USO DE ESTUFA COM COBERTURA PLÁSTICA E DE QUEBRA-VENTOS NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE SERINGUEIRA, NA REGIÃO DE CAMPINAS-SP.

JOSÉ EDUARDO MACEDO PEZZOPANE
Engenheiro Florestal

Orientador: Dr. MÁRIO JOSÉ PEDRO JÚNIOR

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Agrometeorologia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Pezzopane, José Eduardo Macedo
P522u Uso de estufa com cobertura plástica e de quebra-ventos na produção de porta-enxertos de seringueira, na região de Campinas-SP. Piracicaba, 1994.
87p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Estufa 2. Porta-enxerto de seringueira - Crescimento 3. Quebra-ventos 4. Seringueira - Enxertia
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.895

USO DE ESTUFA COM COBERTURA PLÁSTICA E DE QUEBRA-VENTOS NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE SERINGUEIRA, NA REGIÃO DE CAMPINAS-SP.

JOSÉ EDUARDO MACEDO PEZZOPANE

Aprovada em: 29/08/1994

Comissão julgadora:

Dr. Mário José Pedro Júnior	SCA/IAC
Dr. Altino Aldo Ortolani	SCA/IAC
Dr. José Dias da Costa	ESALQ/USP

Dr. Mário José Pedro Júnior
Orientador

Aos meus irmãos José Roberto, José Fernando, José Ricardo, Mônica e Cleusa, meus cunhados Natal e Eliete e meu sobrinho Murilo

OFEREÇO

Aos meus pais, Athenogenes e Marisa
À minha esposa Joaquina

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Mário José Pedro Júnior, da Seção de Climatologia Agrícola (IAC), pela orientações e apoio.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade para a realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES/Brasil, pelo auxílio financeiro.

À Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico (IAC), pela cessão da área e equipamentos utilizados no presente trabalho.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação, pelos seus ensinamentos.

Ao Dr. Altino Aldo Ortolani, pelo apoio e sugestões concedidas durante a execução deste trabalho.

Ao Newton Mayer, Adriana V.de C. Moraes e J. Fernando M. Pezzopane, pelo auxílio na execução deste trabalho.

Aos Pesquisadores Científicos, Paulo Cesar Sentelhas, Paulo S. Gonçalves, Marcelo B. Paes de Camargo, Orivaldo Brunini, Maria Helena A. Mello, Rogério Remo Alfonsi, pelas sugestões e apoio constantes.

Aos Técnicos da Seção de Climatologia, Romilson C. Moraes Yamamura e Denilson C. Moraes, pelo auxílio na instalação e manutenção dos equipamentos.

Aos Colegas do Curso de Pós-Graduação, pela amizade.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS vi
LISTA DE FIGURAS vii
RESUMO xii
SUMMARY xiv
1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 4
2.1. Influência do clima no crescimento da seringueira 4
2.2. Ambientes parcialmente modificados 6
2.2.1. Estufas com cobertura plástica 6
2.2.1.1. Radiação solar no interior de estufas 6
2.2.1.2. Umidade do ar no interior de estufas 8
2.2.1.3. Temperatura do ar e do solo no interior de estufas 9
2.2.2. Quebra-ventos 11
2.2.2.1. Influência do quebra-ventos no microclima 12
3. MATERIAL E MÉTODO 15
3.1. Local, clima e período de experimentação 15
3.2. Delineamento do experimento 15
3.2.1. Estufa com cobertura plástica 16
3.2.2. Quebra-ventos 16
3.3. Material vegetal 18
3.3.1. Germinação das sementes e transplantio 18
3.3.2. Adubação das mudas 18
3.3.3. Controle de doenças 18
3.3.4. Irrigação 19
3.4. Avaliação do crescimento dos porta-enxertos . 19
3.4.1. Plantas avaliadas 19
3.4.2. Diâmetro do caule 19

3.4.3. Altura da planta 19
3.4.4. Número de lançamentos 19
3.4.5. Área foliar 20
3.4.6. Peso da matéria seca 20
3.5. Medidas físicas do ambiente 20
3.5.1. Radiação solar global 20
3.5.2. Radiação líquida 21
3.5.3. Velocidade do vento 21
3.5.4. Temperatura do solo 21
3.5.5. Umidade do ar 21
3.5.6. Temperatura da folha 22
3.6. Determinação da pressão atual de vapor, déficit de saturação do ar e umidade relativa do ar 22
3.7. Análise estatística dos dados obtidos 23
3.7.1. Temperatura do ar 23
3.7.2. Crescimento dos porta-enxertos 23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 24
4.1. Ambiente físico 24
4.1.1. Radiação solar global 24
4.1.2. Radiação líquida 25
4.1.3. Velocidade do vento 31
4.1.4. Umidade do ar 31
4.1.5. Temperatura do solo 34
4.1.6. Temperatura da folha 38
4.1.7. Temperatura do ar 38
4.2. Crescimento dos porta-enxertos 49
5. CONCLUSÕES 63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 65
APÊNDICE 75

LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Valores médios e resultado da análise estatística de intervalo de confiança, das temperaturas máximas, mínimas e médias, observadas nos três tratamentos, enquanto houve manejo da cortina lateral (25ª pentada)	41
2	Valores de temperatura máxima do ar, acima de 30,0 ^{0}C	45
3	Valores de temperatura mínima abaixo de 10,0 ^{0}C no canteiro testemunha	47
4	Valores médios e resultado da análise estatística de intervalos de confiança, do crescimento em diâmetro, altura, área foliar, distância média entre lançamentos e peso seco	57

LISTA DE FIGURAS

Figura nº		Página
1	Representação esquemática do delinea_ mento experimental, onde A é o can_ teiro no interior da estufa, B é o canteiro testemunha e C o canteiro protegido pelo quebra-ventos	17
2	Valores médios horários de radiação solar global, observados no centro do canteiro no interior da estufa e no testemunha, em dias de céu limpo durante o inverno	26
3	Valores médios horários de radiação solar global, observados no centro do canteiro no interior da estufa e no testemunha, em dia nublado (16/09/93) e de céu limpo (17/09/93) .	27
4	Radiação líquida noturna, no canteiro testemunha e dentro da estufa, em condição de céu limpo (06 e 07/10/93) e nublado (08/09/93)	29
5	Radiação líquida noturna, no canteiro testemunha e dentro da estufa, em duas condições: noite com céu limpo e posterior formação de nuvens (13/08/93) e noite nublada com rápidos períodos de diminuição da nebulosidade (09/09/93)	30

6 Comportamento da velocidade do vento, a 60 cm de altura, nos canteiros testemunha e protegido pelo quebra-ventos 32

7 Valores médios horários de pressão atual de vapor, observados no exterior e interior da estufa, em dois dias: com manejo da cortina lateral (06/07/93) e quando a cortina permaneceu fechada o dia todo (07/07/93) 35

8 Valores médios horários de umidade relativa do ar, observados no exterior e interior da estufa, em dois dias: com manejo da cortina lateral (06/07/93) e quando a cortina permaneceu fechada o dia todo (07/07/93) 36

9 Valores médios horários do déficit de pressão de vapor, observados no exte_ rior e interior da estufa, em dois dias: com manejo da cortina lateral (06/07/93) e quando a cortina perma_ neceu fechada o dia todo (07/07/93) . 37

10 Temperaturas máximas (a) e mínimas (b) do solo, a 5 cm de profundidade no interior das sacolas plásticas, observados nos três tratamentos no período de 20 de maio a 12 de julho . 39

11 Temperatura noturna do ar e da folha, medida no interior da estufa e no canteiro testemunha em dia nublado (08/09/93), parcialmente nublado (09/09/93) e com céu limpo (06 e 07/10/93) 40

12 Intervalos de confiança das tempera_ turas máximas (a), mínimas (b) e médias (c), para os três tratamentos. 43

13 Médias quinquidiais das temperaturas máximas do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos 44

14 Médias quinquidiais das temperaturas mínimas do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos 46

15 Médias quinquidiais da amplitude térmica diária do ar, obtidas até o final do período de manejo da estufa, nos três canteiros: testemunha, estufa e quebra-ventos 50

16 Médias quinquidiais da temperatura média diária do ar, obtidas até o final do período de manejo da estufa, nos três canteiros: testemunha, estufa e quebra-ventos 51

17 Valores médios horários de tempera_ tura do ar, no interior da estufa e no canteiro testemunha em três dias: com céu limpo e com manejo das cortinas laterais (20/06/93), em dias nublados sem manejo das cortinas laterais, sendo um sem chuva (14/08/93) e outro com chuva ao longo do dia (24/08/93) 52

18 Comportamento da temperatura do ar no exterior e interior da estufa no período da manhã, até a abertura da cortina lateral 53

19 Comportamento da temperatura do ar no exterior e interior da estufa no final da tarde, após o fechamento da cortina lateral 54

20 Intervalos de confiança dos diâmetros (a) e alturas (b) dos porta-enxertos, sob diferentes tratamentos 58

21 Crescimento médio em diâmetro, dos porta-enxertos de seringueira submetidos aos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos 59

22 Crescimento médio em altura, dos porta-enxertos de seringueira submetidos aos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos .. 60

23 Intervalos de confiança das áreas foliar (a) e distância média entre lançamentos (b) dos porta-enxertos, sob diferentes tratamentos 61

24 Intervalos de confiança dos pesos da matéria seca total (a), pesos da matéria seca do sistema radicular (b) e pesos da matéria seca da parte aérea (c) dos porta-enxertos, sob diferentes tratamentos 62

USO DE ESTUFA COM COBERTURA PLÁSTICA E DE QUEBRA-VENTOS NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE SERINGUEIRA, NA REGIÃO DE CAMPINAS-SP.

Autor : José Eduardo Macedo Pezzopane
Orientador : Dr. Mário José Pedro Júnior

RESUMO

O experimento foi realizado com o objetivo de estudar o efeito de dois tipos de ambiente parcialmente protegidos: estufa coberta com polietileno transparente de baixa densidade (PEBD) e quebra-ventos construído com tela plástica, no crescimento de porta-enxertos de seringueira, durante o inverno na região de Campinas-SP, caracterizando as modificações microclimáticas provocadas por esses ambientes.

Para tanto foram conduzidos três canteiros com mudas ensacoladas de seringueira, sendo um dentro de uma estufa com cobertura plástica, outro protegido por um quebra-ventos artificial e o terceiro conduzido sem proteção (testemunha). A fim de analisar o crescimento dos porta-enxertos, foram medidos: diâmetro, altura, área foliar e peso da matéria seca. Os elementos climáticos monitorados foram: temperatura e umidade do ar, temperatura do solo, velocidade do vento, radiação solar global, radiação líquida e temperatura da folha.

Os resultados obtidos na condição experimental, mostraram que as plantas protegidas pelo quebra-ventos não apresentaram uma diferença significativa

no crescimento em relação a testemunha, mas o uso da estufa provocou um incremento em diâmetro (60 %), altura (108 %), área foliar (266 %) e peso da matéria seca (286 %) dos porta-enxertos.

Após seis meses, admitindo um diâmetro mínimo de 8 mm para realizar a enxertia verde, 60 % dos porta-enxertos conduzidos no interior da estufa já estavam aptos a enxertia, enquanto que nos outros dois tratamentos, nenhuma planta atingiu o diâmetro mínimo.

O crescimento diferenciado no interior da estufa foi devido a modificações microclimáticas, causadas por esse ambiente modificado. A temperatura média do ar aumentou em 2,7 ^{0}C, e a máxima 5,6 ^{0}C. Também foi observado um acréscimo na temperatura mínima em noites frias, além de um aumento da umidade relativa e temperatura do solo e da folha.

USE OF GREENHOUSE WITH PLASTIC COVER AND WINDBREAK IN RUBBER ROOT-STOCK PRODUCTION, IN CAMPINAS REGION, SÃO PAULO STATE.

Author: José Eduardo Macedo Pezzopane
Adviser: Dr. Mário José Pedro Júnior

SUMMARY

A field experiment was carried out with aim to study the effect of two parcially protect environment: a greenhouse cover with transparent polyethylene with short density and a windbreak plastic, during the growing stage of rubber root-stock, during the winter season in Campinas, State of São Paulo, Brazil.

Three plots were conducted with rubber root-stock: one inside the greenhouse, the second protect by windbreak and the third without any protection. To analyse the young plants of rubber, it was mensured: diameter, height, leaf area, and dry weight. The climatic elements mensured were: air temperature and humidity, soil temperature, wind speed, solar global radiation, net radiation, and leaf temperature.

In the experimental condition, the results showed that protect plants by windbreaks did not present significative difference in the growing stage in relation to the no protect plants. But the use of greenhouse caused a increment in diameter (60%), height (108%), leaf area (266%), and dry weight (286%) of the root-stock.

Atfer six months, considering a minimum

diameter of 8 mm to realize green budding, 60% of root-stock conducted inside the greenhouse were aptted to be budded, while in the two other treatments, the plants did not reach the minimum diameter.

The greater growing of the plants inside of the greenhouse was due microclimatics modifications caused by the modified environment. The mean air temperature and the mean maximun air temperature increase by 2.7 ^{0}C and 5.6 ^{0}C, respectiviely. Also, increase in the air relative humidity, soil temperature and leaf temperature.

1. INTRODUÇÃO

Na região sudeste do Brasil, onde ainda são utilizadas tecnologias geradas na região tradicional de cultivo da seringueira, o tempo para produzir porta-enxertos aptos à enxertia madura (convencional) varia de 18 a 24 meses (PEREIRA, 1990).

Esse longo tempo de permanência das mudas nos viveiros, em algumas regiões do Estado de São Paulo, é devido às condições climáticas não favoráveis ao crescimento durante o inverno, em virtude da queda das sementes da seringueira ocorrer entre os meses de fevereiro e abril. De acordo com ORTOLANI (1992) este problema é mais frequente em regiões de maior altitude e localidades situadas ao sul e sudoeste do Estado, podendo, contudo, ocorrer em outras regiões, como o Planalto Ocidental.

O uso de outras técnicas de propagação onde a enxertia possa ser realizada mais rapidamente, como é o caso da enxertia verde, juntamente com um controle das condições climáticas, é desejável pois podem melhorar e tornar mais econômico o sistema de produção de mudas no Estado de São Paulo.

Segundo BERNARDES (1992), o uso de um ambiente protegido, como estufas com cobertura plástica, pode viabilizar a aceleração do processo de produção de mudas.

ORTOLANI (1992), também propõe o uso de estufas, visando um crescimento mais rápido, tanto para um sistema misto (toco enxertado de raiz nua, ensacolado

posteriormente) quanto para o sistema de enxertia dos cavalos ensacolados. Neste último as mudas dos cavalos que começarem a ser formadas em março poderão estar prontas para o plantio no mês de dezembro.

Como a área necessária para a produção de mudas é relativamente pequena, além de estufas o uso de quebra-ventos artificiais pode ser uma alternativa para proteger as mudas de seringueira, visto que o vento durante o período inverno é um sério agravante para o desenvolvimento de mudas.

Outra alternativa para proteger as mudas das adversidades climáticas durante o inverno, é o uso de sombrite, mas no caso específico da seringueira não é recomendado, pois segundo PEREIRA (1989) a diminuição da energia fotossinteticamente ativa reduz drasticamente o crescimento das mudas.

Na região sul do país já são utilizados quebra-ventos artificiais e estufas com cobertura plástica em outras atividades agrícolas, como horticultura e floricultura, contudo a caracterização microclimática no seu interior e o efeito no desenvolvimento dos vegetais dentro desses ambientes parcialmente protegidos, ainda são pouco conhecidos.

Considerando o que foi exposto, foi desenvolvido este trabalho com os seguintes objetivos:

a) analisar o efeito de dois tipos de ambiente parcialmente protegidos: estufa coberta com polietileno transparente de baixa densidade (PEBD) e quebra-ventos construído com tela de polietileno, no crescimento de porta-enxertos de seringueira durante o inverno, na região de Campinas,SP.

b) caracterizar as modificações

microclimáticas causadas pelo uso de estufa com cobertura plástica e de um quebra-ventos artificial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Influência do clima no crescimento da seringueira

O crescimento da seringueira é afetado, principalmente na fase jovem, por condições climáticas adversas como baixa temperatura, elevado déficit de pressão de vapor, ventos fortes e baixo nível energético (ORTOLANI, 1986).

Produzindo mudas de seringueira em duas épocas diferentes (inverno e verão), na região de Piracicaba-SP, ROCHA NETO (1990) verificou um crescimento mais lento no inverno, constatanto uma forte influência da temperatura e umidade do ar, radiação solar e do vento sobre o crescimento das plantas, quando levado em conta o tempo necessário para a formação de mudas aptas ao plantio no campo. Segundo o autor, no inverno as condições climáticas estressantes comprometeram a utilização do nitrogênio pelas plantas, afetando a síntese de proteína. Além disso, no verão o curso diário do comportamento de abertura e fechamento dos estômatos foi favorecido, permitindo maior eficiência fotossintética.

HUA-SON (1983), trabalhando na China, observou um crescimento lento de plantas jovens de seringueira no período de inverno, quando as temperaturas são baixas e a precipitação é reduzida. PEREIRA *et alii* (1985), trabalhando em Lavras-MG, também verificaram um crescimento reduzido de porta-enxertos de seringueira durante o inverno, principalmente quando a média mensal das

temperaturas mínimas foi menor que 15 ^{0}C e a temperatura média mensal foi menor que 20 ^{0}C.

De acordo com WATSON (1989), valores elevados de amplitude térmica diária, associados a ventos fortes, baixas temperaturas e períodos de seca prolongados, podem causar danos às folhas (enrrugamento e manchas), além do secamento e ruptura de ramos.

Na obtenção de brotos para a mini-enxertia, em condições de campo, LEMOS FILHO (1991) observou que quando a temperatura média do ar se manteve abaixo de 19 ^{0}C, ocorreu um grande atraso na iniciação e crescimento das brotações do clone RRIM-600.

MEDRADO (1992) verificou uma diminuição na quantidade de estacas provenientes da poda realizada no outono, pois as brotações, no inverno, foram submetidas a temperaturas mínimas próximas a 10 ^{0}C, o que, segundo o autor, afetou a produção e a acumulação de fotoassimilados.

Trabalhando com mudas de seringueira, ROCHA NETO *et alii* (1989), perceberam que durante o inverno os tecidos das plantas não sofreram injúria grave, mas ficaram mais tenros devido a efeitos da baixa temperatura e dos ventos noturnos. Além disso, os autores evidenciaram uma diminuição do incremento de área foliar e um encurtamento dos lançamentos.

De acordo com ORTOLANI (1986) a seringueira tem como temperatura ideal para crescimento valores entre 27 e 30 ^{0}C, e que quando ocorrem valores superiores a 40 ^{0}C a taxa de respiração excede a de fotossíntese. Ainda segundo o autor, temperaturas médias do ar abaixo de 18 ^{0}C são críticas para o crescimento, e quando inferiores á 15^{0}C, inibem a diferenciação dos tecidos.

Em trabalhos de zoneamento agroclimático, como limite mínimo para o crescimento da seringueira tem sido adotado uma temperatura média anual de 20 ^{0}C (CAMARGO, 1963; ORTOLANI *et alii*, 1983).

Ainda ORTOLANI (1992) relata que temperaturas baixas, entre 0 e -1 ^{0}C, causam danos severos às plantas jovens de seringueira e são letais quando atingem -3 ^{0}C no tecido. A ocorrência de temperaturas entre 3 e 4 ^{0}C, pode ser letal para folhas de plântulas nos estádios iniciais (ORTOLANI, 1990).

Observações feitas por ORTOLANI *et alii* (1983), durante geadas que ocorreram em 1981 no Estado de São Paulo, mostraram que a seringueira até aproximadamente dois anos de idade, o nível de tolerância no frio é semelhante ao do café.

De acordo com LEMOS FILHO *et alii* (1989), folhas maduras de seringueira tem maior tolerância à geada quando comparadas com as do cafeeiro e da cana-de-açucar.

2.2. Ambientes parcialmentes modificados

2.2.1. Estufas com cobertura plástica

Uma alternativa na proteção das culturas frente às adversidades climáticas tem sido o uso de plástico na agricultura (FARIA *et alii*, 1993b). Diversos trabalhos (TAPIA, 1981; TZEKLEU *et alii*, 1984; MOUGOU *et alii*, 1989; MILLS *et alii*, 1990; ANDRIOLO *et alii*, 1991; REIS *et alii*, 1991; PEÑUELAS *et alii*, 1992) mostram que as modificações microclimáticas causadas por estufas, provocaram aumentos na produção agrícola.

2.2.1.1. Radiação solar no interior de estufas

A radiação solar global incidente no interior de uma estufa é sempre menor quando comparada com o exterior, pois devido a cobertura, ocorrem os processos de reflexão e absorção (SEEMAN, 1979; KURATA, 1990).

Comparando vários tipos de plásticos, ROBLEDO DE PEDRO (1987) verificou uma perda média variando de 10 a 17% na transmissividade. FARIAS *et alii* (1993a), trabalhando com polietileno de baixa densidade (PEBD) verificou uma redução de 10 a 35% na transmissividade no intervalo de 11 à 13 horas e de 17%, em média, ao longo do dia. Resultados semelhantes foram obtidos por MONTERO *et alii* (1985) e MILLS *et alii* (1990).

Trabalhando com diferentes tipos de plásticos GRAFIADELLIS (1985) obteve uma transmissividade média, englobando todos os plásticos, de 70% da radiação na faixa do visível. Para o polietileno, com 0,15 mm de espessura, o autor encontrou um valor médio de 75% de transmissividade.

AL-RIAHI *et alii* (1989), medindo a radiação solar global no interior de uma estufa coberta com PEDB, observaram um aumento na transmissividade devido a uma menor condensação na cobertura plástica e principalmente devido ao aumento do azimute do sol, caracterizando assim uma variação temporal da transmissividade. Enquanto HAPER *et alii* (1979), trabalhando com estufa coberta com vidro, verificaram uma redução de até 80% na transmissividade, devido a condensação.

KURATA (1990), também verificou a existência de uma variação espacial da transmissividade, encontrando valores e comportamento diferentes em diversos pontos dentro da estufa.

De uma maneira geral, pode-se dizer que a quantidade de energia solar não transmitida é devido ao tipo de cobertura e ao ângulo de incidência dos raios solares, o que é condicionado pela orientação da estufa, pela inclinação do telhado e posição do sol (ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE, 1988; HANAN *et alii*, 1978; SEEMAN, 1979; KURATA, 1990).

De acordo com ROBLEDO DE PEDRO (1987), a

transparência das lâminas de plástico passa a ser um fator de maior peso em determinadas regiões ou épocas do ano, onde a energia passa a ser limitante.

Apesar da redução na radiação solar global, FARIAS *et alii* (1993a) encontraram um maior valor da razão entre radiação difusa e total (Rd/Rs) dentro da estufa, o que segundo ROBLEDO DE PEDRO (1987) é importante, pois a radiação difusa é multi-direcional podendo ser melhor aproveitada pelas plantas. Esta relação Rd/Rs pode variar bastante entre os diferentes tipos de plásticos, indo de 15% para o polietileno normal (sem aditivo) até 65% para o copolímero EVA (ROBLEDO DE PEDRO, 1987).

2.2.1.2. Umidade do ar no interior de estufas

FARIAS *et alii* (1993b), estudando o comportamento de estufas com cobertura plástica, na região Sul do Brasil, encontraram maiores valores de umidade relativa máxima, que ocorrem no período noturno, no interior estufa, devido a maior concentração de vapor d'agua. Segundo ROBLEDO DE PEDRO E VICENTE (1988) isto ocorre devido a pequena permeabilidade do plástico à água e a baixa taxa de renovação do ar no interior da estufa. De acordo com SEEMANN (1979) a umidade relativa no período noturno, é maior no seu interior da estufa, pois além da maior concentração de vapor d'agua a queda da temperatura do ar é igual aquela que ocorre no ambiente exterior.

Por outro lado, FARIAS *et alii* (1993b) encontraram também, menores valores de umidade relativa mínima no interior da estufa, atribuindo ao fato das cortinas estarem abertas, não retendo portanto o vapor d'agua, além da temperatura do ar estar mais elevada sob a cobertura plástica.

Segundo MONTERO *et alii* (1985) e LEVIT &

GASPAR (1988), de maneira geral, no interior de estufas, comparando com o exterior, são encontrados, em média, valores mais elevados de umidade relativa no período noturno e da manhã e valores praticamente iguais no período mais quente do dia .

2.2.1.3. Temperatura do ar e do solo no interior de estufas

A temperatura do ar no interior de estufas está intimamente ligada ao balanço de energia (MARTINEZ GARCIA, 1978) e este balanço depende de vários fatores, principalmente do tamanho da estufa (SEEMAN, 1979; BURIOL *et alii*, 1993), das propriedades óticas da cobertura (SEEMAN, 1979; ROBLEDO DE PEDRO, 1987; ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE, 1988; MOUGON *et alii*, 1989; BURIOL *et alii*, 1993) e das condições meteorológicas locais (BURIOL *et alii*, 1993; FARIAS *et alii*, 1993b).

Estudando o comportamento de estufas com cobertura plástica (PEDB) na região de Almeria, Espanha, MONTERO *et alii* (1985) encontraram maiores valores de temperatura média do ar no interior da estufa, mostrando um comportamento satisfatório sob o ponto de vista térmico. Observações semelhantes são apresentadas por ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE (1988) e MILLS *et alii* (1990). Já FARIAS *et alii* (1993b) não encontraram diferenças significativas de temperatura média do ar entre o interior e exterior da estufa.

Durante o dia devido à radiação líquida positiva, a superfície aquece a parcela de ar próximo a ela gerando assim um processo convectivo. Dentro da estufa este processo é interrompido pela cobertura plástica que impede a ascensão do ar quente, o que provoca temperaturas altas durante o período diurno. Sendo assim, no interior de estufas o valor da temperatura máxima pode ser bem maior

quando comparado com o exterior (MARTINEZ GARCIA, 1978; MONTERO *et alii*, 1985; MILLS *et alii*, 1990; FARIAS *et alii* 1993b).

Em regiões mais quentes, principalmente em dias com céu límpido, a temperatura do ar durante o dia atinge valores muito elevados, mas que podem ser controlados com aberturas laterais (ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE, 1988; ZABELTITZ, 1988; SGANZERLA, 1990; VERHEYE & VERLORT, 1990). Mas, segundo MARTINEZ GARCIA (1978), esse aumento excessivo dificilmente é evitado com a ventilação. Já VERHEYE & VERLODT (1990) concluiram que modificando o sistema de ventilação, ou seja, testando aberturas em várias posições na estufa, é possível controlar o comportamento da temperatura do ar nas horas mais quentes do dia.

O valor médio da temperatura mínima do ar no interior de estufas cobertas com PEDB tende a ser igual ou ligeiramente superior, quando comparado com o ambiente externo (MONTERO *et alii*, 1985; MOUGON *et alii*, 1989; MILLS *et alii*, 1990; BURIOL *et alii*, 1993; FARIAS *et alii*, 1993b). De acordo com TAPIA (1981) e ROBLEDO DE PEDRO (1987) o PEDB tem alta transparência a radiação de onda longa, não impedindo então a perda noturna de energia, o que resultará em uma queda acentuada da temperatura do ar. Outros tipos de plástico, os chamados "plásticos térmicos", como, por exemplo, aqueles que contém o copolímero EVA tem transparência menor à radiação de onda longa, diminuindo assim a perda noturna de energia evitando a queda acentuada da temperatura do ar (MARTIN *et alii*, 1982; BRUN & LAGIER, 1983; ROBLEDO DE PEDRO, 1987; GILBY, 1989; MOUGON *et alii*, 1989).

Dependendo das condições atmosféricas, em algumas noites a temperatura noturna no interior da estufa é menor do que aquela no ambiente externo. Isto pode acontecer em noites com ventos moderados ou fortes

associados com céu limpo, pois na condição interior a perda acentuada de energia e a ausência de turbulência causam uma inversão térmica (MONTERO *et alii*, 1985; HELTER & REISSER JUNIOR, 1987; MILLS *et alii*, 1990; BURIOL *et alii*, 1993; FARIAS *et alii*, 1993b). Mas de acordo com BURIOL *et alii* (1993) quando isto ocorre a temperatura noturna é alta, não oferecendo riscos às plantas.

De acordo com ROBLEDO DE PEDRO E VICENTE (1989) e FARIAS *et alii* (1993b), no período noturno, a vedação da estufa pode influenciar no comportamento da temperatura do ar, principalmente em noites com ventos moderados e fortes.

Como no seu interior a temperatura máxima do ar é mais elevada e a temperatura mínima do ar é praticamente igual ao ambiente externo, isso resulta numa maior amplitude térmica diária (SEEMAN, 1979; MONTERO *et alii*, 1985; FARIAS *et alii*,1993b).

VERHEYE & VERLODT (1990) verificaram uma variação espacial da temperatura do ar durante o dia, tanto no plano horizontal como no vertical.

Estudando a modificação na temperatura do solo causada por estufas com cobertura plástica, SCHNEIDER *et alii* (1993) obtiveram uma temperatura média superior na estufa independente da profundidade e do horário de leitura. Nos resultados apresentados pelos autores as maiores diferenças de temperatura do solo, entre o interior de estufa e o solo externo, ocorreram nos dias frios, evidenciando a eficiência térmica desse ambiente modificado.

2.2.2. Quebra-ventos

O vento assume um papel importante no mecanismos que controlam a produção agrícola (CARAMORI, 1981). O quebra-ventos também é um tipo de proteção frente

às adversidades climáticas, que causam modificações no microclima da área protegida, o que pode afetar o desenvolvimento dos vegetais (ROSENBERG *et alii*, 1983; ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE, 1988).

2.2.2.1. Influência do quebra-ventos no microclima

O principal efeito do quebra-ventos é a redução da velocidade do vento, o que resulta em modificação do microclima da região protegida. A maneira como ocorre essa redução da velocidade do vento e a sua intensidade são afetadas pelas características geométricas do obstáculo (GUYOT, 1963; EIMERM *et alii*, 1964; ROSENBERG *et alii*, 1983; GUYOT,1989).

De acordo com GUYOT (1989) e ROSENBERG *et alii* (1983), até o balanço de radiação é modificado pelo quebra-ventos, principalmente em sua volta, pois o anteparo pode provocar sombreamento ou reflexão, além de emitir energia.

Como a evaporação é reduzida com o uso de quebra-ventos, uma maior parte da radiação líquida é utilizada para aquecer o ar, associado a menor renovação do ar, vários pesquisadores encontraram valores mais altos de temperatura do ar nas áreas protegidas, durante o dia (BROW e ROSENBERG, 1972; UJAH & ADEOYE, 1984; Mc ANENEY *et alii*, 1990).

Segundo GUYOT (1989) e ROSENBERG *et alii* (1983), devido a grande redução na turbulência do ar, durante o dia, o gradiente vertical de temperatura é maior na região protegida. Os autores observaram que este gradiente vertical pode modificar ao longo da área protegida.

McANENEY *et alii* (1990) encontraram uma relação linear entre o aumento da temperatura máxima diária

e o aumento da altura do quebra-ventos, concluindo que quanto maior a altura do quebra-ventos maior a temperatura máxima diária na área protegida.

Estudando áreas irrigadas e não irrigadas protegidas por quebra-ventos, FRANK *et alii* (1974) verificaram um maior aquecimento do ar na área mais seca, justamente devido ao fato de que na área irrigada uma parcela maior de radiação líquida foi utilizada no fluxo de calor latente.

Vários autores (BROW e ROSENBERG, 1972; UJAH e ADEOYE, 1984; Mc ANENEY *et alii*, 1990), evidenciaram que a temperatura noturna nas áreas protegidas é praticamente igual e em algumas situações até inferior a aquela medida em uma área não protegida. Durante a noite, também pela redução de turbulência do ar, na área protegida pode ocorrer o processo de inversão térmica, fazendo com que a temperatura decresça ainda mais (ROSENBERG *et alii*, 1983; GUYOT,1989). Já em noites de calmaria, a aproximação do quebra-ventos pode provocar trocas radioativas que impedem a queda de temperatura (EIRMEM *et alii*, 1964; ROSENBERG *et alii*, 1983). Por outro lado, em algumas situações o anteparo pode impedir a drenagem de ar frio (GUYOT, 1989; ROBLEDO DE PEDRO, 1988), fazendo com que a temperatura noturna do ar na área protegida, atinga valores prejudiciais às plantas.

Também devido a redução na renovação do ar próximo a superfície, BROW e ROSENBERG (1972) encontraram valores mais altos de pressão de vapor nas áreas protegidas. Já a umidade relativa do ar, pode ter comportamento diferente, pois é função também da temperatura do ar (EIRMEM *et alii*, 1964).

De acordo com EIRMEN *et alii* (1964), ROSENBERG *et alii* (1983) e GUYOT (1989), de maneira geral as modificações no microclima, principalmente no balanço de radiação, temperatura do ar e do solo e na umidade do ar,

causadas pelo uso de quebra-ventos não são drásticas, as vezes até não significativas, e ainda segundo BROW e ROSENBERG (1972) são menores ainda em dias com vento forte, devido à tendência de homogenização do ar atmosférico.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Local, clima e período de experimentação

O experimento foi conduzido no Centro Experimental de Campinas do Instituto Agronômico (latitude: 22^0 54' S, longitude: 47^0 05' W e altitude: 669 m).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Cwa, subtropical úmido com inverno seco, também denominado de tropical de altitude (CAMARGO *et alii*, 1974). No mês mais frio (julho) a média das temperaturas mínimas é de 11,9 ^{0}C e das máximas 24,4 ^{0}C.

O experimento foi iniciado em abril de 1993, com a coleta de sementes, e terminado em novembro do mesmo ano.

3.2. Delineamento do experimento

Foram formados três canteiros com quatro linhas de 7,0 metros, sendo as linhas espaçadas de 1,0 m. Como cada linha continha cerca de 50 mudas ensacoladas, o canteiro comportou cerca de 200 mudas. A área de cada canteiro foi de cerca de 25 m^2.

Este esquema de formação de canteiro se assemelha ao recomendado por PEREIRA (1986), diferenciando-se apenas por constituir-se de linhas simples de sacolas plásticas com mudas, somente com o objetivo de reduzir o número de mudas.

Dos três canteiros, um foi conduzido dentro

de uma estufa com cobertura plástica, o outro foi protegido por um quebra-ventos e o terceiro foi conduzido sem proteção (testemunha), como esquematizado na Figura 1.

3.2.1. Estufa com cobertura plástica

Foi construída uma estufa com telhado em arco, como descrita por ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE (1988) e SGANZERLA (1990), com 10 metros de comprimento, 5 de largura, lateral com 1,8 m de altura e telhado de 1,3 m de altura, totalizando 3,1 m de altura máxima.

O maior lado da estufa foi orientado no sentido noroeste-sudeste e as linhas do canteiro foram instaladas paralelamente ao maior lado da estufa.

Como cobertura foi utilizado um filme de polietileno de baixa densidade aditivado, com espessura de 0,1 mm. As laterais foram fechadas com o mesmo material, mas com espessura de 0,05 mm.

As laterais foram construídas na forma de cortinas, que eram abertas toda vez que a temperatura no interior da estufa atingia cerca 30 ^{0}C.

3.2.2. Quebra-ventos

O quebra-ventos foi construído com tela plástica com porosidade de 50%, recomendada por ROBLEDO DE PEDRO e VICENTE (1988), com altura de 1,7 m e comprimento de 6,0 m. Foi instalado perpendicularmente às linhas do canteiro a uma distância de 1,5 m.

O objetivo de instalar o quebra-ventos foi criar uma barreira contra os ventos sudeste, direção predominante dos ventos frios no inverno na região de Campinas.

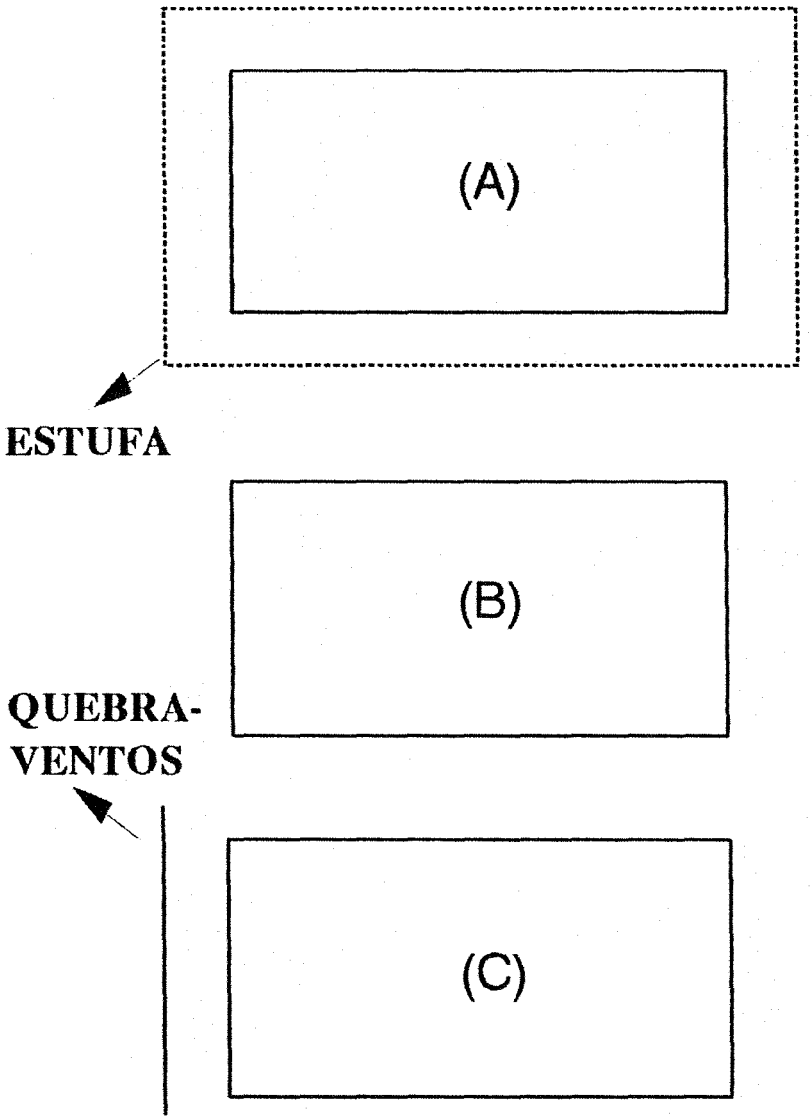


Figura 1 - Representação esquemática do delineamento experimental, onde A é o canteiro no interior da estufa, B é o canteiro testemunha e C o canteiro protegido pelo quebra-ventos.

3.3. Material Vegetal

3.3.1. Germinação das sementes e transplantio

Para a formação dos porta-enxertos foram utilizadas sementes não selecionadas, colhidas na Estação Experimental de Pindorama do Instituto Agronômico.

As sementes foram germinadas em sementeiras cobertas com palha de arroz. O transplantio para a sacola plástica foi feito no estádio chamado de "palito", onde as plântulas tinham cerca de 5 cm de altura.

Foram utilizadas sacolas plásticas de 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura.

O substrato utilizado foi um solo de textura pouco argilosa, misturado com 20% de esterco bovino e 1,5g de superfosfato simples por cada quilograma de substrato (MEDRADO *et alii*, 1992).

3.3.2. Adubação das mudas

Durante o experimento foram aplicadas três gramas/planta de uma solução contendo uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio na proporção 1,6:1,0:1,2. As aplicações foram realizadas em três etapas (1g/planta), mensalmente, a partir de julho.

3.3.3. Controle de doenças

Ao longo do experimento as mudas, principalmente aquelas conduzidas no interior da estufa, apresentaram sintomas de doenças, causadas por *Phytophtora sp.* . No controle foram utilizados os produtos Benlate e Cerconil, em pulverizações alternadas a cada dez dias.

3.3.4. Irrigação

A irrigação era realizada no final da tarde, a cada dois dias. Nos meses mais quentes, outubro e novembro, a irrigação passou a ser diária.

3.4. Avaliação do crescimento dos porta-enxertos

3.4.1. Plantas avaliadas

Na avaliação do crescimento em diâmetro e altura e número de lançamentos, foram utilizadas 35 plantas localizadas na parte central de cada canteiro. Já para a determinação da área foliar e do peso seco, foram sorteadas 15 plantas dentre as citadas anteriormente.

3.4.2. Diâmetro do caule

O diâmetro de cada planta foi medido com um paquímetro, a uma altura de 5 cm do solo. As medidas foram realizadas mensalmente a partir do transplantio.

3.4.3. Altura da planta

Com o auxílio de uma régua graduada, mediu-se, também mensalmente, a distância compreendida entre a base do caule e a base da gema apical de cada planta.

3.4.4. Número de lançamentos

Nas datas da realização das medidas de diâmetro e altura, também foi contabilizado o número de lançamentos foliares de cada planta.

Dividindo a altura da planta pelo número de lançamentos foliares, foi determinado a distância média

entre lançamentos.

3.4.5. Área foliar

Durante o experimento foram coletados 110 folíolos de mudas que não seriam avaliadas. Em seguida foram medidos o comprimento, largura e a área de cada folíolo, para que fosse possível fazer estimativas da seguinte maneira:

$$Y = a X \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1$$

onde Y é a área de cada folíolo, a é o coeficiente de correção e X é o produto do comprimento pela largura.

No final do experimento, em cada planta selecionada mediu-se o comprimento e a largura de cada folíolo, e utilizando a equação 1 foi determinada a área foliar da planta.

3.4.6. Peso da matéria seca

Em cada planta, a parte aérea foi separada do sistema radicular, para uma posterior secagem a 105 ^{0}C em estufa com circulação forçada. As pesagens foram feitas em balança eletrônica com resolução de 0,1 gramas.

3.5. Medidas físicas do ambiente

3.5.1. Radiação solar global

A radiação solar global foi medida utilizando-se dois radiômetros tipo "eppley": um fabricado por Eppley Laboratory Inc. e outro por IIO Electric Co. Ltd.

Um radiômetro foi instalado no centro da estufa e o outro no centro do canteiro externo

(testemunha), ambos sobre uma base a uma altura de um metro. As medidas eram realizadas em intervalos de 10 minutos.

3.5.2. Radiação líquida

Na determinação da radiação líquida foi utilizado um radiômetro tipo "net pyrradiometer", fabricado por Middleton & Co. Pty Ltda.

As medidas foram realizadas no centro de cada canteiro (estufa e testemunha), a um metro de altura, no período noturno em intervalos de 30 minutos.

3.5.3. Velocidade do vento

No centro de dois canteiros, protegido pelo quebra-ventos e testemunha, foi instalado um anemômetro de caneca modelo 109,2 T (marca R. Fuess) a uma altura de 0,6 m. Os dois anemômetros foram ligados a um cronógrafo marca R. Fuess, que registrava cada 100 m percorridos.

A direção do vento foi obtida por um anemógrafo fabricado por Ota Keike Seisakusho, instalado a 2 m de altura, ao lado do experimento.

3.5.4. Temperatura do solo

Para a determinação da temperatura do solo foi utilizado um termógrafo marca FOXBORO. Os sensores foram instalados a 5 cm de profundidade do solo da sacola plástica, em dois pontos em cada canteiro.

3.5.5. Umidade do ar

No centro de cada canteiro, dentro de um

microabrigo instalado a 0,5 m de altura, foram instalados dois termômetros de resistência de platina. A fim de determinar a depressão psicrométrica, um dos termômetros foi envolvido com uma gaze permanentemente úmida.

Os sensores estavam conectados a um registrador, de maneira que a temperatura do bulbo seco e a do bulbo úmido eram registradas durante as 24 horas do dia.

3.5.6. Temperatura da folha

Durante alguns episódios noturnos do experimento, foi determinada a temperatura das folhas, através de um termômetro de infra-vermelho modelo HPM-D (Pyrovar Digital), no canteiro testemunha e no canteiro protegido pela estufa.

As leituras foram realizadas sempre em folhas do terço superior da planta, totalmente expostas e posicionadas no sentido horizontal.

As medidas eram feitas com intervalo de uma hora, com cinco repetições, em diferentes folhas de plantas situadas na parte central do canteiro.

3.6. Determinação da pressão atual de vapor, déficit de saturação e umidade relativa do ar

A pressão atual de vapor foi calculada utilizando as seguintes equações:

$$e = esu - 0,81\ (T - Tu) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2$$

onde *e* é a pressão atual de vapor (mb), *esu* a pressão de saturação do bulbo úmido (mb) e *T* e Tu temperatura do bulbo seco e do úmido, respectivamente. A pressão de saturação do bulbo úmido foi determinada pela equação:

$$esu = 6,81\ EXP[7,5\ Tu/(237,3 + Tu)] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3$$

utilizando *Tu* em ^0C.

A umidade relativa foi calculada da seguinte maneira:

$$UR = e/es\ 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4$$

onde *UR* é a umidade relativa (%) e *es* pressão de saturação de vapor, calculada utilizando a temperatura do bulbo seco na equação 3.

O déficit de pressão de vapor, foi obtido com a diferença entre *es* e *e*.

3.7. Análise estatística dos dados obtidos

3.7.1. Temperatura do ar

Os dados de temperatura média do ar, obtidos através da média aritmética entre os 24 valores horários ao longo do dia, e os de temperatura máxima e mínima foram agrupados de 5 em 5 dias (médias quinquidiais) e comparados através da "análise de intervalos de confiança" proposto por SNEDECOR & COCHRAW (1973), afim de obter os níveis de significância das diferenças no microclima provocadas pelo uso da estufa e do quebra-ventos.

3.7.2. Crescimento dos porta-enxertos

O crescimento dos porta-enxertos em diâmetro, altura, distância média entre lançamentos, área foliar e peso seco também foram comparados entre os tratamentos através da "análise de intervalos de confiança".

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ambiente físico

4.1.1. Radiação solar global

O conhecimento do balanço de radiação em uma comunidade vegetal é extremamente importante, pois além de parte desta energia ser utilizada no processo fotossintético, outra é utilizada no aquecimento do ar adjacente, do solo e no processo de evapotranspiração (GEIGER,1961; CAMPBELL,1977).

A análise da radiação solar global, já permite quantificar a energia disponível para a realização dos processos físicos e biológicos.

Na Figura 2 são apresentados valores médios horários de radiação solar observados no interior e fora da estufa com cobertura plástica. Pode-se notar que a radiação solar sofre uma atenuação ao atravessar a lâmina plástica, pois enquanto no canteiro externo (testemunha), ao meio-dia, a incidência de radiação solar foi de 1,03 $cal.cm^{-2}.min^{-1}$, média para dois dias, no interior da estufa o valor médio foi de 0,87 $cal.cm^{-2}.min^{-1}$. Foi observado no período das 9 às 15 horas, nos dias de inverno (21 e 22 de julho), uma perda média,por transmissão, de 17% .

No final do período de inverno, durante os dias 16 e 17 de setembro (Figura 3), ao meio-dia o valor da radiação solar global foi de 1,39 $cal.cm^{-2}.min^{-1}$, para o dia de céu limpo, e 0,73 $cal.cm^{-2}.min^{-1}$ para o dia nublado.

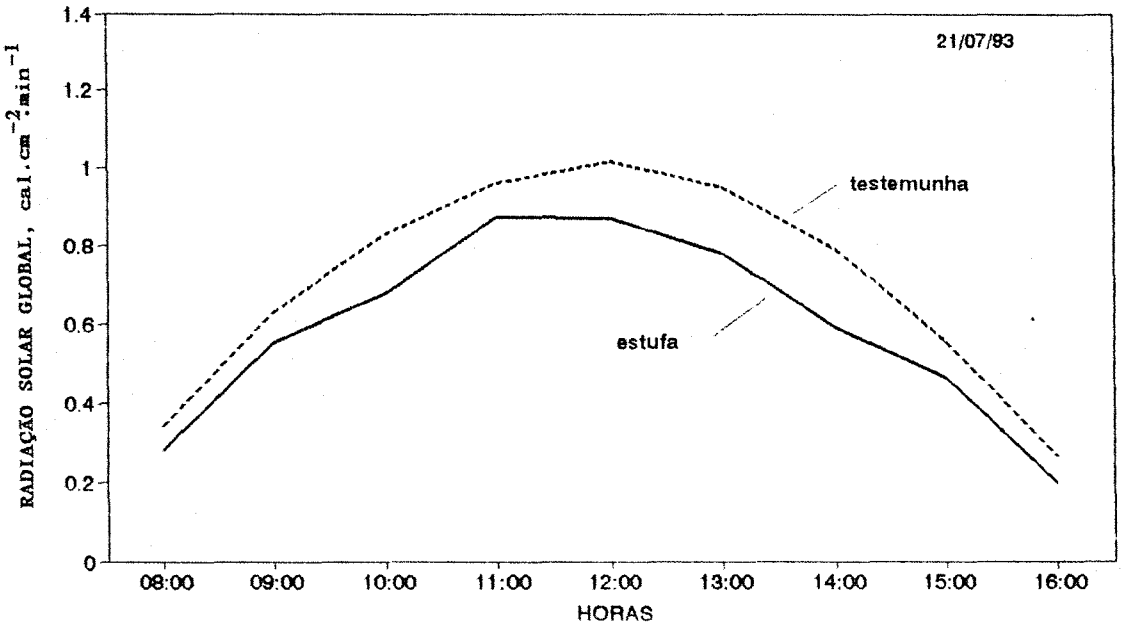
No interior da estufa esses valores foram reduzidos para 1,05 e 0,53 $cal.cm^{-2}.min^{-1}$, respectivamente. Nesses dois dias, considerando-se o período de 9 às 15 horas, a perda média por transmissividade foi de 33%, sendo no dia nublado 34% e no dia com céu limpo 32%. Esses valores mostram uma variação temporal na transmissividade, já que nos dias de inverno a perda por transmissão foi cerca de 17%. Essa variação pode ser em decorrência do movimento aparente do sol ou de mudanças nas características físicas do filme plástico ao longo do tempo.

Para os quatro dias de medidas, os resultados mostraram que o canteiro no interior da estufa recebe uma quantidade de energia solar reduzida em 25%, em comparação ao canteiro exterior, no período das 9 às 15 horas. Comportamento semelhante foi observado por MONTEIRO *et alii* (1985), MILLS *et alii* (1990) e FARIAS *et alii* (1993a).

4.1.2. Radiação líquida noturna

Com a ausência da radiação solar no período noturno, o balanço de radiação passa a ser controlado apenas pela energia emitida pela superfície e pela contra-radiação (energia emitida pela atmosfera em direção da superfície terrestre), o que resulta em valores negativos de radiação líquida (GEIGER, 1961; MONTEITH, 1973).

Analisando a Figura 4 é possível observar que a perda de energia radioativa é menor no interior da estufa, tanto em noite com céu limpo (06 e 07/10/93) como nublada (08/08/93). No período das 19 às 23 horas na noite de céu limpo, a perda de energia variou, em média, de 0,11 $cal.cm^{-2}.min^{-1}$ no canteiro externo para 0,05 $cal.cm^{-2}.min^{-1}$ no canteiro dentro da estufa, evidenciando uma troca de energia radioativa entre a cobertura plástica e a comunidade vegetal.



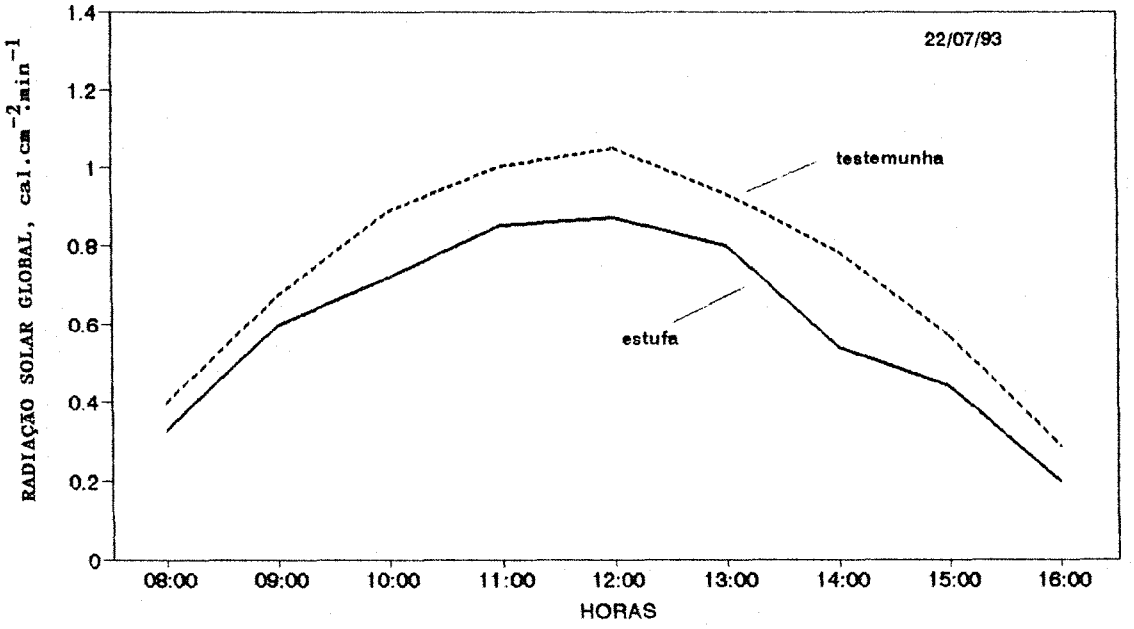
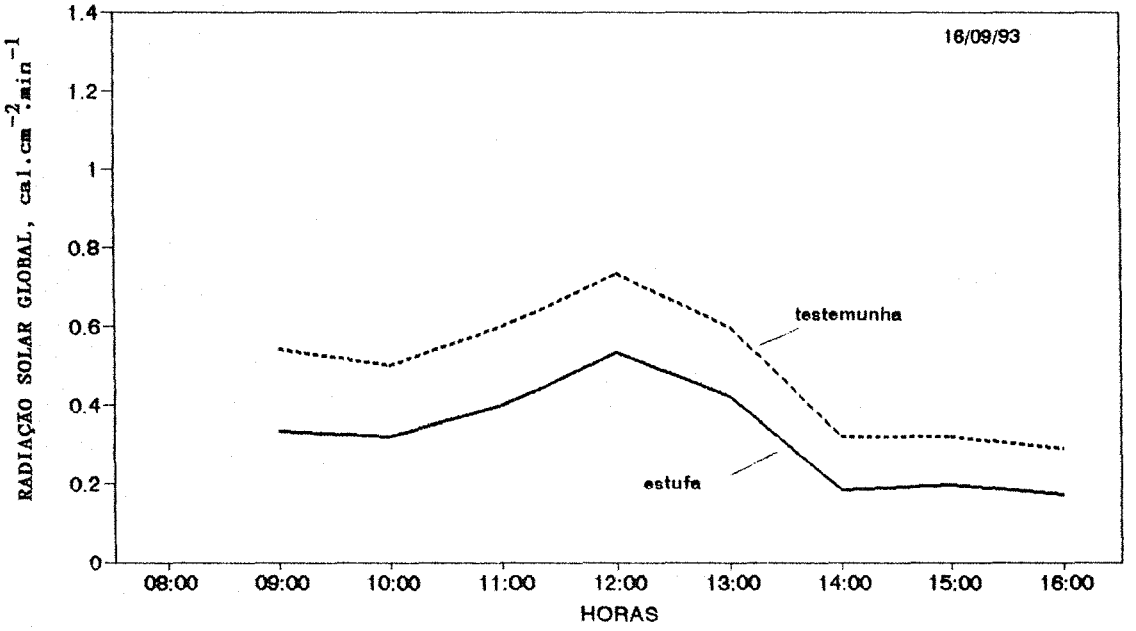


Figura 2 - Valores médios horários de radiação solar global, observados no centro do canteiro no interior da estufa e no testemunha, em dias de céu limpo durante o inverno.



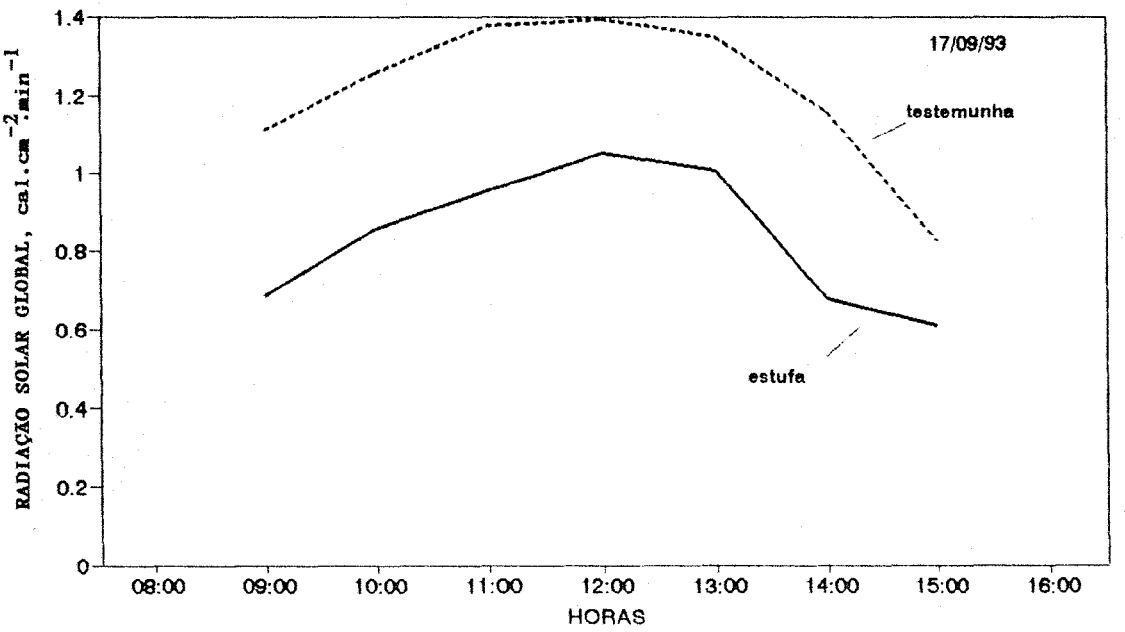


Figura 3 - Valores médios horários de radiação solar global, observados no centro do canteiro no interior da estufa e no testemunha, em dia nublado (16/09/93) e de céu limpo (17/09/93).

As medidas efetuadas em noite nublada (08/09/93) mostraram que, devido a maior contra-radiação atmosférica (GEIGER, 1961; VIANELLO & ALVES, 1991), a radiação líquida passa a ser menos negativa, ainda assim, apresenta valores diferentes no interior da estufa quando comparados com a condição exterior.

Na noite do dia 06/09/93, logo após as 23 horas, um filme d'agua junto a lâmina plástica, formado deste as primeiras horas da noite, foi parcialmente removido. Na determinação posterior (23:30 h) a radiação líquida ficou mais negativa, mostrando que o filme d'agua também estava contribuindo na retenção de energia radioativa, no ambiente da estufa. Comportamento semelhante foi observado por NIJSKENS *et alii* (1985).

Em noites que ocorreu uma alternância entre céu limpo e nublado foi observada uma flutuação maior nos valores de radiação líquida no canteiro testemunha (Figura 5). No dia 13/08/93 a partir das 21 horas com o aparecimento de nuvens altas, houve uma diminuição na perda de energia muito menor no interior da estufa comparada ao ambiente externo. No dia 09/09/93, noite parcialmente nublada, foi possível notar um aumento instantâneo na perda de energia no canteiro testemunha, às 23 e a 1 hora, quando a nebulosidade diminuiu.

Durante a noite, devido a radiação líquida negativa, as superfícies passam a atuar como um sumidouro de energia, ou seja, quanto mais negativa a radiação líquida mais a superfície pode resfriar o ar adjacente e o solo, a fim de equilibrar o balanço energético. Sendo assim, o balanço de radiação menos negativo no interior da estufa pode provocar uma queda menos acentuada na temperatura do ar e do solo próximo a superfície.

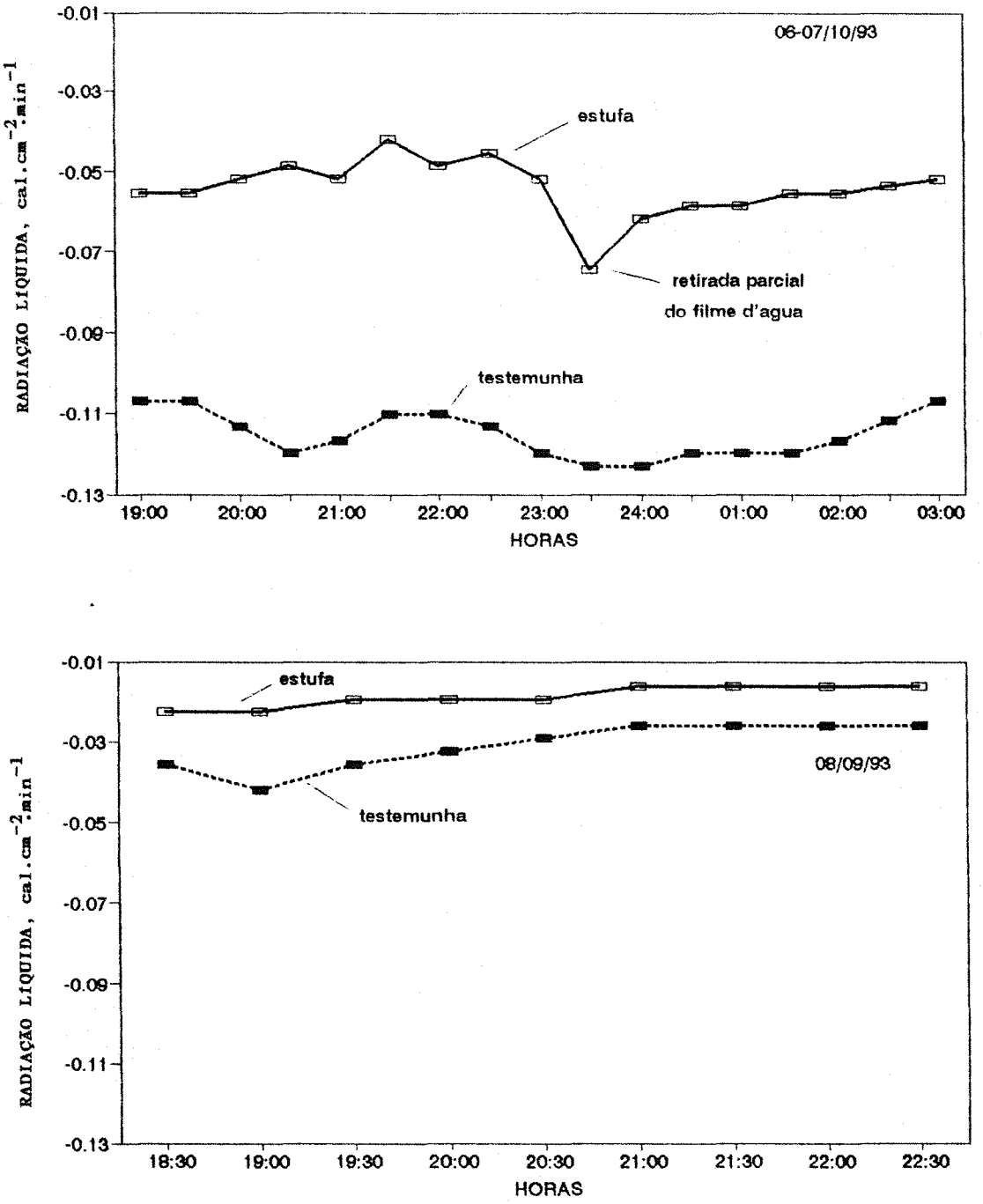


Figura 4 - Radiação líquida noturna, no canteiro testemunha e dentro da estufa, em condição de céu limpo (06 e 07/10/93) e nublado (08/09/93).

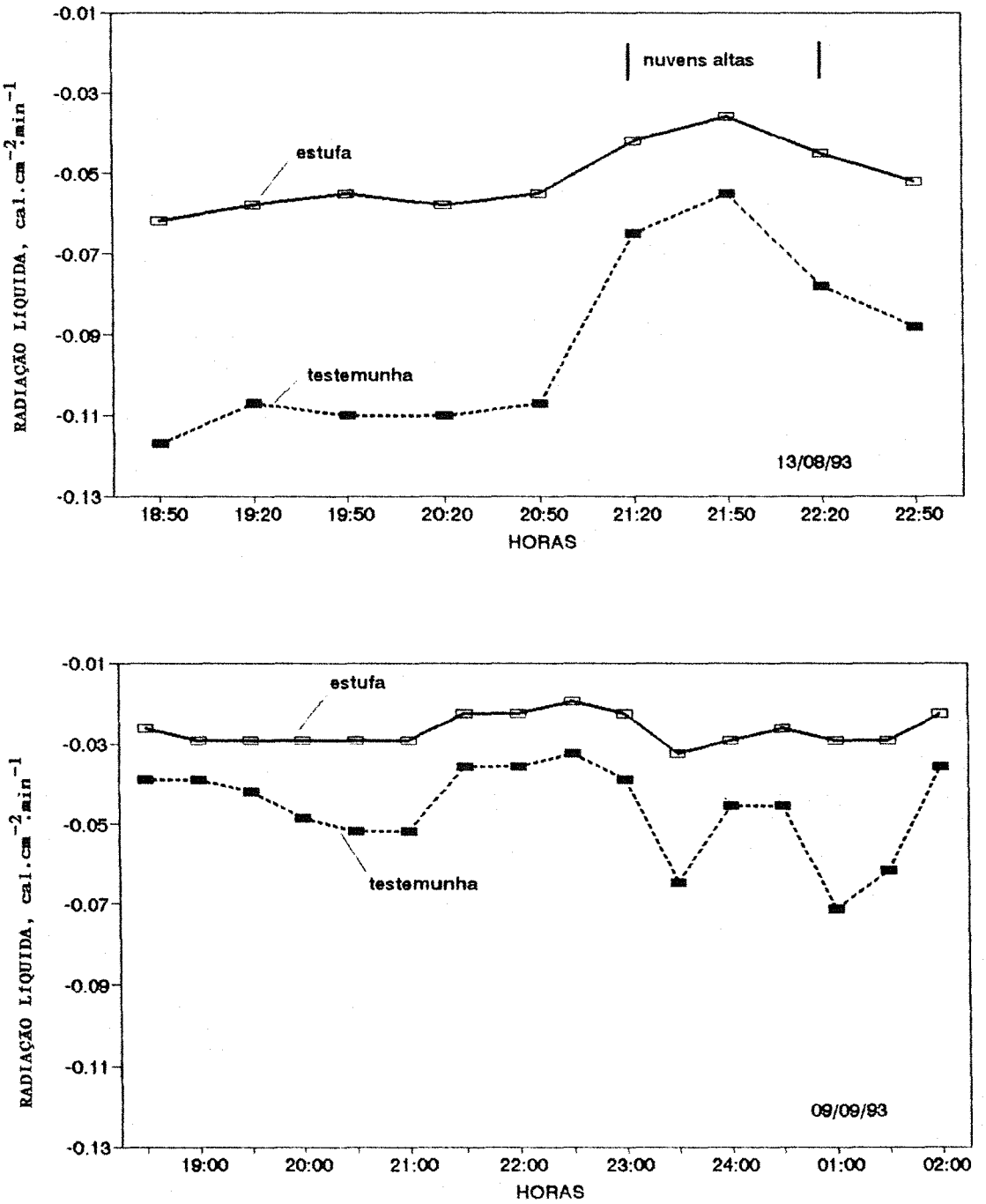


Figura 5 - Radiação líquida noturna, no canteiro testemunha e dentro da estufa, em duas condições: noite com céu limpo e posterior formação de nuvens (13/08/93) e noite nublada com rápidos períodos de diminuição da nebulosidade (09/09/93).

4.1.3. Velocidade do vento

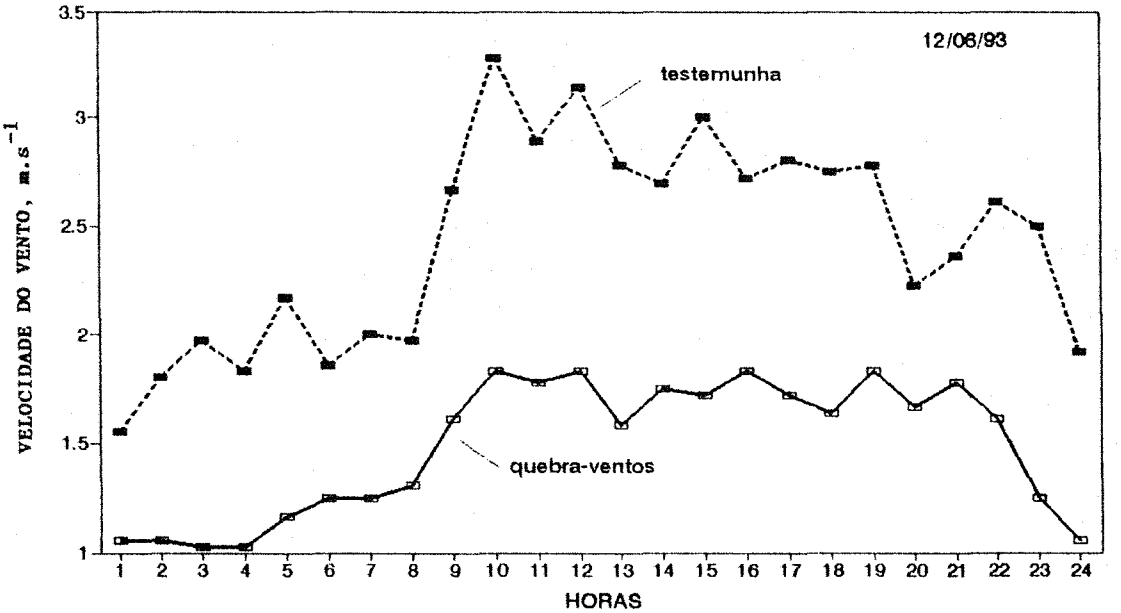
A Figura 6 mostra o comportamento da velocidade do vento, em dois dias de vento frio onde a direção do vento foi sempre sudeste, ou seja, perpendicular a tela protetora. No dia 22/08 a velocidade média do vento observada no canteiro testemunha foi de 2,2 $m.s^{-1}$, sendo reduzida para 1,2 $m.s^{-1}$ no canteiro protegido pelo quebra-ventos. No dia 12/06 as velocidades médias observadas foram de 2,5 e 1,5 $m.s^{-1}$, na área desprotegida e protegida, respectivamente.

A redução na velocidade do vento, causada pelo quebra-ventos artificial, foi em média, para os dois dias, de 42%. Em horários onde a velocidade do vento foi maior essa redução tendeu a aumentar, como por exemplo as 10 horas do dia 22/08 (média horária de 3.6 $m.s^{-1}$) quando a redução observada foi de 52%. Os resultados obtidos de redução na velocidade do vento foram semelhantes aos exemplos ilustrados por GUYOT (1963), EIRMERN *et alii* (1964) e GUYOT (1989).

4.1.4. Umidade do ar

Em condições normais de campo, a umidade relativa do ar tem comportamento contrário ao da temperatura do ar, ou seja, valores elevados no período noturno e baixos durante o diurno. Isto acontece devido ao fato de que a pressão de saturação de vapor aumenta exponencialmente com a temperatura do ar e também devido a pequena variação da pressão atual de vapor ao longo do dia (TUBELIS & NASCIMENTO, 1984).

As medições efetuadas em dois dias e apresentadas na Figura 7, foram: pressão atual de vapor média de 9.9 mb no canteiro testemunha e 14.8 mb no interior da estufa.



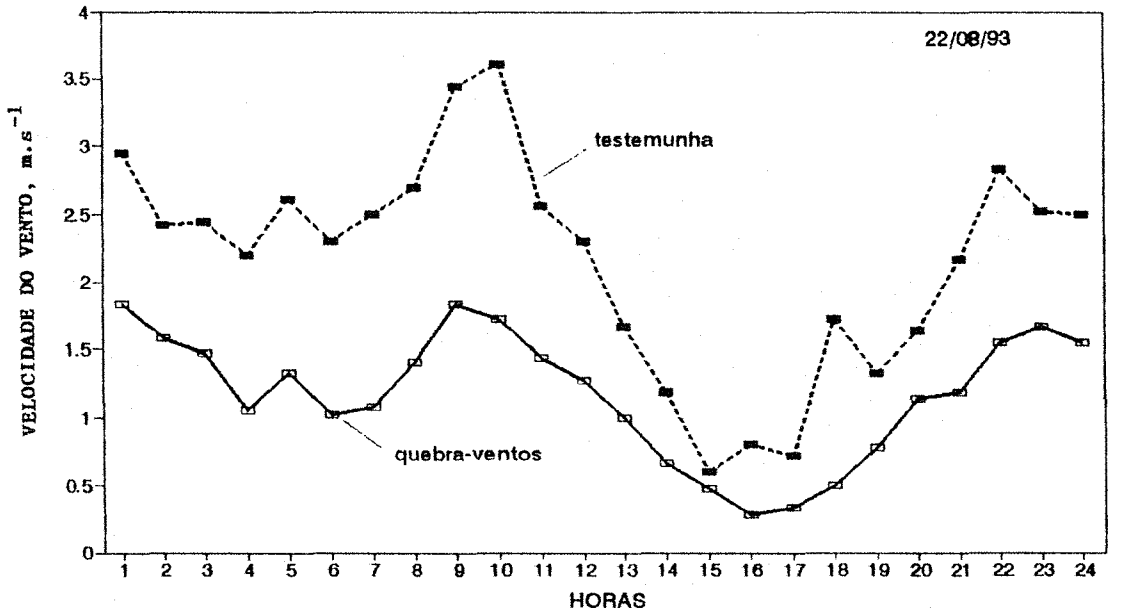


Figura 6 - Comportamento da velocidade do vento, a 60 cm de altura, nos canteiros testemunha e protegido pelo quebra-ventos.

No dia 06/07, devido a não renovação do ar dentro da estufa, de manhã, com a incidência dos primeiros raios solares, conseqüentemente com aumento da evapotranspiração, a pressão atual de vapor apresentou uma elevação muito grande. A pressão atual de vapor passou de aproximadamente 13 mb às 7 horas para 24 mb às 9 horas, e com a abertura das cortinas laterais, diminuiu rapidamente atingindo valores de 10 mb às 15 horas. Com o fechamento das cortinas laterais a pressão atual de vapor voltou a aumentar, justamente devido a não renovação do ar no interior da estufa. Enquanto isso, nesse mesmo dia, a pressão de vapor no canteiro testemunha variou entre 8 e 10 mb.

No dia parcialmente nublado (07/07/93), quando não houve manejo das cortinas laterais, a pressão atual de vapor no interior da estufa foi sempre maior que a externa, mostrando também uma grande amplitude diária.

No interior da estufa, mesmo apresentando valores mais elevados de temperatura do ar, a umidade relativa do ar foi superior àquela observada no exterior (Figura 8), justamente devido a maior pressão atual de vapor.

Na Figura 8, para o dia com céu limpo (06/07/93), é mostrado que durante o período diurno, principalmente nas horas mais quentes do dia, a umidade relativa do ar é praticamente a mesma quando se compara a condição exterior e interior, evidenciando que a estufa praticamente não influiu na ocorrência de valores mínimos. No dia nublado (07/07/93), sem manejo das cortinas laterais, a estufa conseguiu manter altos os valores de umidade relativa do ar . Esse comportamento também foi observado por MONTERO *et alii* (1985) e LEVIT & GASPAR (1988). O fato de FARIAS *et alii* (1993b) encontrarem valores mais baixos de umidade relativa dentro da estufa, no horário mais quente do dia pode ser devido à antecipação

do horário de manejo das cortinas.

As curvas de déficit de pressão de vapor (DPV) para os dias 06/07/93 e 07/07/93, são apresentadas na Figura 9. No interior da estufa, no período em que a cortina estava aberta, a rápida perda do vapor d'agua e a temperatura elevada contribuiram para ocorrência de valores de DPV iguais aos observados na condição exterior, mostrando também que a estufa não influiu para evitar altos valores de DPV, normalmente observados no inverno e início da primavera.

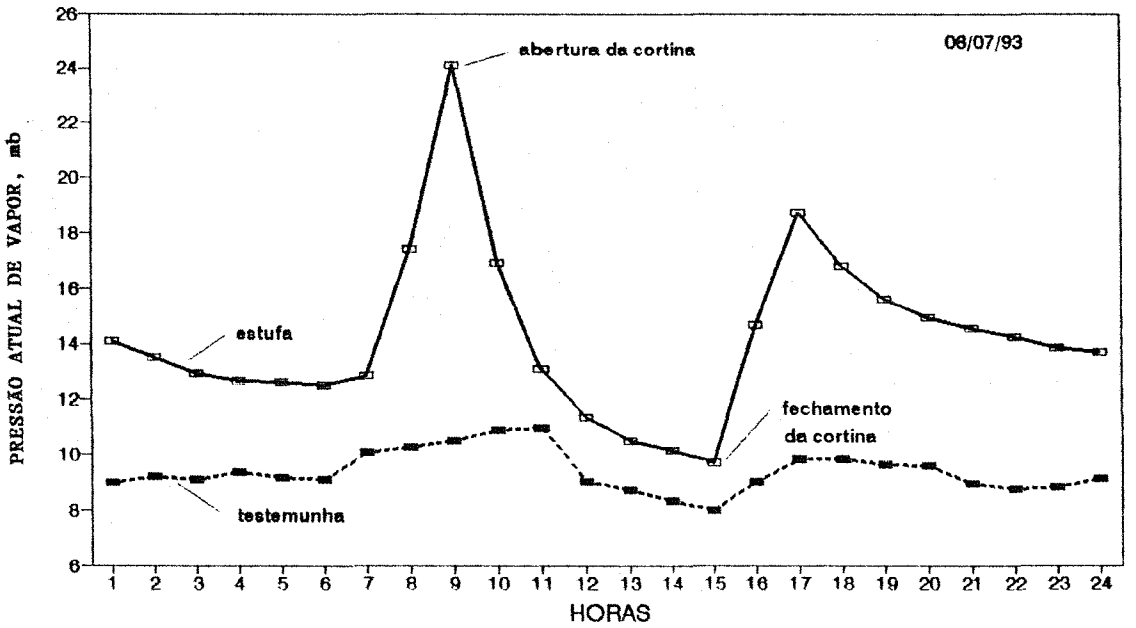
No dia nublado, onde o DPV tende a ser mais reduzido, no interior da estufa os valores foram ainda mais reduzidos, devido ao fato das cortinas permanecerem fechadas. Mas, mesmo assim, devido ao maior aquecimento, entre as 8 e 10 horas o DPV foi igual ao observado no canteiro testemunha.

Os resultados obtidos mostraram também, que não houve diferença entre a umidade relativa, pressão atual de vapor e DPV, observados no canteiro testemunha e no protegido pelo quebra-ventos.

4.1.5. Temperatura do solo

De acordo com medidas obtidas nos primeiros 45 dias do experimento (Figura 10), as temperaturas máximas e mínimas do solo, a 5 cm de profundidade, foram maiores no interior da estufa. Neste período a média das máximas foram 33,0, 29,7 e 28,5 ^{0}C e das mínimas 17,1, 14,0 e 13,6 ^{0}C, para a estufa, o quebra-ventos e a testemunha, respectivamente.

A estufa mostrou uma eficiência térmica muito maior, principalmente quanto à temperatura mínima. Esse comportamento também foi observado por SCHNEIDER *et alii* (1993). De acordo com esses autores, a princípio a temperatura do solo no interior da estufa deveria ser menor



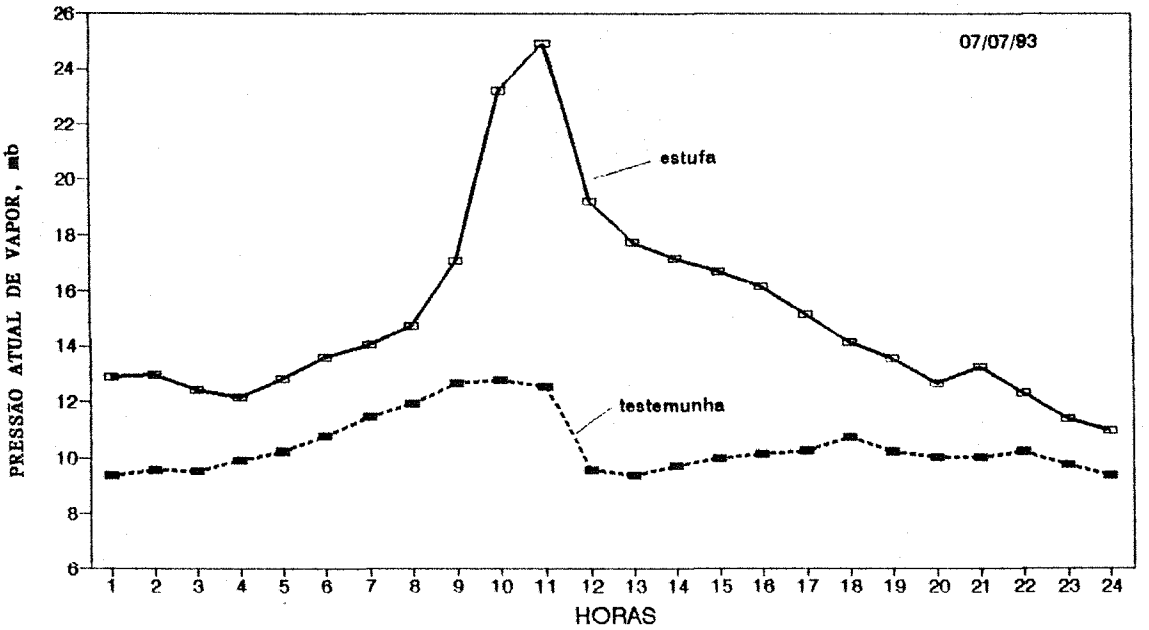
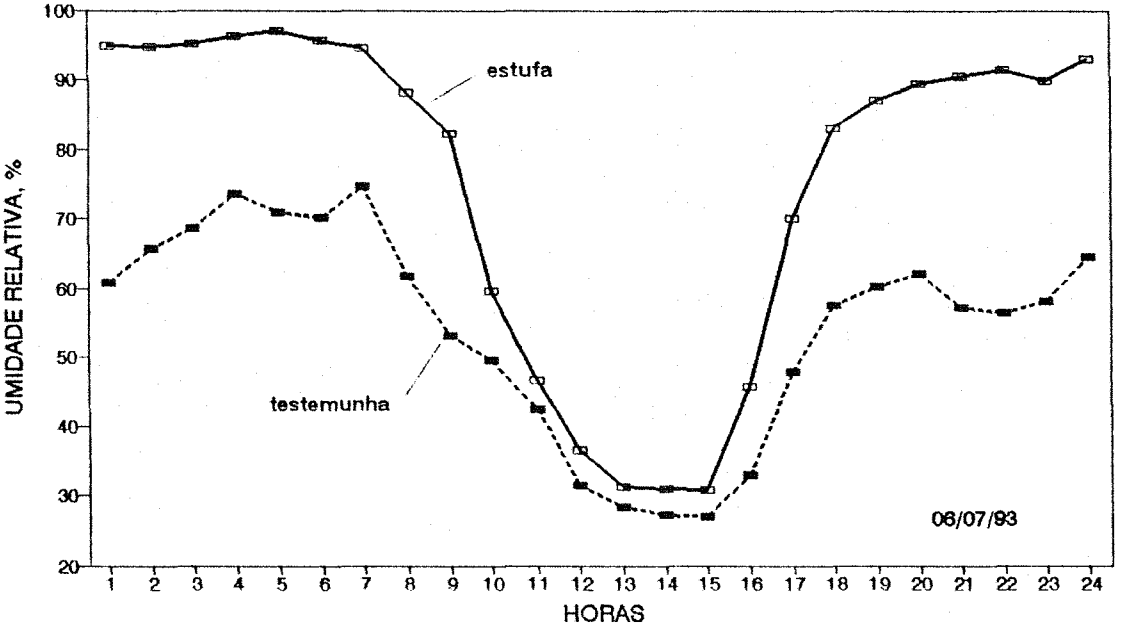


Figura 7 - Valores médios horários de pressão atual de vapor, observados no exterior e interior da estufa, em dois dias: com manejo da cortina lateral (06/07/93) e quando a cortina permaneceu fechada o dia todo (07/07/93).



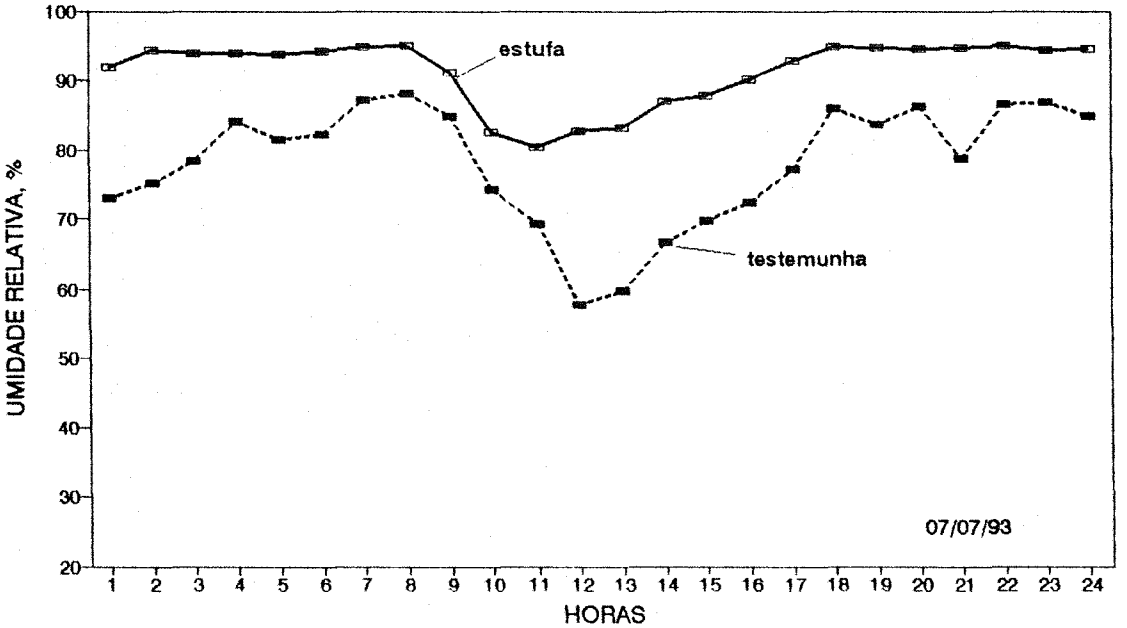
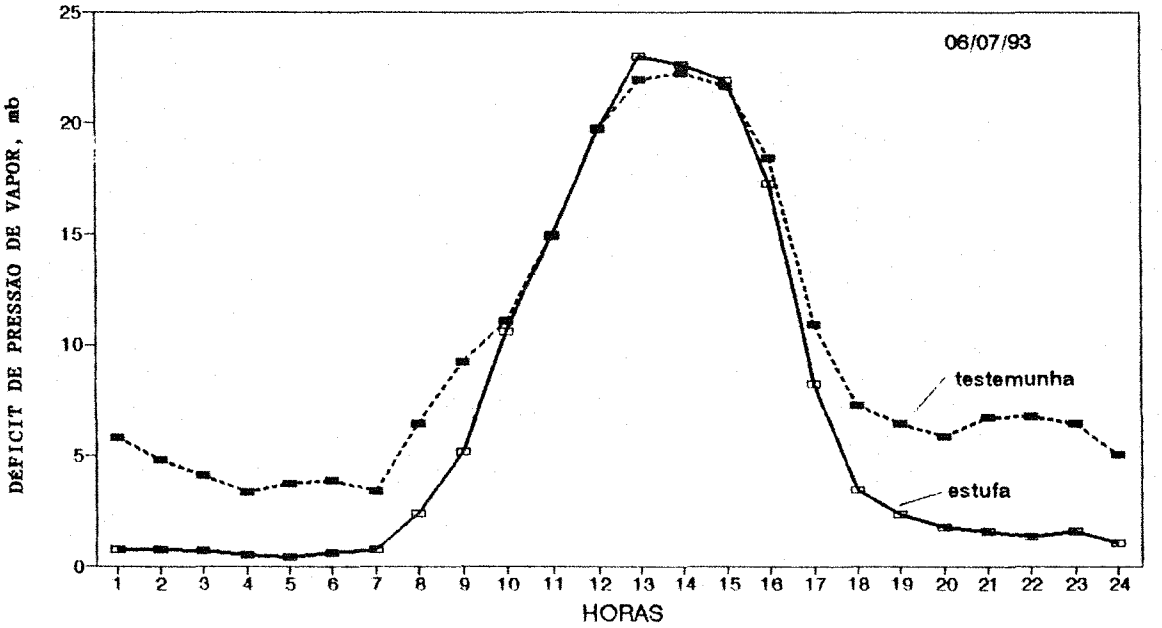


Figura 8 - Valores médios horários de umidade relativa do ar, observados no exterior e interior da estufa, em dois dias: com manejo da cortina lateral(06/07/93) e quando a cortina permaneceu fechada o dia todo (07/07/93).



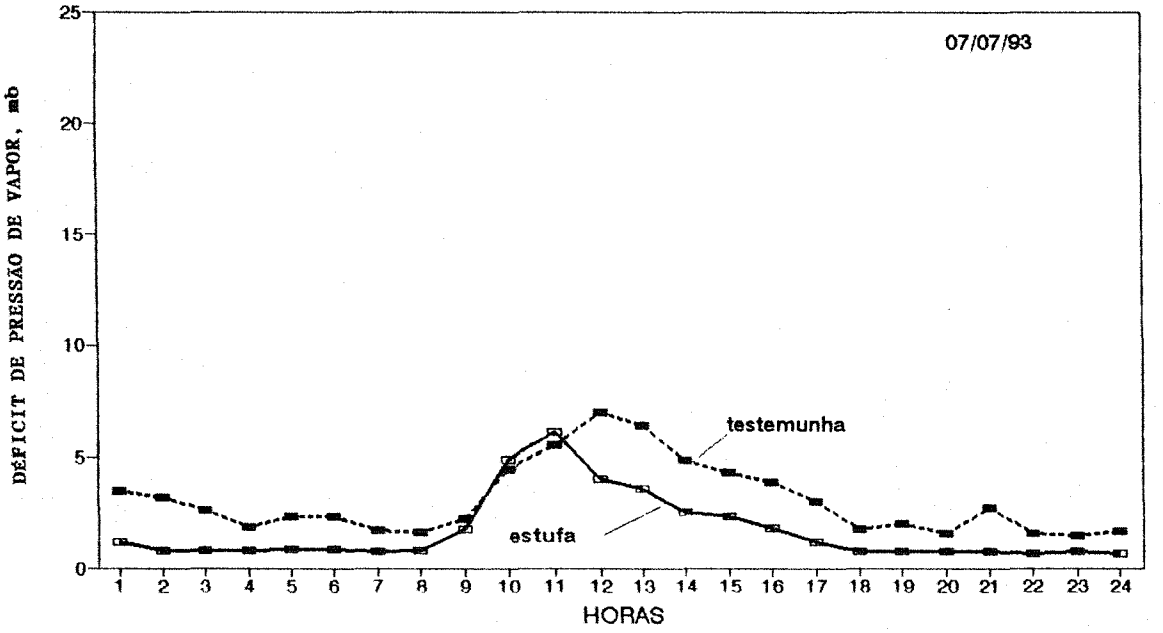


Figura 9 - Valores médios horários do déficit de pressão de vapor, observados no exterior e interior da estufa, em dois dias: com manejo da cortina lateral (06/07/93) e quando a cortina permaneceu fechada o dia todo (07/07/93).

devido a menor incidência de radiação solar, mas como existe uma menor renovação de ar, os fluxos de calor latente e sensível são diminuídos, aumentando assim o fluxo de calor para o solo.

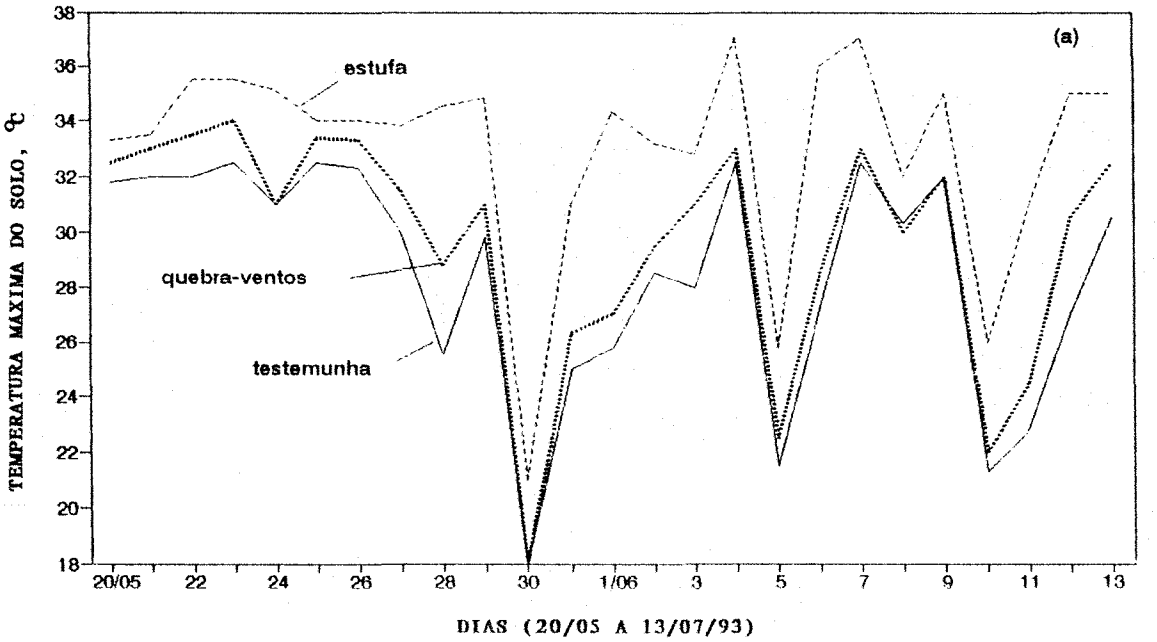
A temperatura do solo na área protegida pelo quebra-ventos foi ligeiramente superior a aquela observada no canteiro testemunha, principalmente com referência a temperatura máxima. Isso se deve, provavelmente, a redução da turbulência, que faz com que a taxa de remoção de calor próximo a superfície seja reduzida.

4.1.6. Temperatura da folha

Na Figura 11 são apresentadas curvas de temperatura noturna das folhas e do ar, comparando valores obtidos no interior da estufa com os do canteiro testemunha. As curvas permitem verificar que nas três noites de observação, a temperatura da folha no interior da estufa foi sempre maior, tanto para as noites nubladas (dias 08 e 09/09/93) como para aquelas com céu limpo (dias 06 e 07/07/93). Esse comportamento é devido, principalmente, ao balanço de radiação menos negativo no interior da cobertura plástica, além da ausência de advecção e da energia liberada no processo de formação de orvalho na estufa.

4.1.7. Temperatura do ar

Na Tabela 1 são mostrados os valores de temperatura média do ar e pode-se verificar que no interior da estufa foi, em média 2,7 ^{o}C acima daquela observada no canteiro testemunha. O mesmo aconteceu com a temperatura máxima, que apresentou um aumento de 5,6 ^{o}C na média, mostrando uma eficiência térmica desse tipo de ambiente modificado. A temperatura mínima no interior da estufa não



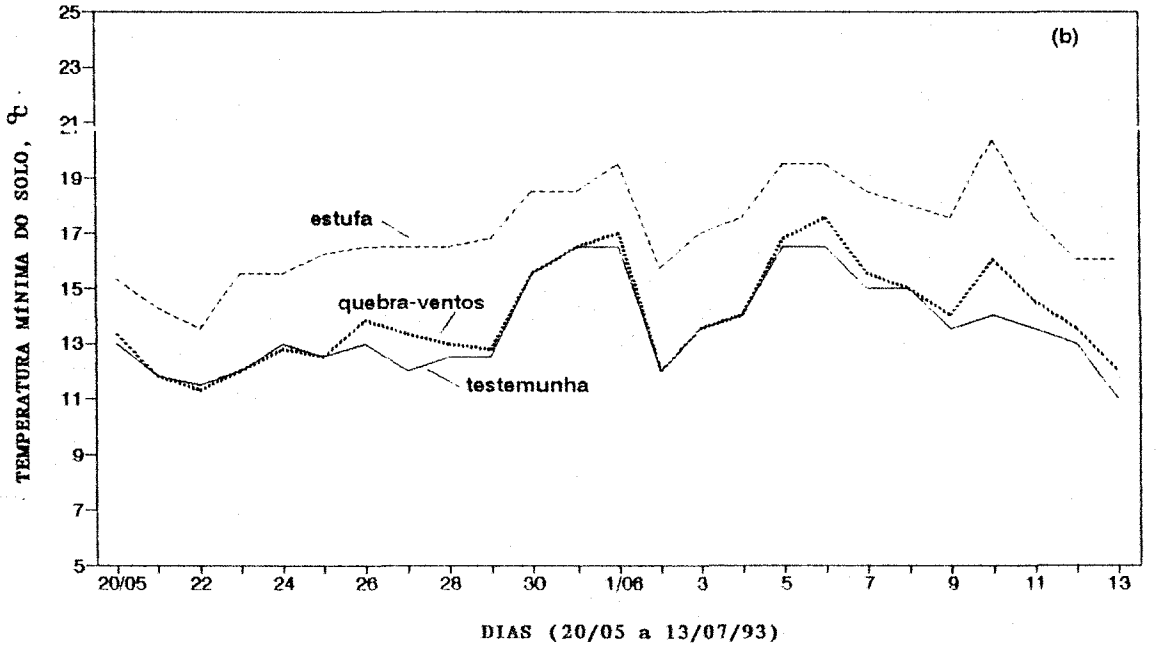


Figura 10 - Temperaturas máximas (a) e mínimas (b) do solo, a 5 cm de profundidade no interior das sacolas plásticas, observados nos três tratamentos no período de 20 de maio a 12 de julho.

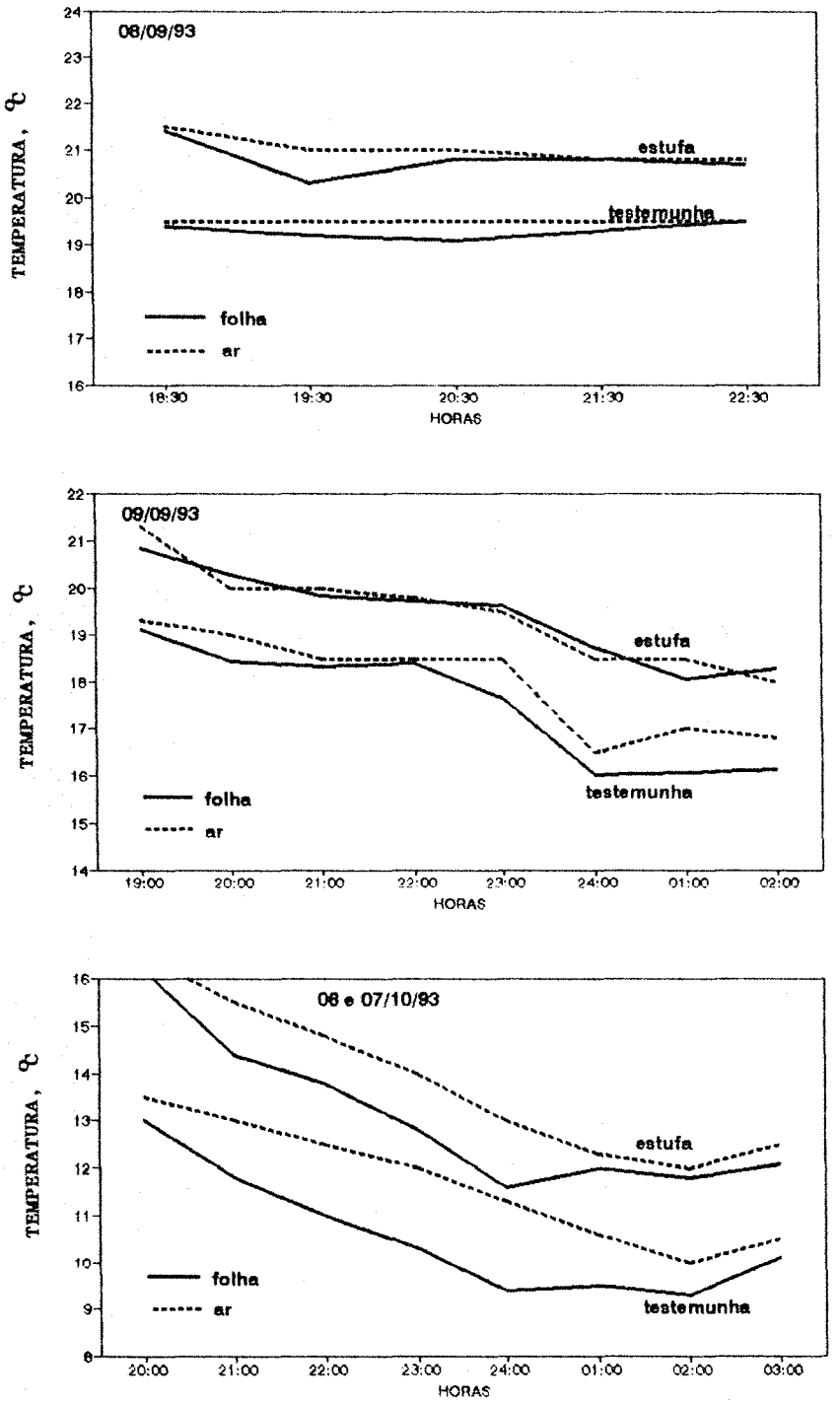


Figura 11 - Temperatura noturna do ar e da folha, medida no interior da estufa e no canteiro testemunha em dia nublado (08/09/93), parcialmente nublado (09/09/93) e com céu limpo (06 e 07/10/93).

Tabela 1 - Valores médios e resultado da análise estatística de intervalo de confiança, das temperaturas máximas, mínimas e médias, observadas nos três tratamentos, enquanto houve manejo da cortina lateral (25ª pentada).

	Testemunha	Quebra-ventos	Estufa
Temp. máxima (^{0}C)	26,2*a*	26,3*a*	31,8*b*
Temp. mínima (^{0}C)	13,3*a*	13,3*a*	14,5*a*
Temp. média (^{0}C)	19,0*a*	19,0*a*	21,7*b*

apresentou uma elevação significativa (1,2 ^{o}C). Comportamento semelhante, foi observado por MONTERO *et alii* (1985) e MILLS *et alii* (1990). A utilização de quebra-ventos não provocou uma mudança significativa na temperatura do ar ao longo do experimento. Na Figura 12 são mostrados os intervalos de confiança para as médias quinquidiais de temperatura média, mínima e máxima, dos três tratamentos.

Convém ressaltar que a temperatura do ar durante o período do experimento (ano de 1993) foi ligeiramente superior aos valores médios que normalmente ocorrem na região.

A temperatura máxima do ar foi sempre maior no interior da estufa (Figura 13), principalmente em períodos mais frios, como por exemplo a sexta pentada, onde a média das máximas foi 22,5 ^{o}C no canteiro testemunha e 28,5 ^{o}C na estufa. Esse incremento na temperatura foi causado pela cobertura plástica que impede o processo de convecção, diminuindo a renovação do ar.

Em dias quentes, principalmente com céu limpo, com a abertura de todas as cortinas laterais foi possível evitar temperaturas excessivas (Tabela 2), contrariando a afirmação de MARTINEZ GARCIA (1978), de que, valores elevados de temperatura do ar dificilmente são evitados em estufas cobertas com PEBD.

Na Figura 14 pode-se observar que, enquanto houve manejo das cortinas laterais (até a 25ª pentada), as médias quinquidiais das temperaturas mínimas do ar foram sempre ligeiramente superiores no interior da estufa, mostrando que em média a estufa possui uma eficiência térmica também no período noturno.

Em noites frias onde a temperatura do ar atingiu valores abaixo de 10 ^{o}C, a temperatura mínima na estufa foi sempre superior a aquela observada no canteiro testemunha e no protegido pelo quebra-ventos (Tabela 3).

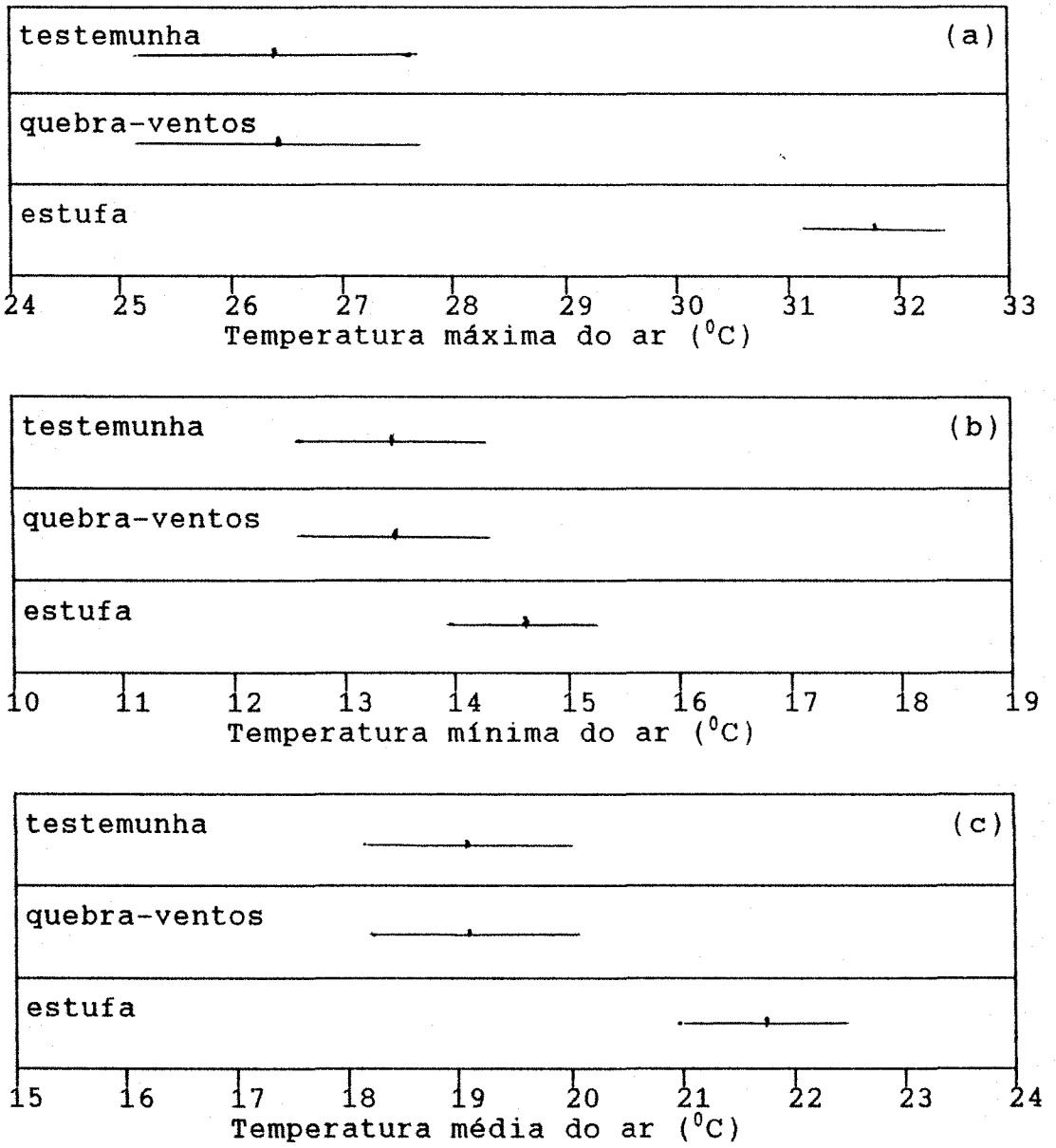


Figura 12 - Intervalos de confiança das temperaturas máximas (a), mínimas (b) e médias (c), para os três tratamentos.

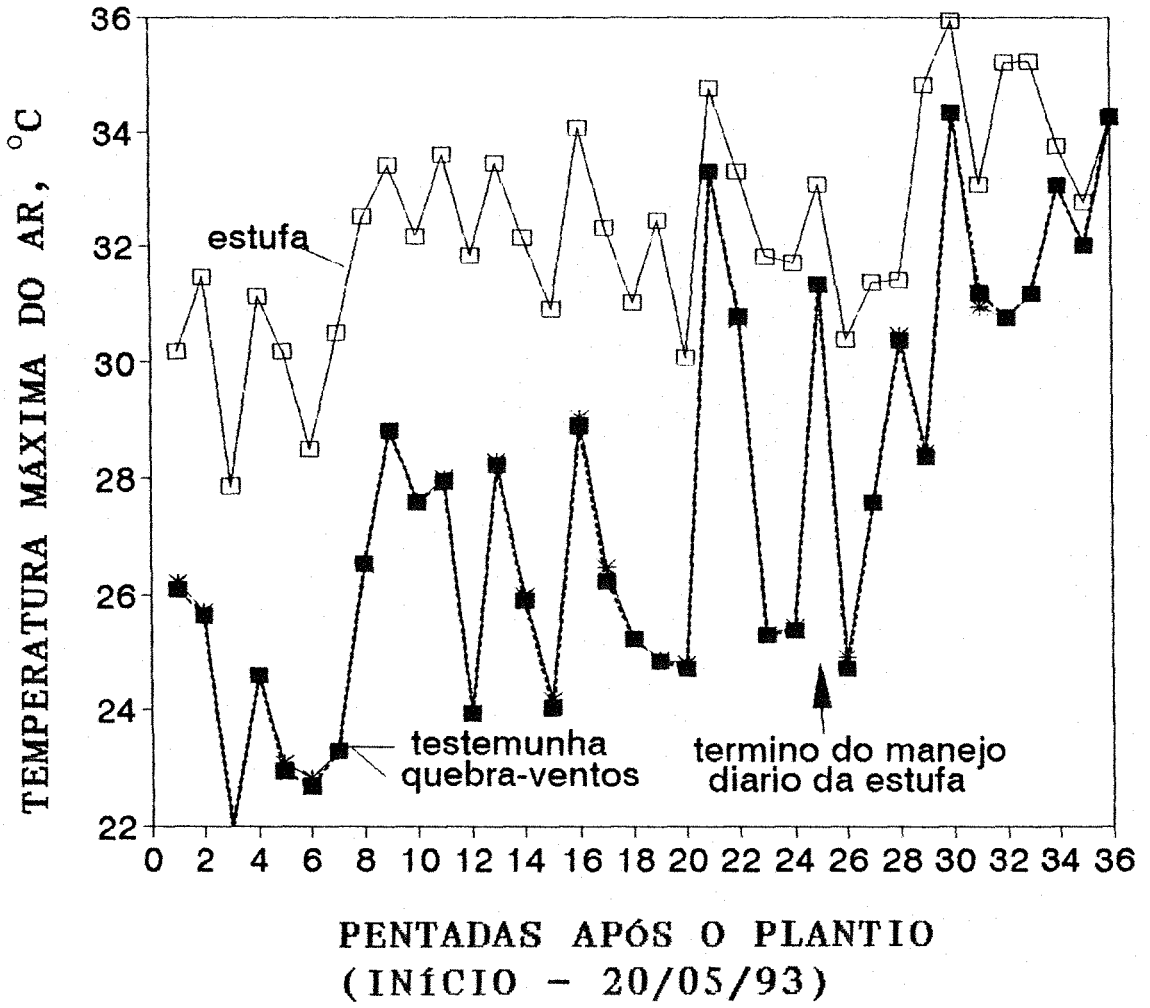


Figura 13 - Médias quinquidiais das temperaturas máximas do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.

Tabela 2 - Valores de temperatura máxima do ar, acima de 30,0 ^{0}C.

Dia	Temperatura máxima (^{0}C)		
	Testemunha	Quebra-ventos	Estufa
03/07	31,3	31,3	33,0
05/07	30,0	30,3	32,2
06/07	30,0	30,0	32,0
08/08	30,8	30,8	33,3
29/08	33,5	33,5	34,5
31/08	34,3	34,3	34,3
01/09	33,0	33,0	34,5
02/09	33,5	33,5	33,5
06/09	34,3	34,3	34,3
07/09	34,0	34,0	34,0
20/09	34,3	34,3	34,3

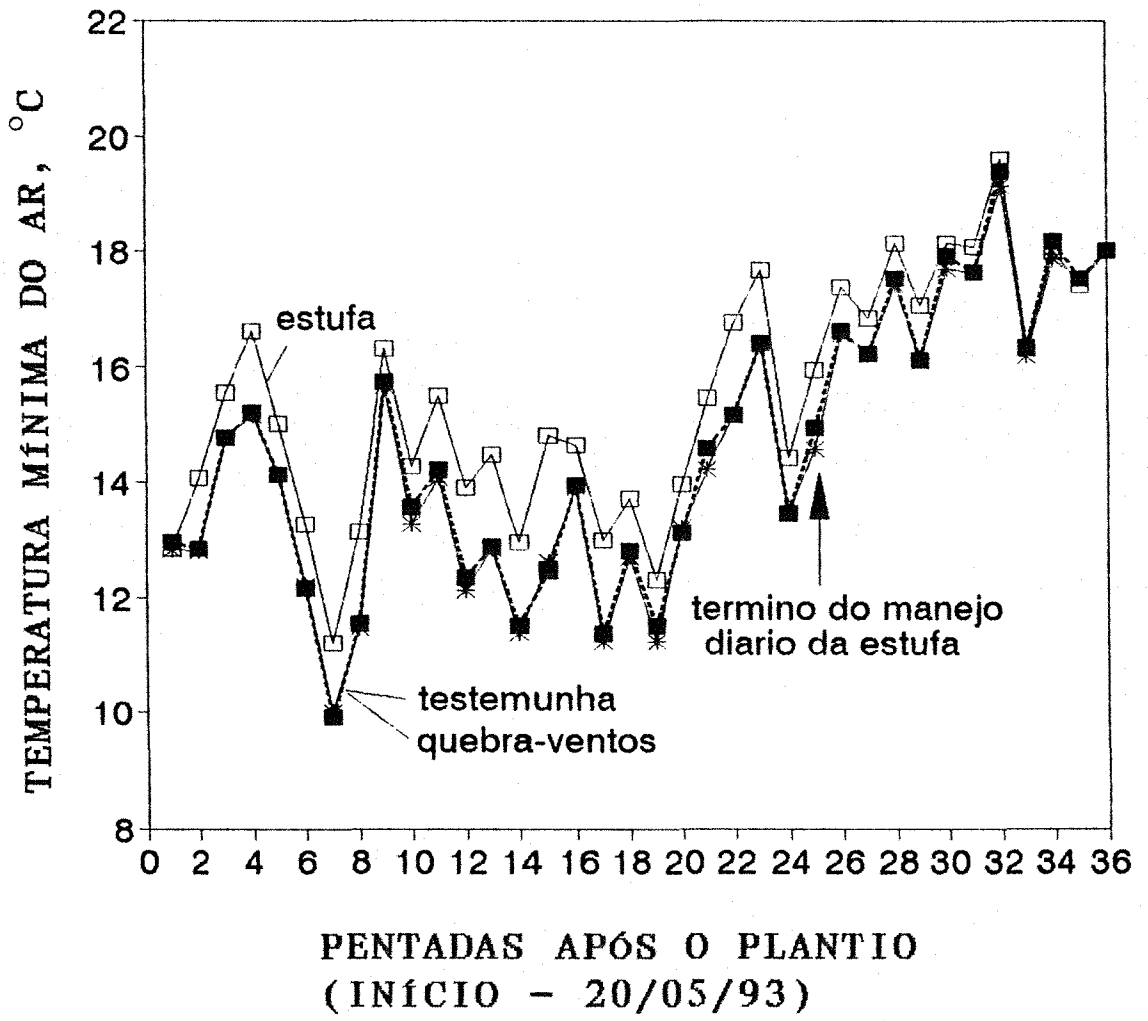


Figura 14 - Médias quinquidiais das temperaturas mínimas do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.

Tabela 3 - Valores de temperatura mínima abaixo de 10,0 ^{0}C no canteiro testemunha.

	Temperatura mínima (^{0}C)		
Dia	Testemunha	Estufa	Quebra-ventos
20/06	9,3	10,0	9,3
21/06	8,6	9,8	8,6
22/06	9,8	11,8	9,8
15/07	9,4	12,7	9,4
01/08	3,1	6,2	3,1
02/08	6,8	9,8	6,8
20/08	8,9	10,5	8,9

Isso foi evidenciado, principalmente em noites de céu limpo e ausência de vento. Esse comportamento também foi observado por BURIOL *et alii* (1993), no sul do país. De acordo com os autores isto ocorre, principalmente, devido a presença do filme d'agua formado junto ao plástico, que retem as ondas longas, diminuindo a perda de energia radioativa. Mas na Figura 4 (dia 06 e 07/10/93) é mostrado que mesmo com a retirada parcial do filme d'agua junto ao plástico, a radiação líquida continuou menos negativa no interior da estufa, evidenciando um pequeno efeito estufa provocado pelo plástico.

Mesmo admitindo que o PEBD transmite até 80% da radiação térmica (TAPIA, 1980; ROBLEDO DE PEDRO & VICENTE, 1988), no período noturno quando a quantidade de energia é crítica, a mudança na radiação líquida pode ser significativa, para a taxa de resfriamento.

Em algumas noites com vento moderado e geralmente com céu limpo ou parcialmente encoberto, a temperatura mínima no interior da estufa foi menor, mas isso só ocorreu em noites com temperaturas mínimas acima de 14 ^{o}C. Este resultado reforça a afirmação de BURIOL *et alii* (1993), de que a temperatura mínima do ar na estufa só é menor do que aquela observada na condição exterior, em noites que não oferecem riscos à plantas.

Na estufa, o aumento na temperatura máxima, associado a pequena elevação na temperatura mínima, originou altos valores de amplitude térmica diária, como mostrado na Figura 15.

Na Figura 16 é mostrado o comportamento da temperatura do ar observada nos três tratamentos. As médias quinquidiais das temperaturas médias diárias (obtidas com 24 leituras diárias) foram sempre superiores na estufa, e o quebra-ventos não propicipou, praticamente, nenhuma mudança.

Ao longo do dia, de uma maneira geral,

dentro da estufa ocorreram sempre valores mais elevados de temperatura do ar, tanto em dias com céu limpo, como em dias nublados com ou sem a ocorrência de chuva (Figura 17).

A maior eficiência térmica da estufa pode ser notada no período da manhã, com um rápido aquecimento, como mostra a Figura 18. Partindo de uma mesma temperatura, a estufa atingiu valores mais elevados após algumas horas, sendo necessário a abertura da cortina lateral. No final da tarde com o fechamento da cortina, a temperatura voltou a aumentar (Figura 19).

4.2. Crescimento dos porta-enxertos

Na Tabela 4 são mostrados os valores médios e o resultado da análise estatística de intervalo de confiança do crescimento dos porta-enxertos nos três tratamentos.

Os resultados (Figura 20a) mostram que o diâmetro apresentou maior crescimento na estufa em relação aos tratamentos testemunha e quebra-ventos, sendo que entre esses dois últimos, não houve diferença significativa. Admitindo um diâmetro mínimo de 8 mm para realizar a enxertia verde (RRIM, 1980), 60% das plantas monitoradas no interior da estufa já estavam aptas a enxertia, enquanto que nos outros dois tratamentos, nenhuma planta atingiu o diâmetro mínimo.

A taxa de crescimento em diâmetro dos porta-enxertos na estufa foi 1,4 mm/mês em média, enquanto na condição exterior (testemunha e quebra-ventos) a média foi 0,9 mm/mês (Figura 21).

Com relação ao crescimento em altura, os porta-enxertos apresentaram uma taxa, em média de 12,0 mm/mês na estufa, 5,8 mm/mês no canteiro testemunha e 6,5 mm/mês no canteiro protegido pelo quebra-ventos, resultando numa diferença significativa entre a estufa e os demais

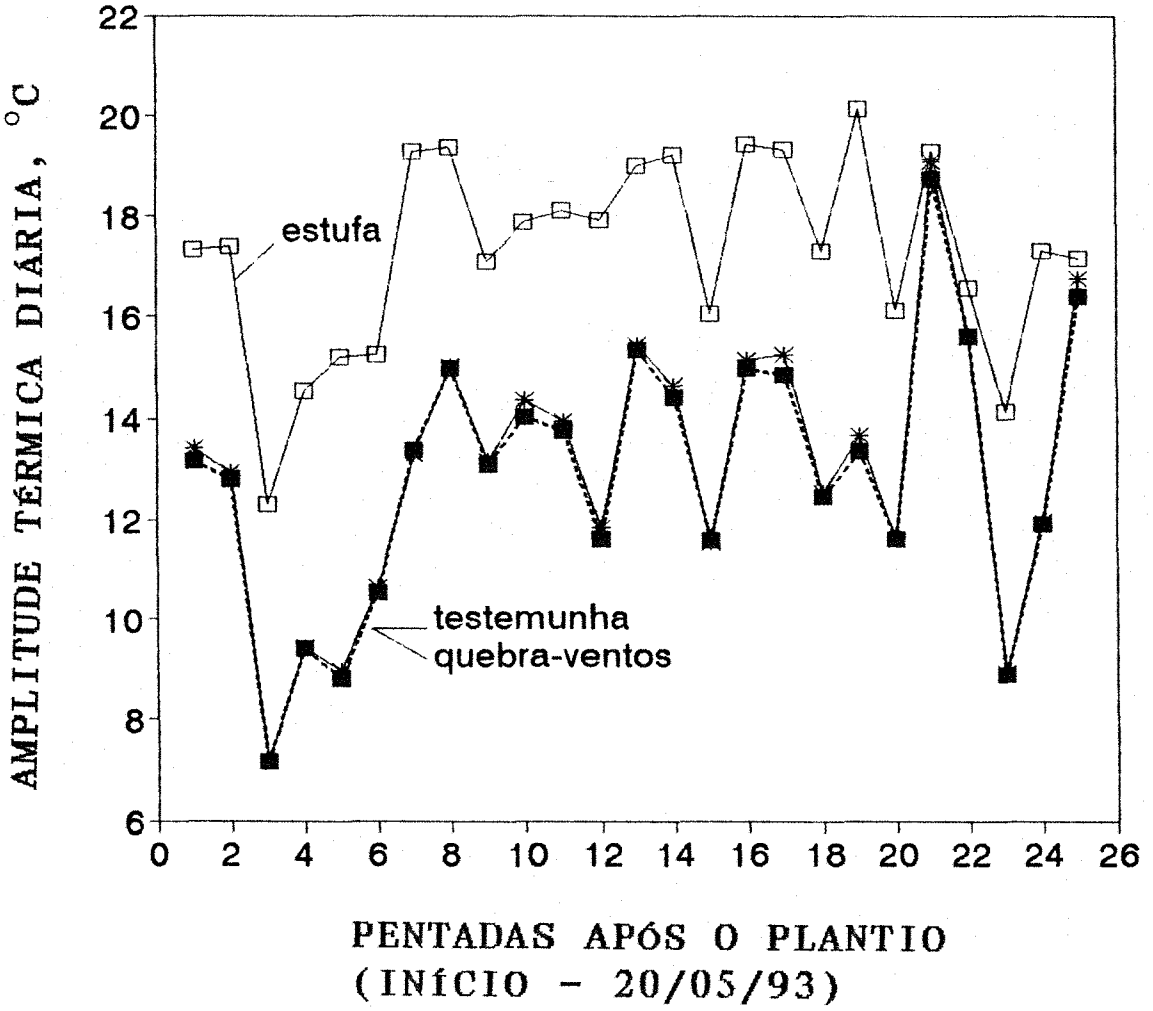


Figura 15 - Médias quinquidiais da amplitude térmica diária do ar, obtidas até o final do período de manejo da estufa, nos três canteiros: testemunha, estufa e quebra-ventos.

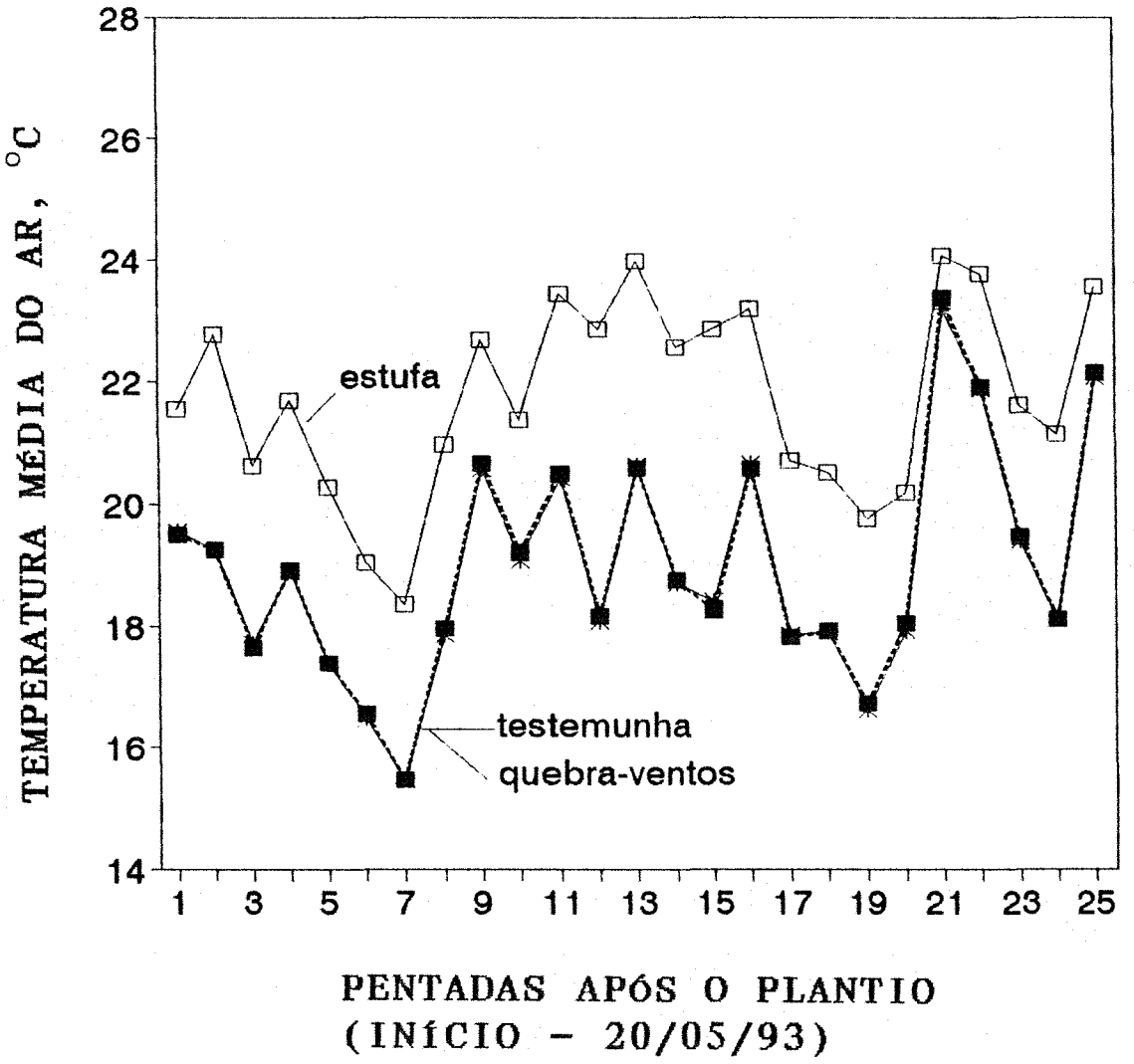


Figura 16 - Médias quinquidiais da temperatura média diária do ar, obtidas até o final do período de manejo da estufa, nos três canteiros: testemunha, estufa e quebra-ventos.

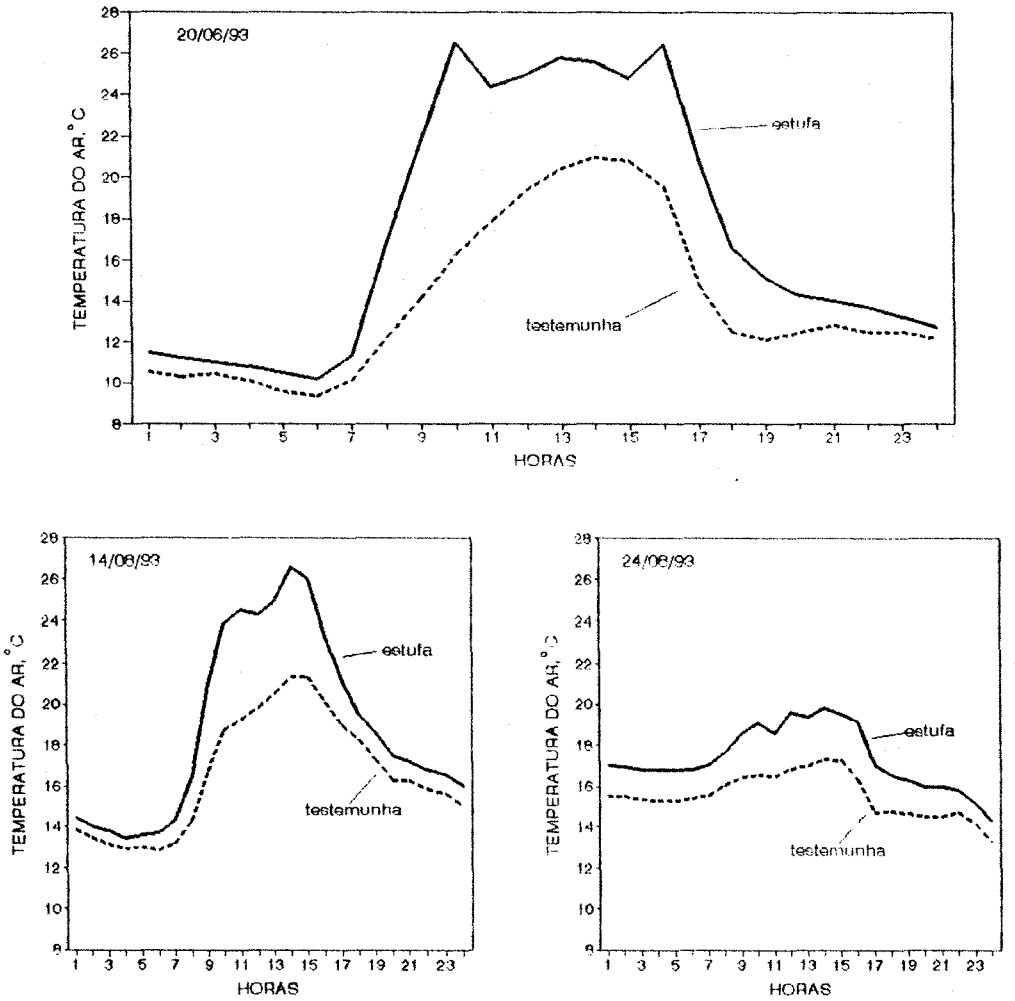
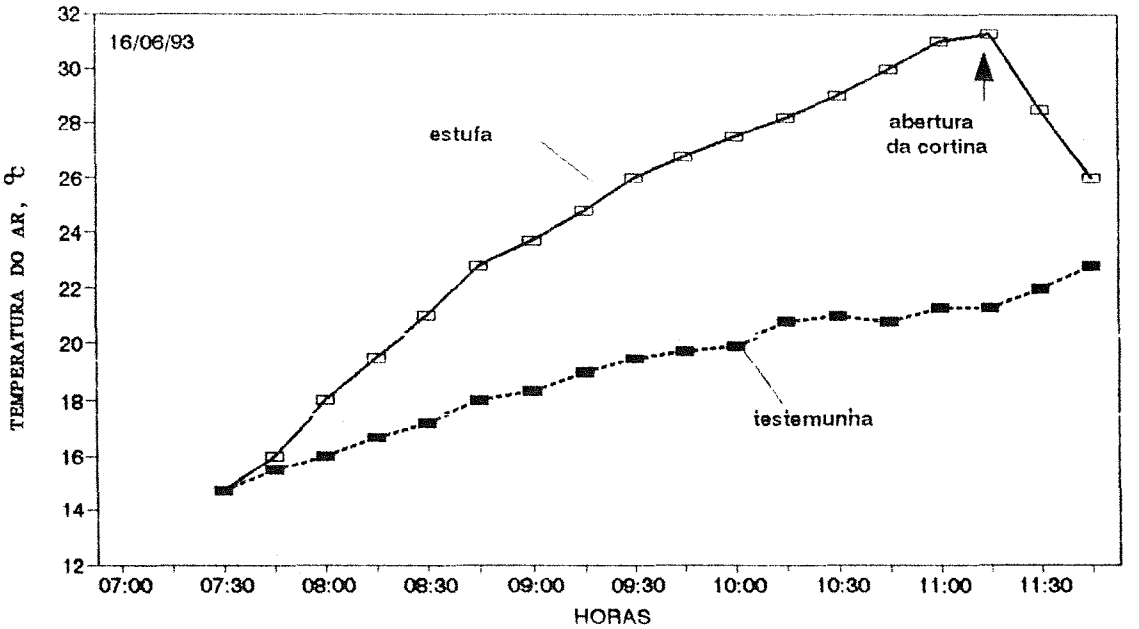


Figura 17 - Valores médios horários de temperatura do ar, no interior da estufa e no canteiro testemunha em três dias: com céu limpo e com manejo das cortinas laterais (20/06/93), em dias nublados sem manejo das cortinas laterais, sendo um sem chuva (14/08/93) e outro com chuva ao longo do dia (24/08/93).



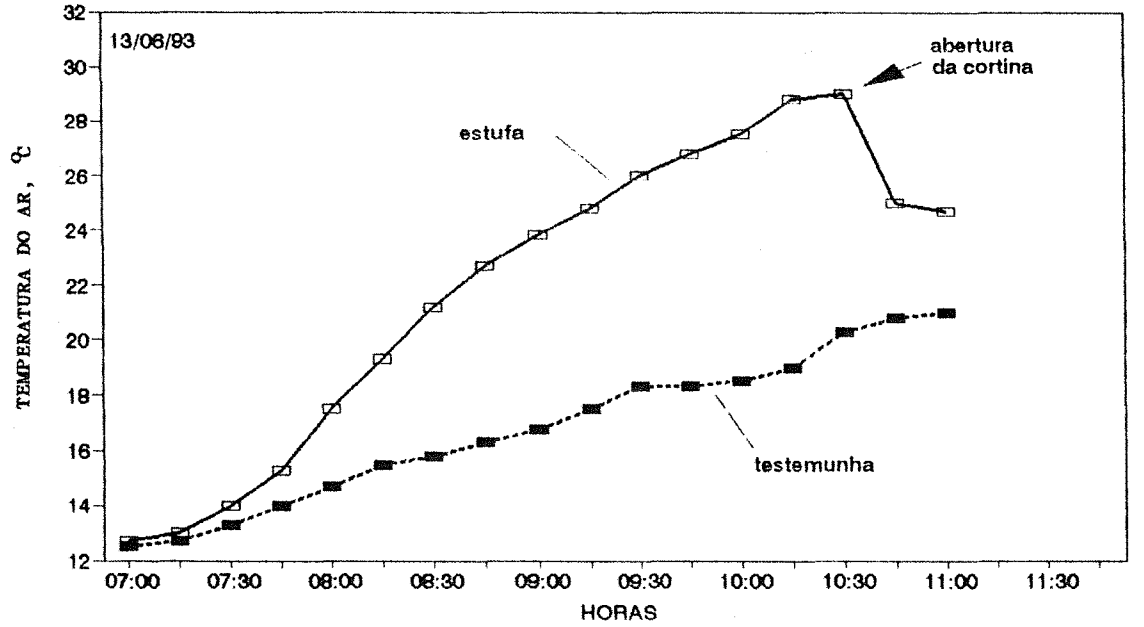
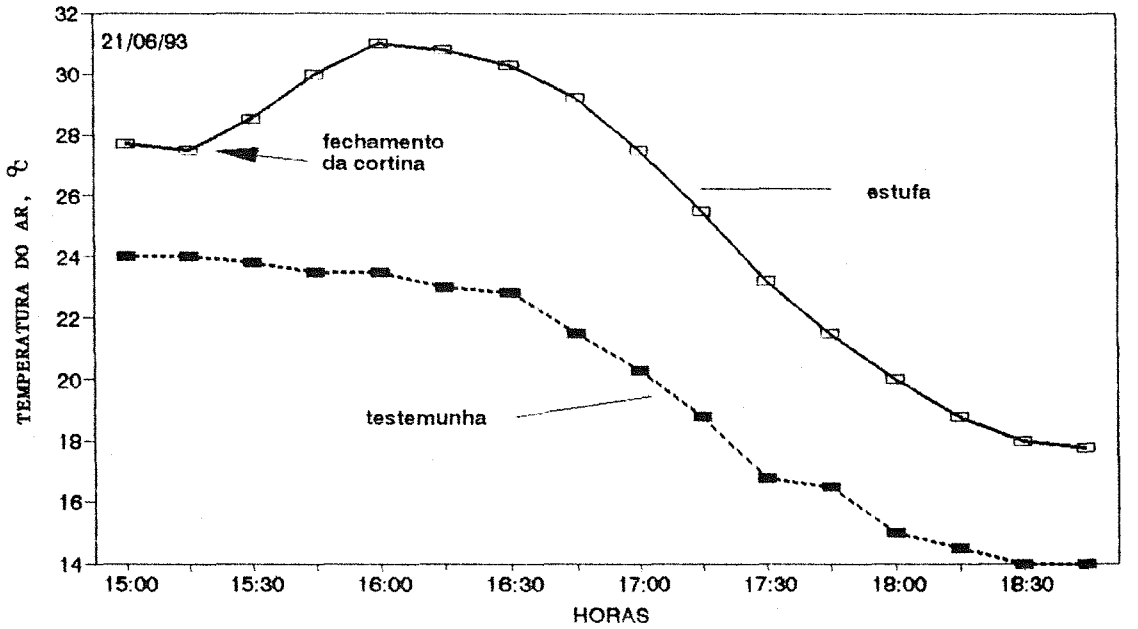


Figura 18 - Comportamento da temperatura do ar no exterior e interior da estufa no período da manhã, até a abertura da cortina lateral.



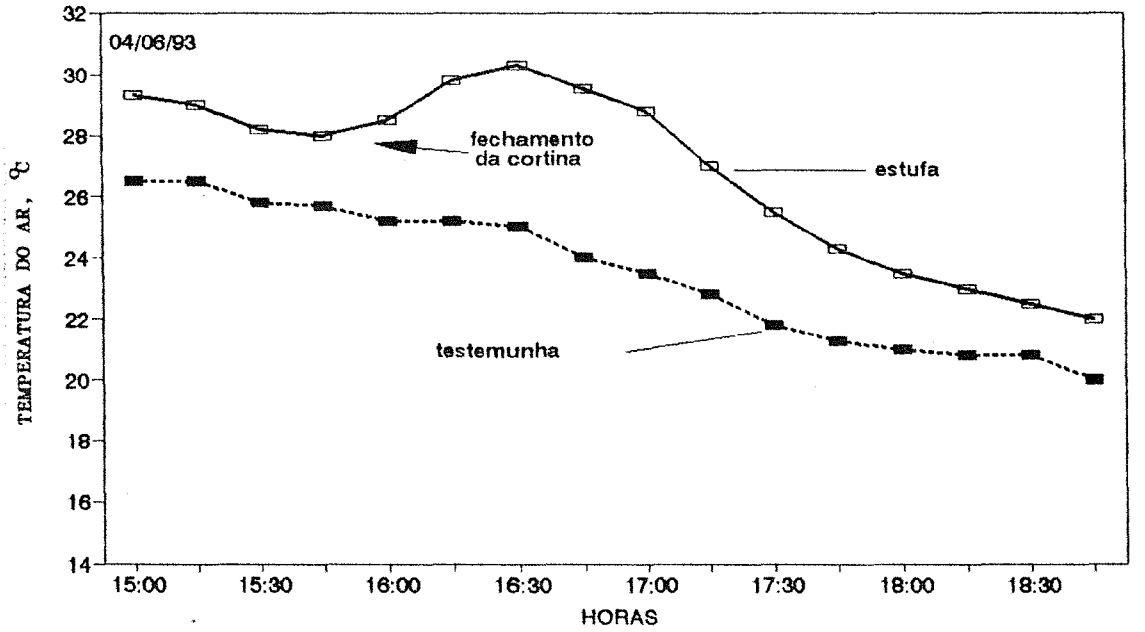


Figura 19 - Comportamento da temperatura do ar no exterior e interior da estufa no final da tarde, após o fechamento da cortina lateral.

tratamentos (Figuras 20b e 22).

Além de maior diâmetro e altura, a estufa propiciou um aumento significativo na área foliar e peso da matéria seca, tanto do sistema radicular quanto da parte aérea (Figura 23 e 24). As plantas protegidas pelo quebra-ventos, apresentaram um pequeno incremento no peso da matéria seca, que não foi significativo.

A distância média entre lançamentos foi significamente maior no interior da estufa (Figura 23), indicando uma condição de estiolamento, porém sem acarretar em problemas, porque a razão entre peso da matéria seca da parte aérea e sistema radicular, foi a mesma nos dois tratamento (testemunha e estufa), e essa relação não indicou condição de estiolamento.

Os resultados mostraram que o quebra-ventos, praticamente não conseguiu promover mudanças significativas no microclima, não provocando mudanças no crescimento dos porta-enxertos, em relação ao canteiro testemunha. A estufa, por sua vez, provocou mudanças microclimáticas significativas, sendo que os portas-enxertos conduzidos sob a cobertura plástica, apresentaram um crescimento maior do que aqueles conduzidos no canteiro a céu aberto.

Vários autores tem citado a influência das condições climáticas adversas de inverno, principalmente temperatura, no crescimento de plantas jovens de seringueira (HUA-SON, 1983; PEREIRA *et alii*, 1985; LEMOS FILHO, 1991; MEDRADO, 1992).

A atividade enzimática, assim como a velocidade das reações químicas, são processos metabólicos afetados pela temperatura, e segundo ROCHA NETO (1990), no crescimento e desenvolvimento vegetal, um metabolismo eficaz e a produção de novos tecidos são fundamentais. Além disso, a temperatura também afeta a fotossíntese, pois apesar do processo fotoquímico independer da temperatura, a fixação e a redução do CO_2 aumenta proporcionalmente, até

um determinado limite, com a elevação da temperatura (LACHER, 1986).

A principal mudança microclimática causada pela estufa, foi o aumento na temperatura do ar e do solo. Sendo assim, o uso desse tipo de ambiente protegido, propiciou condições térmicas mais desejáveis ao crescimento dos porta-enxertos de seringueira.

A maior temperatura noturna observada no interior da estufa também pode ter favorecido o crescimento dos porta-enxertos, pois de acordo com ALVIM & ALVIM (1978), a temperatura noturna também afeta o crescimento de espécies tropicais, pois noites frias alteram a translocação de fotoassimilados.

A redução do déficit de pressão de vapor no interior da estufa, nos horários que as cortinas permaneciam fechadas, associada a redução da velocidade do vento, deve ter favorecido o curso diário do movimento estomático, o que permitiu uma maior eficiência fotossintética e consequentemente um maior crescimento das plantas protegidas. Além disso, altos valores de DPV, associados a vento moderado ou forte, podem provocar um estresse hídrico, devido a alta demanda atmosférica.

Com a redução da radiação solar global, causada pela cobertura plástica, a radiação fotossinteticamente ativa também foi reduzida, mas o fato da proporção Rd/Rt (radiação difusa/radiação total) aumentar sob a cobertura plástica, pode ter feito com que a planta aproveitasse melhor a radiação solar (ROBLEDO DE PEDRO, 1987).

Tabela 4 - Valores médios e resultado da análise estatística de intervalos de confiança, do crescimento em diâmetro, altura, área foliar, distância média entre lançamentos e peso seco.

	Testemunha	Quebra-ventos	Estufa
Diâmetro (mm)	5,3*a*	5,5*a*	8,4*b*
Altura (cm)	35*a*	39*a*	73*b*
Área foliar (cm^2)	624*a*	621*a*	2.283*b*
Distância média entre lançamentos (cm)	11*a*	12*a*	18*b*
Peso seco (g)			
- sistema radicular	1,4*a*	2,2*a*	5,4*b*
- parte aérea	5,5*a*	6,4*a*	24,9*b*
- peso seco total	6,9*a*	8,6*a*	30,3*b*

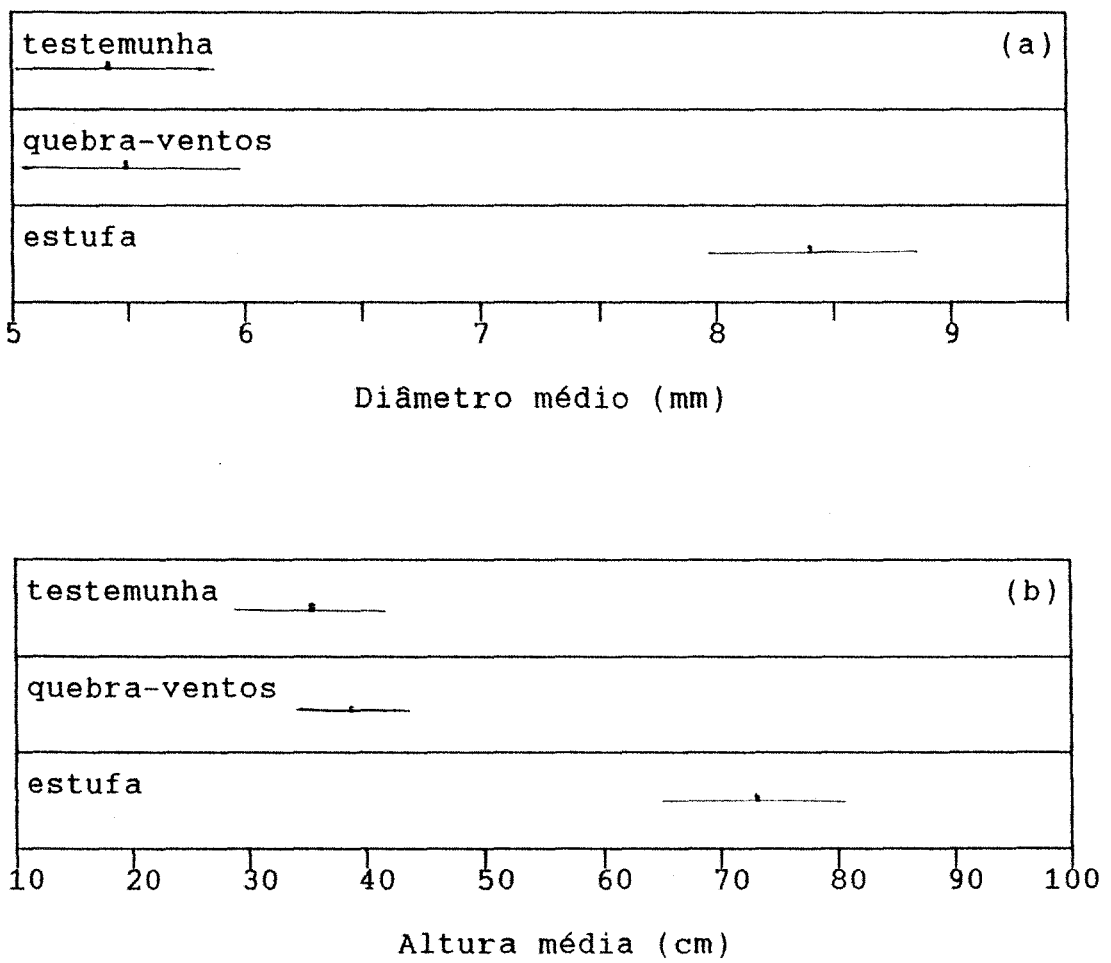


Figura 20 - Intervalos de confiança dos diâmetros (a) e alturas (b) dos porta-enxertos, sob diferentes tratamentos.

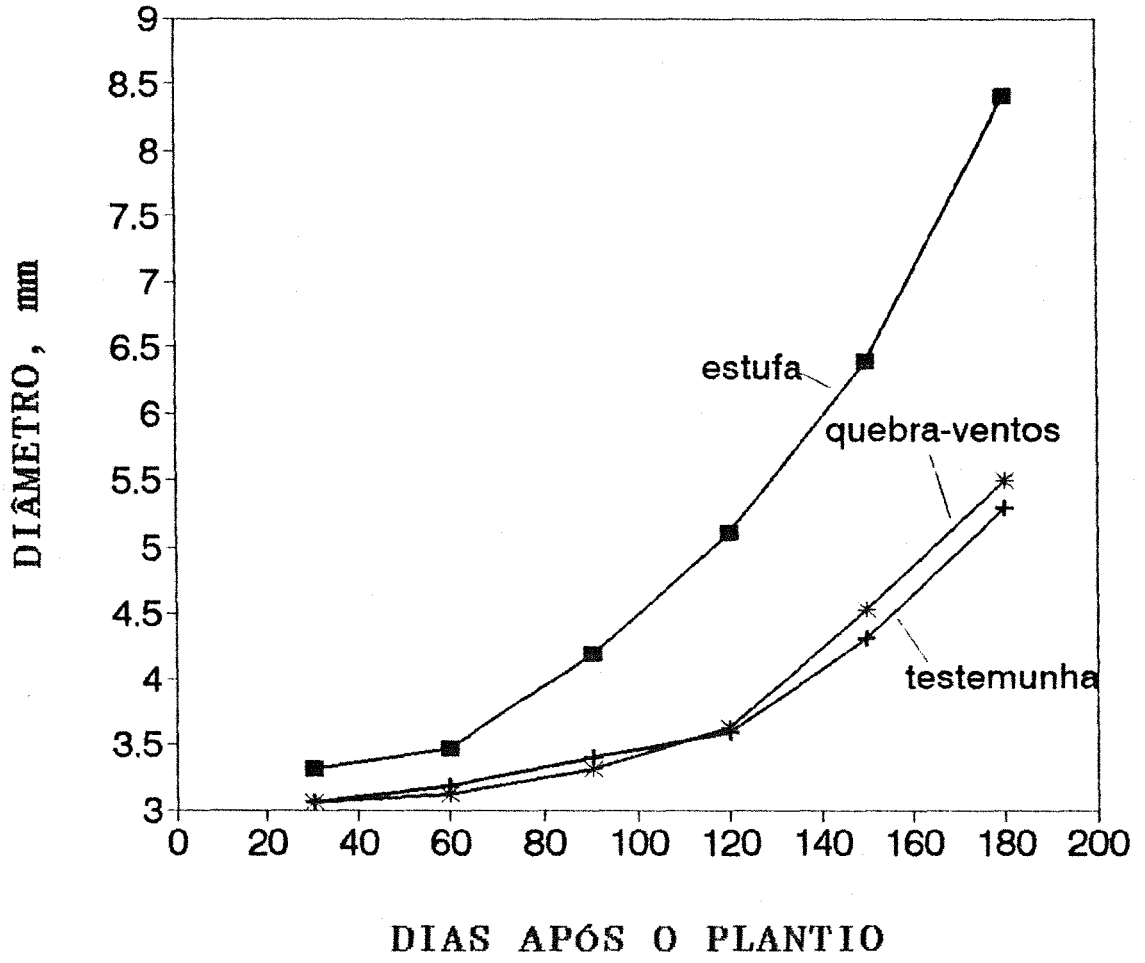


Figura 21 - Crescimento médio em diâmetro, dos porta-enxertos de seringueira submetidos aos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.

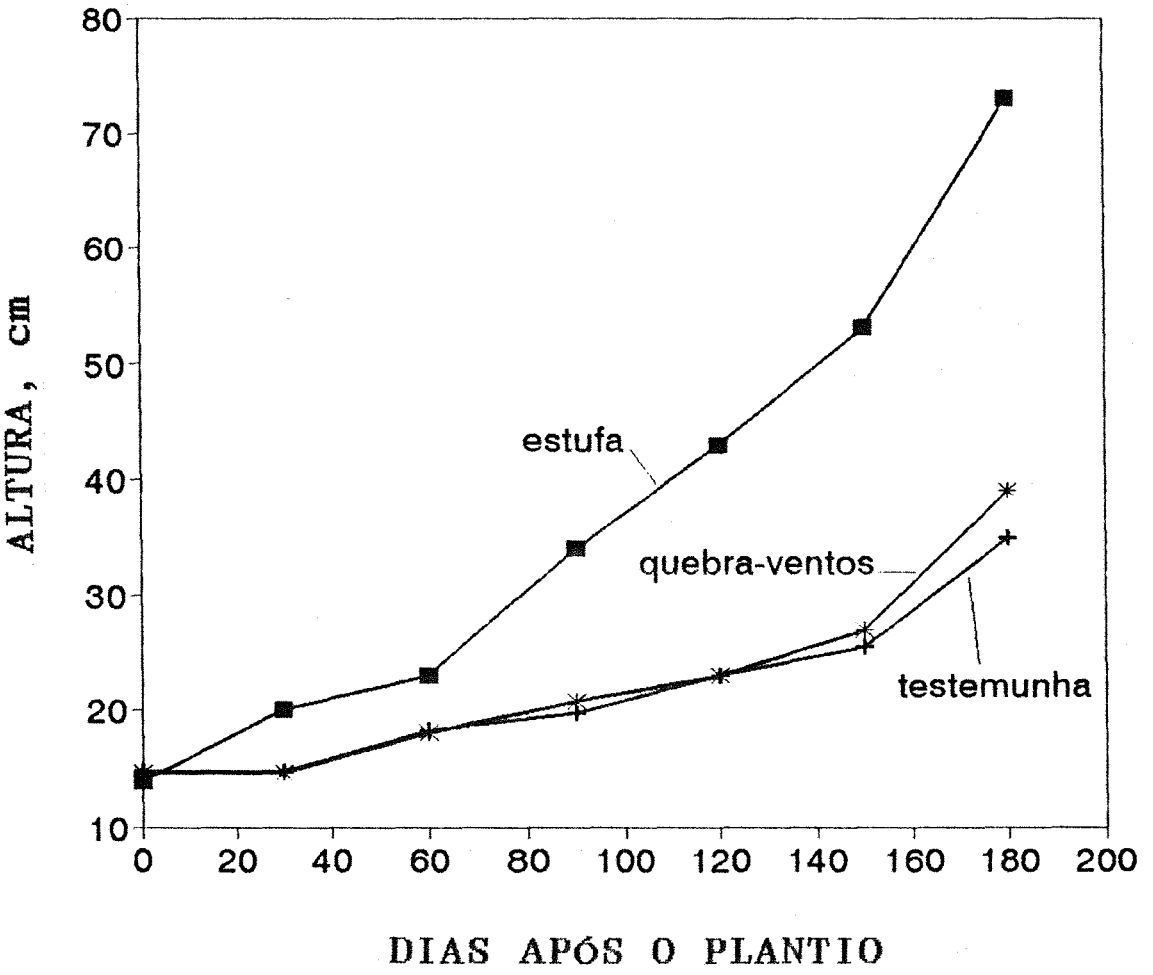
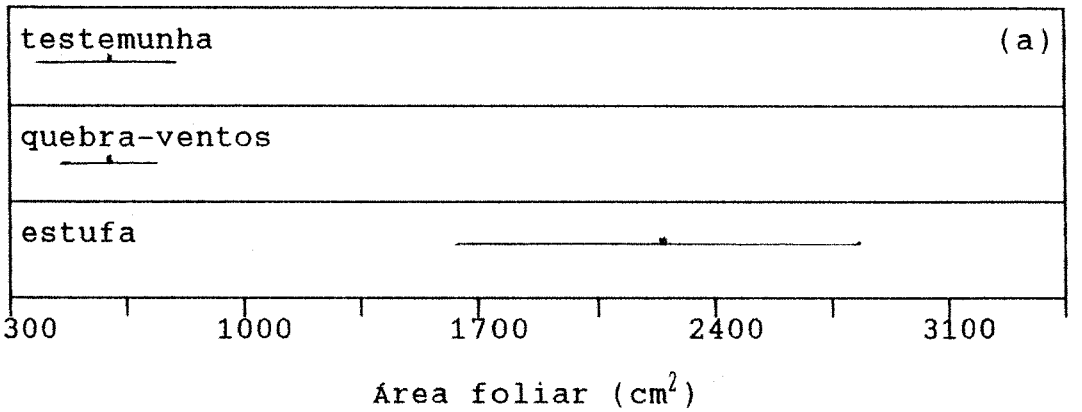


Figura 22 - Crescimento médio em altura, dos porta-enxertos de seringueira submetidos aos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.



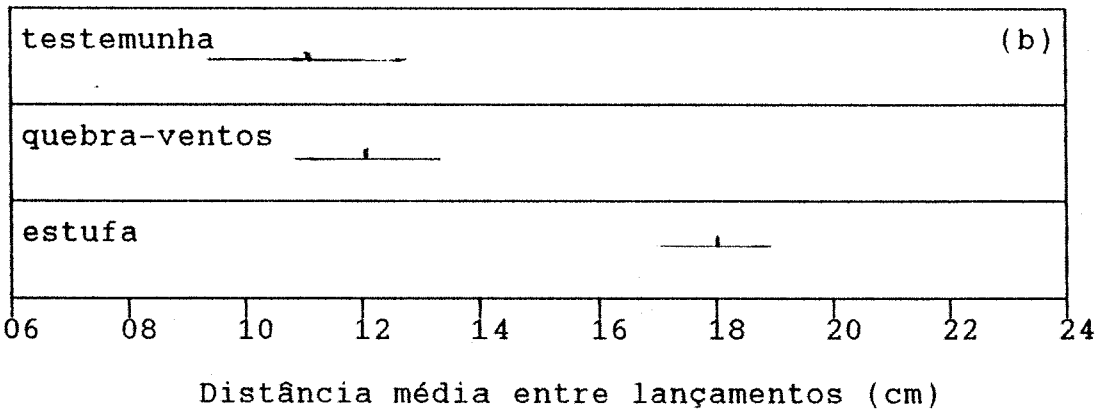


Figura 23 - Intervalos de confiança das áreas foliar (a) e distância média entre lançamentos (b) dos porta-enxertos, sob diferentes tratamentos.

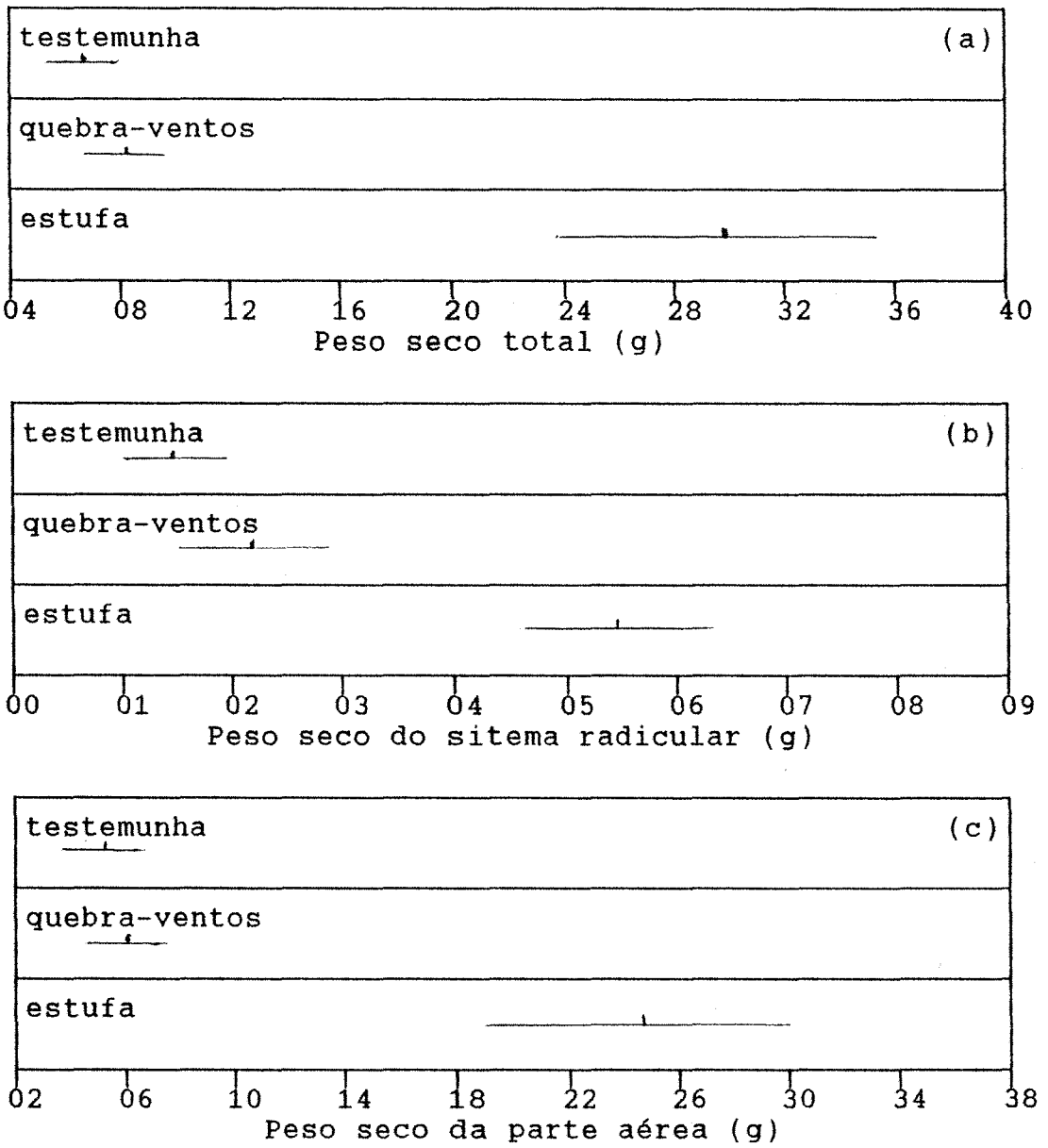


Figura 24 - Intervalos de confiança dos pesos da matéria seca total (a), pesos da matéria seca do sistema radicular (b) e pesos da matéria seca da parte aérea (c) dos porta-enxertos, sob diferentes tratamentos.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições experimentais permitiram chegar as seguintes conclusões:

a) O uso da estufa com cobertura plástica provocou um aumento de 5,6 e 2,7^{0}C nas médias quinquidiais de temperatura máxima e média do ar, respectivamente. Além disso, ocorreu um aumento significativo na amplitude térmica diária no interior da estufa.

b) O uso da estufa não provocou diferenças nas médias quinquidiais da temperatura mínima, mas em dias frios (temperaturas menores que 10 ^{0}C) a temperatura mínima no interior da estufa foi sempre maior quando comparada com a condição exterior.

c) No interior da estufa a radiação solar global foi reduzida, a radiação liquída noturna foi menos negativa, ocorrendo um aumento, em algumas horas do dia, na pressão atual de vapor e umidade relativa, resultando em redução do déficit de pressão de vapor. O uso desse ambiente protegido também propiciou elevação da temperatura das folhas e do solo.

d) O quebra-ventos provocou uma redução, em torno de 40%, na velocidade do vento na área protegida, mas não ocorreram mudanças significativas na temperatura e umidade ar. Apenas foi observado um pequeno aumento na

temperatura do solo.

e) As modificações microclimáticas causadas pela cobertura com PEBD, provocaram um incremento em diâmetro (60 %), altura (108 %), área foliar (266 %) e peso da matéria seca (286 %) nos porta-enxertos de seringueira. Após seis meses, admitindo um diâmetro mínimo de 8 mm para realizar a enxertia verde, 60 % dos porta-enxertos conduzidos no interior da estufa já estavam aptos a enxertia, enquanto que nos outros dois tratamentos, nenhuma planta atingiu o diâmetro mínimo.

f) O uso do quebra-ventos artificial não provocou mudanças significativas no crescimento dos porta-enxertos de seringueira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-RIAHI,M.; AL-KARAGHOULI,A.; HASSON,A.W. Relations between radiation fluxes of a greenhouse in semi-arid conditions. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, 44:329-338, 1989.

ALVIM,P.T. & ALVIM,R. Relation of climate to grow periodicity in tropical tree. In: TONLINSON,P.B. & ZIMMERMAN,M.H., Tropical trees as living systems. Cambrigre Univ. Press, 1978. p. 445-463.

ANDRIOLLO,J.L.; BURIOL,G.B.; STRECH,N.A.; FIORIN,J. Influência da proteção ambiental com estufa de polietileno sobre alguns parâmetros de crescimento e desenvolvimento do pimentão, em Santa Maria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, Viçosa, 1991. Resumos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1991. p. 27-29.

BERNARDES,M.S. Cultura da seringueira no Estado de São Paulo e perspectivas para a produção de mudas. IN: Medrado *et alii*, Formação de mudas de seringueira. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1992. p. 1-8.

BROW,K.W. & ROSENBERG,N.J. Shelter-effects on microclimate, grow and water use by irrigated sugar bets un the great plains. Agricultural Meteorology, Amsterdam, 9: 241-263, 1972.

BRUN,R. & LAGIER,J. Plastics materials for covering unheated greenhouse. Plasticulture, Paris, 58:3-10, 1983.

BURIOL,G.A.; SCHNEIDER,F.M.; ESTEFANEL,V.; ANDRIOLO,J.L.; MEDEIROS,S.L.P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente da baixa densidade. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 1:43-49, 1993.

CAMARGO,A.P. de. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em são Paulo. Instituto Agronômico, Campinas, Boletim, 100, 23p. 1963.

CAMARGO,A.P.; PINTO,H.S.; PEDRO JUNIOR,M.J.; ALFONSI,R.R.; ORTOLANI,A.A. Clima do Estado de São Paulo. In: SAAESP, Instituto Agronômico. Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1974. Vol. 1.

CAMPBELL,G.S. An introduction to environmental biophysics. New York, Springer-Verlag, 1977. 159p.

CARAMORI,P.H. Caracterização dos efeitos do vento sobre mudas de cafeeiro (*Coffea Arabica* L.) CV. Mundo Novo e Catuí Vermelho. Piracicaba, 1981. 69p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

EIRMERN,J.; KARSCHON,R.; RAZUMOVA,L.A.; ROBERTSON,G.W. Windbreaks and shelterbelts. Geneva, W.M.O., 1964. (Technical Note, 59. nº 147, TP 70), 188p.

FARIAS,J.R.B.; BERGAMASCHI,H.; MARTINS,S.R.; BERLATO,M.A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 1:31-36, 1993a.

FARIAS,J.R.B.; BERGAMASCHI,H.; MARTINS,S.R.; BERLATO,M.A.; OLIVEIRA,A.C.B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 1:51-62, 1993b.

FRANK,A.B.; HARPIS,D.G.; WILLS,W.O. Windbreak influence on water relations, growth, and yield of soybeans. Crop Science, Madison, 14:761-765, 1974.

GEIGER,R. Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo. Tradução de Ivone Gouveia e Francisco C. Cabral. 3 ed., Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1961. 556p.

GILBY,G.W. Greenhouse cladding film development. Plasticulture, Paris, 81: 19-28, 1989.

GRAFIADELLIS,M. A study of greenhouse covering plastic sheets. Acta Horticulturae, Wagenigen, 170: 133-142, 1985.

GUYOT,G. Les brise-vent. Modification des microclimats et amelioration de la production agricole. Ann. agron., Paris, 14: 429-488, 1963.

GUYOT,G. Les effets aérodynamiques et microclimatiques des brise-vent et des aménogements régionaux. In: REIFSNYDER,W.S. & DARNHOFER,I.O. ed. Meteorology and Agroforesthy. Nairobi, ICRAF, 1989. p. 485-520.

HANAN,J.J.; HOLEY,W.D.; GOLDSBERRY,K.L. Greenhouse Manegement, Berlim, Springer-Verlag, 1978. 530p.

HAPER,L.A.; PALLAS,J.E.; BRUCE,R.R. Greenhouse Microclimate for tomatoes in the Southeast. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, 104: 659-663, 1979.

HERTER,F.G.; REISSER JUNIOR,C. Balanço térmico em estufas plásticas em Pelotas, RS. Horticultura Brasileira, Brasília, 5:60, 1987.

HUA-SON,P. Adaptabilities of four rubber clones to higher latitude and elevations areas. Yunnan Province. In: Planter's Conference. Kuala Lumpur. Persidangan Pelandag, 1983. 18p.

KURATA,K. Role of reflection in light transmissivity of greenhouse. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, 52, 52:319-331, 1990.

LARCHER,W. Ecofisiologia vegetal. Tradução de Daneli,A. & Buckup,H.T. São Paulo, EPU, 1986.

LEMOS FILHO,J.P. de. Aspectos fisiológicos e biometeorológicos relacionados com a técnica de mini-enxertia da seringueira (*Hevea spp.*). Campinas, 1991. 110p. (Doutorado - Universidade Estadual de Campinas).

LEMOS FILHO,J.P.; PINTO,H.S.; ROCHA NETO,O.G. Observações sobre as temperaturas de sub-congelamento em folhas maduras de seringueira. In: Reunião Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2, Piracicaba. Anais. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1989. p. 183.

LEVIT,G.J. & GASPAR,R. Energy budget for greenhouses in humid-temperature climate. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, 44:241-254, 1988.

LIM,T.M. & NARAYANAN,R. Estimation of the area of rubber leaves (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) using two leaflet parameters. Experimental Agriculture, Londow, 1979.

MARTIN,E.C.; NOVOA,A.C.; GOMEZ,S.J. Estudio comparativo de las propriedades de diversos materiales utilizados como cubierta en cultivos protegidos. Revista de Plasticos Modernos, Madrid, 308: 185-189, 1982.

MARTINEZ GARCIA,P.F. Características climaticas de los invernaderos de plástico. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias- INIA. Hojas Tecnica, 19, 1978. 48p.

McANENEY,K.J.; PRENDERGAST,R.T.; JUDD,M.J.; GROEN,A.E. Observation of equilibrium evaporation from a windbreak - Sheltered kiwifruit orchard. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, 57:253-264, 1990.

MEDRADO,M.J.S. Fatores relacionados ao processo de propagação da seringueira (*Hevea spp.*), em Piracicaba, SP. Piracicaba, 1992 . 178p. (Doutorado -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

MEDRADO,M.J.S.; COSTA,J.D.; BERNARDES,M.S.; DURÃES,F.O.; FERNARDES,A.L.T. Estabalecimento e manejo de viveiros e jardins clonais de seringueira (*Hevea spp*). In: Medrado,M.J.S. *et alii* ed. Formação de mudas de seringueira. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1992. p. 91-99.

MILLS,P.J.W.; SMITH,I.E.; MORAIS,G. A greenhouse design for a cool subtropical climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected environments. Acta Horticulturae, Wageningen, 281:83-93, 1990.

MONTEITH,J.L. Principles of environmental physics. Londow, Edward Arnold, 1973, 1973. 241p.

MONTERO,J.I.; CASTILLA,N.; GUTIERREZ DE RAUÉ,E.; BRESTONES,F. Climate under plastic in the Almeria area. Acta Horticulturae, Wageningen, 170:227-234, 1985.

MOUGON,R. MOUGON,A. BEN MECHILA,N. Comparative study of greenhouse covers with and without thermal screens. Plasticulture, Paris, 81:37-42, 1989.

NIJSKENS,J.; DELTOUR,J.; COUTISSE,S.; NISEN,A. The effect of condensation on the heat transfers of greenhouse covering: glass or polyethylene. Plasticulture, Paris, 66:19-25, 1985.

ORTOLANI,A.A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1, Piracicaba, 1986. Anais. Campinas, Fundação Cargil, 1986. p 11-32.

ORTOLANI,A.A. Efeitos das temperaturas extremas no desenvolvimento e produção da serigueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 2, Piracicaba, 1987. Anais. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1990. p 34-41.

ORTOLANI,A.A. Limitações climáticas para a produção de mudas de seringueira e manejo de mudas em estufas. In: Medrado,M.J.S. *et alii*, Formação de mudas de seringueira. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1992. p. 34-41.

ORTOLANI,A.A.; PEDRO JUNIOR,M.J.; ALFONSI,R.R.; CAMARGO,M.B.P.; BRUNINI,O. Aptidão agroclimática para regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1, Brasília, 1983. Anais. Brasília, SUDHEVEA, 1983. p 19-21.

PEÑUELAS,J.; SAVÉ,R.; MARFÁ,O.; SERRANO,L. Remotely measured canopy temperature of greenhouse stawberries as indicator of water status and yield under nild and very mild water stress conditions. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, 58:63-77, 1992.

PEREIRA,J.P. Formação de mudas de seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 1, Piracicaba, 1986. Anais. Campinas, Fundação Cargil, 1986. p. 139-164.

PEREIRA,J. da P. Crescimento de mudas enxertadas de seringueira (*Hevea spp*) nas condições de sombra e a pleno sol, em função da adubação nitrogenada e potássica, na presença e ausência de fosfatada e de ácido giberélico, em solo podzolizado, variação marília. Piracicaba, 1989. 140p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

PEREIRA,J. da P.; BUENO,N.; HAAG,H.P. Alguns problemas relacionados com a formação de mudas de seringueira (*Hevea spp*) In: SOMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA, 2, Piracicaba, 1987. Anais. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1990 p.

PEREIRA,A.V.; VENTORIM,N.; DAVIDE,A.C. Crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea spp*) em relação à temperatura do ar nas condições de Lavras, Minas Gerais. Ciência Prática, Lavras, 9:157-161, 1985.

REIS,N.V.B. dos; HORINO,Y.; OLIVEIRA,C.A. da S.; BOITEUX,L. Cultivo de tomate com e sem cobertura plástica. I - efeito sobre a produção e radiação interceptada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, Viçosa, 1991. Resumos. Viçosa, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1991. p 12-15.

ROBLEDO DE PEDRO,F. laminas de polietileno y copolimero EVA para usos en agricultura. Hojas Divulgadoras, Madrid, nº 2, 1987. 20p.

ROBLEDO DE PEDRO,F. & VICENTE,L.M. Aplicacion de Los Plasticos en la Agricultura. 2ª ed., Madrid, Mundi-Prensa, 1988. 573p.

ROCHA NETO,O.G. Aspectos ecofisiológicos sazonais na produção de mudas de seringueira (*Hevea spp*) na região sudeste do Brasil. Efeitos de estresses ambientais sobre o crescimento. Campinas, 1990. 111p. (Doutorado - Universidade Estadual de Campinas).

ROCHA NETO,O.G.; PINTO,H.S.; LEMOS FILHO,J.P. de. Evolução da ontogenia e comportamento estomático de mudas de seringueira (*Hevea brasiliensis*, Muell Arg.) sob diferentes níveis de N e K, em estações climáticas distintas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6, Maceió. Anais. Maceió, Universidade Federal de Alagoas, 1989. p 45-49.

ROSENBERG,N.J.; BLAD,B.L.; VERNA,S.B. Microclimate: the biological environment. 2ª ed., New York, Wiley-interscience Publication, 1983. 495p.

RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA. Nursey Techniques for rubber plant propagation. In: Agricultural Senes Report, Malaysia, 2ª ed., 1980. 89p.

SCHNEIDER,F.M.; BURIOL,G.A.; ANDRIOLO,J.L.; ESTEFANEL,V.; STRECK,N.A. Modificações na temperatura do solo causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade em Santa Maria, RS. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, 1:37-42, 1993.

SEEMAN,J. Greenhouse climate. In: Seeman,J. *et alii*, Agrometeorology. New York, Springer-Verlag, 1979. p 167-178.

SGANZERLA,E. Nova Agricultura. 2ª ed., Porto Alegre, Petroquímica Triunfo, 1986. 303p.

SNEDECOR,G.W. & COCHRAW,W.G. Statistical Methods. Iowa, Iowa State University, 1973. 593p.

TAPIA,G.J. Filmes térmicos para invernaderos. Revista de Plasticos Modernos, Madrid, 295:75-82, 1981.

TZEKLEU,G.L.; SAMRA,B.; SOLAKOV,J.D. A study on multi-wall covering of greenhouses in Bulgaria. Plasticulture, Paris 62:11-18, 1984.

TUBELIS,A. & NASCIMENTO,F.J.L. do. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo, Nobel, 1984. 374p.

UJAH,J.E. & ADEOYE,K.B. Effects of shelterbelts in the Sudam Savanna Zone of Nigeria on microclimate and Yield of millet. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, 33:99-107, 1984.

VERHEYE,Ph & VERLODT,H. Comparasion of different systems for static ventilation of hemispheric plastic greenhouses. Acta Horticulturae, Wageningen, 281:183-197, 1990.

VIANELLO,R.L. & ALVES,A.R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa, Imprensa Universitária, 1991. 449p.

WAIDYANATHA,U.P. de S. & GOONASEKERA,G.A.J.P.R. Some methods for determining leaf areas in *Hevea*. Quarterly Journal, 52:10-19, 1975.

WATSON,G.A. Climate and soil. In: Webster,C.C. & Bulkwill,W.J. Rubber. New York, Longman Cientific Technical, 1989. p 125-164.

ZABELTITZ,C. Greenhouse design for warmer climates. Plasticulture, Paris, 80:39-50, 1988.

Apêndice 1

Determinação da área foliar em mudas de seringueira

Utilizando 110 folíolos coletados de mudas do próprio experimento, foi determinada a relação entre a área foliar dos folíolos e o produto do comprimento pela largura, o que resultou na seguinte equação:

$$Y = 0,644\ X$$

onde Y é a área do folíolo (cm^2) X o produto do comprimento (cm) pela largura (cm). O coeficiente de determinação foi 0,99. O coeficiente da equação (0,644) é semelhante aqueles apresentados em outros trabalhos sobre seringueira (WAIDYANATHA & GOONASEKERA, 1975; LIM & NARAYANAN, 1979).

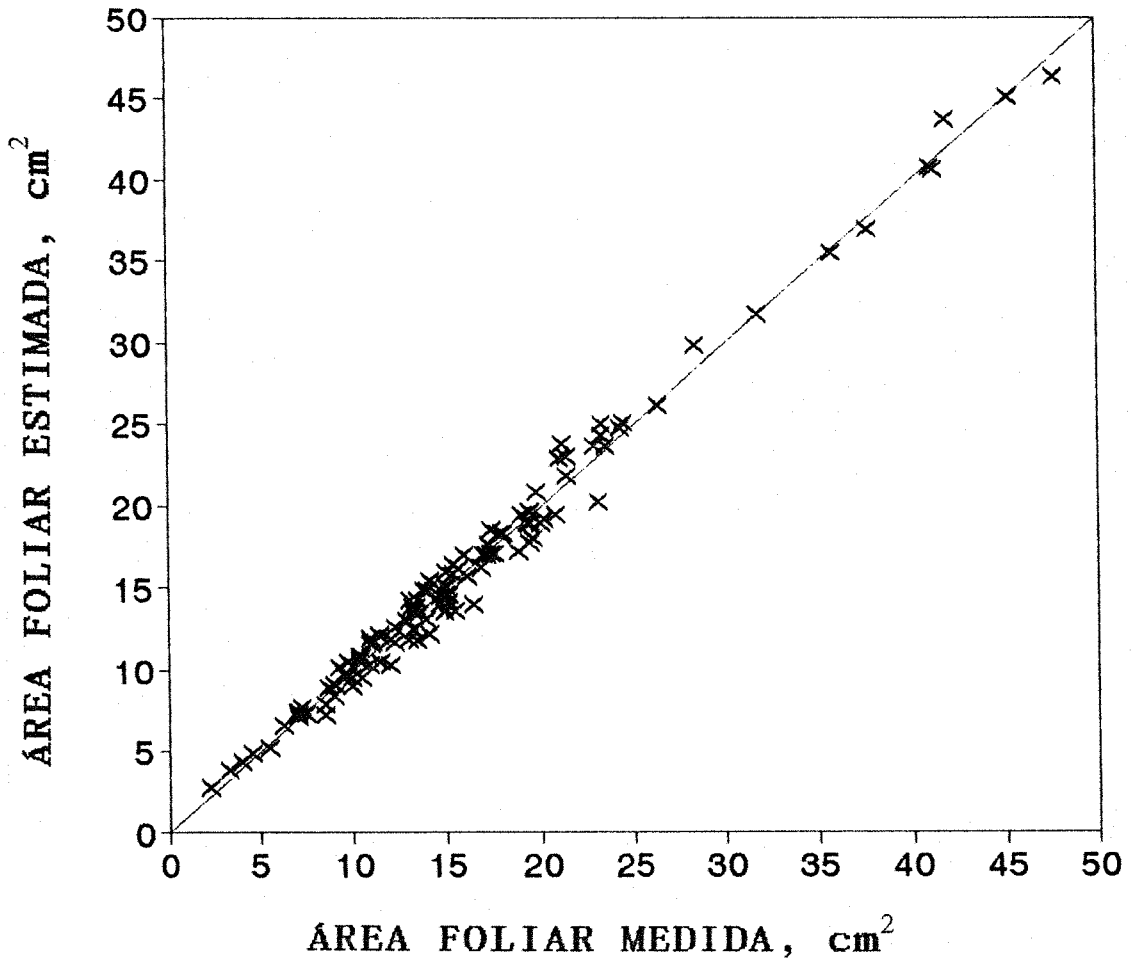


Figura 1 - Comparação entre valores estimados e medidos de área foliar de folíolos de seringueira.

Apêndice 2

Médias quinquidiais de temperatura máxima, mínima e média do ar e amplitude térmica diária (Tabelas 1 a 4)

Tabela 1 - Médias quinquidiais das temperaturas máximas do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.

	Temperatura máxima do ar (^0C)		
Pentada	Testemunha	Estufa	Quebra-ventos
1	26,1	30,2	26,2
2	25,6	31,5	25,7
3	22,0	27,9	22,0
4	24,6	31,1	24,6
5	22,9	30,2	23,1
6	22,7	28,5	22,8
7	23,3	30,5	23,3
8	26,5	32,5	26,5
9	28,8	33,4	28,8
10	27,6	32,2	27,6
11	27,9	33,6	28,0
12	23,9	31,8	24,0
13	28,2	33,5	28,3
14	25,9	32,2	26,0
15	24,0	30,9	24,2
16	28,9	34,1	29,0
17	26,2	32,3	26,5
18	25,2	31,0	25,2
19	24,8	32,5	24,9
20	24,7	30,1	24,8
21	33,3	34,8	33,3
22	30,8	33,3	30,7
23	25,3	31,8	25,3
24	25,4	31,7	25,5
25	31,4	33,1	31,4
26	24,7	30,4	24,9
27	27,6	31,4	27,6
28	30,4	31,4	30,5
29	28,4	34,8	28,4
30	34,3	35,9	34,3
31	31,2	33,1	31,0
32	30,8	35,2	30,8
33	31,2	35,2	31,2
34	33,1	33,8	33,1
35	32,0	32,8	32,0
36	34,3	34,3	34,3

Tabela 2 - Médias quinquidiais das temperaturas mínimas do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.

	Temperatura mínima do ar (^0C)		
Pentada	Testemunha	Estufa	Quebra-ventos
1	12,9	12,9	12,8
2	12,9	14,1	12,8
3	14,8	15,6	14,8
4	15,2	16,6	15,2
5	14,1	15,0	14,1
6	12,2	13,3	12,2
7	9,9	11,2	10,0
8	11,6	13,1	11,5
9	15,7	16,3	15,7
10	13,6	14,3	13,3
11	14,2	15,5	14,1
12	12,3	13,9	12,1
13	12,9	14,5	12,9
14	11,5	13,0	11,4
15	12,5	14,8	12,6
16	13,9	14,6	13,9
17	11,4	13,0	11,2
18	12,8	13,7	12,7
19	11,5	12,3	11,2
20	13,1	14,0	13,2
21	14,6	15,5	14,2
22	15,2	16,8	15,2
23	16,4	17,7	16,4
24	13,5	14,4	13,5
25	15,0	16,0	14,6
26	16,6	17,4	16,6
27	16,2	16,8	16,2
28	17,5	18,1	17,4
29	16,1	17,0	16,1
30	17,9	18,1	17,7
31	17,7	18,1	17,7
32	19,4	19,6	19,1
33	16,3	16,3	16,2
34	18,2	18,0	17,9
35	17,5	17,4	17,5
36	18,0	18,0	18,0

Tabela 3 - Médias quinquidiais das temperaturas médias do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.

	Temperatura média do ar (^0C)		
Pentada	Testemunha	Estufa	Quebra-ventos
1	19,5	21,5	19,6
2	19,3	22,8	19,2
3	17,7	20,6	17,7
4	18,9	21,7	18,9
5	17,4	20,3	17,4
6	16,5	19,0	16,5
7	15,5	18,4	15,4
8	18,0	21,0	17,9
9	20,7	22,7	20,6
10	19,2	21,4	19,1
11	20,5	23,4	20,4
12	18,2	22,9	18,1
13	20,6	24,0	20,6
14	18,8	22,6	18,7
15	18,3	22,9	18,4
16	20,6	23,2	20,7
17	17,8	20,7	17,9
18	17,9	20,5	17,9
19	16,7	19,8	16,6
20	18,0	20,2	17,9
21	23,4	24,1	23,2
22	21,9	23,8	21,9
23	19,5	21,6	19,4
24	18,1	21,2	18,1
25	22,2	23,6	22,1

Tabela 4 - Médias quinquidiais das amplitudes térmicas diárias do ar, obtidas durante o período de experimentação nos três tratamentos: testemunha, estufa e quebra-ventos.

	Amplitude térmica diária (^0C)		
Pentada	Testemunha	Estufa	Quebra-ventos
1	13,1	17,3	13,4
2	12,8	17,4	12,9
3	7,2	12,3	7,2
4	9,4	14,5	9,5
5	8,8	15,2	9,0
6	10,5	15,2	10,6
7	13,4	19,3	13,3
8	15,0	19,4	15,0
9	13,1	17,1	13,1
10	14,0	17,9	14,3
11	13,7	18,1	13,9
12	11,6	17,9	11,8
13	15,3	19,0	15,4
14	14,4	19,2	14,6
15	11,6	16,1	11,6
16	15,0	19,4	15,1
17	14,9	19,3	15,2
18	12,4	17,3	12,5
19	13,3	20,1	13,6
20	11,6	16,1	11,6
21	18,7	19,3	19,1
22	15,6	16,6	15,6
23	8,9	14,1	8,9
24	11,9	17,3	12,0
25	16,4	17,2	16,8
26	8,1	13,0	8,3
27	11,4	14,6	11,4
28	12,8	13,3	13,0
29	12,3	17,8	12,4
30	16,4	17,8	16,6
31	13,0	14,6	13,0
32	11,4	15,6	11,6
33	14,9	18,9	15,0
34	14,9	15,7	15,2
35	14,5	15,3	14,5
36	16,3	16,3	16,3

Apêndice 3

Medidas de diâmetro, altura, peso da matéria seca e área foliar

(Tabelas 5 a 9).

Tabela 5 - Medidas de diâmetro (mm) de 35 plantas em cada tratamento (testemunha, estufa e quebra-ventos), após seis meses de experimentação.

Testemunha	Estufa	Quebra-ventos
6,6	7,1	5,2
4,6	10,4	7,2
3,6	7,2	5,9
6,0	8,9	6,2
5,0	6,8	4,9
7,4	8,3	4,9
5,4	7,7	4,6
4,8	10,9	4,9
4,3	9,4	5,7
6,0	7,8	5,9
4,8	9,2	4,7
6,0	7,6	4,9
3,8	10,9	6,8
5,0	8,5	7,6
6,8	8,0	4,6
5,7	8,2	5,4
5,5	9,1	4,6
6,6	7,5	3,9
5,2	9,1	6,8
4,5	6,6	6,4
5,0	9,6	6,2
4,4	7,5	5,3
7,4	9,6	6,3
7,9	6,5	3,7
6,6	7,2	5,7
5,6	7,4	6,2
4,3	6,6	3,9
4,7	10,0	4,7
6,2	8,8	4,8
4,9	8,7	6,2
4,0	5,6	3,0
4,3	7,4	6,3
4,2	9,6	6,2
5,5	8,7	6,2
4,0	9,9	5,6

Tabela 6 - Medidas de altura (cm) de 35 plantas em cada tratamento (testemunha, estufa e quebra-ventos), após seis meses de experimentação.

Testemunha	Estufa	Quebra-ventos
41	42	44
24	121	38
27	81	46
48	81	40
33	53	37
45	50	34
33	58	34
23	120	34
20	56	53
41	54	44
40	53	34
33	67	33
34	116	44
30	90	53
57	67	31
47	68	31
33	74	30
45	97	25
36	83	44
23	50	47
25	99	58
29	86	40
47	76	54
57	56	29
64	44	43
41	62	35
33	64	28
31	104	26
40	72	32
30	71	49
21	48	24
26	51	43
25	63	54
31	85	53
29	90	23

Tabela 7 - Medidas de peso seco (sistema radicular, parte aérea e peso total) e área foliar de 15 plantas, no canteiro testemunha, após seis meses de experimentação.

Peso da matéria seca			
Sistema radicular (g)	Parte aérea (g)	Total (g)	Área foliar (cm^2)
2,08	7,21	9,29	854
0,59	1,81	2,40	269
2,28	8,34	10,62	890
1,29	5,44	6,73	546
1,89	5,80	7,69	625
1,23	3,19	4,42	438
0,71	2,57	3,28	334
1,43	4,04	5,47	598
1,80	6,32	8,12	801
0,74	2,06	2,80	326
3,39	13,69	17,08	1243
1,14	6,80	7,94	466
1,05	4,11	5,16	482
1,30	9,78	11,08	1398
0,64	1,53	2,17	100

Tabela 8 - Medidas de peso seco (sistema radicular, parte aérea e peso total) e área foliar de 15 plantas, no canteiro protegido pela estufa, após seis meses de experimentação.

Peso da matéria seca			
Sistema radicular (g)	Parte aérea (g)	Total (g)	Área foliar (cm^2)
5,88	36,19	42,07	2750
1,69	9,95	11,64	1527
7,67	25,67	33,34	2356
5,38	20,48	25,86	2037
7,90	35,83	43,73	2244
7,18	46,47	53,65	4867
3,80	20,59	24,39	1992
5,78	16,06	21,84	1989
3,51	19,67	23,18	1894
7,10	26,50	33,60	1759
4,38	12,39	16,77	1336
1,97	10,41	12,38	1046
7,12	37,89	45,01	2369
5,49	32,06	37,55	4511
5,48	24,03	29,51	1566

Tabela 9 - Medidas de peso seco (sistema radicular, parte aérea e peso total) e área foliar de 15 plantas, no canteiro protegido pelo quebra-ventos, após seis meses de experimentação.

Peso da matéria seca			
Sistema radicular (g)	Parte aérea (g)	Total (g)	Área foliar (cm^2)
2,04	5,57	7,61	662
3,64	6,11	9,75	498
1,83	7,02	8,85	582
2,72	6,65	9,37	829
1,53	3,42	4,95	474
1,93	6,28	8,21	516
4,73	11,77	16,50	884
2,90	11,27	14,17	1249
1,87	6,68	8,55	439
1,40	5,31	6,71	581
2,02	6,86	8,88	554
1,88	5,33	7,21	620
0,65	2,31	2,96	315
2,68	7,98	10,66	645
1,11	2,80	3,91	470