

**ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR PROVOCADAS  
PELO USO DE ESTUFA PLÁSTICA**

**CHANGES IN AIR TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY UNDER PLASTIC  
COVERING GREENHOUSE CONDITIONS**

José Renato Bouças Farias<sup>1</sup>, Homero Bergamaschi<sup>2</sup>, Sérgio Roberto Martins<sup>3</sup>,  
Moacir Antônio Berlato<sup>4</sup> e Ana Cláudia Barbeche Oliveira<sup>5</sup>

**RESUMO**

Em experimento conduzido no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), de agosto de 1989 a janeiro de 1990, com feijão-de-vagem em estufa plástica de polietileno de baixa densidade (*PEBD*), avaliou-se os efeitos desta cobertura sobre a temperatura e a umidade relativa do ar. Comparando-se as médias por decêndio, observou-se que os valores internos e externos ficaram muito próximos. Com relação à umidade relativa, verificaram-se as maiores médias das máximas e as menores médias das mínimas no interior da estufa, diferindo em média, respectivamente, 2,19 e 5,78 % dos valores observados externamente. No que diz respeito à temperatura do ar, observou-se que o maior efeito da cobertura plástica ocorreu sobre as máximas, fazendo com que a média destas por decêndio ficasse entre 1,2 e 4,4 °C acima da verificada a céu aberto. Os valores médios, internos e externos, de temperatura mínima foram muito semelhantes. De outra forma, analisando-se os valores de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes condições atmosféricas (dia claro, encoberto com chuva e encoberto sem chuva), observou-se que o efeito da cobertura está intimamente relacionado com estas condições.

**Palavras chave:** Estufa, cobertura plástica, temperatura do ar, umidade do ar.

---

<sup>1</sup> Engº Agrº, Dr., CNPSo/EMBRAPA, Londrina/PR, Caixa Postal 1061, CEP 86001-970.

<sup>2</sup> Engº Agrº, Dr., Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre/RS, Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Engº Agrº, Dr., Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL, Pelotas/RS, Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Engº Agrº, Dr., Faculdade de Agronomia/UFRGS, IPAGRO/SAA, Porto Alegre/RS, Bolsista do CNPq.

## SUMMARY

Experiments carried out at the Federal University of Pelotas, state of Rio Grande do Sul, South Brazil, from August 1989 to January 1990, with green beans grown in a low density polyethylene (*PEBD*) plastic greenhouse were used to evaluate the effect of this type of covering on the air temperature and relative humidity. Comparing the average temperature at each ten days periods it was found that the internal and external values were very similar. Concerning the relative humidity higher averages for maximum and lower averages for minimum were observed inside the greenhouse differing 2.19% and 5.78% respectively of the values observed externally. The highest effect of the plastic covering was observed on the maximum air temperature, increasing its average, in a ten days periods, between 1.2 to 4.4°C above the temperature observed outside. The average values of internal and external minimum temperature were very similar. When the values for temperature and relative humidity were analysed under different weather conditions (sunny, cloudy with rain, and cloudy without rain) it was observed that the effect of the plastic covering is closely correlated with these conditions.

**Key words:** Greenhouse, plastic covering, air temperature, air humidity.

## INTRODUÇÃO

O uso de plásticos na agricultura tem sido uma alternativa na proteção das culturas frente às adversidades climáticas, principalmente em regiões onde o clima é limitante. No Sul do Brasil, em especial no Rio Grande do Sul, o clima constitui-se num fator altamente limitante à produção de olerícolas, em especial a temperatura do ar, tornando-o dependente do abastecimento pelos grandes centros produtores do País.

Apesar de inúmeras vantagens, a estufa plástica se comporta insatisfatoriamente do ponto de vista térmico, uma vez que durante o período diurno ocorrem temperaturas elevadas, que dificilmente são evitadas com a ventilação natural e, à noite, com frequência, ocorrem temperaturas inferiores às críticas das plantas cultivadas (MARTINEZ GARCIA, 1986).

O efeito da estufa sobre a temperatura do ar está intimamente relacionado com o seu efeito sobre o balanço de energia, sendo, portanto, dependente dos fatores que definem seu comportamento com relação a este

---

<sup>5</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, M. Sc., Faculdade de Agronomia/ UFPel, Pelotas/RS.

balanço (MARTINEZ GARCIA, 1978; PRADOS, 1986), tais como condições da superfície da cobertura e do ângulo de incidência da radiação solar sobre a cobertura. Além destes, outros fatores podem, também, alterar o efeito da cobertura sobre a temperatura do ar, como o tipo de solo e, principalmente, o tamanho da estufa e seu volume (SEEMAN, 1979).

A radiação solar que penetra para o interior da estufa é parcialmente absorvida pelo solo, plantas e objetos, sendo parte convertida em energia térmica (radiação de onda longa). Esta radiação térmica é irradiada para o espaço e, ao atingir algum material opaco (como deveria ser a cobertura plástica), fica retida neste ambiente, propiciando uma elevação da temperatura do ar. Este fenômeno é conhecido como "efeito estufa" (TAPIA, 1981). Para se conseguir um satisfatório efeito estufa, segundo GONZALES (1985), o material de cobertura deve transmitir a maior proporção possível de radiação solar ( $0,3$  a  $3 \mu\text{m}$ ) e a menor proporção possível de radiação térmica na banda do infravermelho longo, especialmente no intervalo de comprimento de onda de  $8$  a  $14 \mu\text{m}$ , em que a atmosfera terrestre é mais "permeável".

Atualmente, o material plástico mais empregado na agricultura a nível mundial e o único existente no Brasil para este fim é o polietileno de baixa densidade (*PEBD*), que apresenta uma boa transparência à radiação solar (deixa passar cerca de  $70$  a  $90 \%$  da radiação de onda curta incidente), porém apresenta uma elevada permeabilidade à radiação de onda longa, permitindo a passagem de até  $80 \%$  (TAPIA, 1981). Devido a esta elevada permeabilidade do *PEBD* à radiação de onda longa tem-se, muitas vezes, um efeito contrário ao desejado, ou seja, valores de temperatura no interior da estufa inferiores aos verificados a céu aberto, fenômeno que é conhecido por "inversão térmica" (TAPIA, 1981; DE VILLELE, 1989).

Os valores de umidade relativa do ar no interior das estufas são muito variáveis e estão intimamente relacionados aos valores de temperatura do ar. Assim para um mesmo conteúdo de vapor d'água no ar, a umidade relativa é inversamente proporcional à temperatura (SEEMAN, 1979; PRADOS, 1986). Desta forma, durante o período diurno, com o aumento da temperatura, a umidade relativa diminui no interior da estufa, tornando-se pouco inferior à verificada externamente. Porém, durante à noite, a umidade relativa aumenta bastante, chegando quase sempre a  $100 \%$  logo antes do nascer do sol, devido à queda acentuada de temperatura verificada neste período, no interior da estufa, e a retenção de vapor d'água pela cobertura (TANAKA & GENTA, 1982; PRADOS, 1986).

O conteúdo de vapor d'água do ar no interior da estufa é, também, muito influenciado pela evapotranspiração, que eleva a tensão de vapor d'água do ar no ambiente (PRADOS, 1986). A pequena permeabilidade do filme plástico ao vapor d'água ( $18 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  a  $38 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $90 \%$  de umidade relativa) somado à

baixa renovação do ar interno, provocam um acúmulo de vapor d'água, difícil de ser removido (ROBLEDO & MARTIN, 1981; BAILEY, 1985). Sistemas de ventilação eficientes são necessários para a remoção deste vapor d'água (SEEMAN, 1979).

PRADOS (1986), observou que os valores médios de umidade relativa do ar no interior de estufa de *PEBD*, são similares aos observados a céu aberto. Porém, analisando a sua evolução ao longo do dia, verificou grandes variações no interior de estufas, com valores elevados à noite (próximos a 100%) e muito baixos durante o período diurno (próximos a 20%).

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos da cobertura de estufa com polietileno de baixa densidade, sobre a temperatura e a umidade relativa do ar, bem como caracterizar esses efeitos sob diferentes condições atmosféricas externas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de setembro de 1989 a janeiro de 1990, no Campus da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), localizado no município de Capão do Leão, RS, a uma latitude de 31°52'32" S, longitude 52°21'24" W e a uma altitude de 13 m. O clima de região é *Cfa* na classificação de Köppen, isto é, clima temperado, de chuvas bem distribuídas e verão quente (MOTA et al., 1975).

O trabalho foi conduzido no interior de uma estufa plástica do tipo "capela" (com as duas abas da cobertura iguais), formando 15° com a horizontal, com área de 500 m<sup>2</sup> (10 x 50 m) e um volume aproximado de 1275 m<sup>3</sup>, disposta no sentido norte-sul, com estrutura de madeira e cobertura de filme de polietileno transparente de baixa densidade (*PEBD*), com aditivo antiultravioleta e espessura de 0,1 mm. As laterais da mesma eram móveis, permitindo total manuseio para abertura ou fechamento. A estufa foi mantida completamente fechada durante a noite (das 18 às 8 horas) e aberta, lateralmente, de dia (das 8 às 18 horas).

Foi utilizada a cultivar de feijão-de-vagem Favorito Ag-480, do grupo macarrão. A semeadura foi realizada dia 31 de agosto de 1989. Como a cultivar é de porte alto e de hábito de crescimento indeterminado, foi realizado tutoramento com fios de rafia dispostos verticalmente em cada planta desde o solo, fixados por estacas de bambu, até uma altura de 2 m, presos a um fio de arame estendido horizontalmente ao longo da estufa.

Foi empregado um sistema de irrigação localizada, composto por mangueiras flexíveis de polietileno, perfuradas manualmente de acordo com os espaçamentos entre plantas, apresentando uma vazão média por orifício de 6,0 l/h.

Para caracterizar o ambiente externo, coletou-se, na Estação Agroclimatológica da UFPel/EMBRAPA, situada cerca de 600 m do local do experimento, observações de precipitação pluviométrica, radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, efetuadas durante o período de realização do experimento.

No interior da estufa plástica, a temperatura ( $T$ ) e a umidade relativa do ar ( $UR$ ) foram registradas continuamente, ao longo de todo o experimento, em termohigrógrafo da marca *Wilh Lambrecht*, de registro semanal, instalado em abrigo meteorológico no centro da estufa, a 1,5 m da superfície do solo. Os valores médios diários foram obtidos pelas seguintes expressões:

$$T_{media} = (T_9 + 2T_{21} + T_{max} + T_{min})/5$$

$$UR_{media} = (UR_9 + UR_{15} + 2UR_{21})/4$$

onde o número subscrito corresponde à hora de realização da medida.

O déficit de saturação ( $DS$ ) e a tensão atual de vapor d'água do ar ( $e$ ) foram obtidos a partir dos valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, com o emprego das seguintes equações:

$$DS = e_0 - e$$

$$e = e_0 (UR/100)$$

onde  $UR$  é a umidade relativa média do ar (%) e  $e_0$  a tensão de saturação ( $KPa$ ), obtida pela equação de Tetens, na forma:

$$e_0 = [(4,58)10^a]/7,6$$

onde:

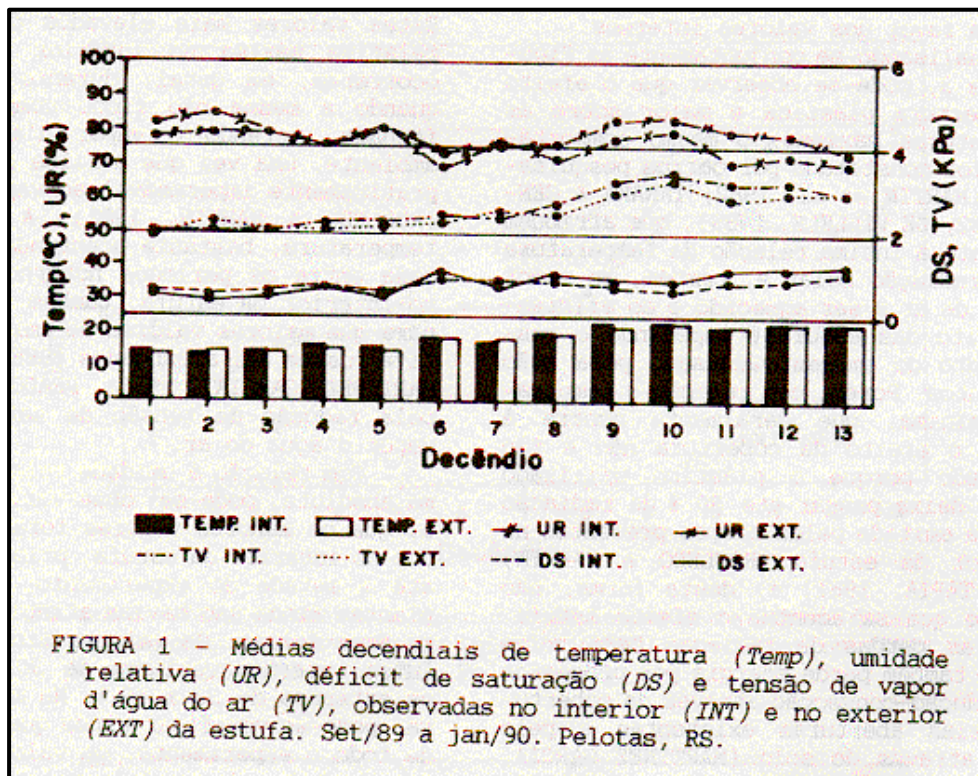
$$a = 7,5T/(237,3 + T)$$

sendo  $T$  a temperatura média do ar ( $^{\circ}C$ )

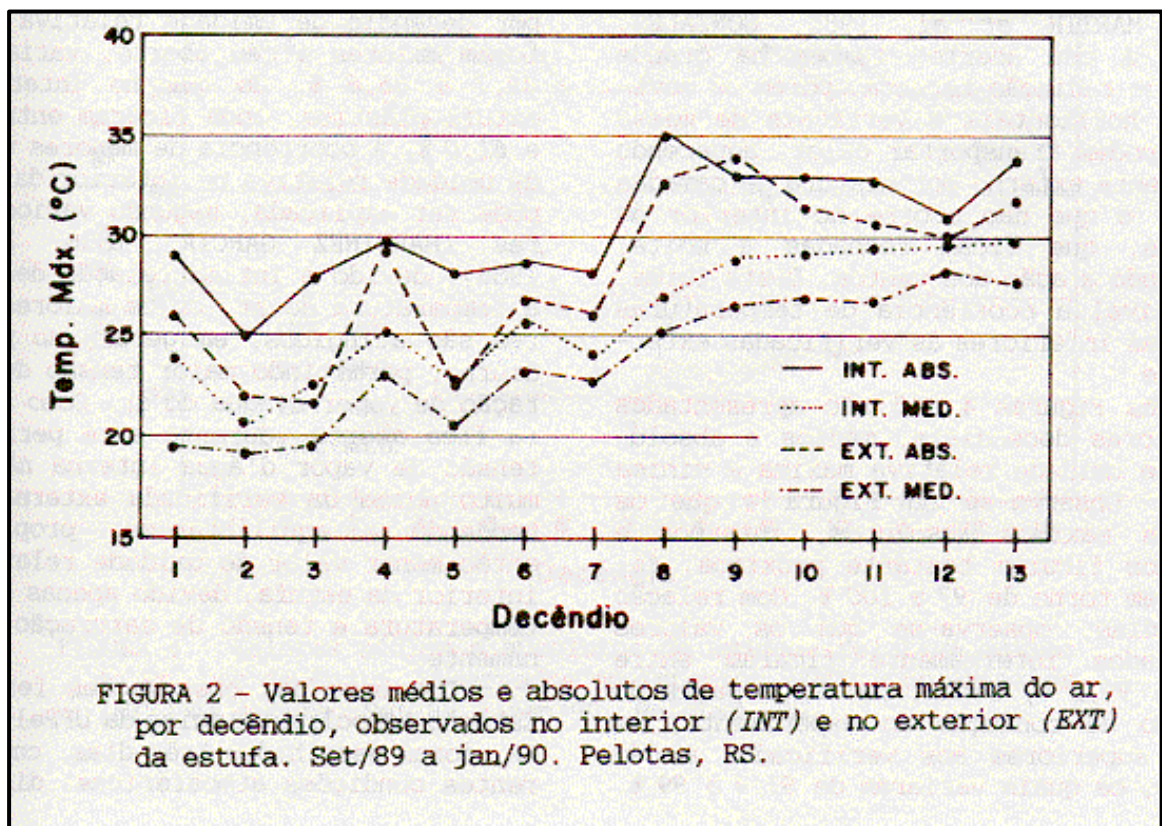
A partir dos dados coletados na Estação, escolheu-se determinados dias, com diferentes condições atmosféricas, ou seja, dia claro (29 de setembro), encoberto com chuva (12 de outubro) e encoberto sem chuva (2 de outubro). Nestes dias, foram cotadas nos gráficos dos termohigrógrafos (interno e da estação), os valores de temperatura e umidade relativa do ar, em intervalos de duas horas, calculando-se o déficit de saturação e a tensão de vapor d'água do ar nesses horários.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

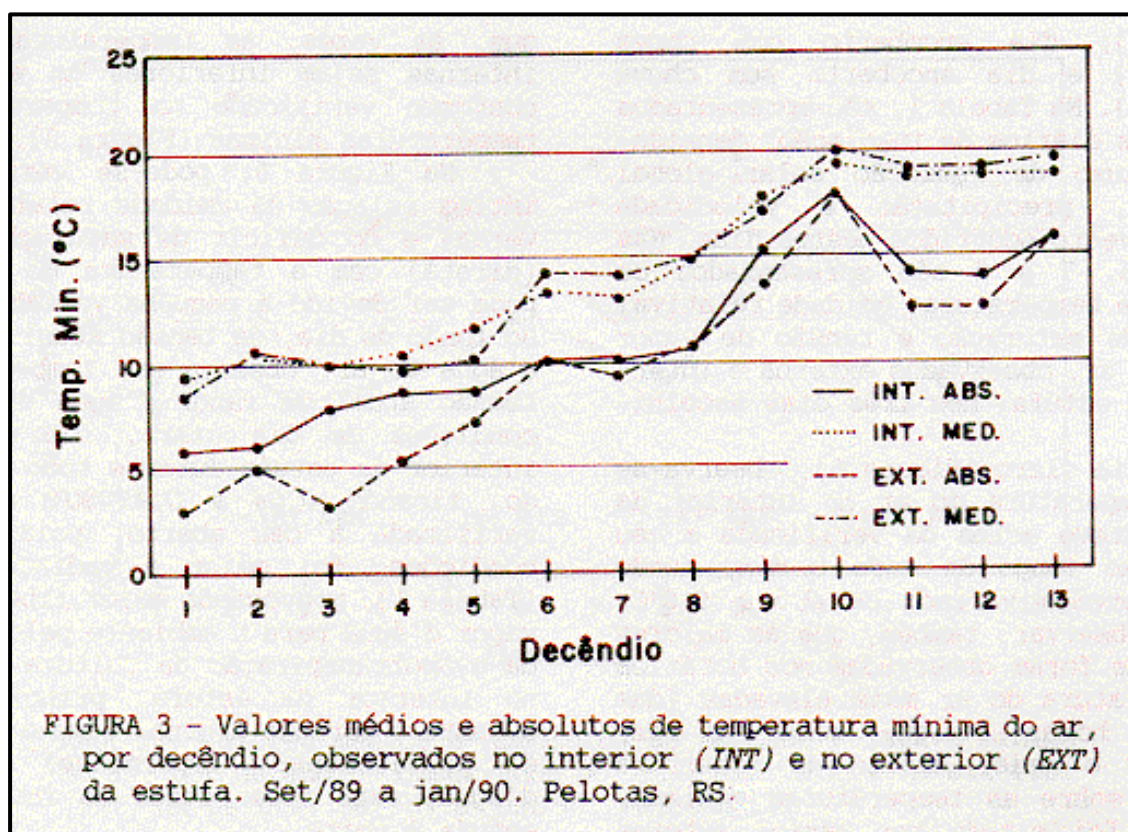
Os valores médios por decêndio de temperatura, umidade relativa, déficit de saturação e tensão de vapor d'água do ar, são apresentados na Figura 1. Observa-se que não ocorreram grandes diferenças entre os valores verificados interna e externamente. A temperatura do ar apresentou uma tendência natural de elevar-se à medida que se aproximou o verão, tendo a diferença entre os valores observados interna e externamente ficado entre  $-0,6$  e  $1,1^{\circ}\text{C}$ . Devido a similaridade das temperaturas, os valores de tensão de saturação, em ambos os ambientes, ficaram muito próximos. O déficit de saturação de vapor d'água do ar e a umidade relativa do ar apresentaram comportamento muito semelhante, porém inverso, variando, quase que exclusivamente, em função da tensão de vapor d'água do ar, face à semelhança entre as médias de temperatura do ar dos dois ambientes. No início do experimento, quando a cultura estava pouco desenvolvida, os valores internos de umidade relativa do ar foram inferiores aos observados externamente, ocorrendo, em seguida, um período de equilíbrio entre os dois ambientes. Após o sétimo decêndio, os valores internos mostraram-se superiores aos observados externamente. Neste período, a cultura bastante desenvolvida liberou maior volume de água pela transpiração e, também, pela maior frequência de irrigação (devido ao maior consumo de água pela cultura), provocando um aumento da tensão de vapor d'água interna e, conseqüentemente, da umidade relativa do ar no interior da estufa, acentuada pela pequena renovação da massa de ar.



Na Figura 2 são apresentados os valores médios e absolutos, por decêndio, de temperaturas máximas do ar, do interior e exterior da estufa. Verifica-se que, ao longo de todo o experimento, as médias das temperaturas máximas do ar foram maiores no interior da estufa, diferindo de 1,2 a 4,4°C da observada externamente. Com relação aos valores de temperatura máxima absoluta do ar, observados por decêndio, verificou-se que somente em um ponto (decêndio 9), ocorreu temperatura máxima absoluta externa maior, ficando 0,8°C acima da verificada internamente, sendo que na maior parte do período, os valores internos foram superiores aos externos, de 0,5 a 6,4°C.



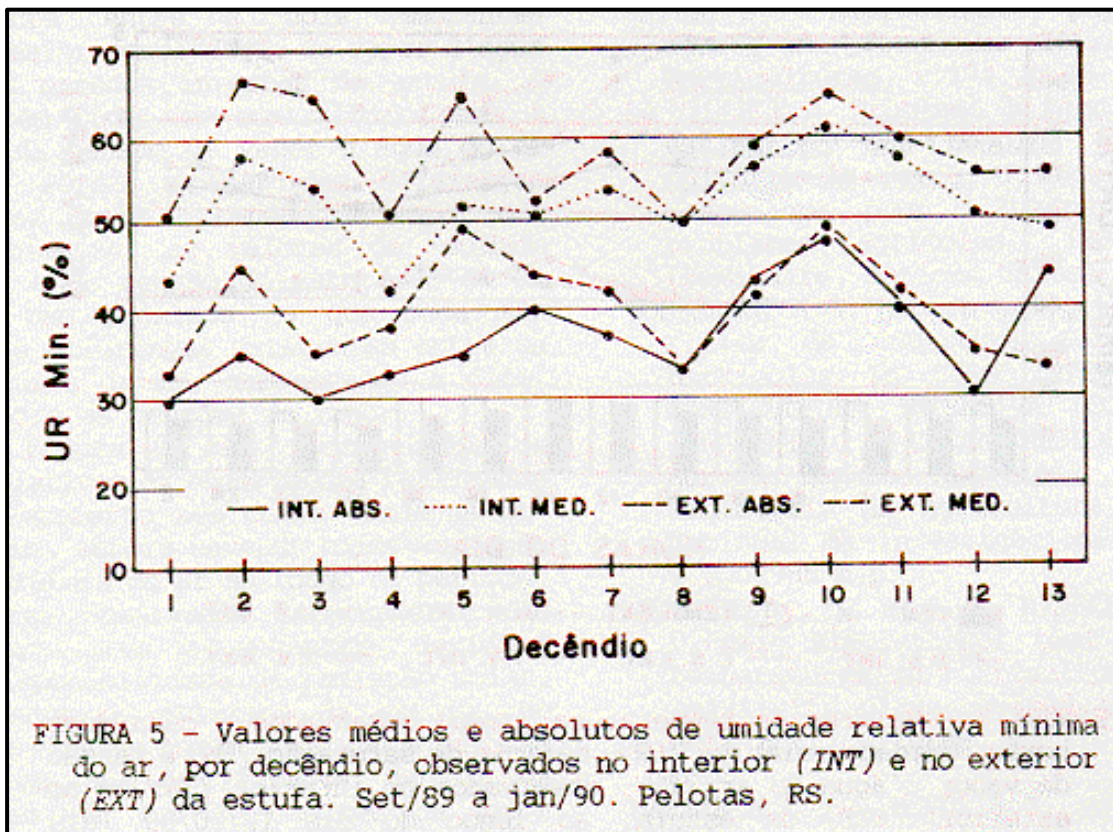
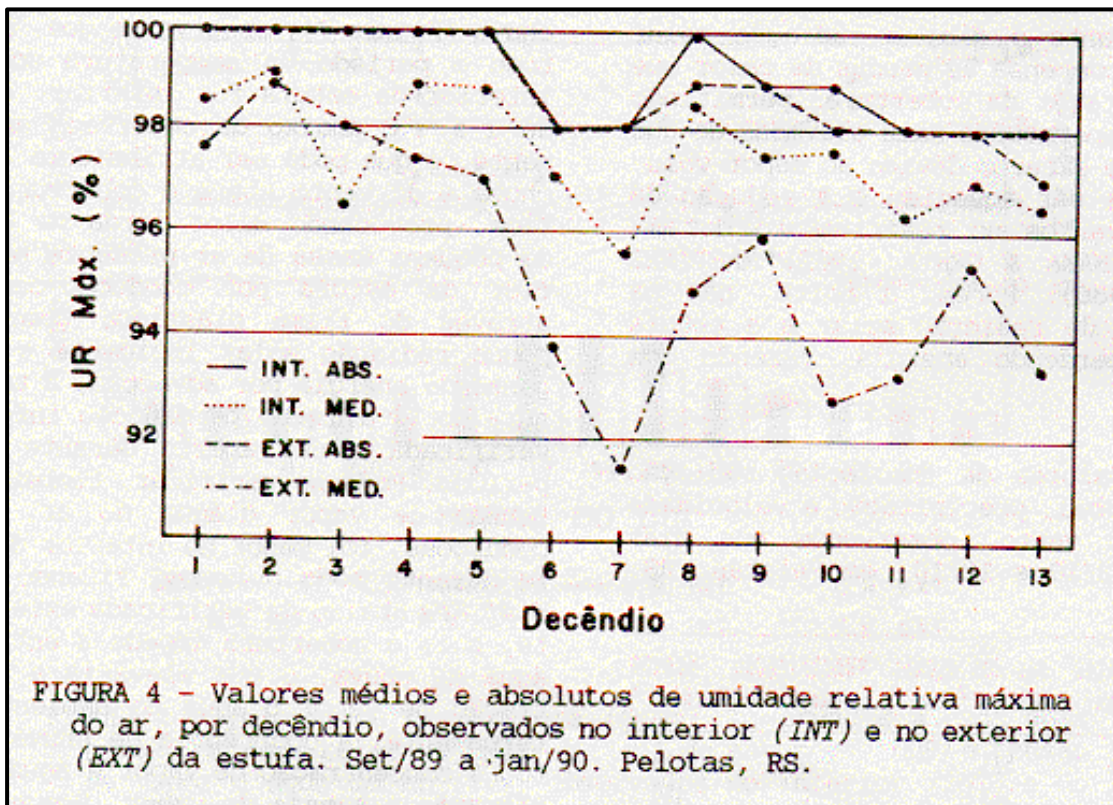
Na Figura 3 são apresentados os valores médios e absolutos, por decêndio, de temperaturas mínimas do ar do interior e exterior da estufa. Observa-se que, em nenhum momento, a temperatura mínima absoluta do ar verificada internamente foi inferior à ocorrida externamente, sendo que a diferença entre elas variou de 0 a 4,6°C. Porém, analisando-se os valores médios por decêndio, não se verifica nenhum comportamento marcante nas diferenças observadas entre os dois ambientes, variando estas de -1,0 a 1,4°C a favor dos valores internos.



Analisando-se conjuntamente as Figuras 2 e 3, pode-se observar que o efeito da cobertura plástica é maior sobre as temperaturas máximas. O mesmo comportamento foi constatado por outros pesquisadores (MARTIN *et al*, 1982; TANAKA & GENTA, 1982; DE VILLELE, 1989), que atribuem este fato à íntima relação da temperatura com a radiação solar e, também, ao menor volume de ar a ser aquecido e ao eficiente efeito das estufas, impedindo o resfriamento do ambiente causado pela ação dos ventos. Porém, com relação à temperatura mínima, que geralmente ocorre à noite, o efeito da cobertura não é tão acentuado porque o plástico utilizado (PEBD) deixa passar até 80 % da radiação térmica emitida pelos corpos presentes no interior da estufa (ROBLEDO e MARTIN, 1981; TAPIA, 1981) e, desta forma, não permite que se acentue o efeito estufa. Afora as perdas de radiação térmica, a estufa também perde energia por processos de condução-convecção através da cobertura, pelas aberturas existentes e pelo fluxo através do solo (MARTINEZ GARCIA, 1978; MARTIN *et al*, 1982, GONZALES, 1985). A céu aberto, também há grande perda de radiação térmica, porém os movimentos horizontais e verticais de massa de ar podem transportar calor, aquecendo o ambiente externo por mistura de camadas de ar, o que não ocorre no interior de estufas, que ficam fechadas à noite, impedindo a ação dos ventos. Desta forma, é possível a ocorrência de temperaturas internas inferiores às verificadas



externamente.

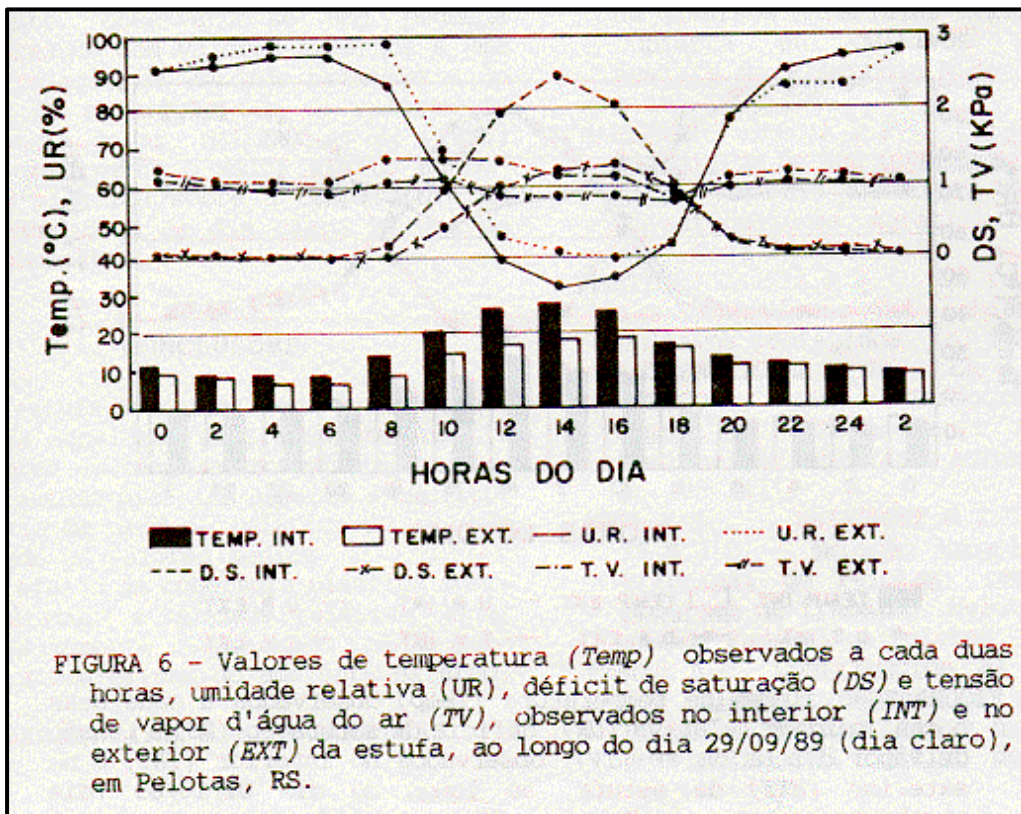


Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os valores decendiais, médios e absolutos, de umidade relativa máxima e mínima do ar. Observa-se na Figura 4 que os valores máximos absolutos, internos e externos ficaram bastante próximos, ficando em torno de 97 a 100 %. Com relação às médias, observa-se que os valores observados internamente ficaram entre 95,6 e 99,2 %, sendo, na maior parte do período de condução do experimento, um pouco superiores aos verificados a céu aberto, os quais variaram de 91,4 a 99 %. Estes valores mais elevados de umidade relativa máxima no interior da estufa ocorreram, em geral, durante à noite, quando a mesma não ficou completamente fechada, retendo o vapor d'água neste ambiente, uma vez que o filme plástico é praticamente impermeável ao vapor d'água (ROBLEDO & MARTIN, 1981). A queda de temperatura, bastante acentuada, verificada entre os períodos noturno e diurno no interior da estufa, também contribuiu para que maiores valores de umidade relativa fossem ali alcançados (SEEMAN, 1979; MARTINEZ GARCIA, 1986; PRADOS, 1986), pela redução da tensão de saturação de vapor d'água do ar.

Com relação à umidade relativa mínima absoluta, pode-se observar, na Figura 5, que os menores valores foram observados no interior da estufa, principalmente até a metade do experimento, quando as plantas ainda não haviam atingido a máxima área foliar. Os valores mínimos absolutos internos variaram de 30 a 48 %, e os externos de 33 a 49 %. Na mesma figura, pode-se verificar ainda que, ao longo de todo o experimento, os valores médios por decêndio de umidade relativa mínima foram maiores a céu aberto, variando de 49,7 a 66,6 %, do que no interior da estufa plástica, onde ficaram entre 42,1 e 61,0 %. A ocorrência de menores valores de umidade relativa no interior da estufa pode ser explicada, segundo vários autores (MARTINEZ GARCIA, 1986; PRADOS, 1986), devido à íntima relação desta com a temperatura do ar, cujos maiores valores são atingidos, em geral, no período diurno, permitindo maior tensão de saturação de vapor d'água do ar. Como a estufa fica aberta durante este período, a tensão de vapor d'água interna não fica muito acima da verificada externamente, tendendo a equilibrar-se, propiciando então menor valor de umidade relativa no interior da estufa, devido apenas à maior temperatura e tensão de saturação internamente.

Com base nas observações feitas na Estação Agroclimatológica da UFPel/EMBRAPA, foram escolhidos três dias, com diferentes condições atmosféricas: dia claro (29/09/89); dia encoberto com chuva (12/10/89) e dia encoberto sem chuva (02/10/89). Na Tabela 1, são apresentados os valores diários de insolação, densidade de fluxo de radiação solar global incidente, precipitação e velocidade média do vento ocorridos nestes dias. Nas Figuras 6, 7 e 8 são apresentados os valores de temperatura, umidade relativa, déficit de saturação e tensão de vapor d'água do ar, observados externa e internamente à estufa, nos três dias

escolhidos.



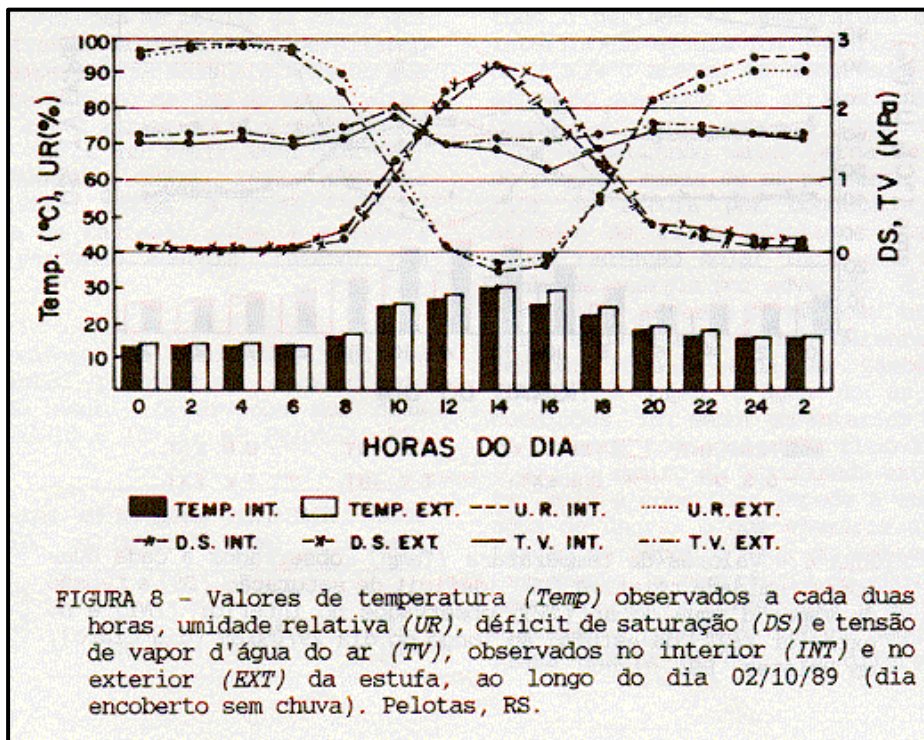
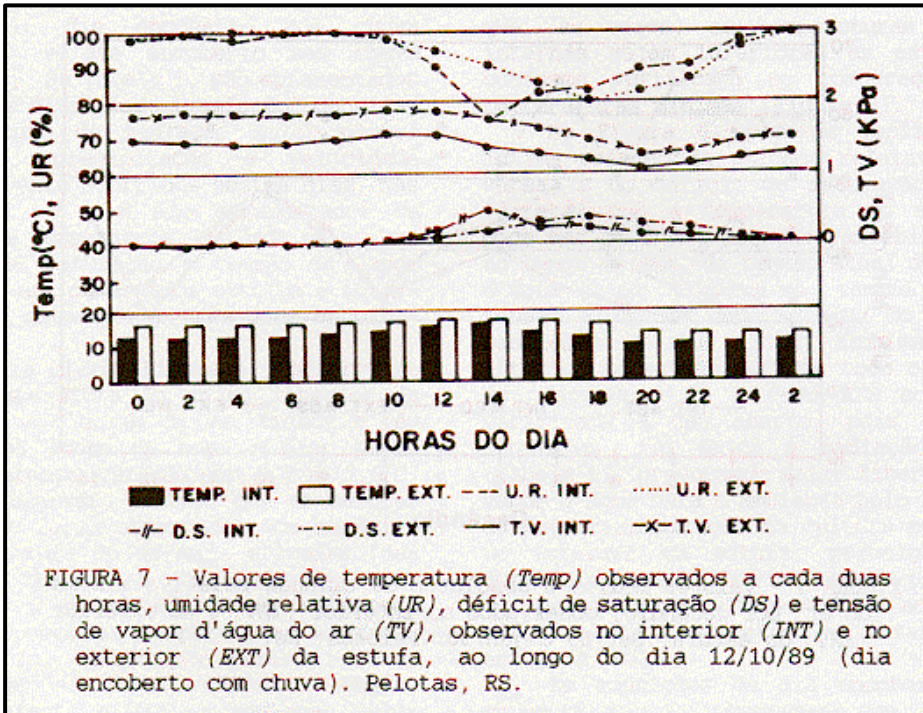
Em dia claro (Figura 6), observa-se que a temperatura do ar no interior da estufa esteve acima da verificada a céu aberto, ao longo de todo o dia, tendo esta diferença variado de 0,5 a 9,0°C. Pode-se observar, também, que as maiores diferenças foram observadas nos horários de temperatura do ar mais elevadas (das 12 às 16 horas), o que, mais uma vez, evidencia o maior efeito da cobertura plástica sobre as temperaturas máximas, conforme foi citado por vários autores (MARTIN *et al*, 1982; TANAKA & GENTA, 1983). Durante o dia, a radiação solar incidente compensa as perdas de calor que ocorrem através da cobertura, permitindo atingir temperaturas mais elevadas do que no ambiente externo devido ao menor volume de ar a ser aquecido e à redução da ação dos ventos no resfriamento do ambiente (TANAKA & GENTA, 1982; MARTINEZ GARCIA, 1986). Porém, à noite, não há incidência de radiação solar e a estufa continua perdendo energia, fazendo com que, às vezes, as temperaturas do ar internas sejam inferiores às externas, conforme verificado na comparação das temperaturas mínimas (Figura 3).

Na Figura 6, pode-se verificar a íntima relação da umidade relativa (inversa) e do déficit de saturação do ar (direta) com a temperatura do ar, que pode ser devido à pequena variabilidade, ao longo do dia, da tensão atual de vapor d'água do ar. Observa-se, também, que a tensão atual de vapor d'água do ar, em

condições de dia claro, foi maior no interior da estufa durante todo o período, ficando 0,04 a 0,43 KPa acima da verificada a céu aberto, pois, nestas condições, foi maior a radiação solar (Tabela 1), provocando maior liberação de vapor d'água para o ambiente pelo aumento da evapotranspiração da cultura presente no interior da estufa, principalmente durante o período diurno. Como o plástico é praticamente impermeável ao vapor d'água, este fica retido no interior da estufa à noite.

Em condições de dia encoberto com chuva (Figura 7), observa-se que, durante todo o período, a temperatura do ar no interior da estufa foi inferior, ficando de 1 a 4°C abaixo da observada externamente, o que pode ser atribuído à ação da chuva e do vento sobre a cobertura plástica, provocando maior perda de energia da pequena massa de ar presente no interior da estufa por condução-convecção através do filme plástico. Como havia pouca radiação solar incidente e nenhum ganho de energia por advecção, a temperatura do ar interno permaneceu inferior à verificada a céu aberto durante todo o período. Pode-se verificar, também, que a tensão de vapor d'água do ar, nestas condições, foi menor no interior da estufa durante todo o tempo, ficando 0,18 a 0,45 KPa abaixo da verificada externamente, pois a cobertura impede a entrada da água da chuva, o que elevaria a concentração de vapor d'água do ambiente. Externamente, a ocorrência de chuva aumentou a concentração de vapor d'água do ar, elevando a tensão de vapor. Segundo MARTINEZ GARCIA (1978), a diferença de temperatura entre os dois ambientes provoca maior condensação do vapor d'água sobre as paredes internas da estufa, o que também pode ter contribuído para a redução da tensão de vapor d'água do ar interno. Porém, apesar das diferenças existentes entre a tensão de vapor nos dois ambientes, os valores de umidade relativa e de tensão de saturação do ar ficaram bem próximos, o que pode ser devido às diferenças existentes entre as temperaturas do ar, compensando a diferença entre as tensões de vapor.

Na Figura 8, são apresentados os dados relativos às observações realizadas em dia encoberto sem chuva. Pode-se observar que, embora havendo maior variação da temperatura do ar ao longo do período, os valores observados internamente não foram superiores aos externos, devido à pouca disponibilidade de radiação solar, ainda menor no interior da estufa. No ambiente externo foram observados valores superiores aos verificados dentro da estufa em até 4,5°C. A tensão de vapor d'água nos dois ambientes foi bastante semelhante, observando-se uma pequena superioridade dos valores externos e uma íntima relação da umidade relativa e do déficit de saturação com os valores de temperatura do ar. HALLEUX et al (1985) também observaram o maior efeito da cobertura plástica sobre a temperatura do ar em condições de dia claro do que em dias encobertos.



## CONCLUSÕES

A estufa de polietileno transparente de baixa densidade altera acentuadamente os valores da temperatura máxima do ar.

A estufa plástica aumenta a amplitude diária da umidade relativa do ar, não alterando os valores médios.

O efeito da cobertura plástica sobre a temperatura e umidade relativa do ar está intimamente relacionado com as condições atmosféricas do ambiente externo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY,B.J. Microclimate, physical processes and greenhouse technology. Acta Horticulturae, v.174, p.35-42, 1985.

De VILLELE,O. Probleme de bioclimatologie estimation des besoins en eau des cultures de serre. France: Comission economique pour l'Europe /Comité des problemes agricoles, 1989. 16 p. (Seminaire, Nations Unies)

GONZALES, A.M. Ahorro energetico y materiales de cobertura para cultivos horticolas. In: CURSO INTERNACIONAL DE HORTICULTURA INTENSIVA (COMESTIBLE Y ORNAMENTAL) EN CLIMAS ARIDOS, IV, 1985, Murcia, España, Apostilas..., Murcia: Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. v.2. 1985 n.p..

HALLEUX,D., DELTOUR,J., NIJSKENS,J. et al Dynamic simulation of heat fluxes and temperatures in horticultural and low emissivity glass-covered greenhouses. Acta Horticulturae, v. 170, p. 91-96, 1985.

MARTIN,E.C., NOVOA,A.C., GOMES,S.J. Estudio comparativo de las propiedades de diversos materiales utilizados como cubierta en cultivos protegidos. Revista de Plásticos Modernos, v.308, p.185-189, 1982.

MARTINEZ GARCIA,P.F. Características climáticas de los invernaderos de plástico. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-INIA, 1978. 48p. Hoja Técnica, 19.

MARTINEZ GARCIA,P.F. La regulación de las condiciones del ambiente en los cultivos protegidos. In: FERIA TECNICA INTERNACIONAL DE LA MAQUINARIA AGRICOLA, 1986. Zaragoza, Espana. Anais..., Zaragoza: Asociación Nacional de Ingenieros Agronomos, 1986. p. 135-147.

- MOTA,F.S., BEIRSDORF,M.I.C., ACOSTA,M.J.C. **Estação Agroclimatológica Principal de Pelotas: realizações e programa de trabalho.** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. 1975, 72 p.
- PRADOS,N.C. **Contribución al estudio delos cultivos enarenados en Almeria: necesidades hídricas y extracción del nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno.** Almeria, Espana, 1986. 195p. Tesis (Doutorado em Fitotecnia), Caja Rural Provincial, Almeria. 1986.
- ROBLEDO,F.P., MARTIN,L.V. **Aplicación de los plásticos en la agricultura.** Madrid: Mundi-Prensa. 1981, 552 p.
- SEEMANN,J. Greenhouse Climate. In: SEEMAN, J. *et al...*, **Agrometeorology.** Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag,. 1979.p. 165-178.
- TANAKA,M., GENTA,H. **Control del medioambiente bajo invernadero y tunel plastico.** Salto, Uruguay: Estacion Experimental de Citricultura, 1982. 61p.
- TANAKA,M., GENTA,H. **Comparación de latemperatura en diferentes sistemas protegidos y materiales de cobertura de cultivos de primor.** Salto, Uruguay: Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerges"/ Estación Experimental de Citricultura, 1983, 24 p.
- TAPIA,G.J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de los Plásticos Modernos,** v. 295, p.75-82, 1981.