

# AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEMPERATURA DO AR NO INTERIOR DE ESTUFAS

JENNIFER R. MANESCO<sup>1</sup>, ALESSANDRA E. FEITOSA<sup>2</sup>, JARBAS H. MIRANDA<sup>3</sup>, SERGIO O. MORAES<sup>3</sup>, TIAGO GRIECO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluna de Graduação em Engenharia Agrônômica, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, Piracicaba-SP, (19)3429-4217 R:264, e-mail: [jmanesco@esalq.usp.br](mailto:jmanesco@esalq.usp.br)

<sup>2</sup> Aluno de Graduação em Engenharia Agrônômica, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP

<sup>3</sup> Prof. Dr. Departamento de Ciências Exatas - ESALQ/USP

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** A temperatura é um elemento climático de grande influência no desenvolvimento do potencial das plantas. Sendo assim o presente trabalho apresenta como objetivo analisar a variação espaço-temporal do perfil da temperatura em ambientes protegidos sob diferentes estágios de implantação do plástico de cobertura. Foram utilizadas três estufas com diferentes idades de implantação do plástico, medindo-se a temperatura do ar em três alturas tanto verticais, distantes em relação à superfície do solo de 0,85, 1,7 e 3,4 m, quanto horizontais, ao longo do comprimento da estufa, procedendo-se à 3 leituras durante o período diurno (07:00, 13:00 e 18:00), utilizando-se para tal um termômetro infravermelho digital com mira a laser, durante um período de 23 dias. Observou-se com este experimento que há uma variação de temperatura em todas as alturas e principalmente às 13:00.

**PALAVRAS-CHAVE:** cultivo protegido; elementos climáticos, modelagem

## EVALUATION OF AIR TEMPERATURE PROFILE INSIDE GREENHOUSES

**ABSTRACT:** The temperature is a climatic element of great influence in the development of the vegetable potential. The present work presents as objective to analyze the spatial and temporal temperature profile variability in protected environment under different ages of covering plastic. Three greenhouses were used with different plastic ages, measuring the air temperature at three vertical heights, distant in relation to the soil surface (0.85, 1.7 and 3.4 m), as horizontal, along the greenhouse length, proceeding 3 readings during the day (07:00, 13:00 and 18:00), using a digital thermometer infrared with laser, during a period of 23 days. The results showed with this experiment that there is a temperature variation in all heights and mainly at 13:00.

**KEYWORDS:** protected environment; climatic elements; modeling

**INTRODUÇÃO:** No Brasil, a utilização de ambiente protegido, principalmente para a produção de plantas ornamentais e hortícolas, tem aumentado consideravelmente, devido às vantagens relacionadas à maior proteção quanto aos fenômenos climáticos, como geadas, excesso de chuvas, queda acentuada de temperatura durante a noite, proteção do solo contra a lixiviação e redução dos custos com fertilizantes e defensivos. Segundo Furlan (2001), um aspecto a ser estudado sobre o cultivo em ambiente protegido nas regiões tropicais e subtropicais é a atenuação de altas temperaturas que são prejudiciais ao crescimento e produção de algumas culturas. Em geral, altas temperaturas de ar no interior de ambientes protegidos, diminui o rendimento e a qualidade dos produtos, chegando a produzir em alguns casos extremos a morte da planta. Em geral essas atenuações, devem-se principalmente à quantidade de radiação que é transmitida para dentro do ambiente protegido, já que a

cobertura impede a penetração total da energia que chega até a cobertura da estufa. Porém, do mesmo modo que a energia solar não entra totalmente, a energia gerada pela reflectância interna do ambiente também não é liberado para o meio externo, elevando assim a amplitude térmica interna. Vàsquez (2005) concluiu que a temperatura interna foi superior à temperatura externa em torno de 4%, em função da interrupção do processo convectivo do meio interno com o meio externo, pois a cobertura plástica impede a passagem do ar quente do interior do ambiente protegido para o meio atmosférico. Observando tantas diferenças nos resultados encontrados por vários autores, Al Jamal(1994) propôs que a avaliação não fosse por meio da medição em um ponto apenas, pois este não dá a idéia da variação da temperatura do ar e sua distribuição dentro do ambiente protegido. O proposto por vários autores foi que a análise da distribuição da temperatura do ar no interior do ambiente protegido por meio de vários pontos de amostragem, formando malhas e construindo linhas isotermas. O presente trabalho tem por objetivo analisar a variação espaço-temporal do perfil da temperatura em ambientes protegidos sob diferentes estágios de implantação do plástico de cobertura.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi conduzida em estufas localizadas no Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba-SP, com as coordenadas geográficas: Latitude 22° 42' S, Longitude 47° 38' W e altitude de 546 m. Segundo a classificação climática de Köppen, Piracicaba possui clima Cwa, ou seja, subtropical úmido com estiagem no inverno. Para este experimento foram utilizadas três estufas A; B e C nas situações: a) com cobertura de solo e cobertura plástica do tipo polietileno com aproximadamente 3 anos de implantação, b) sem cobertura de solo e cobertura plástica do tipo polietileno com aproximadamente 3 meses de implantação, c) sem cobertura de solo e cobertura plástica do tipo polietileno com aproximadamente 8 meses de implantação. No interior de cada estufa (Figura 1A) foram instalados "alvos" feitos de papel cartolina da cor verde. Estes "alvos" com medidas de 10 x 10 cm foram pendurados em fios de nylon, e estes amarrados nas estruturas superiores da estufa. Em cada fio havia 3 alvos, distantes da superfície do solo em 0,85 ; 1,70 e 3,40 m, respectivamente, onde foram posicionados de modo a se assemelhar com uma matriz quadrada de 3ª ordem, formando uma malha dentro da estufa (Figura 1B). Nestes "alvos" foram coletados os valores de temperatura do ar (°C), nos seguintes horários: 7:00; 13:00 e 18:00h durante 23 dias (22/02 a 16/03), utilizando-se para tal um termômetro digital com mira a laser (Figura 1C)

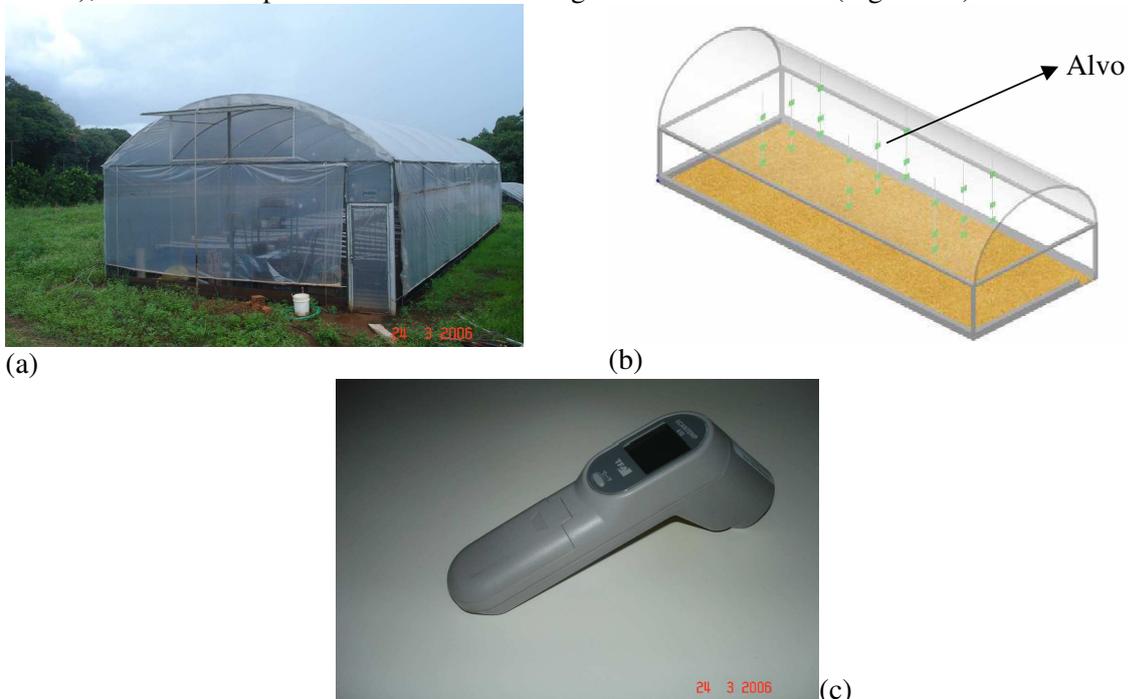


Figura 1. Estufa utilizada no experimento (a), representação esquemática das localizações dos alvos para medição da temperatura no interior da estufa (b) e termômetro digital com mira a laser(c)

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados obtidos permitiram notar que os menores valores obtidos, para as 3 estufas, foi o da Estufa C (período de implantação intermediário, em relação às outras estufas), no horário de 07:00, com temperaturas variando de 28,37 °C, para a altura de 0,85 m, a 21,71 °C, para a altura de 3,4 m.

A maior variação (em termos de desvio padrão e coeficiente de variação), entre os valores de temperatura, foi alcançada pela Estufa A (estufa com maior tempo de implantação) no horário de 13:00, com temperaturas variando de 54,56 °C, para a altura de 0,85 m, a 49,16 °C, para a altura de 3,4 m. (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de temperatura, desvio padrão e coeficiente de variação, para o período de 23 dias, para as diferentes alturas de 0,85, 1,7 e 3,4 m, para a estufa A, 13:00

**ESTUFA C - 07:00**

0,85 m				1,7 m				3,4 m			
	Média	DP	CV		Média	DP	CV		Média	DP	CV
1	23,22	0,99	0,0427	1	23,10	0,88	0,037987	1	18,19	2,32	0,13
2	20,33	7,67	0,3774	2	20,22	7,72	0,381577	2	4,88	6,65	1,36
3				3				3			
4				4				4			
5	22,91	0,50	0,0220	5	22,40	0,43	0,019071	5	20,28	0,51	0,03
6	25,12	1,31	0,0520	6	25,05	1,09	0,043596	6	17,36	4,02	0,23
7	23,73	0,72	0,0305	7	23,21	0,46	0,019678	7	18,96	0,82	0,04
8	25,42	1,15	0,0451	8	24,87	1,00	0,040315	8	16,33	2,82	0,17
9	24,73	0,29	0,0118	9	24,19	0,25	0,01022	9	19,28	0,77	0,04
10	25,39	0,94	0,0371	10	25,19	0,57	0,022497	10	11,59	1,96	0,17
11	28,37	0,88	0,0310	11	28,18	0,70	0,024955	11	14,38	1,03	0,07
12	26,64	1,84	0,0691	12	25,99	1,13	0,043509	12	15,37	2,43	0,16
13	24,99	0,64	0,0257	13	24,57	0,42	0,016906	13	21,71	0,87	0,04
14	21,71	0,60	0,0276	14	20,93	0,39	0,018807	14	16,36	1,60	0,10
15	21,86	0,39	0,0177	15	22,23	1,28	0,057643	15	20,69	0,53	0,03
16	25,76	0,94	0,0366	16	25,82	0,55	0,021368	16	19,47	0,77	0,04
17	23,67	0,31	0,0130	17	23,50	0,35	0,014894	17	17,43	2,22	0,13
18	22,71	1,40	0,0617	18	22,29	1,40	0,062789	18	16,28	2,69	0,17
19	24,47	1,09	0,0446	19	24,03	1,05	0,043739	19	8,88	1,21	0,14
20	24,43	1,50	0,0613	20	23,72	1,24	0,05243	20	15,59	2,50	0,16
21				21				21			
22				22				22			
23				23				23			
Máximo	28,37	7,67	0,38	Máximo	28,18	7,72	0,38	Máximo	21,71	6,65	1,36
Mínimo	20,33	0,29	0,01	Mínimo	20,22	0,25	0,01	Mínimo	4,88	0,51	0,03

**ESTUFA A - 13:00**

0,85 m				1,7 m				3,4 m			
	Média	DP	CV		Média	DP	CV		Média	DP	CV
1	41,60	3,45	0,0829	1	39,20	2,89	0,0738475	1	27,81	28,09	28,29
2	41,84	23,75	0,5676	2	22,87	27,12	1,1860164	2	16,72	16,61	16,60
3	28,66	0,82	0,0286	3	28,61	2,07	0,0721907	3	20,60	20,81	20,70
4				4				4			
5	45,37	3,05	0,0673	5	44,01	2,68	0,0609094	5	26,61	27,21	27,71
6	42,96	2,97	0,0691	6	42,87	3,53	0,0823537	6	30,21	30,25	30,29
7	54,56	1,21	0,0222	7	53,30	0,77	0,0144721	7	34,17	33,59	33,80
8	40,22	0,82	0,0203	8	39,52	0,22	0,0054821	8	28,96	29,26	29,11
9	46,91	3,52	0,0750	9	44,98	3,58	0,07955	9	32,89	32,05	31,04
10	53,10	2,85	0,0536	10	51,96	2,55	0,0491286	10	49,19	49,51	49,43
11	50,08	2,65	0,0529	11	46,23	1,46	0,0314743	11	30,92	31,34	31,30
12	37,43	0,72	0,0193	12	36,91	0,51	0,0138438	12	29,60	29,51	29,57
13	47,98	2,54	0,0529	13	44,79	2,69	0,0599765	13	28,53	28,90	29,54
14				14				14			
15	39,24	5,05	0,1286	15	33,03	4,06	0,1228368	15	23,20	23,96	23,97
16	39,74	1,35	0,0339	16	38,10	1,50	0,0394356	16	23,43	23,94	24,30
17				17				17			
18	35,82	3,71	0,1036	18	33,64	3,94	0,1170567	18	21,70	21,60	21,69
19	38,79	4,43	0,1143	19	35,62	3,49	0,0978894	19	17,20	17,25	17,26
20	37,93	3,80	0,1001	20	36,91	3,03	0,0822241	20	21,09	22,25	23,66
21	36,41	2,49	0,0684	21	33,64	1,52	0,0452748	21	17,01	17,13	18,10
22	33,81	3,02	0,0893	22	32,61	2,47	0,0758819	22	22,74	23,09	22,93
23				23				23			
Máximo	54,56	23,75	0,57	Máximo	53,30	27,12	1,19	Máximo	49,19	49,51	49,43
Mínimo	28,66	0,72	0,02	Mínimo	22,87	0,22	0,01	Mínimo	16,72	16,61	16,60

A Figura 1 apresenta os perfis de distribuição de temperatura, nos quais, os valores de temperatura sempre foram superiores às 13:00. Pode-se observar também que em todas o horário das 07:00 apresentou valores superiores em relação aos das 18:00, com exceção da Estufa C. Isso possivelmente deveu-se a algum erro de leitura, ou devido ao fato, de ter ocorrido várias quedas dos alvos, fator que deverá ser aprimorado para uma melhor coleta de dados.

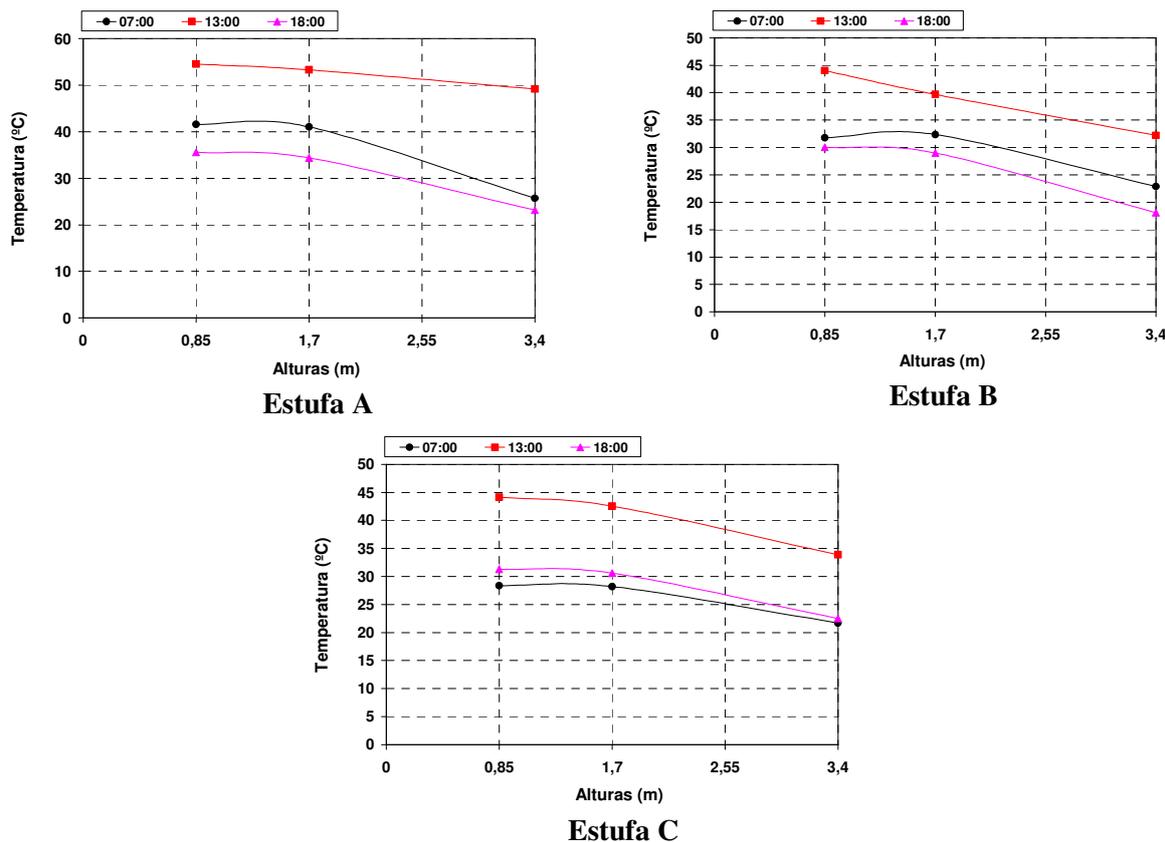


Figura 1. Perfil de distribuição de temperatura para as estufas A, B e C e nas respectivas alturas verticais de posicionamento dos alvos (0,85, 1,70 e 3,40 m).

**CONCLUSÃO:** Os dados coletados permitiram concluir que houve uma grande variabilidade nos valores de temperatura no interior das estufas, principalmente para o horário de 13:00, cujos dados serão importantes para uma modelagem computacional desses perfis de modo a obter ao longo do espaço vertical e do tempo valores de estimativa de temperatura.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AL JAMAL, K. Greenhouse cooling in hot countries. *Energy*, v.19, n.11, p.1187-1992, 1994.
- EVANGELISTA, A. W. P. Efeito da cobertura plástica de casa -de-vegetação sobre os elementos meteorológicos em lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.4, p.952-957, 2001.
- FURLAN, R. A. Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambiente protegido. Piracicaba, 2001, 146 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, M. R. V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: Vantagens e desvantagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.8, p.1049-60, 1995.
- VASQUEZ, M. A. N., FOLEGATTI, M. V., DIAS, N. S. Effect of greenhouse cultivated with melon crop under meteorological elements and its relationship with external conditions. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2005.