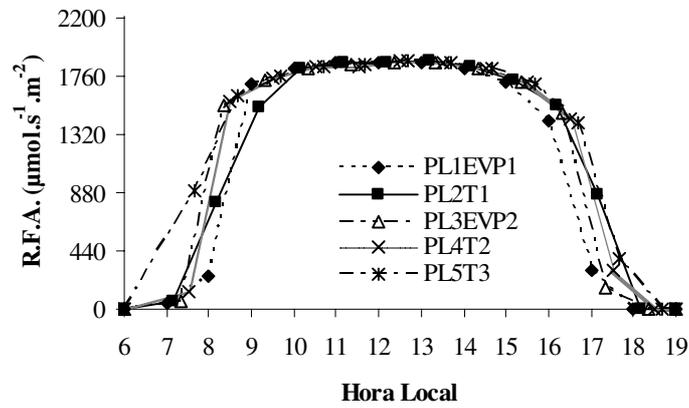


Figura 346. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 14/08/2004.

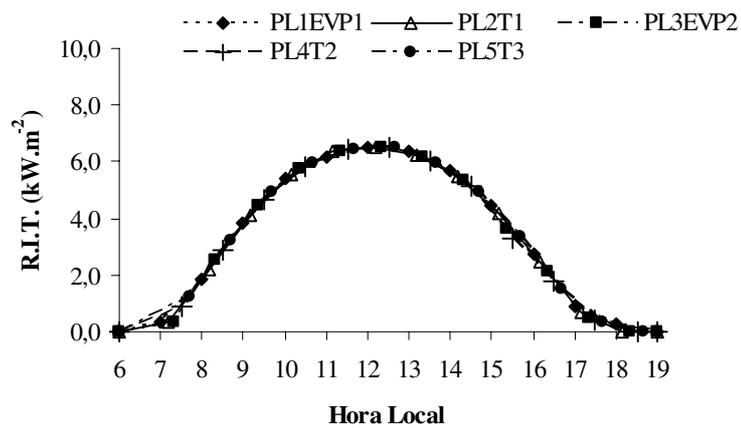


Figura 347. Radiação incidente total, 14/08/2004.

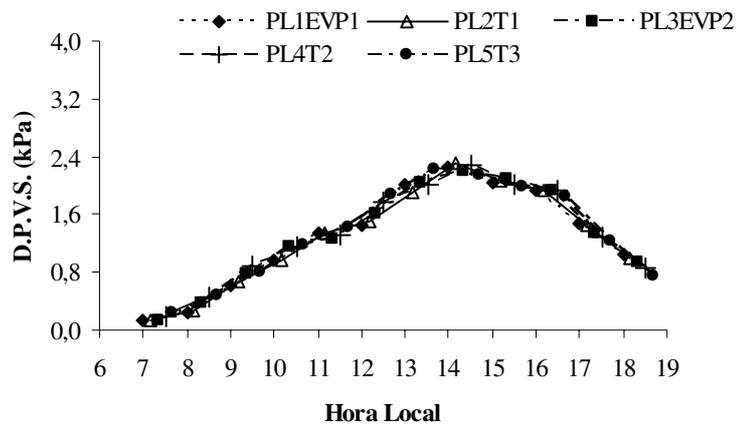


Figura 348. Déficit de pressão de vapor saturado, 14/08/2004.

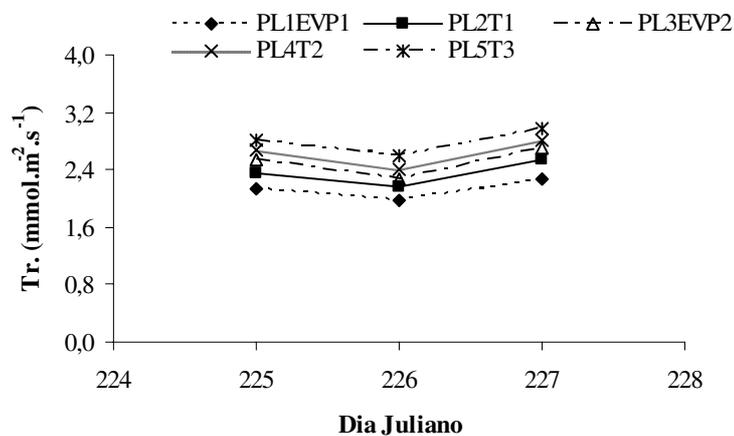


Figura 349. Média diária da Tr do período de 12 a 14/08/2004.

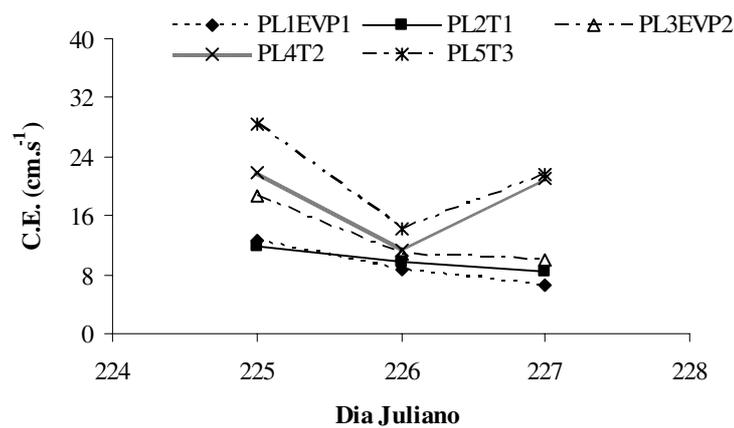


Figura 350. Média diária da C.E do período de 12 a 14/08/2004.

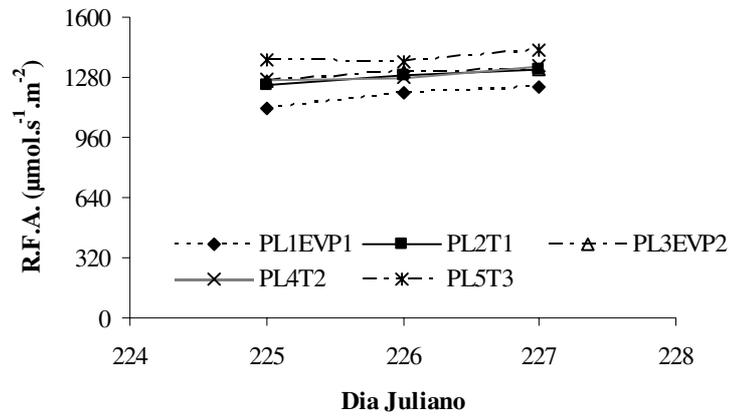


Figura 351. Média diária da R.F.A do período de 12 a 14/08/2004.

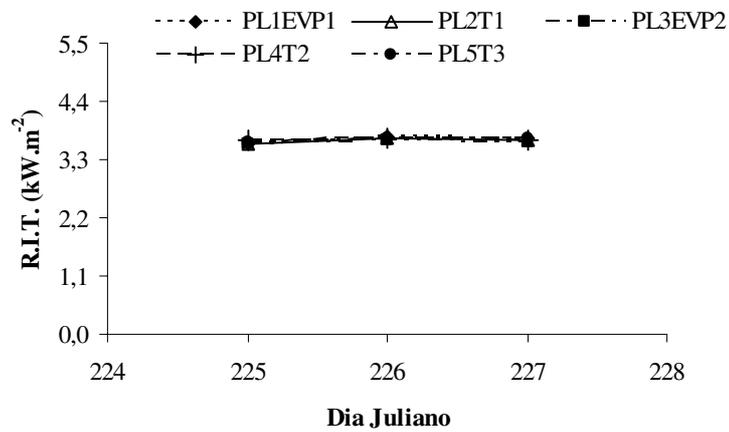


Figura 352. Média diária da R.I.T do período de 12 a 14/08/2004.

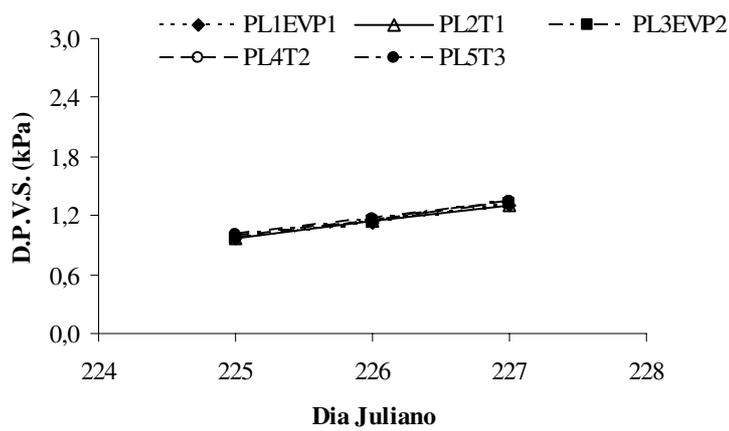


Figura 353. Média diária do D.P.V.S. do período de 12 a 14/08/2004.

APÊNDICE L

(Transpiração, condutância estomática, radiação fotossinteticamente ativa, radiação incidente total, déficit de pressão de vapor saturado e potencial hídrico de base em função tempo)

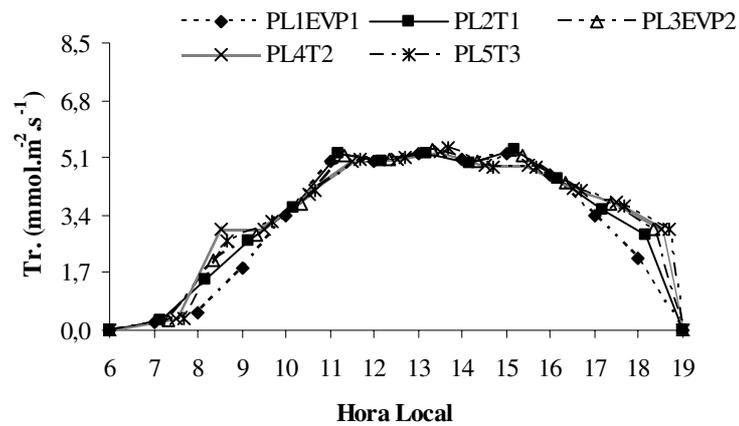


Figura 354. Transpiração foliar, 03/09/2004.

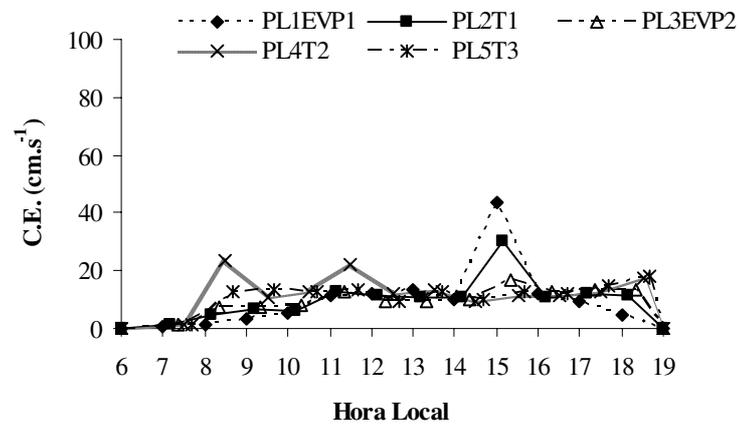


Figura 355. Condutância estomática foliar, 03/09/2004.

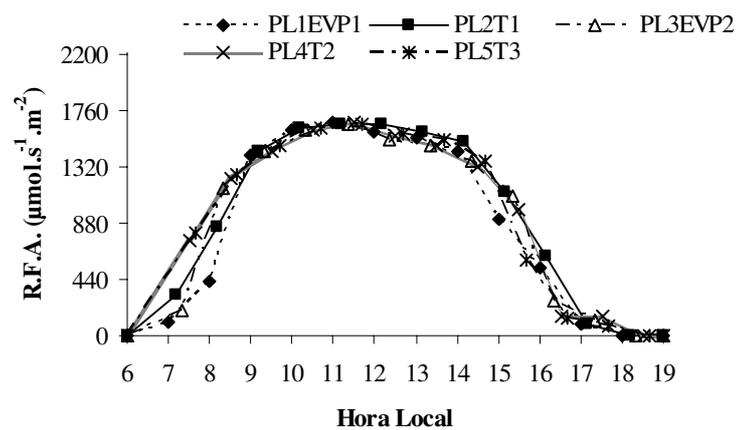


Figura 356. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 03/09/2004.

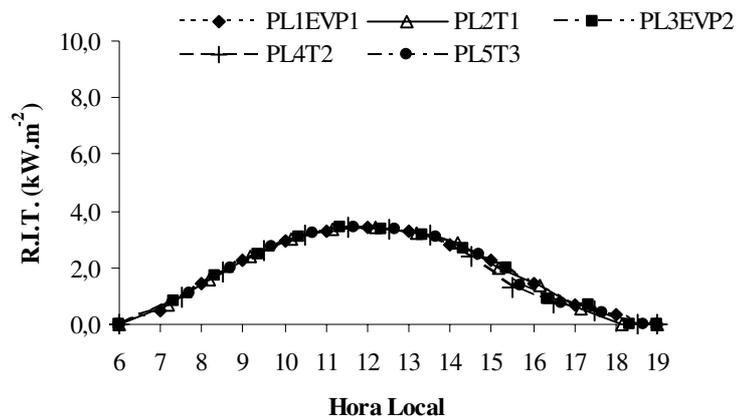


Figura 357. Radiação incidente total, 03/09/2004.

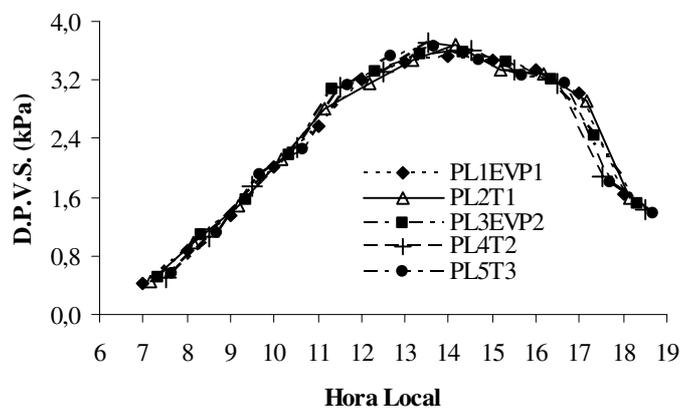


Figura 358. Déficit de pressão de vapor saturado, 03/09/2004.

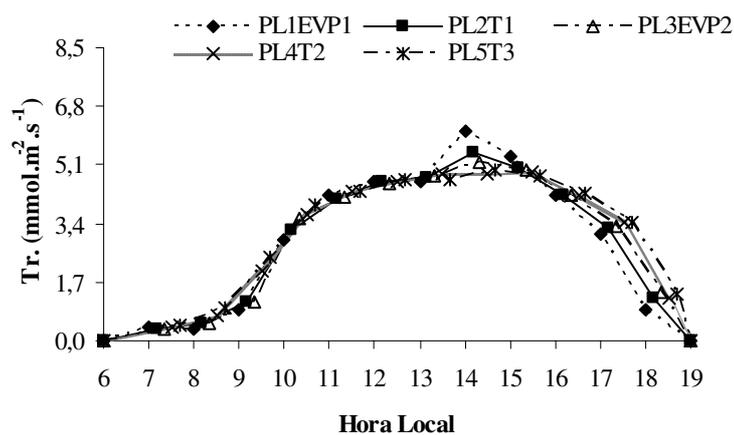


Figura 359. Transpiração foliar, 04/09/2004.

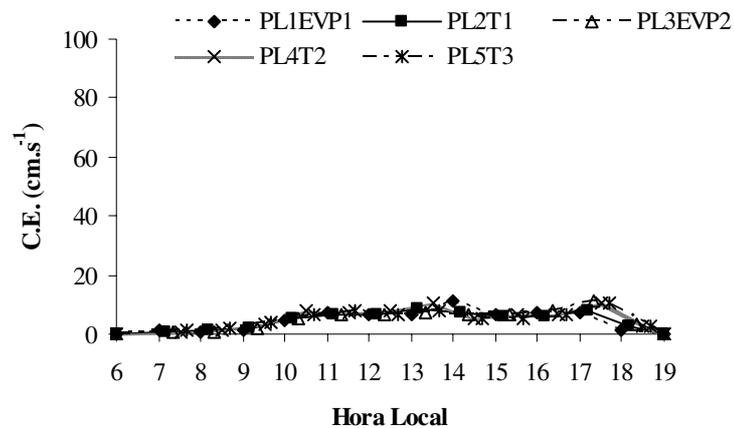


Figura 360. Condutância estomática foliar, 04/09/2004.

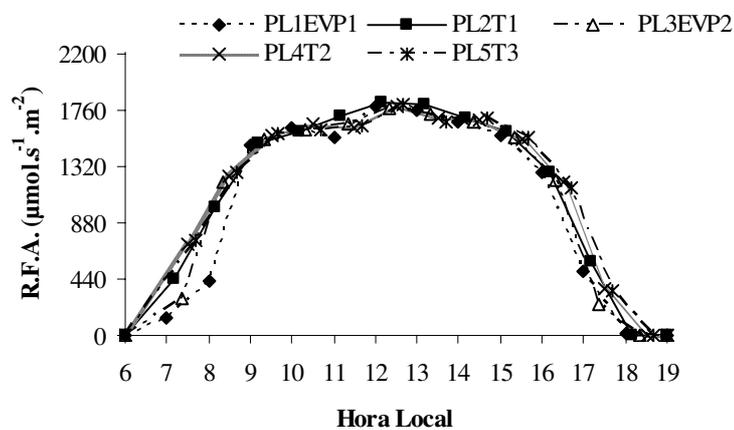


Figura 361. Radiação fotossinteticamente ativa foliar, 04/09/2004.

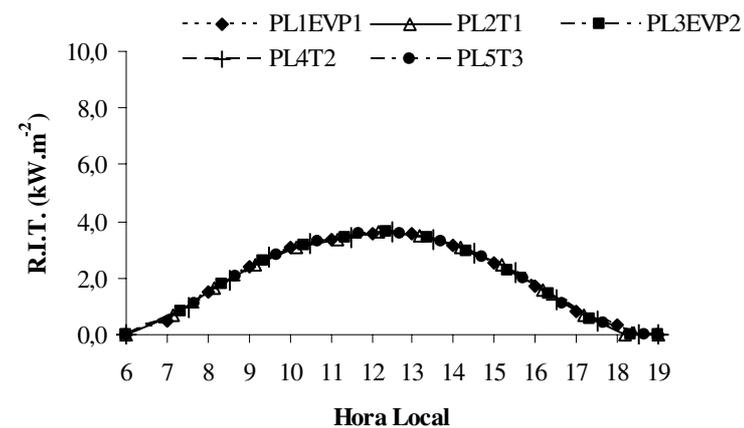


Figura 362. Radiação incidente total, 04/09/2004.

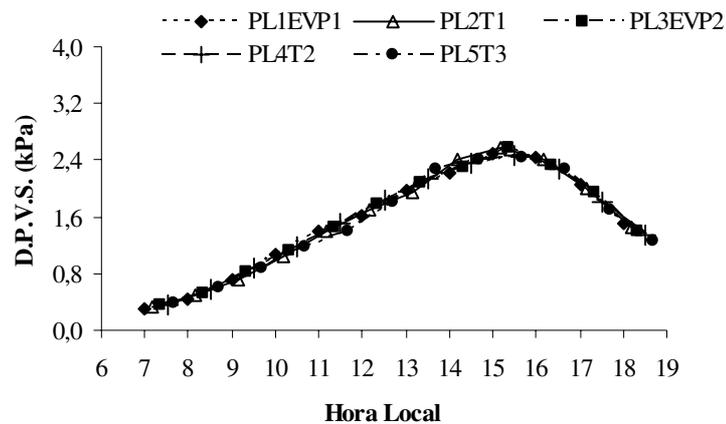


Figura 363. Déficit de pressão de vapor saturado, 04/09/2004.

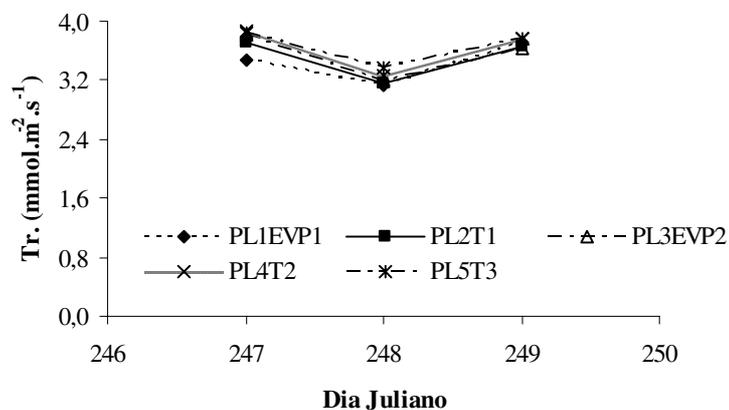


Figura 364. Média diária da Tr do período de 03 a 05/09/2004.

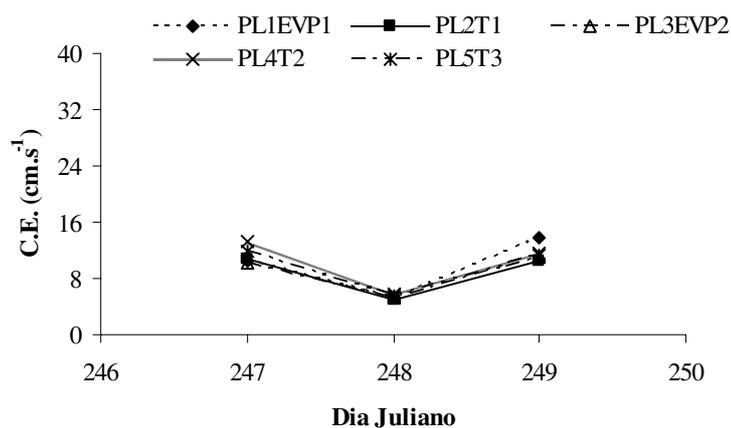


Figura 365. Média diária da C.E do período de 03 a 05/09/2004.

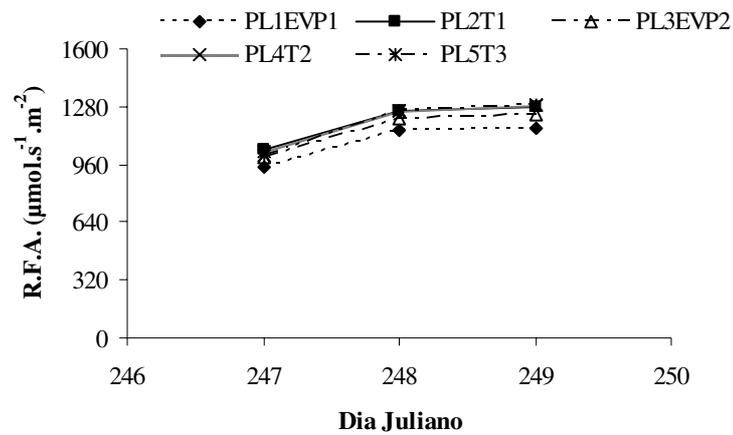


Figura 366. Média diária da R.F.A do período de 03 a 05/09/2004.

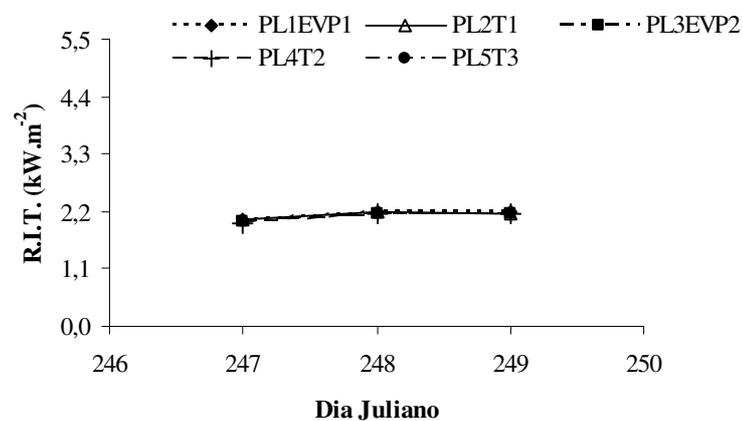


Figura 367. Média diária da R.I.T do período de 03 a 05/09/2004.

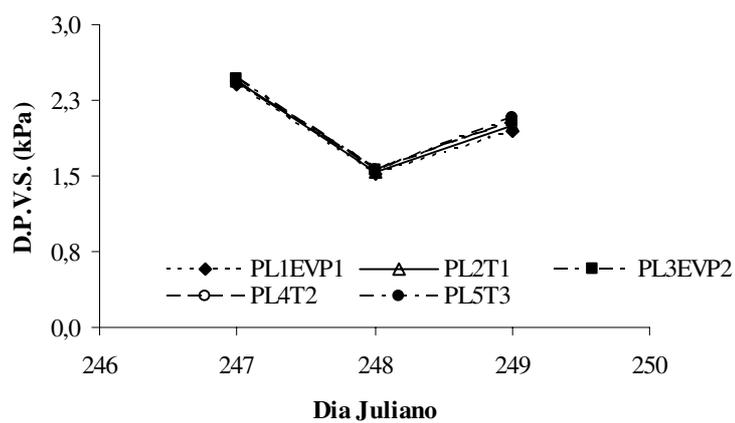


Figura 368. Média diária do D.P.V.S do período de 03 a 05/09/2004.

APÊNDICE M

(Período integral de medidas – Tr, C.E, R.F.A, R.I.T, D.P.V.S e Ψ_b em função da média diária)

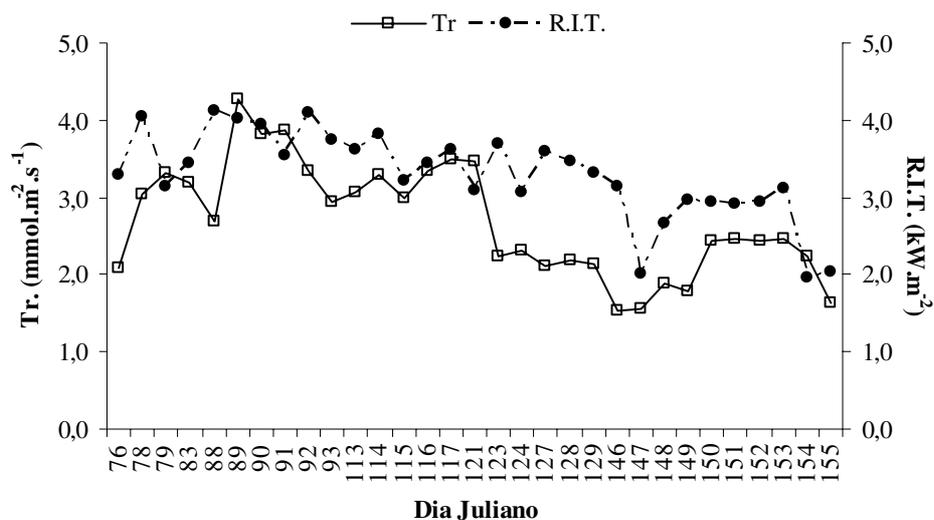


Figura 369. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.

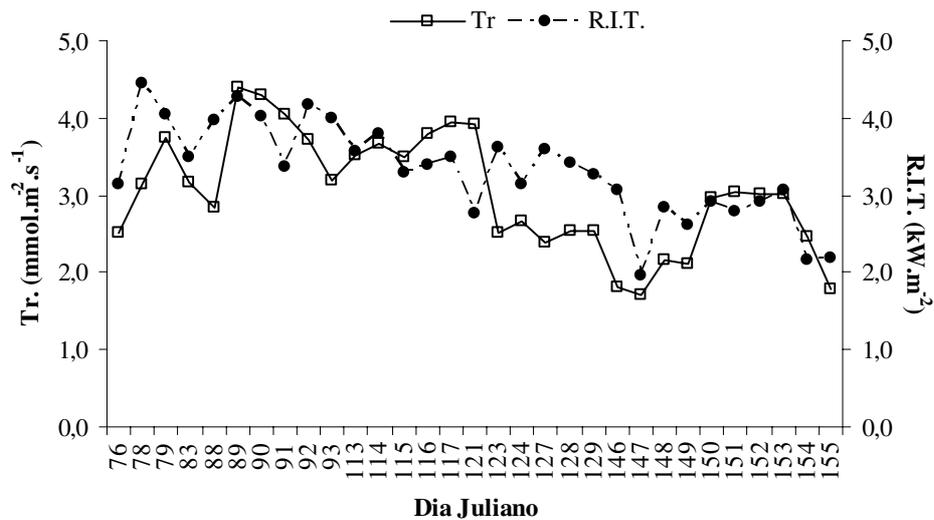


Figura 370. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.

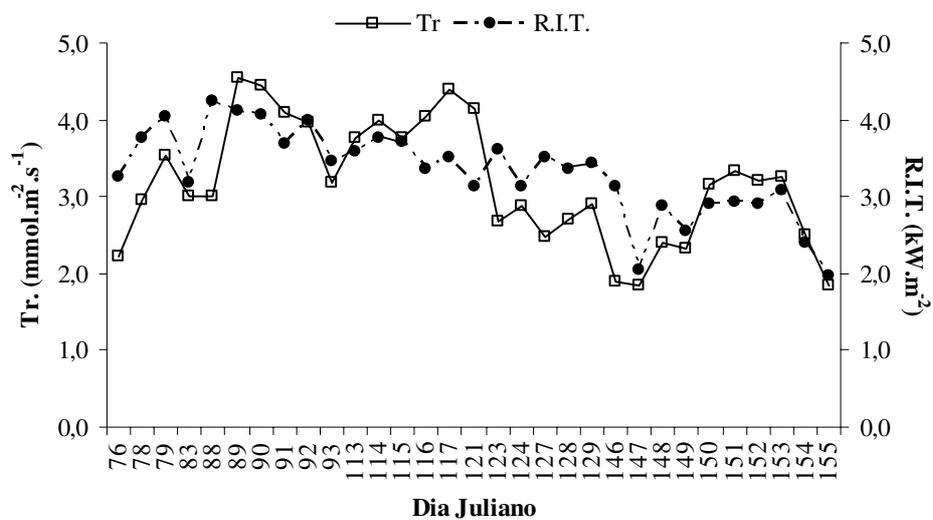


Figura 371. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.

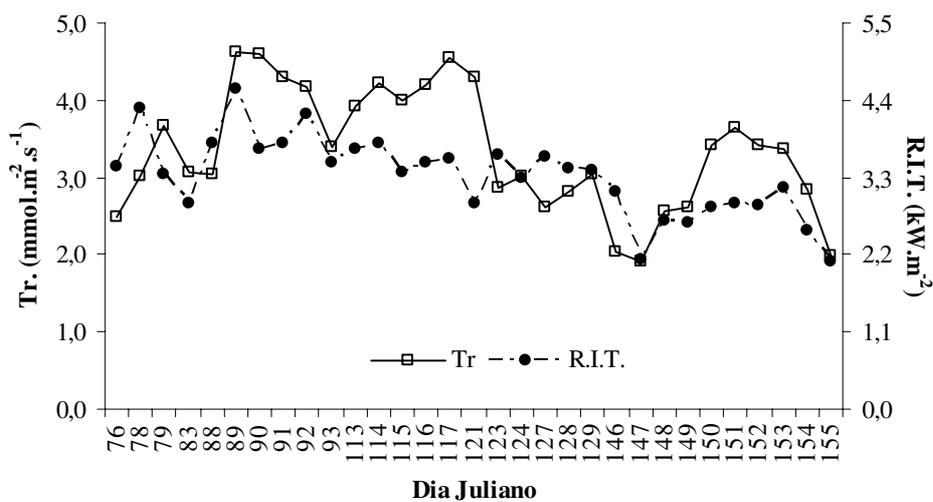


Figura 372. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.

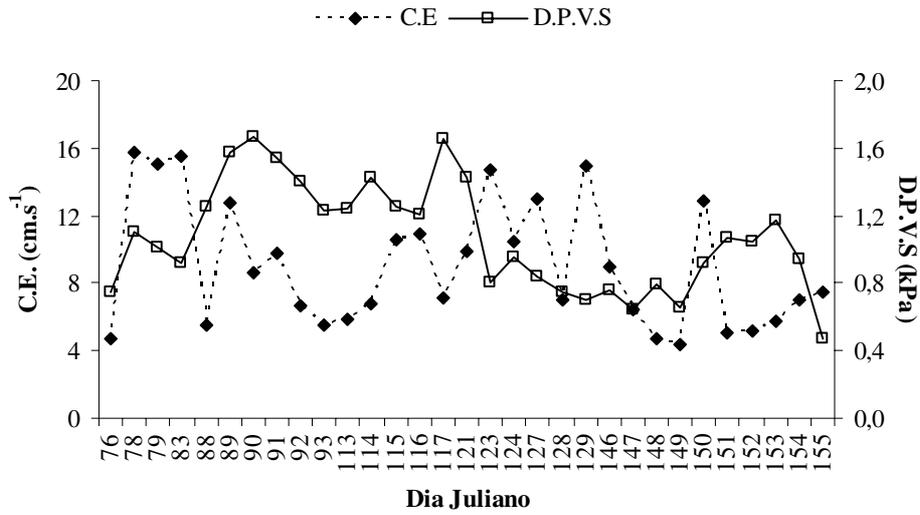


Figura 373. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.

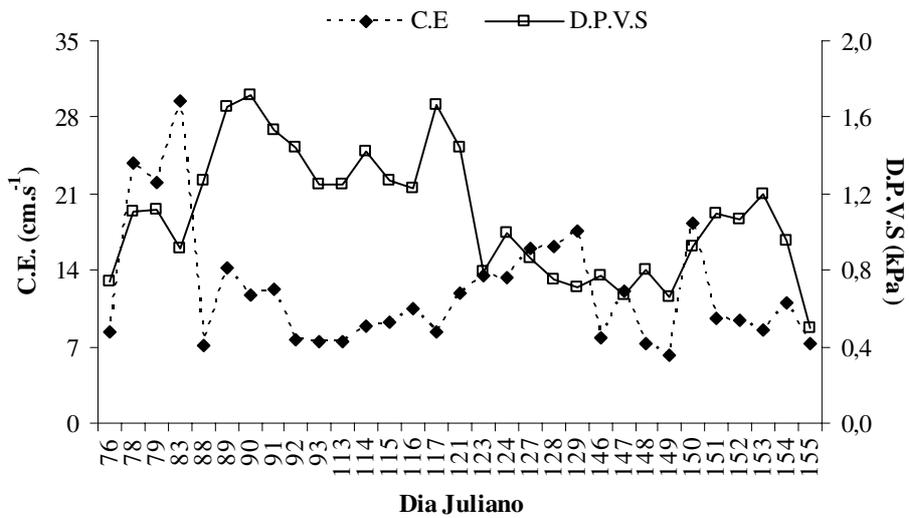


Figura 374. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.

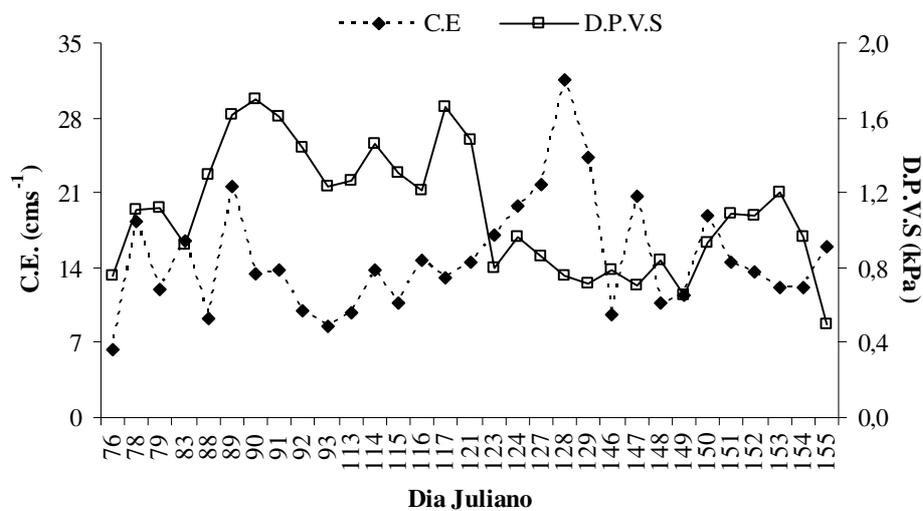


Figura 375. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.

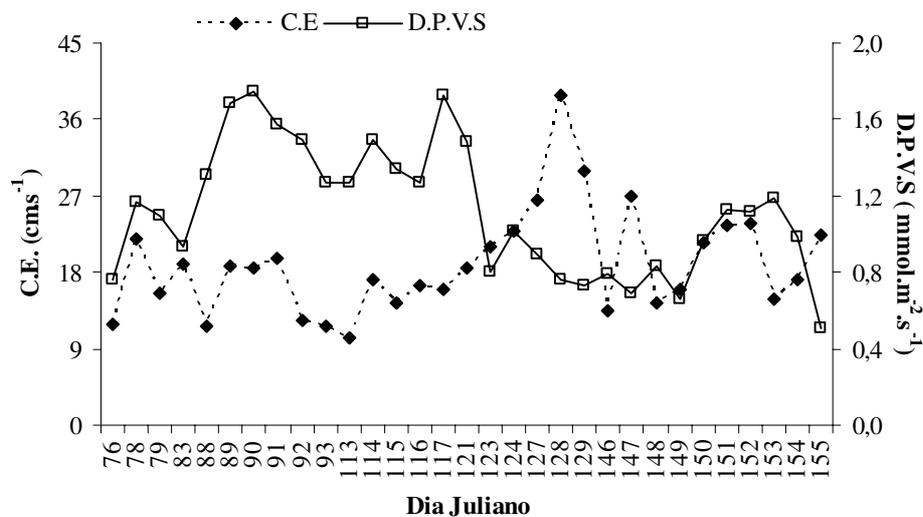


Figura 376. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.

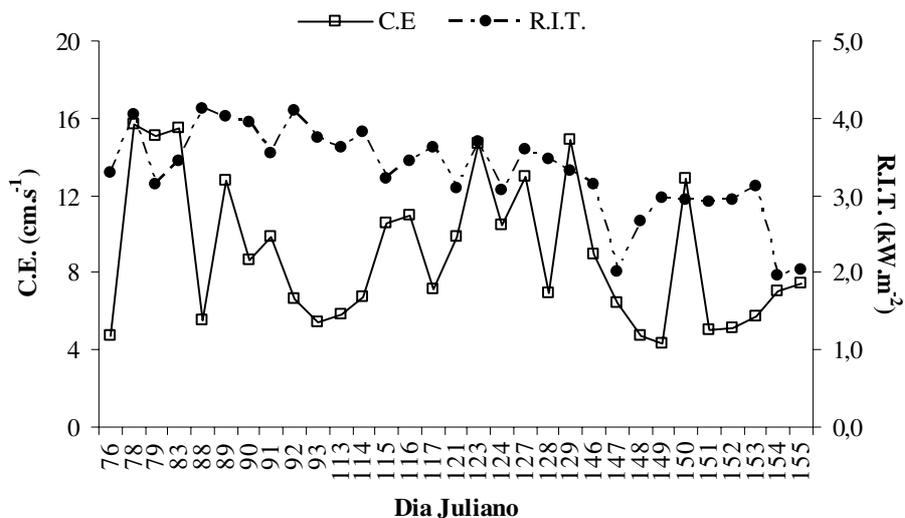


Figura 377. C.E e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2003.

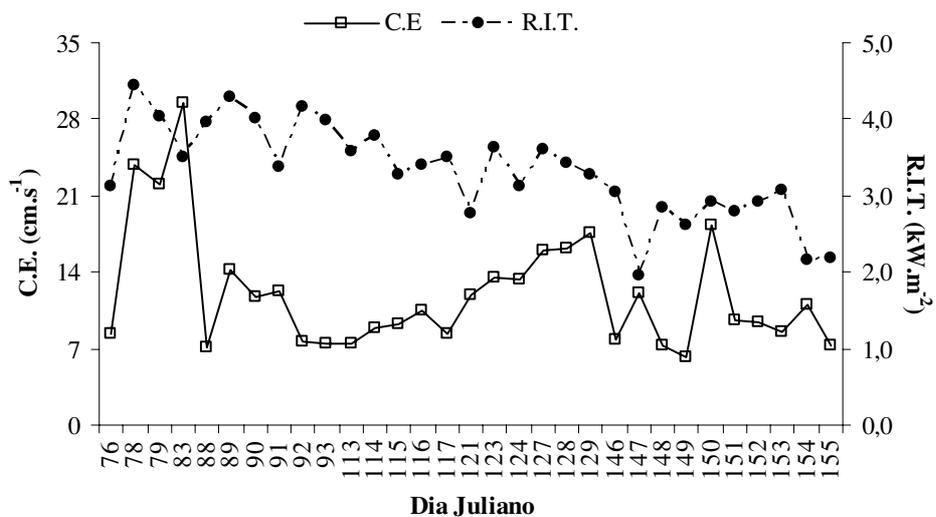


Figura 378. C.E e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2003.

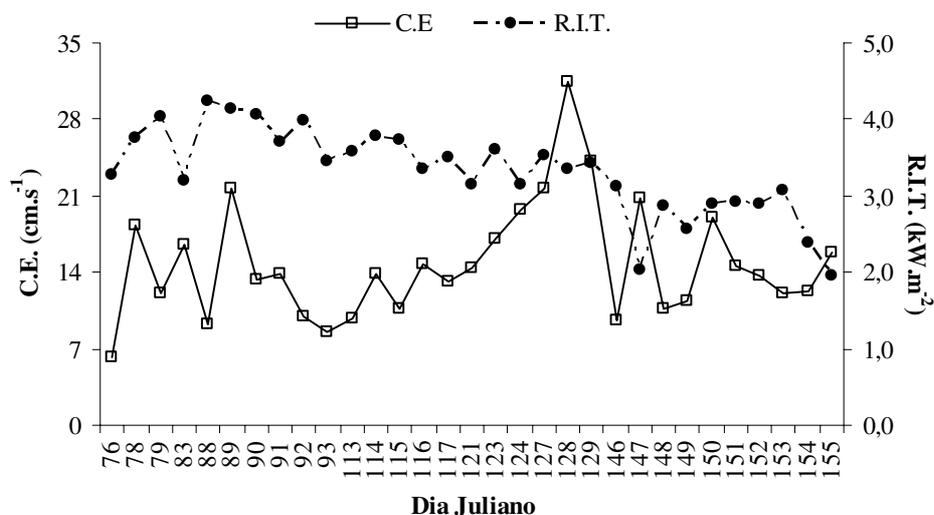


Figura 379. C.E e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2003.

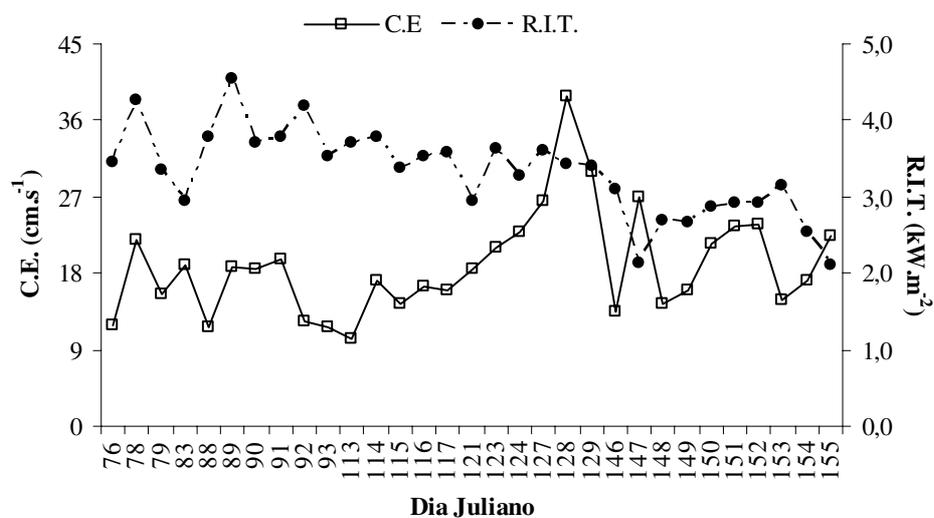


Figura 380. C.E e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2003.

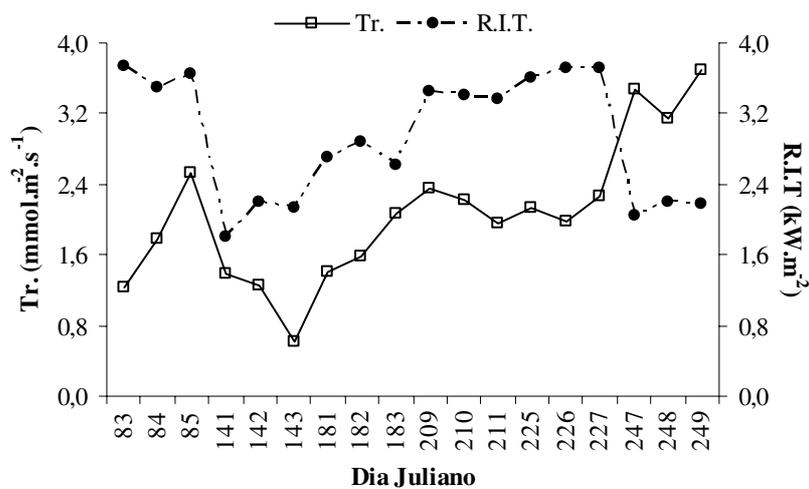


Figura 381. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.

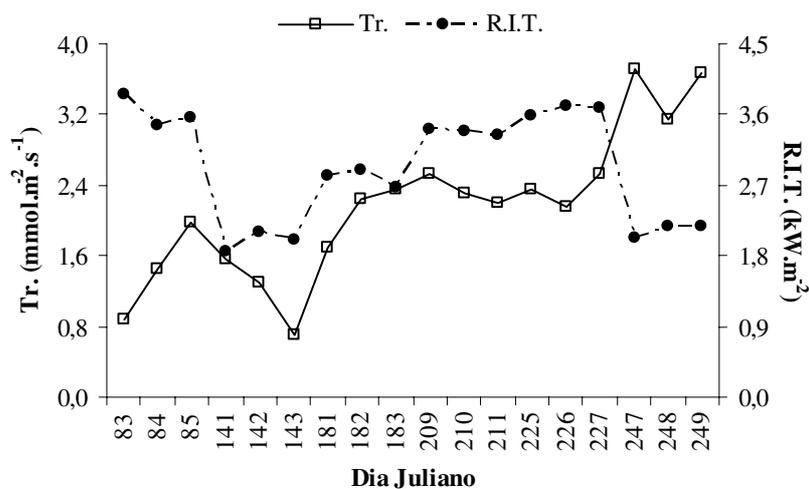


Figura 382. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.

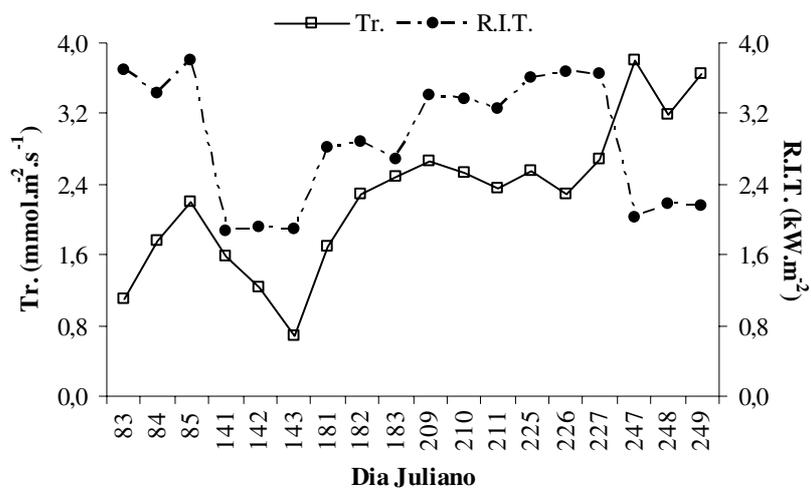


Figura 383. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.

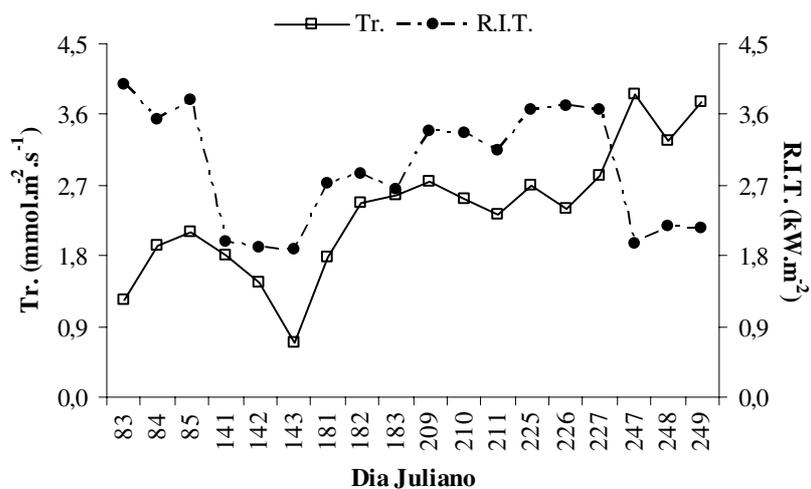


Figura 384. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.

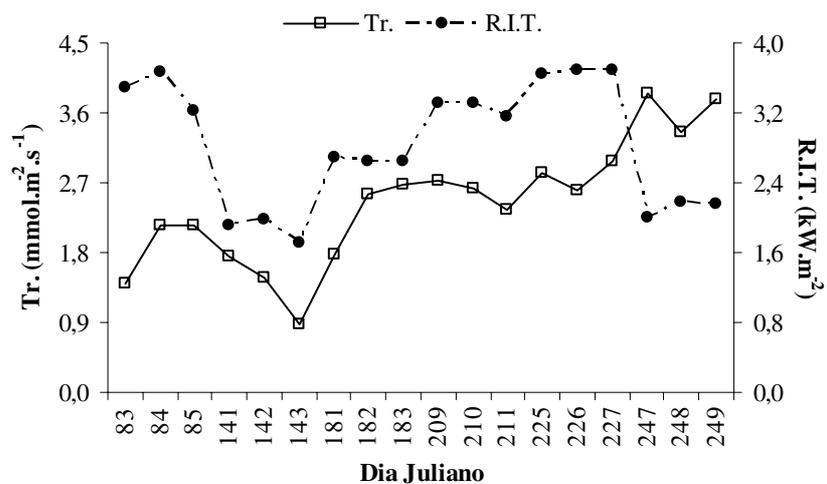


Figura 385. Tr e R.I.T, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.

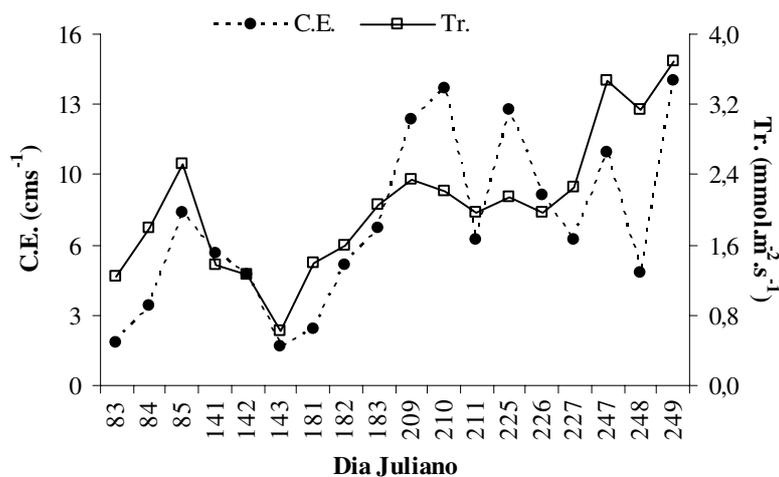


Figura 386. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.

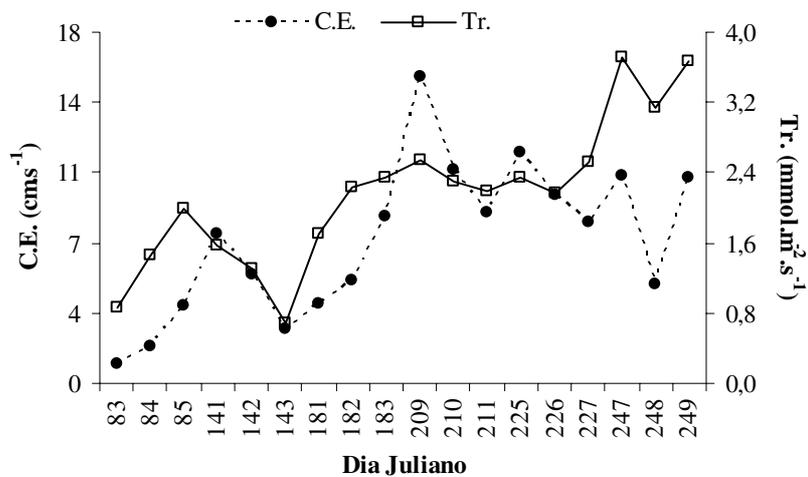


Figura 387. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.

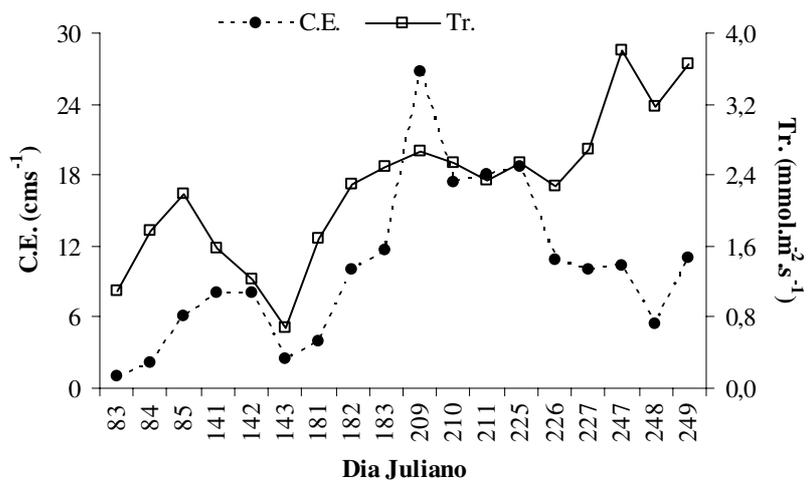


Figura 388. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.

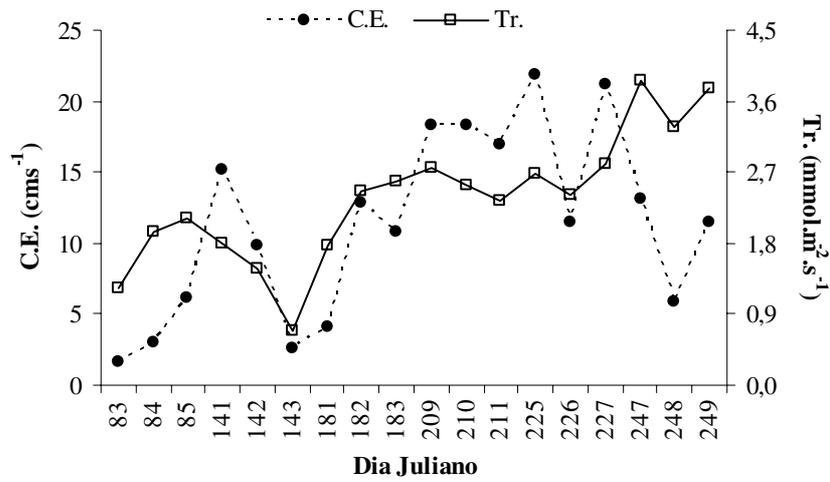


Figura 389. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.

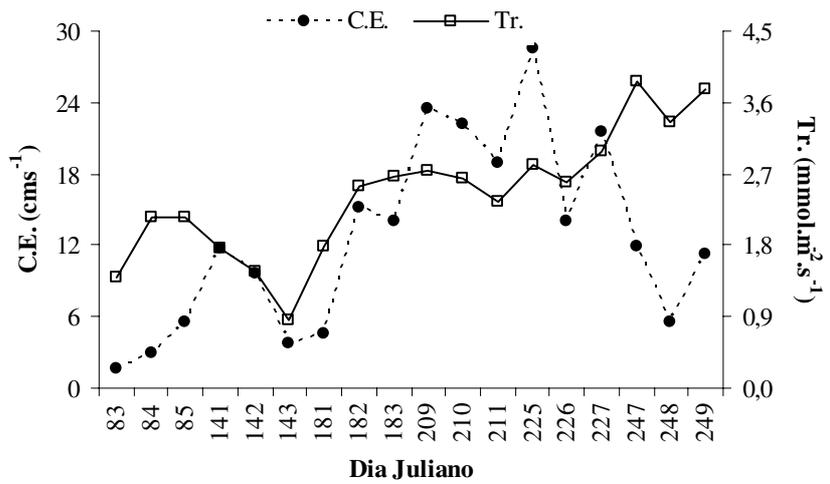


Figura 390. C.E e Tr, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.

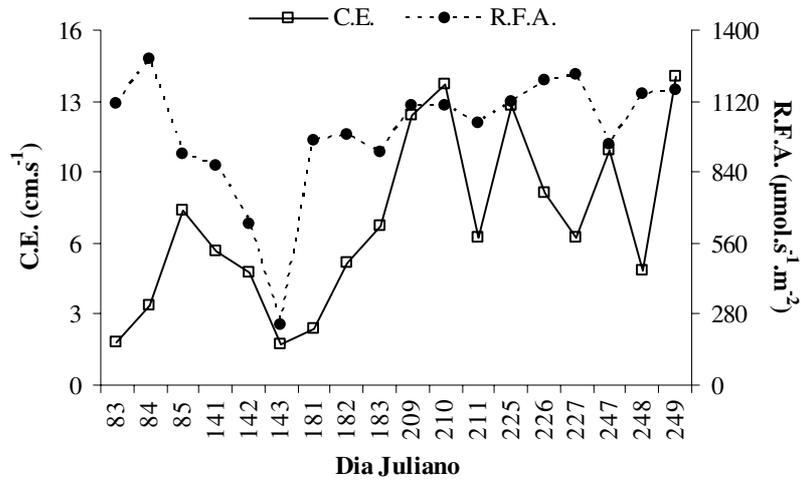


Figura 391. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.

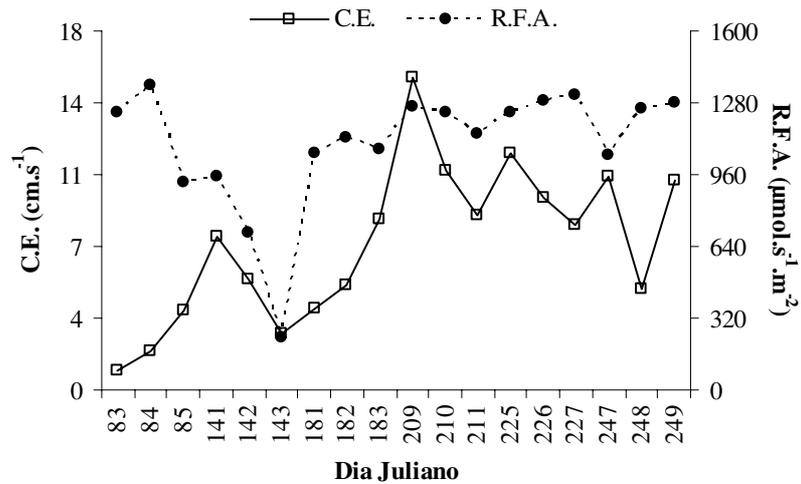


Figura 392. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.

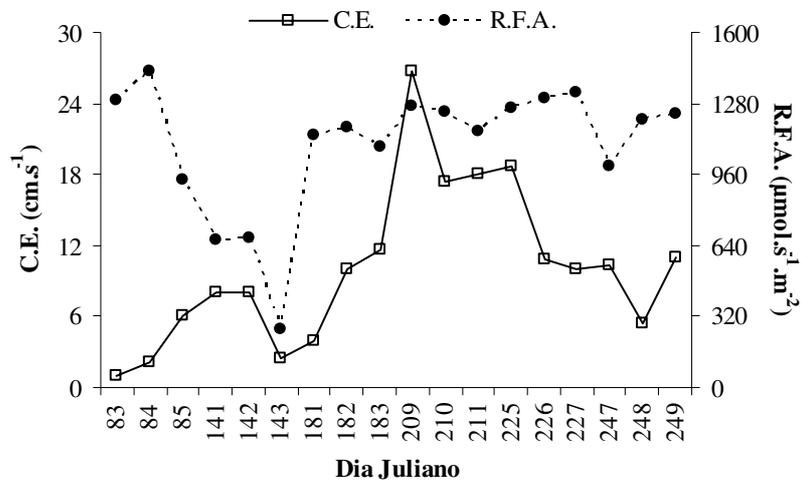


Figura 393. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.

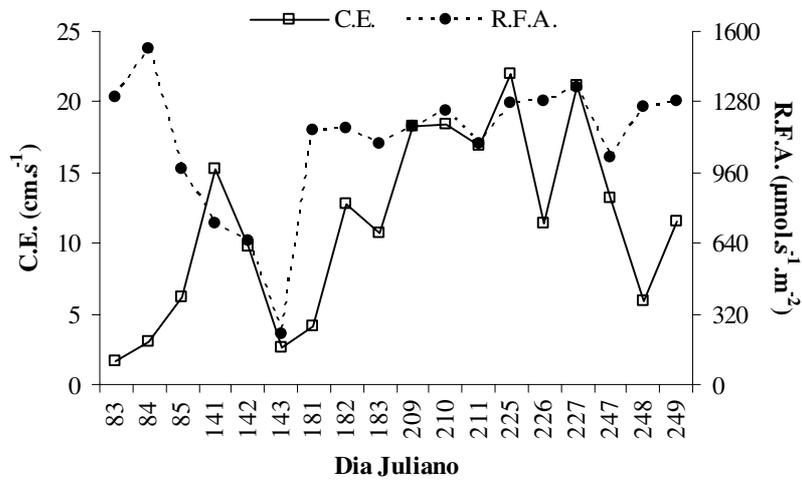


Figura 394. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.

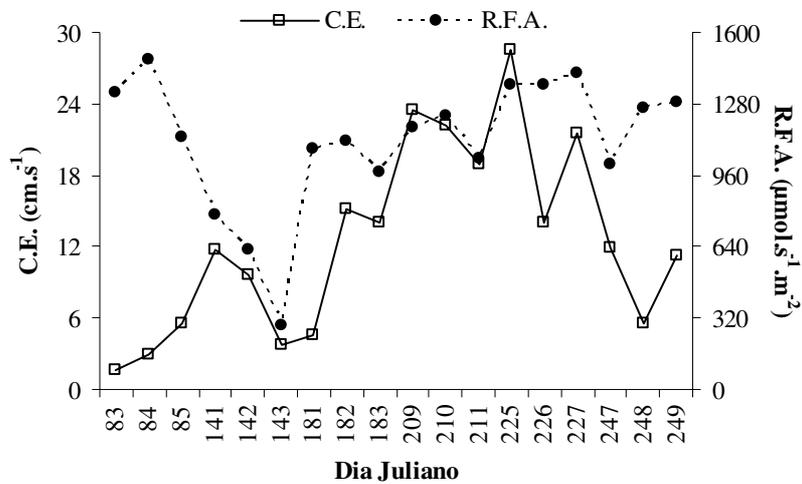


Figura 395. C.E e R.F.A, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.

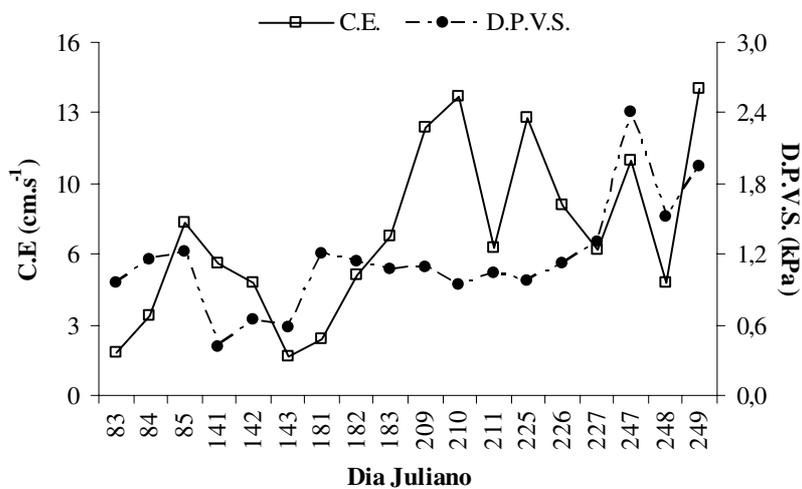


Figura 396. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h às 18h na PL1EVP1 em 2004.

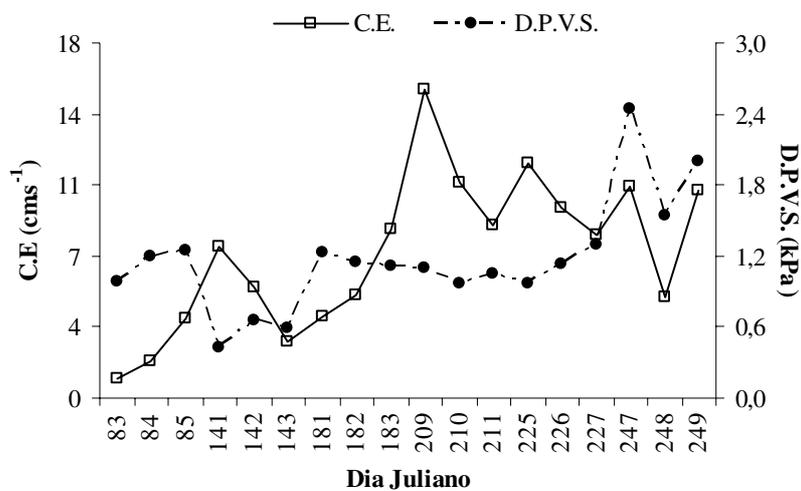


Figura 397. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h10min às 18h10min na PL2T1 em 2004.

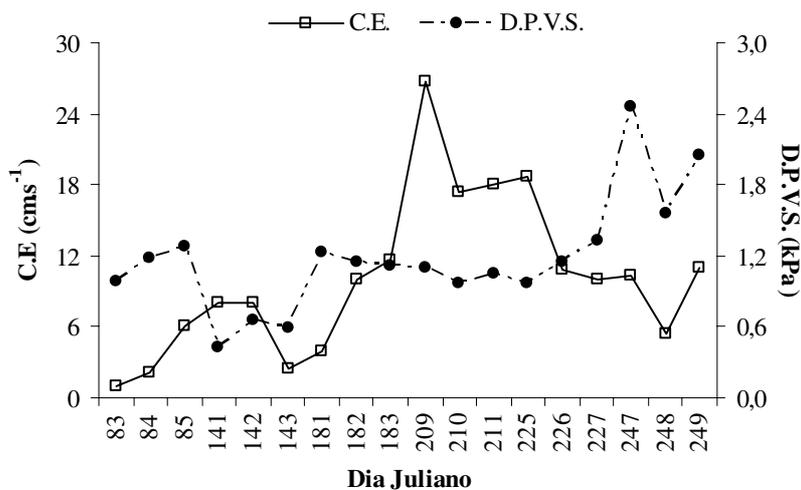


Figura 398. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h20min às 18h20min na PL3EVP2 em 2004.

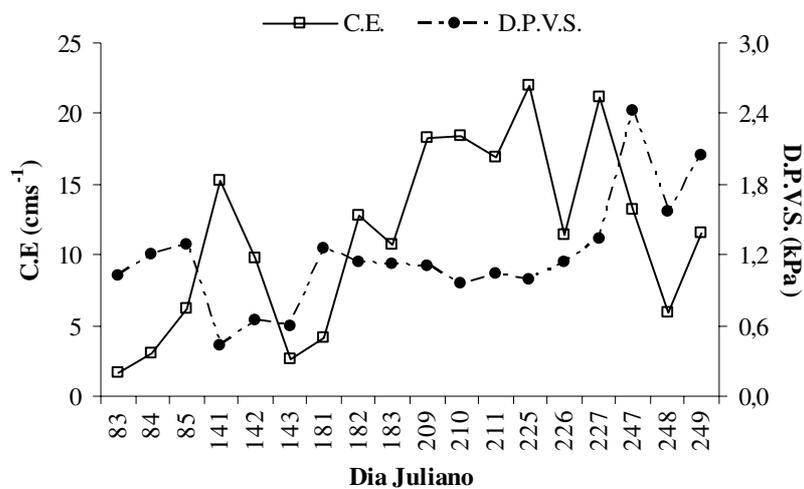


Figura 399. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h30min às 18h30min na PL4T2 em 2004.

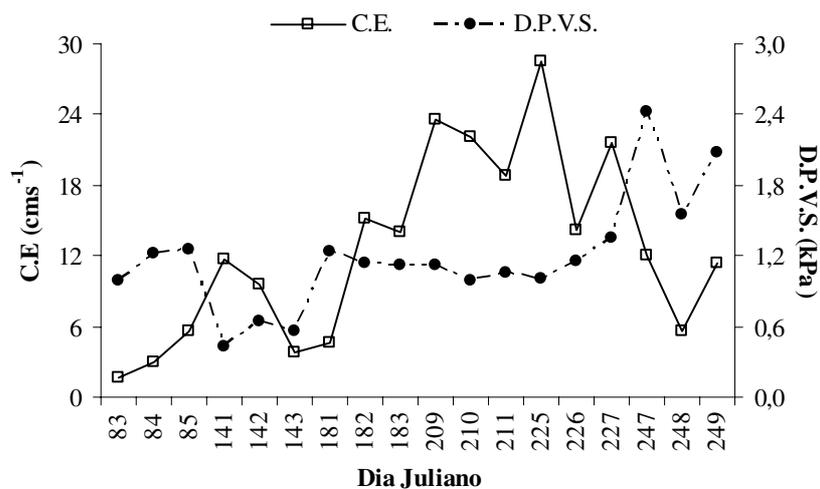


Figura 400. C.E e D.P.V.S, média diária do período de medidas em função do dia Juliano: das 7h40min às 18h40min na PL5T3 em 2004.

APÊNDICE N

(Precipitação, potencial hídrico de base (Ψ_b) em função do dia Juliano)

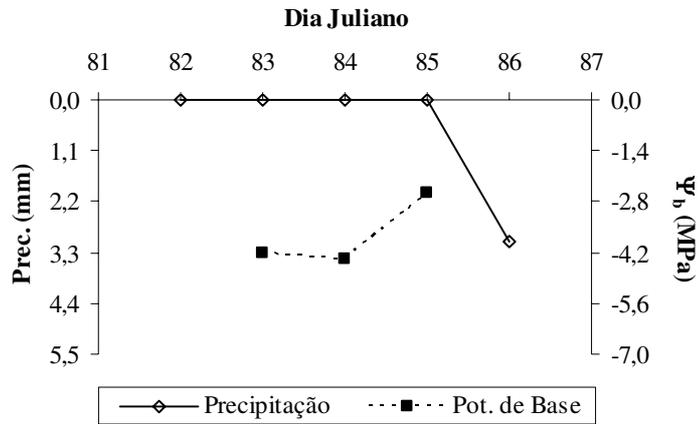


Figura 401. Precipitação e potencial hídrico de base em função do dia Juliano, março de 2004.

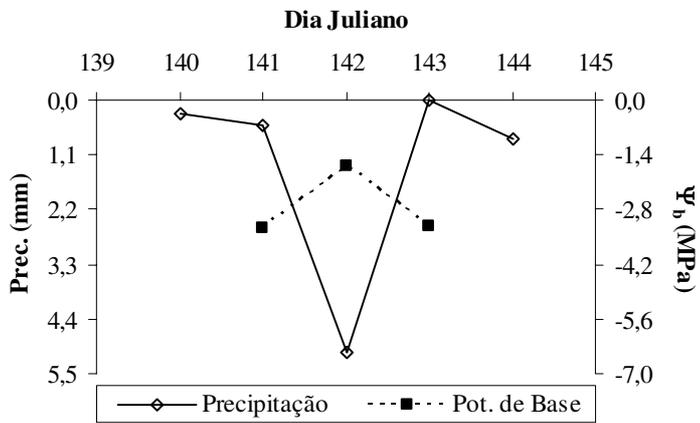


Figura 402. Precipitação e potencial hídrico de base em função do dia Juliano, maio de 2004.

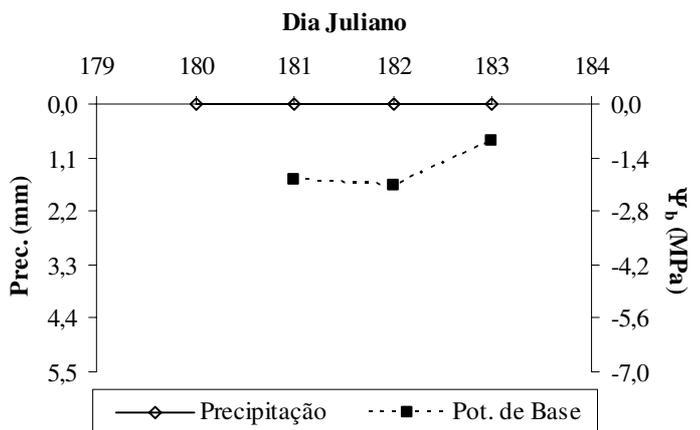


Figura 403. Precipitação e potencial hídrico de base em função do dia Juliano, junho/julho de 2004.

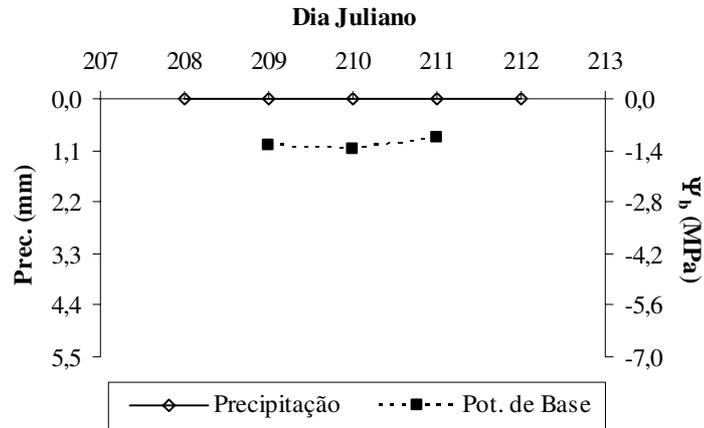


Figura 404. Precipitação e potencial hídrico de base em função do dia Juliano, julho de 2004.

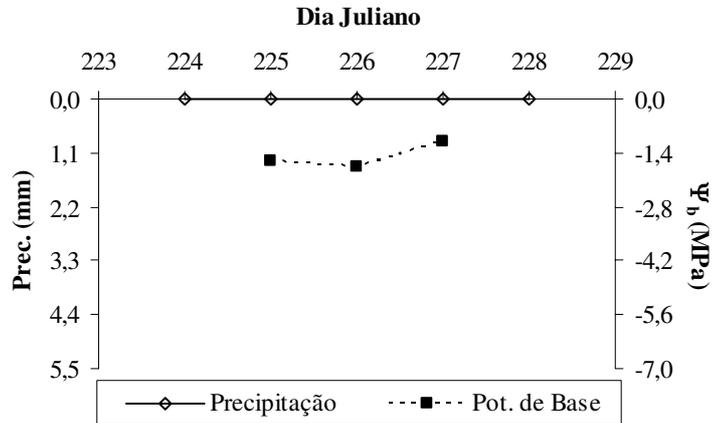


Figura 405. Precipitação e potencial hídrico de base em função do dia Juliano, agosto de 2004.

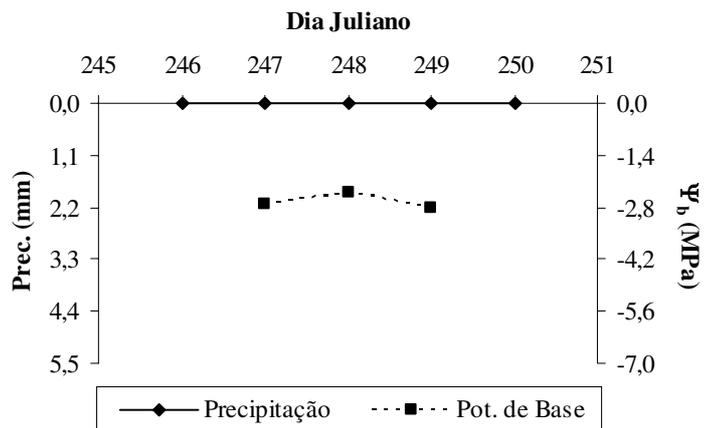


Figura 406. Precipitação e potencial hídrico de base em função do dia Juliano, setembro de 2004.

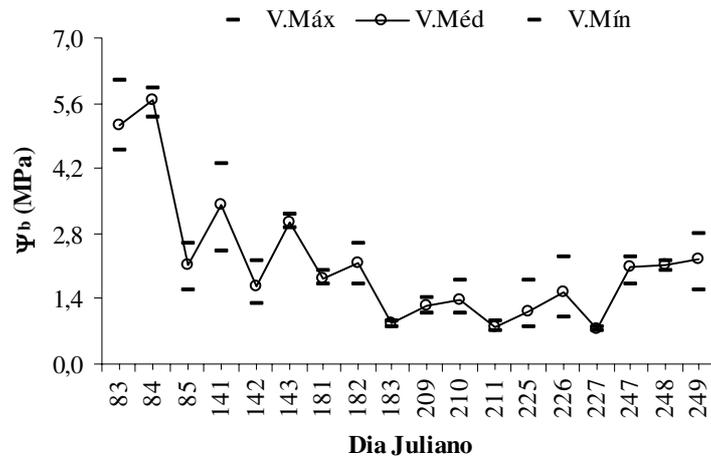


Figura 407. Potencial hídrico de base em função do dia Juliano na PL1EVP1, em 2004.

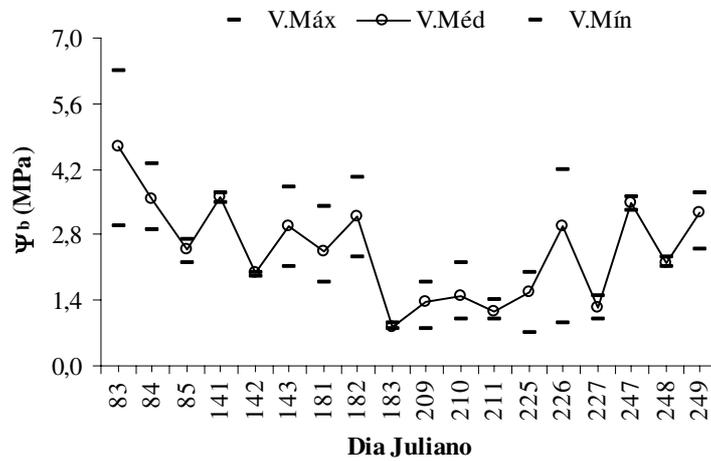


Figura 408. Potencial hídrico de base em função do dia Juliano na PL2T1, em 2004.

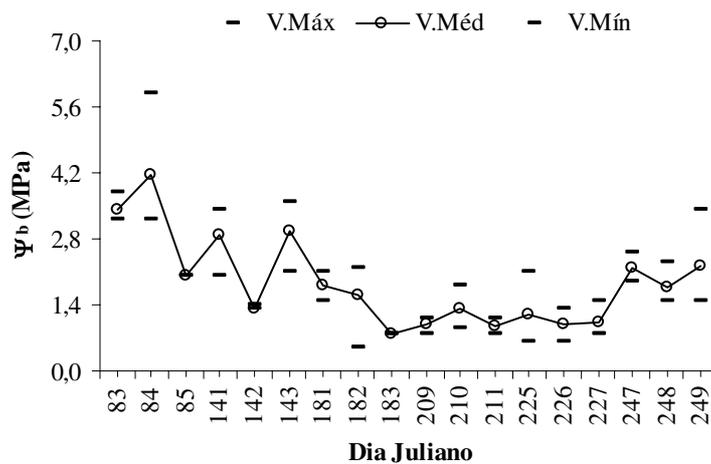


Figura 409. Potencial hídrico de base em função do dia Juliano na PL3EVP2, em 2004.

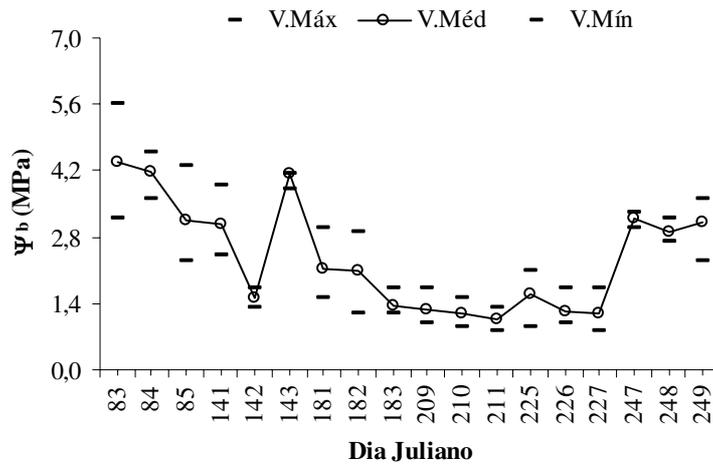


Figura 410. Potencial hídrico de base em função do dia Juliano na PL4T2, em 2004.

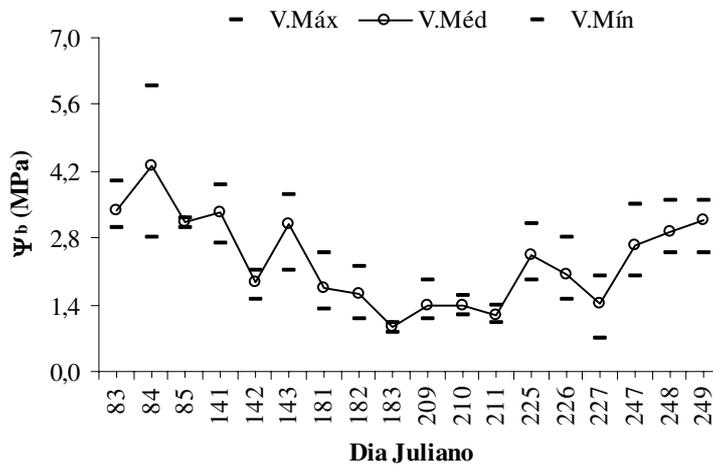


Figura 411. Potencial hídrico de base em função do dia Juliano na PL5T3, em 2004.

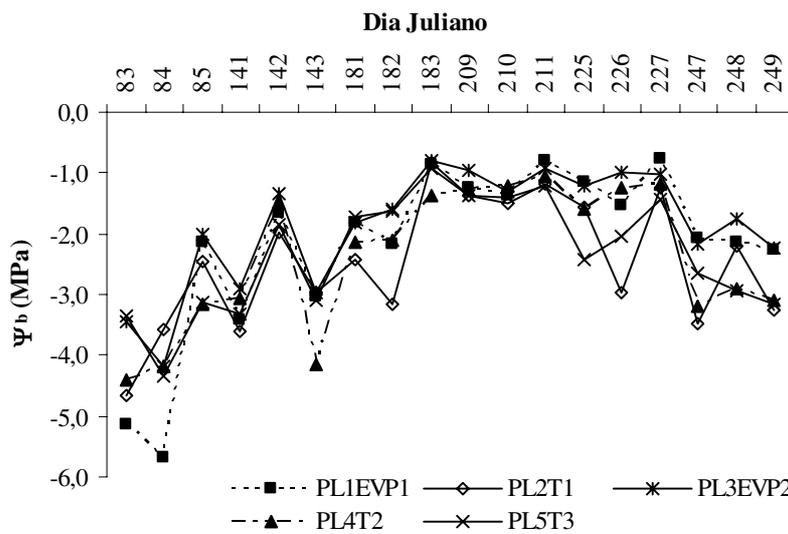


Figura 412. Ψ_b do período de medidas em função do dia Juliano em 2004.

APÊNDICE O

(T_{ar} média, U.R média e precipitação em função tempo, 2003)

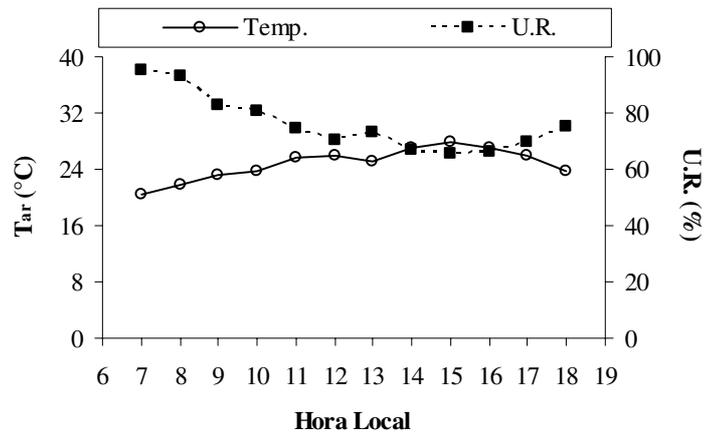


Figura 413. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 17/03/03.

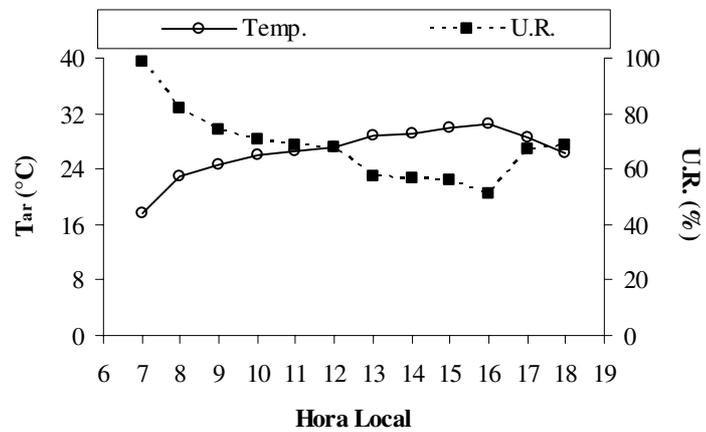


Figura 414. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 19/03/03.

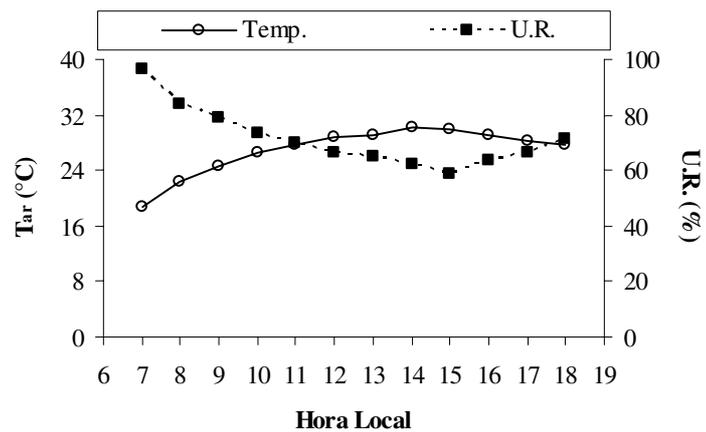


Figura 415. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 20/03/03.

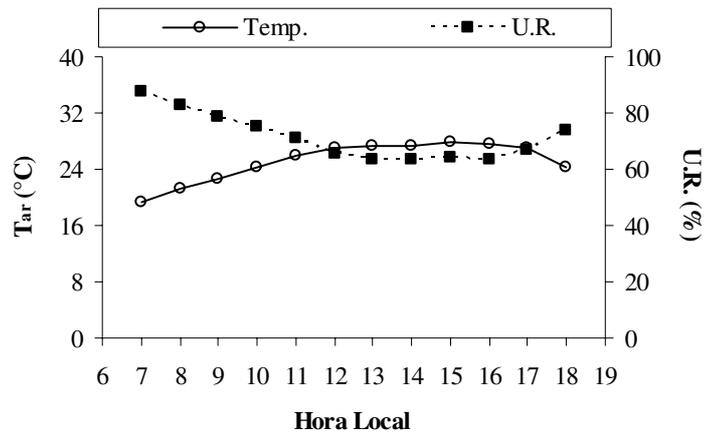


Figura 416. T_{ar} e U.R em função da hora local, 24/03/03.

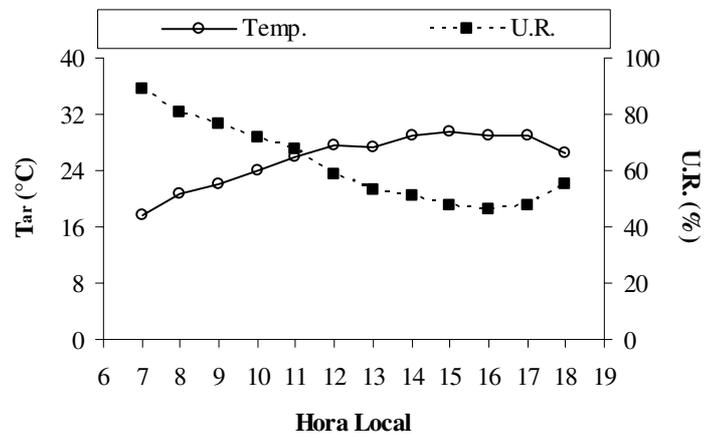


Figura 417. T_{ar} e U.R em função da hora local, 29/03/03.

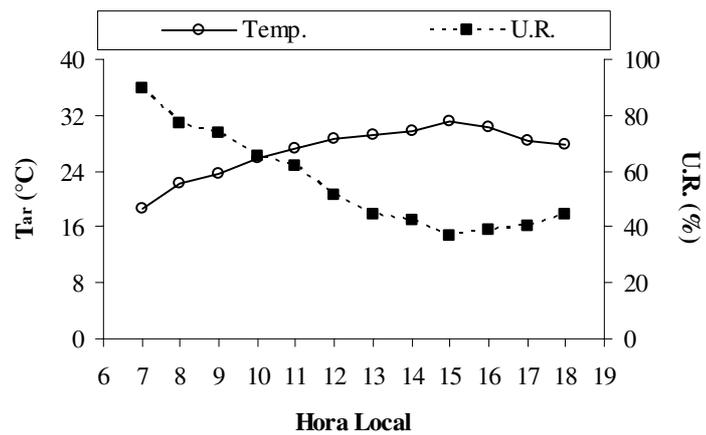


Figura 418. T_{ar} e U.R em função da hora local, 30/03/03.

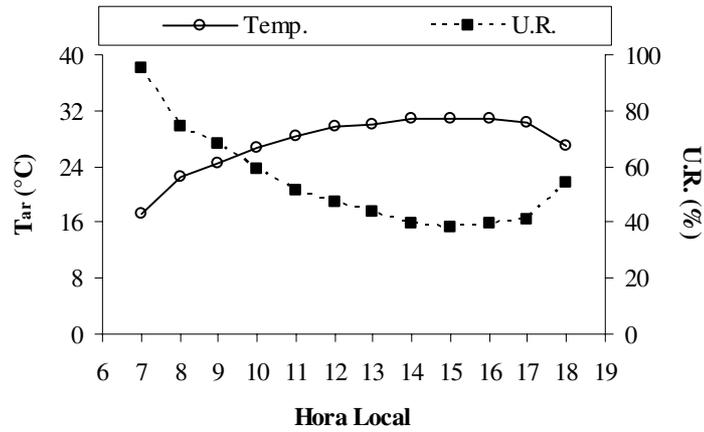


Figura 419. T_{ar} e U.R em função da hora local, 31/03/03.

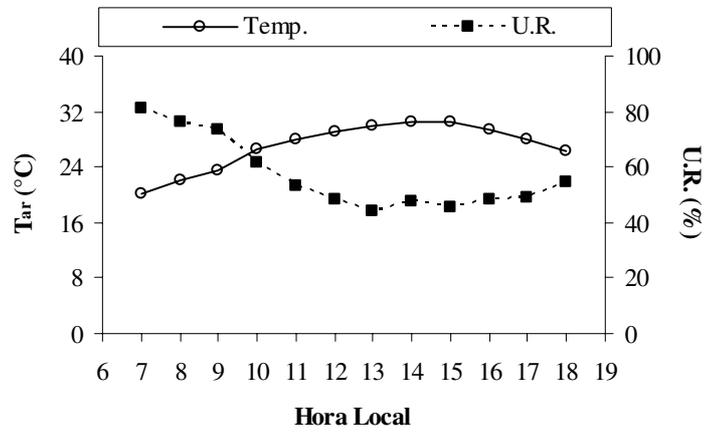


Figura 420. T_{ar} e U.R em função da hora local, 01/04/03.

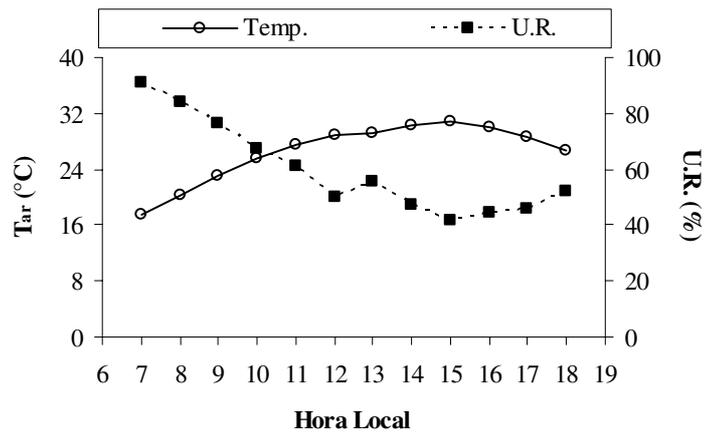


Figura 421. T_{ar} e U.R em função da hora local, 02/04/03.

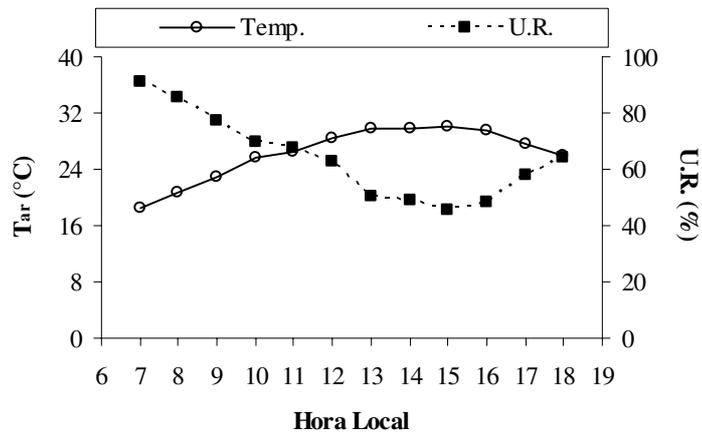


Figura 422. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 03/04/03.

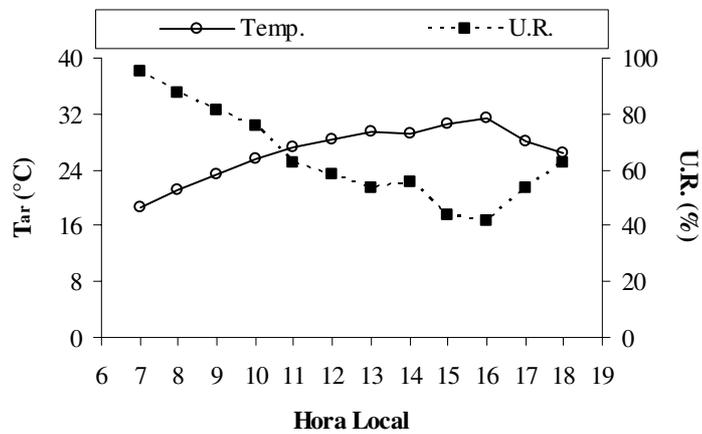


Figura 423. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 23/04/03.

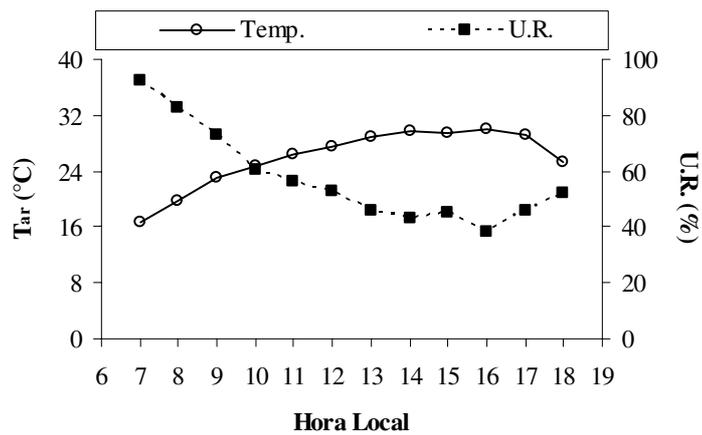


Figura 424. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 24/04/03.

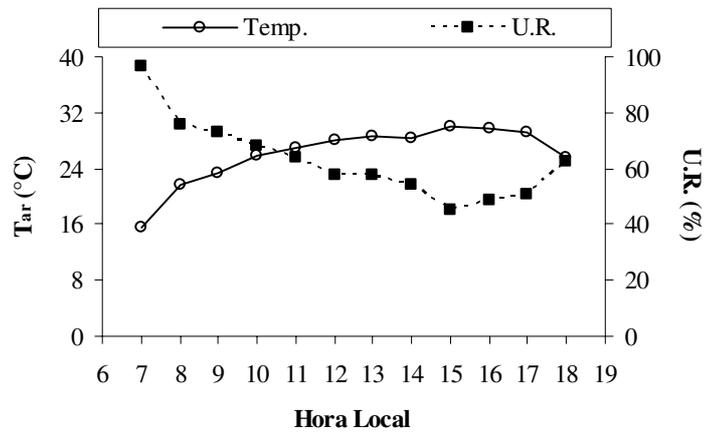


Figura 425. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 25/04/03.

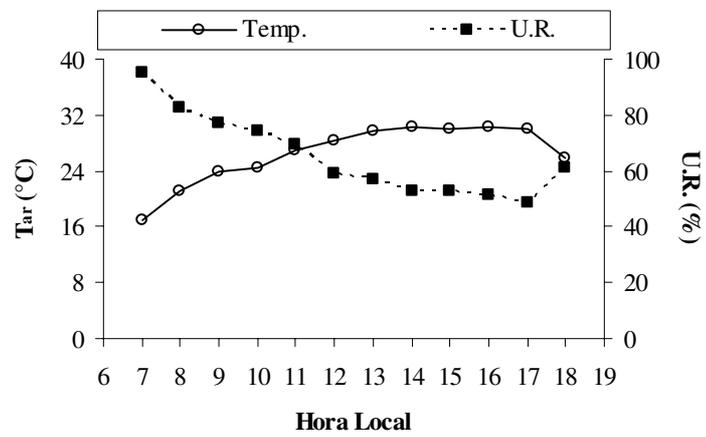


Figura 426. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 26/04/03.

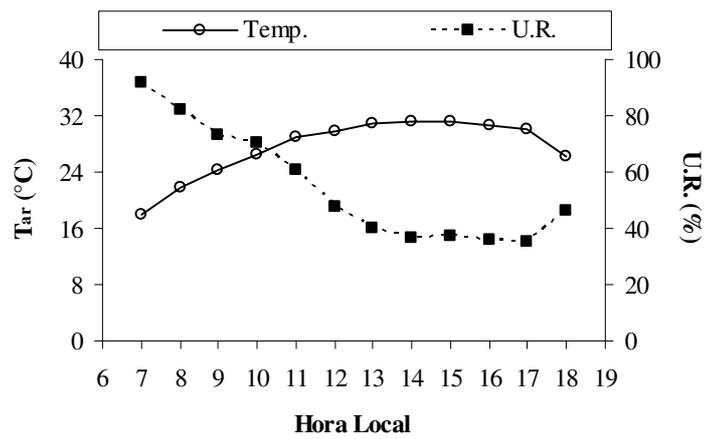


Figura 427. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 27/04/03.

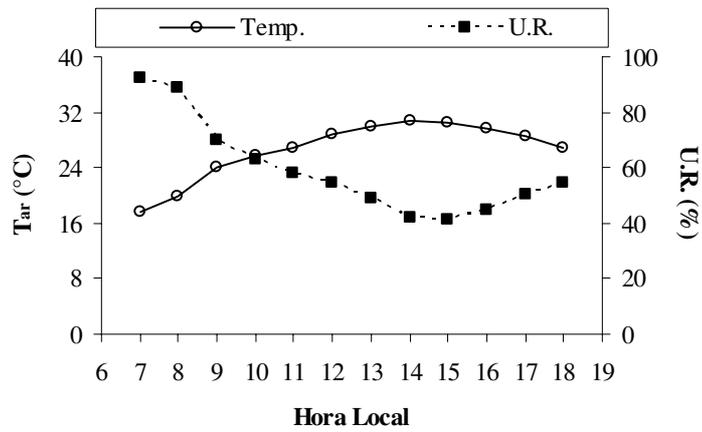


Figura 428. T_{ar} e U.R em função da hora local, 01/05/03.

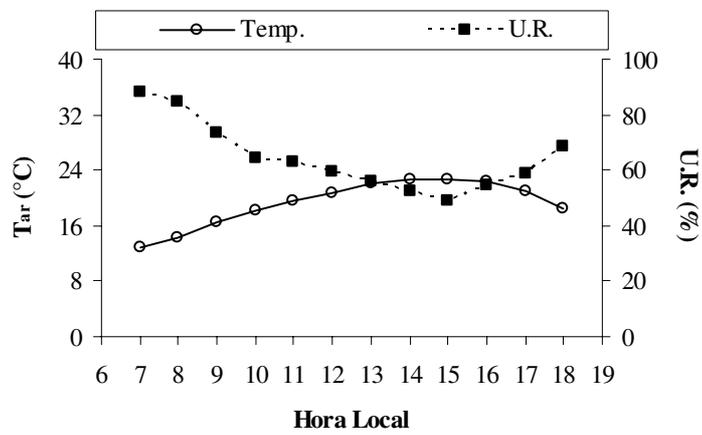


Figura 429. T_{ar} e U.R em função da hora local, 03/05/03.

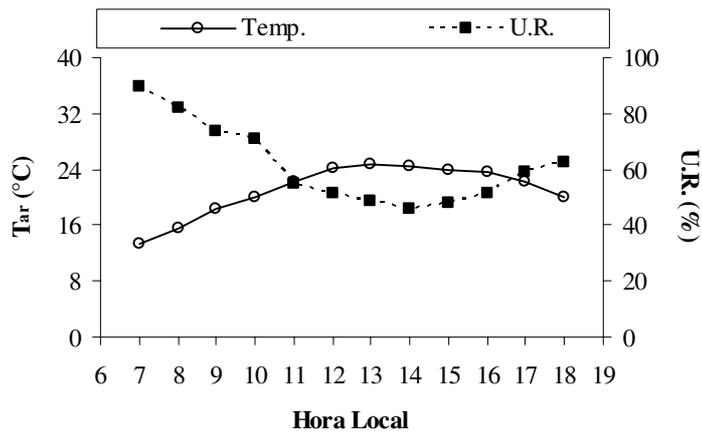


Figura 430. T_{ar} e U.R em função da hora local, 04/05/03.

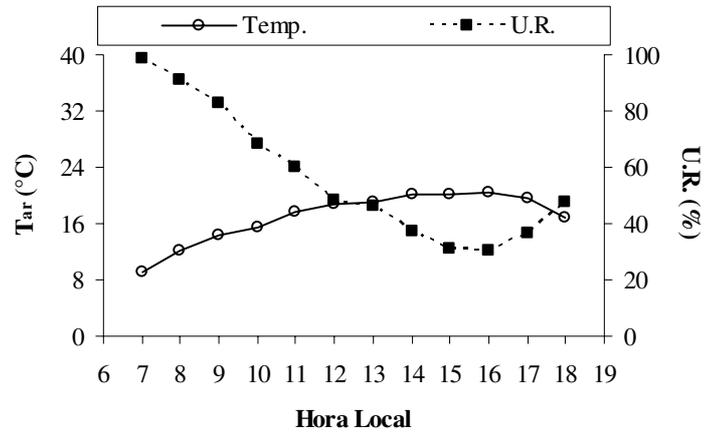


Figura 431. T_{ar} e U.R em função da hora local, 07/05/03.

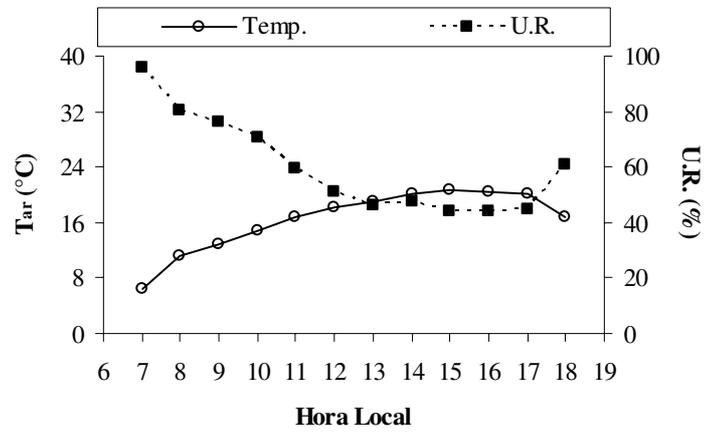


Figura 432. T_{ar} e U.R em função da hora local, 08/05/03.

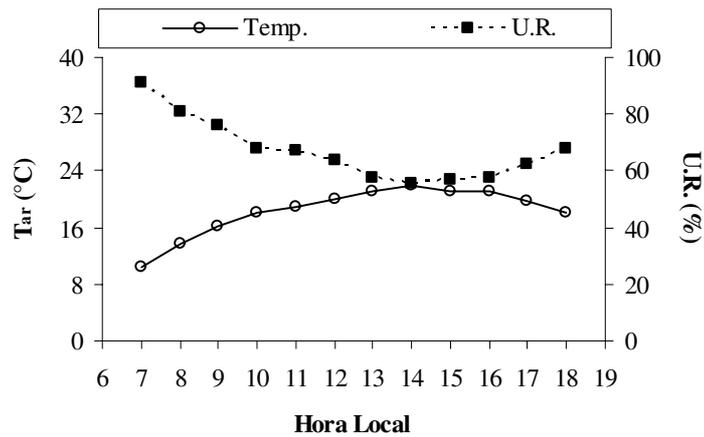


Figura 433. T_{ar} e U.R em função da hora local, 09/05/03.

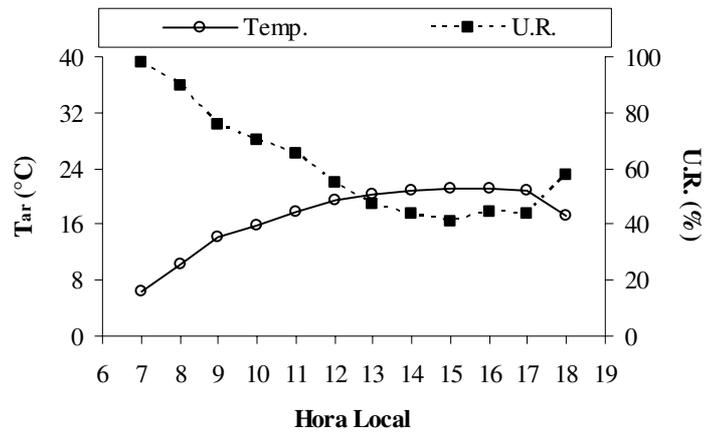


Figura 434. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 26/05/03.

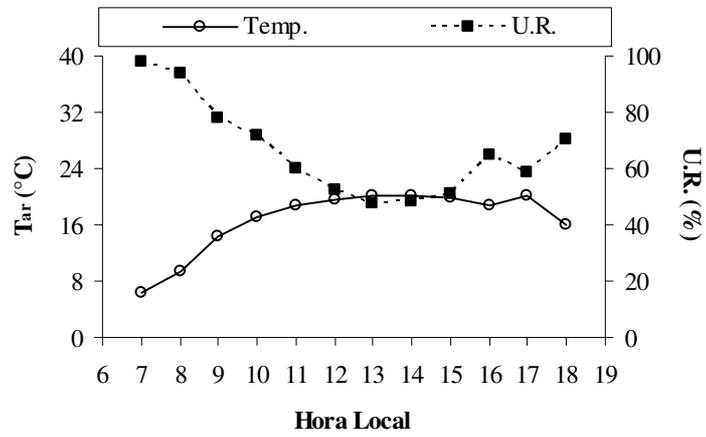


Figura 435. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 27/05/03.

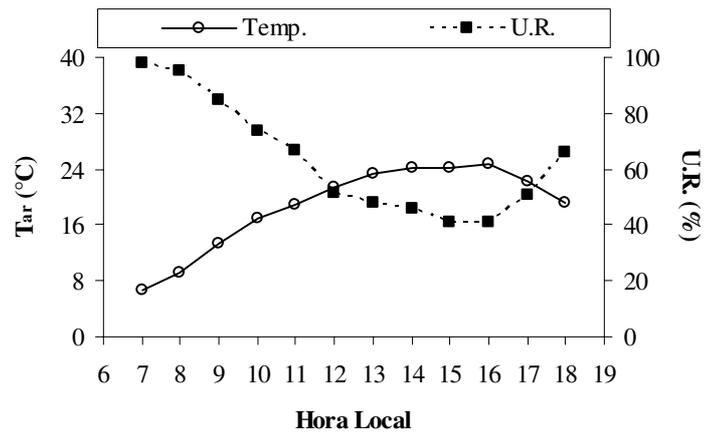


Figura 436. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 28/05/03.

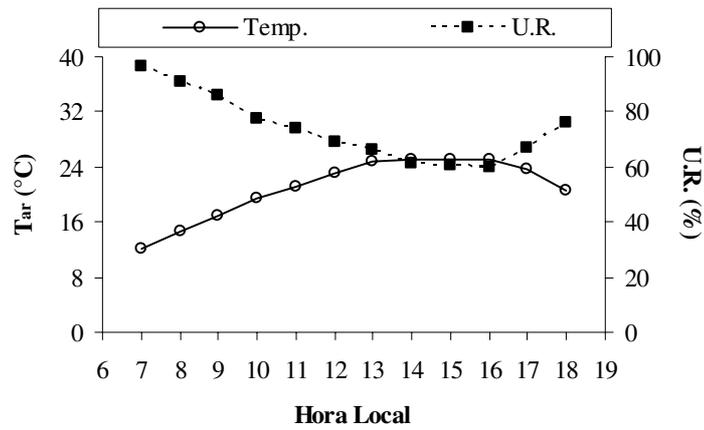


Figura 437. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 29/05/03.

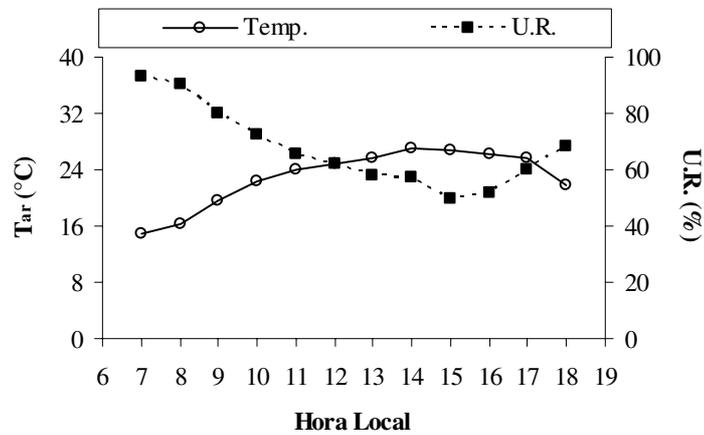


Figura 438. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 30/05/03.

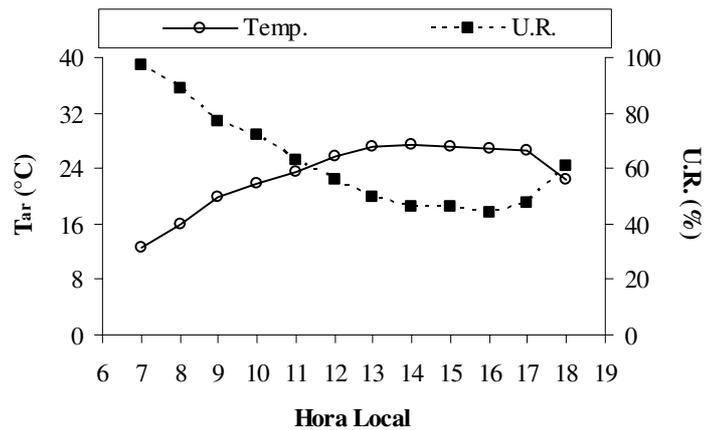


Figura 439. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 31/05/03.

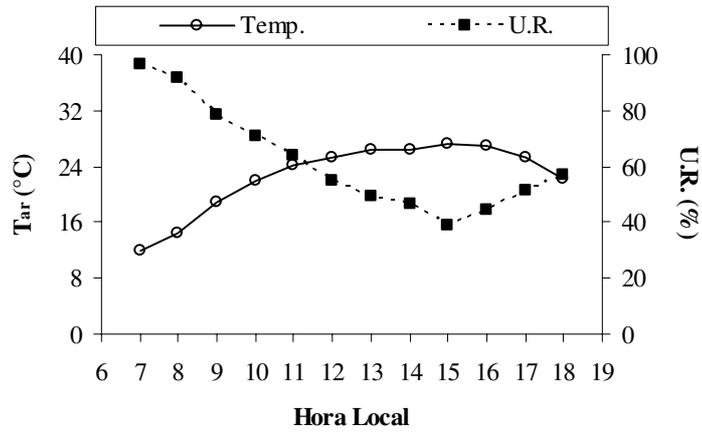


Figura 440. T_{ar} e U.R em função da hora local, 01/06/03.

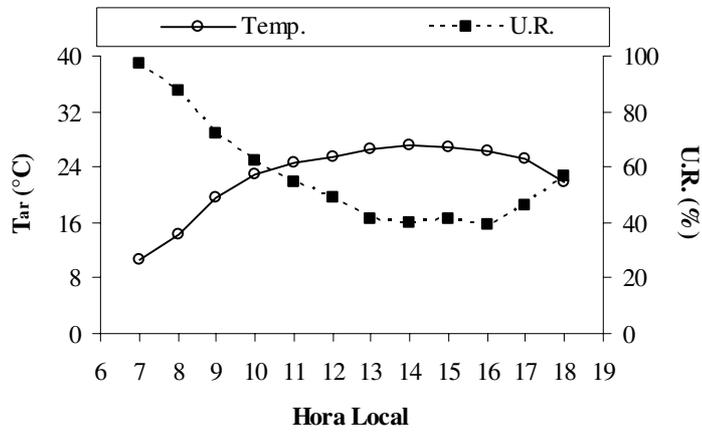


Figura 441. T_{ar} e U.R em função da hora local, 02/06/03.

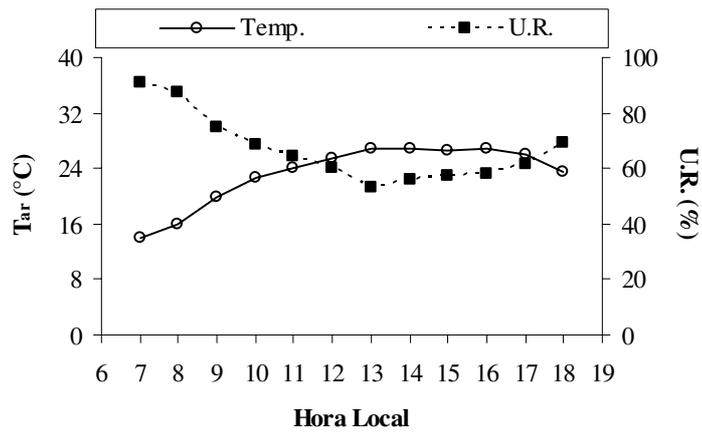


Figura 442. T_{ar} e U.R em função da hora local, 03/06/03.

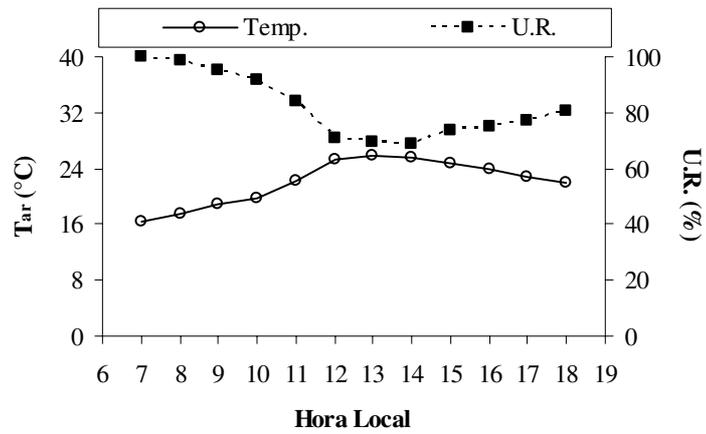


Figura 443. T_{ar} e U.R em função da hora local, 04/06/03.

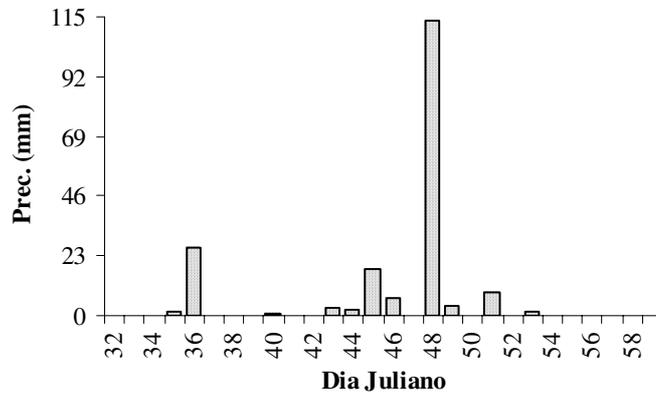


Figura 444. Precipitação em função do dia Juliano, fevereiro de 2003.

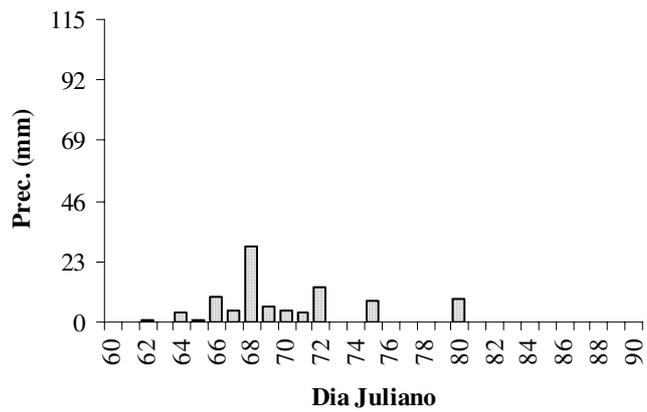


Figura 445. Precipitação em função do dia Juliano, março de 2003.

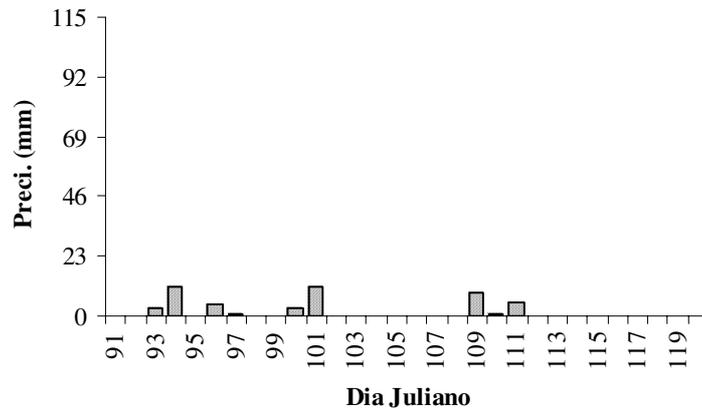


Figura 446. Precipitação em função do dia Juliano, abril de 2003.

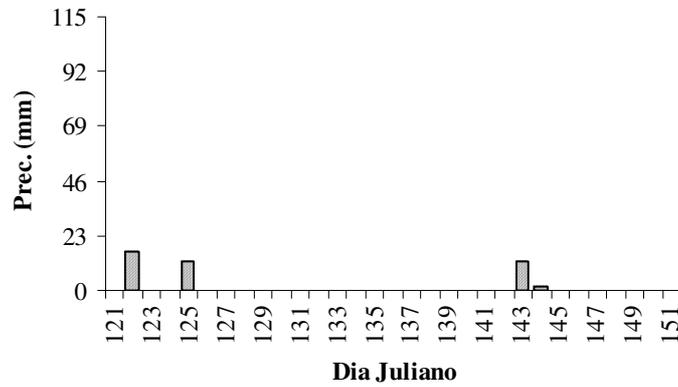


Figura 447. Precipitação em função do dia Juliano, maio de 2003.

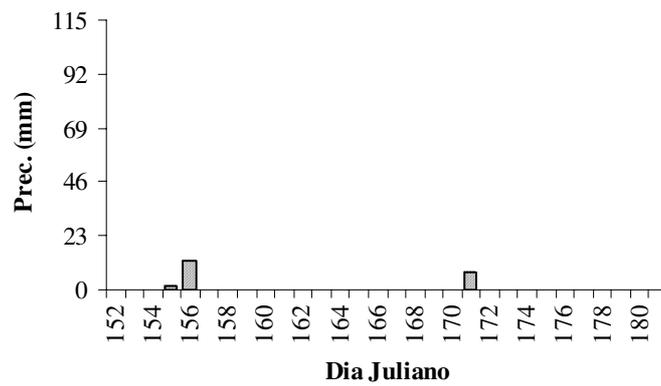


Figura 448. Precipitação em função do dia Juliano, junho de 2003.

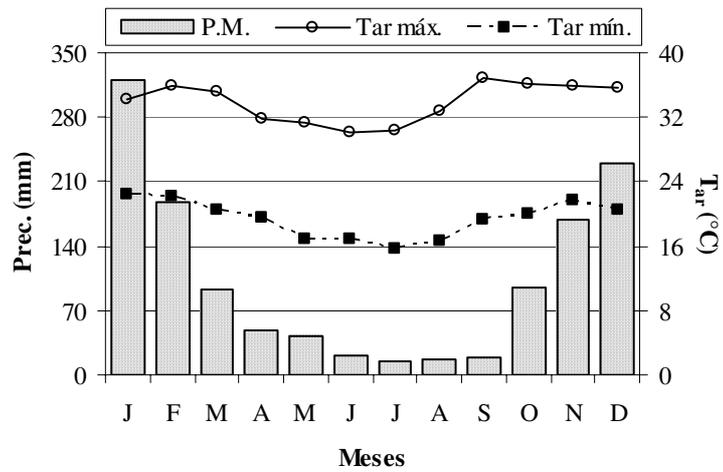


Figura 449. Precipitação, temperatura máxima e mínima mensal, coletados na estação meteorológica instalada no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, em 2003.

APÊNDICE P

(T_{ar} média, UR média e precipitação em função tempo, 2004)

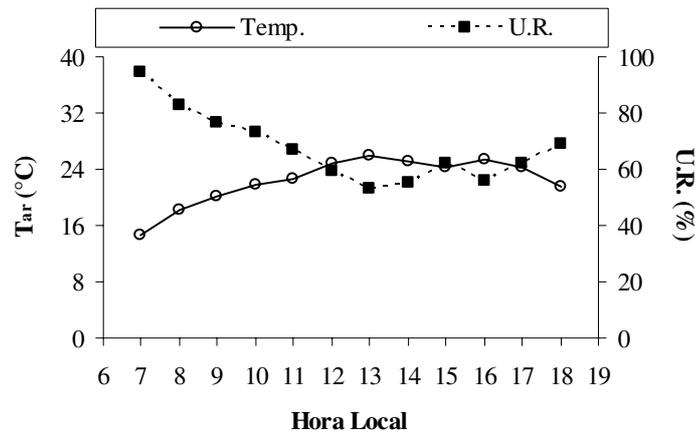


Figura 450. Temperatura do ar média (T_{ar}) e umidade relativa média (U.R.) em função da hora local, 24/03/04.

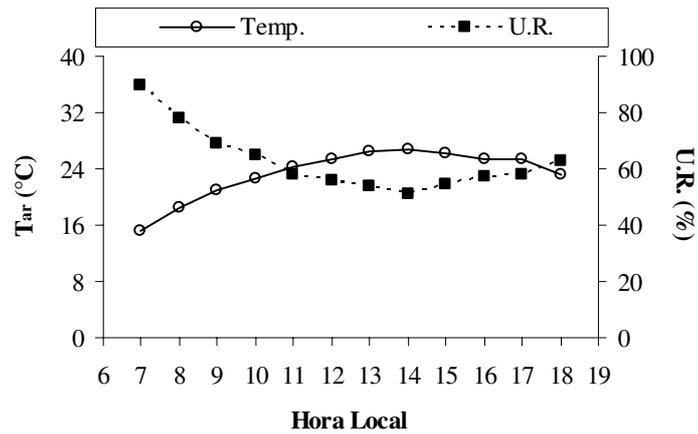


Figura 451. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 25/03/04.

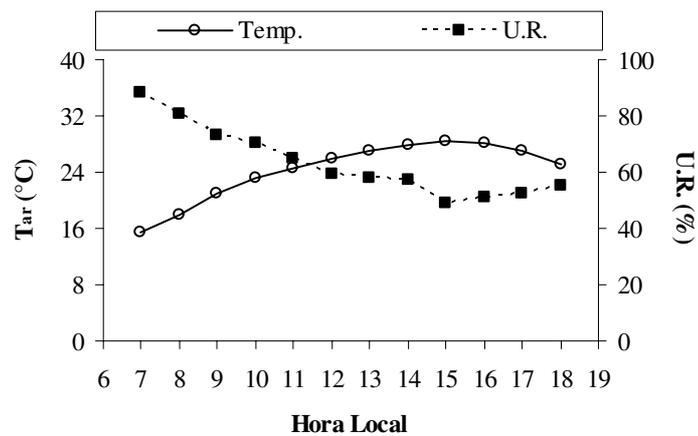


Figura 452. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 26/03/04.

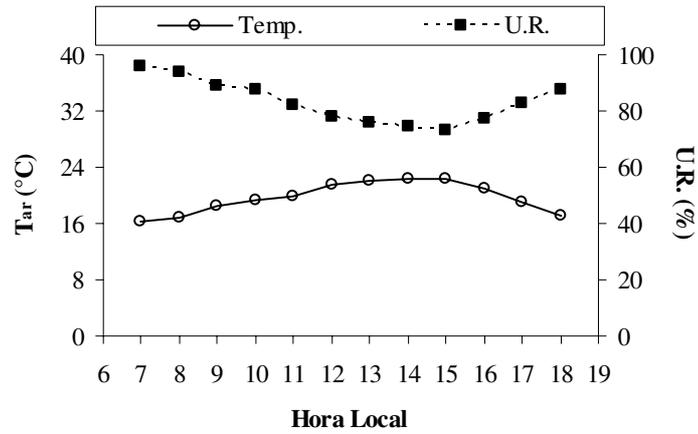


Figura 453. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 21/05/04.

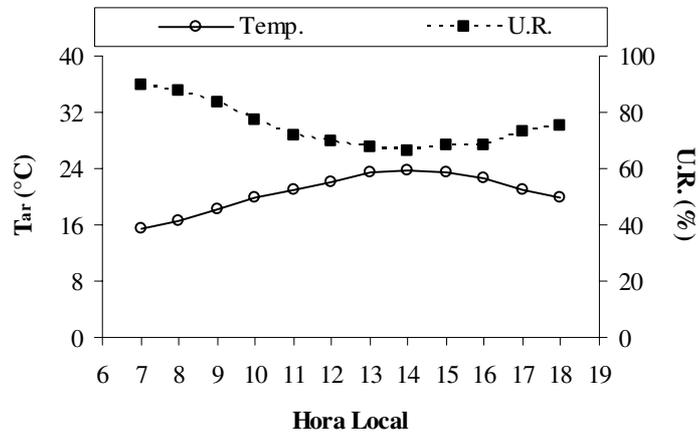


Figura 454. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 22/05/04.

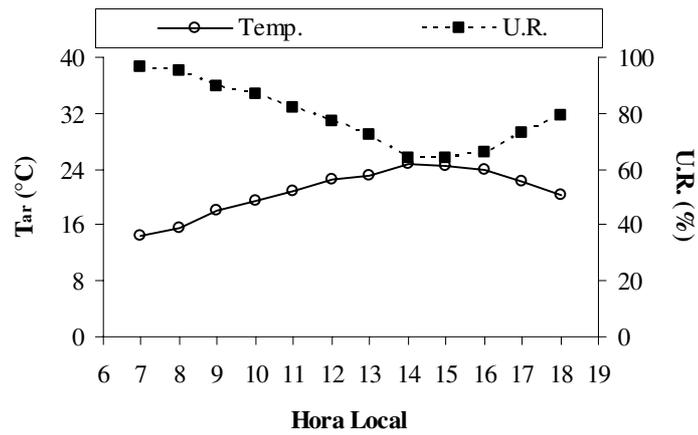


Figura 455. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 23/05/04.

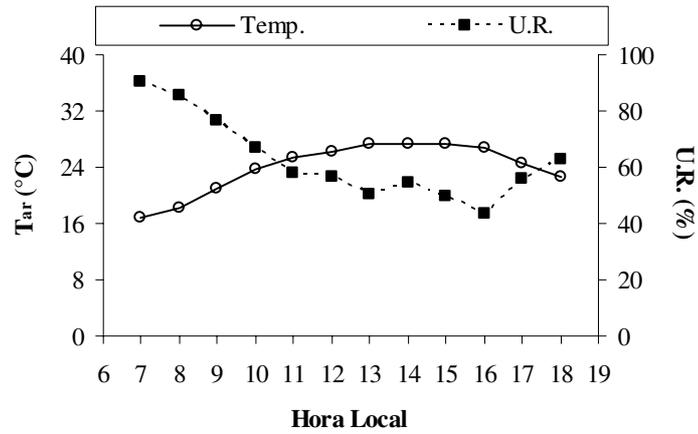


Figura 456. T_{ar} e U.R em função da hora local, 29/06/04.

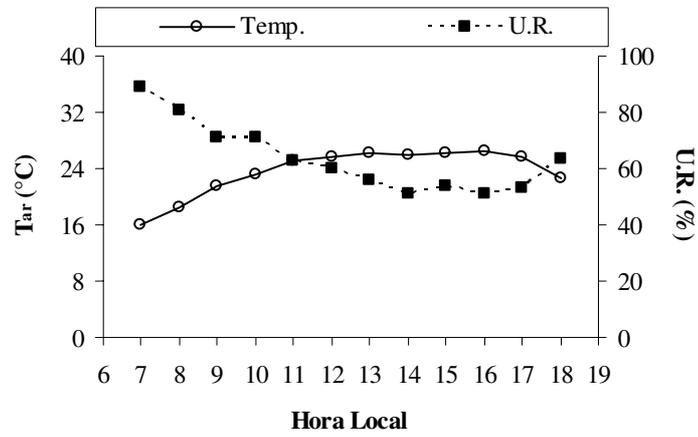


Figura 457. T_{ar} e U.R em função da hora local, 30/06/04.

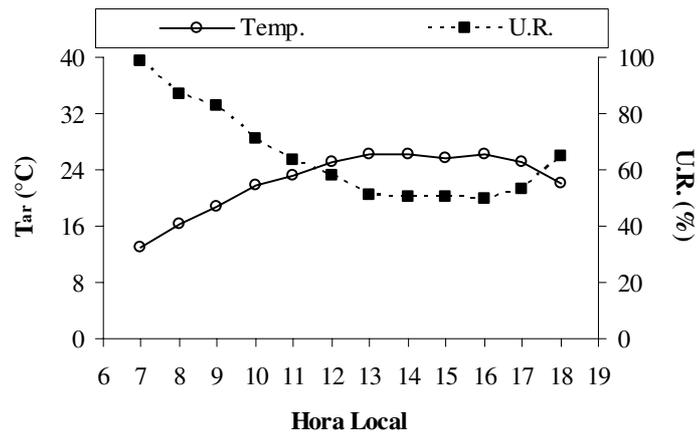


Figura 458. T_{ar} e U.R em função da hora local, 01/07/04.

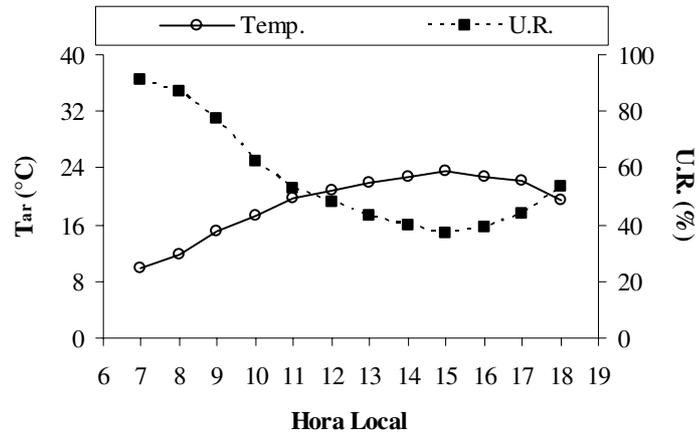


Figura 459. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 27/07/04.

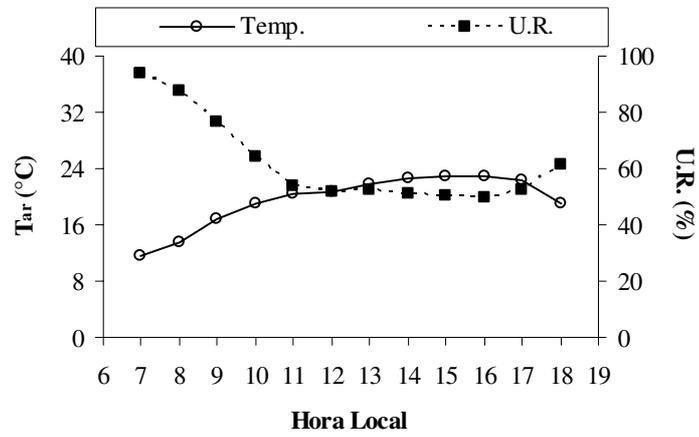


Figura 460. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 28/07/04.

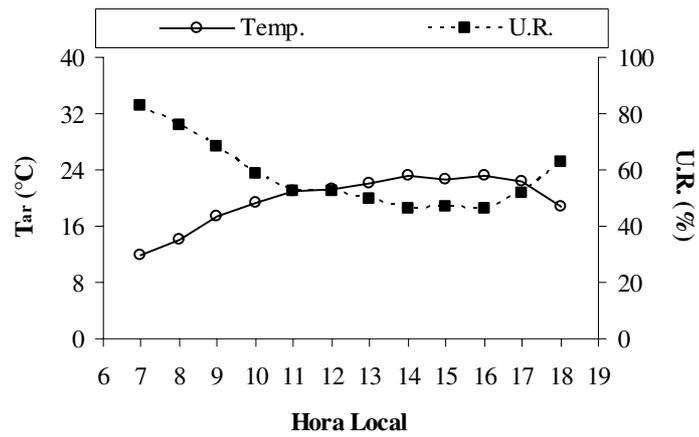


Figura 461. T_{ar} e U.R. em função da hora local, 29/07/04.

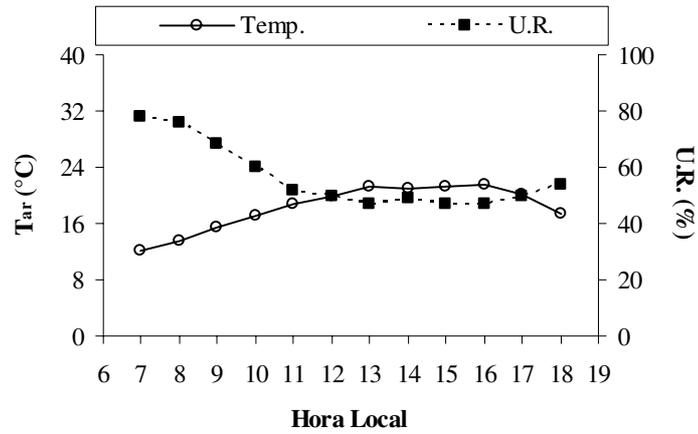


Figura 462. T_{ar} e U.R em função da hora local, 12/08/04.

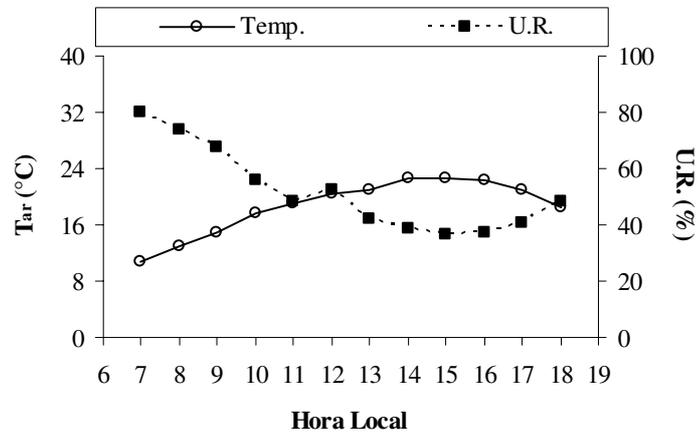


Figura 463. T_{ar} e U.R em função da hora local, 13/08/04.

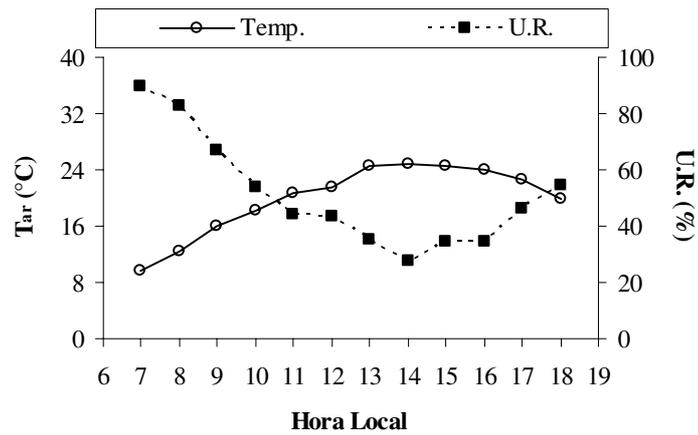


Figura 464. T_{ar} e U.R em função da hora local, 14/08/04.

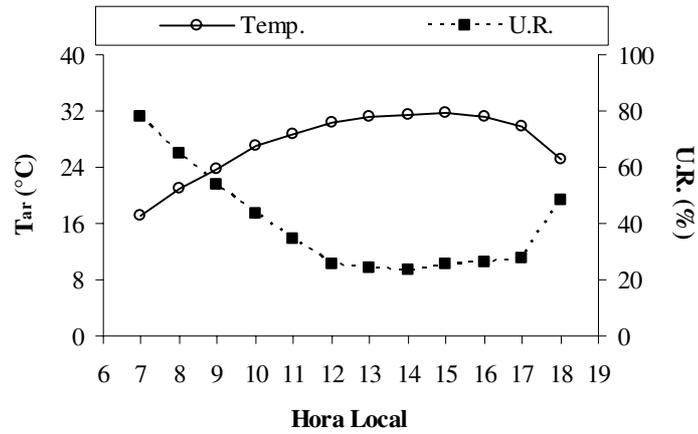


Figura 465. T_{ar} e U.R em função da hora local, 03/09/04.

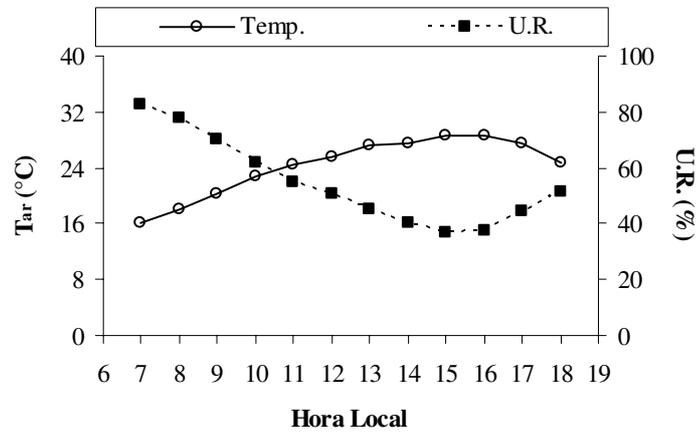


Figura 466. T_{ar} e U.R em função da hora local, 04/09/04.

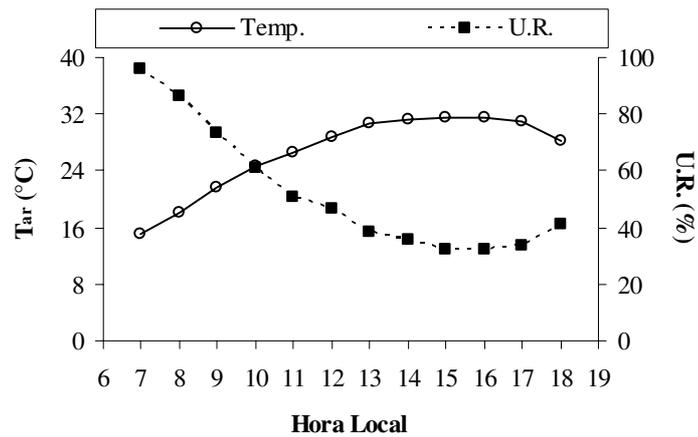


Figura 467. T_{ar} e U.R em função da hora local, 05/09/04.

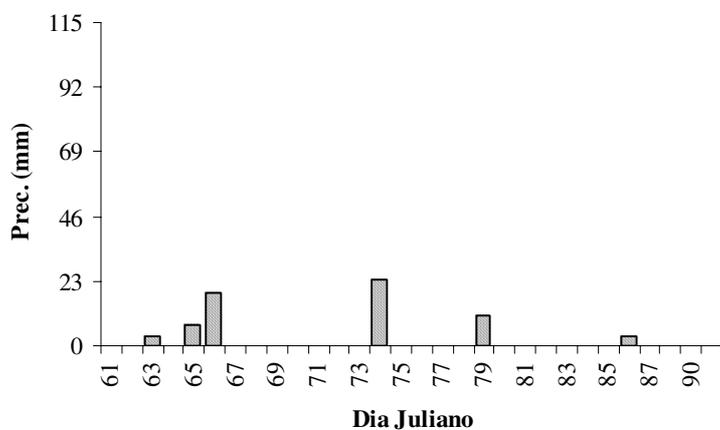


Figura 468. Precipitação em função do dia Juliano, março de 2004.

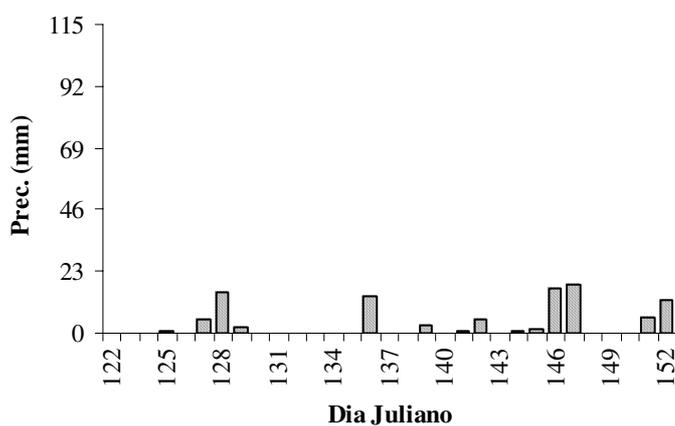


Figura 469. Precipitação em função do dia Juliano, maio de 2004.

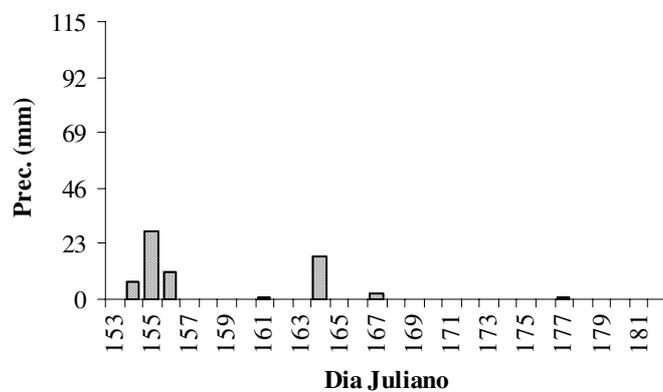


Figura 470. Precipitação em função do dia Juliano, junho de 2004.

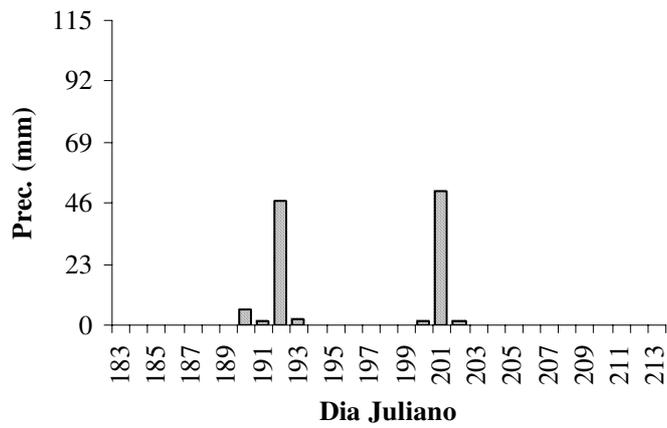


Figura 471. Precipitação em função do dia Juliano, julho de 2004.

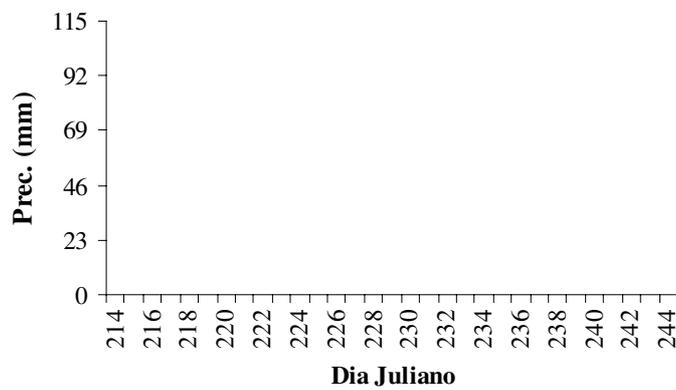


Figura 472. Precipitação em função do dia Juliano, agosto de 2004.

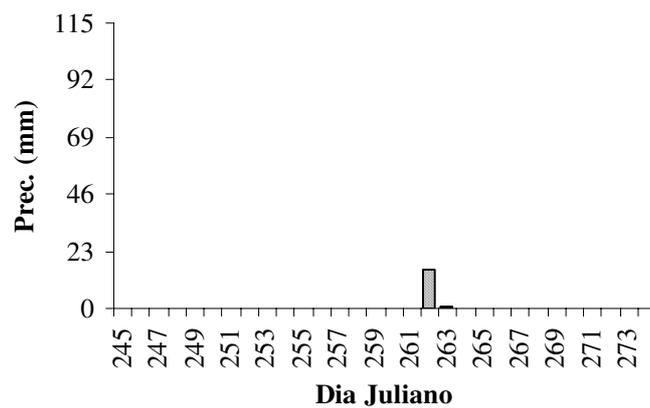


Figura 473. Precipitação em função do dia Juliano, setembro de 2004.

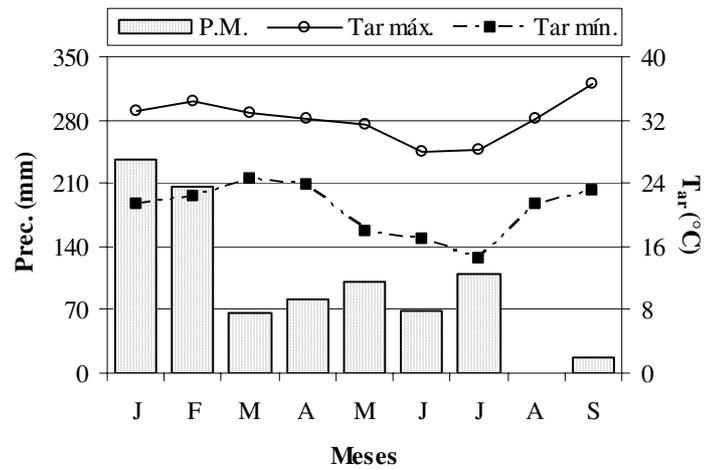


Figura 474. Precipitação, temperatura máxima e mínima mensal, coletados na estação meteorológica instalada no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, em 2004.

APÊNDICE Q

(Tabelas: R.I.T, D.P.V.S, máxima horária e média diária)

Tabela 22. Radiação incidente total (R.I.T.) e déficit de pressão de vapor saturado (D.P.V.S.), máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

R.I.T. _{Máxima} (kW.m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
17/3/2003	14:00	7,63	14:10	7,39	14:20	7,38	12:30	7,74
19/3/2003	13:00	8,45	13:10	8,39	13:20	8,15	12:30	8,26
20/3/2003	12:00	6,76	11:10	7,71	13:20	8,55	12:30	8,15
24/3/2003	12:00	8,21	13:20	8,72	10:20	6,70	10:30	5,67
R.I.T. _{Média Diária} (kW.m ⁻²)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
17/3/2003	3,30		3,13		3,26		3,46	
19/3/2003	4,04		4,45		3,76		4,28	
20/3/2003	3,14		4,04		4,04		3,36	
24/3/2003	3,43		3,50		3,19		2,94	
D.P.V.S. _{Máxima} (kPa)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
17/3/2003	15:00	1,28	15:10	1,36	15:20	1,27	15:30	1,31
19/3/2003	16:00	2,14	15:10	2,03	15:20	2,15	15:30	2,13
20/3/2003	15:00	1,75	14:10	1,89	14:20	1,85	14:30	1,84
24/3/2003	16:00	1,37	13:10	1,43	16:20	1,43	14:30	1,35
D.P.V.S. _{Média Diária} (kPa)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
17/3/2003	0,78		0,78		0,79		0,80	
19/3/2003	1,19		1,20		1,19		1,24	
20/3/2003	1,09		1,20		1,21		1,16	
24/3/2003	0,97		0,96		0,97		0,97	

Tabela 23. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
29/3/2003	12:00	7,76	12:10	7,89	12:20	8,09	13:30	8,22
30/3/2003	12:00	7,60	12:10	7,69	12:20	7,72	12:30	7,83
31/3/2003	12:00	7,56	11:10	7,06	12:20	7,84	11:30	7,32
1/4/2003	13:00	7,59	13:10	7,04	13:20	7,22	11:30	7,69
2/4/2003	12:00	7,46	13:10	7,94	12:20	7,66	13:30	7,29
3/4/2003	14:00	6,85	12:10	8,15	11:20	7,17	11:30	7,30
R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
29/3/2003	4,12		3,97		4,25		3,79	
30/3/2003	4,03		4,28		4,13		4,55	
31/3/2003	3,95		4,01		4,07		3,70	
1/4/2003	3,55		3,37		3,70		3,79	
2/4/2003	4,10		4,16		3,99		4,20	
3/4/2003	3,74		3,98		3,45		3,52	
D.P.V.S _{Máxima} (kPa)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
29/3/2003	15:00	2,16	15:10	2,15	15:20	2,26	16:30	2,17
30/3/2003	15:00	2,87	15:10	2,93	15:20	3,04	15:30	2,97
31/3/2003	15:00	2,76	15:10	2,86	15:20	2,75	15:30	2,76
1/4/2003	13:00	2,37	13:10	2,54	13:20	2,51	14:30	2,42
2/4/2003	15:00	2,61	14:10	2,50	15:20	2,49	14:30	2,61
3/4/2003	15:00	2,31	15:10	2,43	15:20	2,32	15:30	2,23
D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
29/3/2003	1,37		1,37		1,39		1,39	
30/3/2003	1,71		1,80		1,75		1,81	
31/3/2003	1,83		1,86		1,83		1,87	
1/4/2003	1,64		1,63		1,70		1,66	
2/4/2003	1,55		1,58		1,56		1,60	
3/4/2003	1,35		1,37		1,34		1,36	

Tabela 24. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
23/4/2003	13:00	6,75	13:10	6,90	12:20	6,77	12:30	6,81
24/4/2003	12:00	6,83	12:10	6,86	12:20	6,91	12:30	6,92
25/4/2003	12:00	6,70	13:10	6,88	12:20	6,75	12:30	6,74
26/4/2003	12:00	6,59	12:10	6,61	12:20	6,60	12:30	6,60
27/4/2003	12:00	6,55	12:10	6,54	12:20	6,60	12:30	6,66

R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)				
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2
23/4/2003	3,62	3,57	3,58	3,71
24/4/2003	3,82	3,78	3,77	3,79
25/4/2003	3,22	3,28	3,72	3,37
26/4/2003	3,45	3,40	3,36	3,52
27/4/2003	3,61	3,50	3,51	3,57

D.P.V.S _{Máxima} (kPa)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
23/4/2003	16:00	2,68	15:10	2,58	15:20	2,48	15:30	2,53
24/4/2003	16:00	2,65	16:10	2,70	16:20	2,49	16:30	2,50
25/4/2003	15:00	2,34	15:10	2,29	15:20	2,28	15:30	2,24
26/4/2003	17:00	2,18	16:10	2,21	16:20	2,09	16:30	2,15
27/4/2003	15:00	2,86	16:10	2,95	16:20	3,07	16:30	2,97

D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)				
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2
23/4/2003	1,38	1,37	1,38	1,37
24/4/2003	1,58	1,57	1,60	1,62
25/4/2003	1,38	1,38	1,43	1,43
26/4/2003	1,34	1,35	1,33	1,36
27/4/2003	1,83	1,84	1,83	1,87

Tabela 25. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
1/5/2003	12:00	6,02	14:10	5,38	12:20	6,52	12:30	6,21
3/5/2003	12:00	6,71	12:10	6,68	12:20	6,71	11:30	6,57
4/5/2003	12:00	6,59	11:10	6,31	12:20	6,47	12:30	6,45
7/5/2003	12:00	6,47	11:10	6,84	11:20	6,68	11:30	6,74
8/5/2003	12:00	6,33	12:10	6,30	12:20	6,39	12:30	6,37
9/5/2003	12:00	6,41	13:10	6,19	12:20	6,50	12:30	6,47
R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
1/5/2003	3,09		2,78		3,14		2,93	
3/5/2003	3,69		3,62		3,60		3,62	
4/5/2003	3,06		3,13		3,14		3,28	
7/5/2003	3,60		3,60		3,52		3,60	
8/5/2003	3,46		3,43		3,36		3,44	
9/5/2003	3,31		3,26		3,44		3,40	
D.P.V.S _{Máxima} (kPa)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
1/5/2003	14:00	2,59	14:10	2,60	15:20	2,63	15:30	2,56
3/5/2003	15:00	1,39	14:10	1,29	14:20	1,30	14:30	1,29
4/5/2003	14:00	1,65	13:10	1,72	13:20	1,74	13:30	1,76
7/5/2003	16:00	1,66	15:10	1,69	15:20	1,74	14:30	1,78
8/5/2003	15:00	1,36	15:10	1,34	15:20	1,33	15:30	1,38
9/5/2003	14:00	1,18	15:10	1,18	15:20	1,19	14:30	1,32
D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)								
Dia	PL1EVP1		PL2T1		PL3EVP2		PL4T2	
1/5/2003	1,58		1,59		1,62		1,60	
3/5/2003	0,86		0,84		0,86		0,85	
4/5/2003	1,05		1,08		1,04		1,09	
7/5/2003	0,94		0,96		0,96		0,98	
8/5/2003	0,84		0,84		0,84		0,85	
9/5/2003	0,75		0,76		0,77		0,78	

Tabela 26. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em quatro plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
26/5/2003	12:00	5,94	12:10	5,93	12:20	5,96	12:30	5,96
27/5/2003	10:00	4,05	10:10	4,23	10:20	3,92	11:30	4,14
28/5/2003	12:00	5,70	12:10	5,72	12:20	5,72	12:30	5,71
29/5/2003	12:00	5,44	12:10	5,48	12:20	5,49	12:30	5,46
30/5/2003	12:00	5,45	12:10	5,49	12:20	5,49	12:30	5,45
31/5/2003	12:00	5,53	12:10	5,52	12:20	5,52	12:30	5,51
1/6/2003	12:00	5,51	12:10	5,58	12:20	5,56	12:30	5,54
2/6/2003	12:00	6,00	12:10	5,99	12:20	6,01	12:30	6,01
3/6/2003	10:00	3,69	11:10	4,16	13:20	4,95	13:30	5,59
4/6/2003	12:00	5,85	11:10	5,83	11:20	5,63	11:30	6,18

R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)				
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2
26/5/2003	3,13	3,06	3,13	3,10
27/5/2003	2,01	1,95	2,04	2,14
28/5/2003	2,66	2,83	2,88	2,69
29/5/2003	2,96	2,62	2,56	2,66
30/5/2003	2,95	2,91	2,90	2,88
31/5/2003	2,91	2,79	2,93	2,93
1/6/2003	2,93	2,91	2,91	2,91
2/6/2003	3,11	3,07	3,07	3,14
3/6/2003	1,96	2,15	2,39	2,53
4/6/2003	2,04	2,18	1,97	2,11

D.P.V.S _{Máxima} (kPa)								
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2
26/5/2003	15:00	1,48	16:10	1,41	14:20	1,43	14:30	1,47
27/5/2003	13:00	1,24	14:10	1,32	14:20	1,34	13:30	1,23
28/5/2003	16:00	1,82	15:10	1,81	14:20	1,91	15:30	1,84
29/5/2003	16:00	1,29	14:10	1,33	14:20	1,29	14:30	1,22
30/5/2003	15:00	1,77	15:10	1,67	14:20	1,67	14:30	1,67
31/5/2003	16:00	1,99	15:10	1,96	15:20	2,04	14:30	2,14
1/6/2003	15:00	2,20	15:10	2,17	16:20	2,09	14:30	2,12
2/6/2003	14:00	2,16	14:10	2,19	15:20	2,18	15:30	2,15
3/6/2003	13:00	1,64	13:10	1,63	13:20	1,69	13:30	1,73
4/6/2003	14:00	1,03	14:10	1,16	13:20	1,03	12:30	1,03

D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)				
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2
26/5/2003	0,87	0,88	0,89	0,90
27/5/2003	0,74	0,76	0,78	0,77
28/5/2003	0,97	0,98	1,01	1,00
29/5/2003	0,74	0,74	0,73	0,73
30/5/2003	1,02	1,02	1,02	1,05
31/5/2003	1,22	1,23	1,22	1,26
1/6/2003	1,20	1,22	1,24	1,26
2/6/2003	1,35	1,37	1,36	1,35
3/6/2003	1,04	1,05	1,07	1,08
4/6/2003	0,54	0,56	0,56	0,56

Tabela 27. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
24/3/2004	13:00	7,21	13:10	6,73	13:20	7,08	13:30	7,12	12:40	6,79
25/3/2004	12:00	6,42	13:10	6,59	12:20	6,45	13:30	6,73	13:40	7,16
26/3/2004	12:00	6,24	14:10	6,39	12:20	6,39	13:30	6,49	12:40	6,45
R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
24/3/2004	3,73	3,86	3,70	3,97	3,49					
25/3/2004	3,50	3,47	3,43	3,53	3,66					
26/3/2004	3,65	3,56	3,79	3,79	3,22					
D.P.V.S _{Máxima} (kPa)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
24/3/2004	13:00	1,57	13:10	1,63	13:20	1,69	13:30	1,75	12:40	1,45
25/3/2004	14:00	1,71	15:10	1,72	13:20	1,69	13:30	1,76	13:40	1,92
26/3/2004	15:00	1,97	16:10	1,90	15:20	2,02	15:30	1,93	16:40	1,94
D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
24/3/2004	0,95	0,98	0,98	1,02	0,99					
25/3/2004	1,15	1,19	1,19	1,20	1,22					
26/3/2004	1,22	1,24	1,28	1,28	1,25					

Tabela 28. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
21/5/2004	11:00	3,18	12:10	4,33	14:20	3,95	12:30	4,86	12:40	4,20
22/5/2004	14:00	4,07	11:10	3,95	11:20	4,04	11:30	4,11	11:40	4,25
23/5/2004	11:00	4,11	13:10	4,18	11:20	3,37	12:30	4,67	12:40	4,23
R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
21/5/2004	1,80	1,85	1,86	1,97	1,90					
22/5/2004	2,19	2,10	1,91	1,90	1,98					
23/5/2004	2,14	2,00	1,90	1,87	1,71					
D.P.V.S _{Máxima} (kPa)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
21/5/2004	15:00	0,73	15:10	0,78	14:20	0,79	14:30	0,80	14:40	0,80
22/5/2004	14:00	1,00	14:10	1,05	14:20	0,98	15:30	0,98	15:40	0,96
23/5/2004	14:00	1,12	14:10	1,07	15:20	1,11	15:30	1,09	15:40	0,98
D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
21/5/2004	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43					
22/5/2004	0,65	0,66	0,65	0,64	0,65					
23/5/2004	0,58	0,59	0,60	0,60	0,56					

Tabela 29. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

R.I.T ^{Máxima} (kW.m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
29/6/2004	13:00	5,56	13:10	5,68	11:20	5,12	11:30	5,34	11:40	5,29
30/6/2004	12:00	5,41	12:10	5,41	12:20	5,40	12:30	5,40	12:40	5,33
1/7/2004	12:00	5,36	12:10	5,41	12:20	5,38	12:30	5,35	12:40	5,34
R.I.T ^{Média Diária} (kW.m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
29/6/2004	2,69	2,83	2,82	2,72	2,70					
30/6/2004	2,88	2,89	2,88	2,83	2,64					
1/7/2004	2,62	2,66	2,67	2,63	2,65					
D.P.V.S ^{Máxima} (kPa)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
29/6/2004	16:00	1,98	15:10	2,02	15:20	2,13	15:30	2,15	15:40	2,10
30/6/2004	16:00	1,68	14:10	1,66	14:20	1,66	13:30	1,66	14:40	1,68
1/7/2004	16:00	1,70	13:10	1,78	13:20	1,77	13:30	1,82	13:40	1,69
D.P.V.S ^{Média Diária} (kPa)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
29/6/2004	1,21	1,23	1,23	1,25	1,24					
30/6/2004	1,14	1,15	1,14	1,14	1,14					
1/7/2004	1,08	1,11	1,11	1,12	1,12					

Tabela 30. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

R.I.T ^{Máxima} (kW.m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
27/7/2004	12:00	6,27	12:10	6,29	12:20	6,25	12:30	6,20	11:40	6,22
28/7/2004	12:00	6,21	12:10	6,22	12:20	6,21	12:30	6,16	11:40	6,20
29/7/2004	13:00	6,93	13:10	6,48	13:20	6,10	11:30	5,88	11:40	6,02
R.I.T ^{Média Diária} (kW.m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
27/7/2004	3,44	3,42	3,40	3,38	3,32					
28/7/2004	3,42	3,39	3,37	3,36	3,30					
29/7/2004	3,37	3,34	3,26	3,15	3,16					
D.P.V.S ^{Máxima} (kPa)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
27/7/2004	15:00	1,83	15:10	1,85	15:20	1,77	14:30	1,77	14:40	1,87
28/7/2004	16:00	1,42	15:10	1,48	15:20	1,44	14:30	1,43	15:40	1,53
29/7/2004	14:00	1,52	16:10	1,55	14:20	1,59	14:30	1,54	15:40	1,54
D.P.V.S ^{Média Diária} (kPa)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
27/7/2004	1,09	1,10	1,10	1,11	1,12					
28/7/2004	0,94	0,97	0,96	0,96	0,99					
29/7/2004	1,04	1,04	1,04	1,03	1,06					

Tabela 31. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
12/8/2004	12:00	6,56	12:10	6,60	12:20	6,61	12:30	6,55	11:40	6,53
13/8/2004	12:00	6,63	12:10	6,62	12:20	6,58	12:30	6,56	11:40	6,59
14/8/2004	12:00	6,49	12:10	6,53	12:20	6,51	12:30	6,52	12:40	6,49
R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
12/8/2004	3,61	3,59	3,61	3,66	3,65					
13/8/2004	3,72	3,70	3,68	3,70	3,70					
14/8/2004	3,71	3,68	3,64	3,66	3,70					
D.P.V.S _{Máxima} (kPa)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
12/8/2004	13:00	1,34	13:10	1,38	15:20	1,34	15:30	1,36	15:40	1,41
13/8/2004	15:00	1,76	14:10	1,76	14:20	1,79	14:30	1,80	14:40	1,74
14/8/2004	14:00	2,27	14:10	2,30	14:20	2,19	14:30	2,28	13:40	2,22
D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
12/8/2004	0,97	0,97	0,97	0,99	1,00					
13/8/2004	1,12	1,14	1,14	1,14	1,16					
14/8/2004	1,29	1,29	1,32	1,34	1,35					

Tabela 32. R.I.T e D.P.V.S, máxima horária e média diária observada em cinco plantas.

R.I.T _{Máxima} (kW.m ⁻²)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
3/9/2004	12:00	3,43	12:10	3,43	11:20	3,40	11:30	3,41	11:40	3,43
4/9/2004	12:00	3,59	12:10	3,66	12:20	3,64	12:30	3,62	12:40	3,58
5/9/2004	12:00	3,58	12:10	3,56	12:20	3,56	11:30	3,53	11:40	3,55
R.I.T _{Média Diária} (kW.m ⁻²)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
3/9/2004	2,05	2,03	2,02	1,95	1,99					
4/9/2004	2,20	2,18	2,17	2,17	2,17					
5/9/2004	2,18	2,16	2,16	2,16	2,16					
D.P.V.S _{Máxima} (kPa)										
Dia	Hora	PL1EVP1	Hora	PL2T1	Hora	PL3EVP2	Hora	PL4T2	Hora	PL5T3
3/9/2004	14:00	3,53	14:10	3,68	14:20	3,58	13:30	3,71	13:40	3,65
4/9/2004	15:00	2,48	15:10	2,57	15:20	2,58	15:30	2,46	15:40	2,44
5/9/2004	15:00	3,15	15:10	3,13	16:20	3,15	14:30	3,15	15:40	3,17
D.P.V.S _{Média Diária} (kPa)										
Dia	PL1EVP1	PL2T1	PL3EVP2	PL4T2	PL5T3					
3/9/2004	2,41	2,44	2,45	2,42	2,43					
4/9/2004	1,52	1,54	1,56	1,56	1,55					
5/9/2004	1,94	2,00	2,04	2,05	2,08					