

ALTERAÇÕES MICROCLIMÁTICAS EM TÚNEIS BAIXOS COM PLÁSTICO PERFORADO NO CULTIVO DA RÚCULA EM ÉPOCA DE VERÃO E DE OUTONO

EDILAINE R. PEREIRA¹, IRAN J. O. SILVA², DANIELLA J. MOURA³

RESUMO: Este trabalho teve o objetivo de determinar as modificações ambientais causadas pelo uso de filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), em túneis baixos com perfurações de 0; 5; 10; 15 e 20% no desempenho da cultura da rúcula (*Eruca vesicaria sativa* (Mill) Thell) durante o verão e o outono. Como variáveis-resposta analisaram-se, para a época de verão, a umidade relativa do ar, a temperatura do ar e a produtividade. Para a época de outono, analisaram-se a temperatura e umidade relativa do ar, a temperatura do solo, a radiação solar global e a produtividade. Os resultados mostraram que as alterações microclimáticas ocorridas pela influência das perfurações no filme plástico tornaram o microclima no interior dos túneis baixos propício ao melhor desenvolvimento da cultura, tanto no verão como no outono, resultando em maior produtividade nos túneis baixos com perfuração de 15%, da ordem de 57% no verão e 50% no outono, quando comparado ao cultivo em ambiente externo.

PALAVRAS-CHAVE: *Eruca vesicaria sativa* (Mill) Thell, ambiente protegido, plasticultura.

MICROCLIMATE CHANGES IN LOW TUNNEL WITH PERFORATED PLASTIC CULTIVATED WITH ROCKET PRESS IN SUMMER AND FALL

SUMMARY: The purpose of this research was to determine the environmental changes that the low density polyethylene with different perforated film area (0; 5; 10; 15 and 20%) may cause on the rocket press culture (*Eruca vesicaria sativa* (Mill) Thell) during summer and fall time. The climate variables analyzed in the summer were air humidity, air temperature and yield. In the fall were analyzed humidity and air temperature, soil temperature, solar radiation and yield. The results showed the modification caused by the low tunnel with perforated plastic provided a microclimate inside the low tunnel better to development of rocket press culture, resulting in better yield in the low tunnel with 15% of perforated area when compared to other tunnel. When compared with outside, the yield inside the tunnel with 15% of perforated area was 57% more than outside in the summer and, 50% more than outside in the fall.

KEYWORDS: *Eruca vesicaria sativa* (Mill) Thell, greenhouse, plasticulture.

¹ Engenheira Agrícola MSc., Doutoranda, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13418-900, Piracicaba - SP, Fone: (0XX19) 3429.4217 - R: 237, e-mail: erpereir@carpa.ciagri.usp.br

² Engenheiro Agrícola, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP, e-mail: ijosilva@carpa.ciagri.usp.br

³ Engenheira Agrônoma, Prof. Dra., Depto. de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba - SP, e-mail: djmoura@carpa.ciagri.usp.br

Recebido pelo Conselho Editorial em: 15-4-2002

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 21-7-2003

TABELA 1. Médias horárias de temperatura do ar, durante a coleta de dados no experimento de verão, no intervalo das 11 às 15 horas.

Tratamento	Temperatura do Ar (°C)				
	11 horas	12 horas	13 horas	14 horas	15 horas
1 (testemunha)	32,5 c	34,2 c	35,3 c	35,6 d	35,3 c
2 (0%)	45,7 a	47,5 a	51,5 a	47,6 a	47,4 a
3 (5%)	39,1 b	41,2 b	42,8 b	42,8 bc	41,6 b
4 (10%)	38,5 b	41,0 b	44,9 b	42,5 bc	43,6 ab
5 (15%)	37,2 b	39,4 b	40,7 b	39,8 b	38,7 bc
6 (20%)	38,7 b	41,3 b	44,4 b	43,4 b	43,2 ab

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Para os dados coletados no período de outono (Tabela 2), além da diferença significativa observada entre a testemunha e os demais tratamentos, houve diferença significativa entre os diferentes níveis de perfuração e o tratamento com túnel sem perfuração, observando-se valores médios de temperatura do ar no ambiente protegido com perfurações no filme plástico em torno de 7 °C inferior ao túnel com 0% de perfuração.

TABELA 2. Médias horárias de temperatura do ar, durante a coleta de dados no experimento de outono, no intervalo das 11 às 15 horas.

Tratamento	Temperatura do Ar (°C)				
	11 horas	12 horas	13 horas	14 horas	15 horas
1 (testemunha)	25,6 d	27,0 d	27,7 d	28,0 e	27,9 e
2 (0%)	37,5 a	39,9 a	40,2 a	39,7 a	37,7 a
3 (5%)	34,5 b	36,2 b	36,1 b	35,7 b	34,2 bc
4 (10%)	33,7 b	36,0 b	36,3 b	36,8 b	34,8 b
5 (15%)	32,3 c	33,7 c	33,6 c	33,2 d	32,3 d
6 (20%)	31,8 c	34,0 c	34,3 c	34,5 c	33,4 c

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade

Baseando-se na análise estatística com teste de Tukey, a 1% de significância, com os dados observados na época de verão, os tratamentos que apresentaram maior valor de umidade relativa do ar foram os túneis com grau de perfuração 0; 5; 10; 15 e 20%, respectivamente. Pode ser notada uma diferença significativa entre os tratamentos-testemunha e o túnel sem perfuração (Tabela 3), evidenciando o fato de o ambiente com menor renovação de ar apresentar-se com elevada umidade relativa do ar.

Outra diferença significativa ocorreu com o tratamento sem túnel e o tratamento com 20% de área perfurada. Ao longo do período mais crítico do dia, ou seja, com temperatura mais elevada, verificou-se que as maiores diferenças dos valores médios diários de umidade relativa do ar ocorreram com o tratamento a 20% de perfuração, que apresentou valores superiores em 14,4% com relação ao ambiente externo, seguidos do tratamento a 15; 10 e 5%, que apresentaram valores superiores em 11,22; 10,02 e 6,32%, respectivamente.

TABELA 3. Médias horárias de umidade relativa do ar, durante a coleta de dados no experimento de verão, no intervalo das 11 às 15 horas.

Tratamento	Umidade Relativa do Ar (%)				
	11 horas	12 horas	13 horas	14 horas	15 horas
1 (testemunha)	56,1 c	49,1 d	45,4 c	43,5 c	44,5 c
2 (0%)	70,1 a	64,7 a	61,4 a	63,8 a	65,9 a
3 (5%)	66,7 ab	62,7 ab	57,0 ab	53,4 b	54,5 b
4 (10%)	61,3 bc	58,0 abc	53,3 b	53,5 b	49,7 bc
5 (15%)	61,6 abc	55,7 bcd	52,1 bc	49,6 bc	50,8 bc
6 (20%)	59,8 bc	53,5 cd	49,6 bc	47,5 bc	43,5 c

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Em se tratando da análise da umidade relativa do ar em época de outono (Tabela 4), algumas diferenças podem ser notadas. A variação média dos valores de umidade relativa no outono é bem menor que no verão, devido à menor variação da temperatura do ar no período analisado, fazendo com que não haja mais diferença significativa entre os tratamentos com túnel perfurado a 20% e o ambiente externo. A diferença significativa ainda permanece entre a testemunha e o tratamento com túnel sem perfuração num valor médio de umidade relativa que não ultrapassa 13%.

Assim, como comprovado por SANTOS et al. (2001), o efeito da cobertura plástica sobre a temperatura e a umidade relativa do ar está diretamente relacionado às condições atmosféricas do ambiente externo.

TABELA 4. Médias horárias de umidade relativa do ar, durante a coleta de dados no experimento de outono, no intervalo das 11 às 15 horas.

Tratamento	Umidade Relativa do Ar (%)				
	11 horas	12 horas	13 horas	14 horas	15 horas
1 (testemunha)	58,5 b	52,3 bc	48,9 bc	47,4 bc	47,3 c
2 (0%)	68,4 a	66,1 a	62,2 a	59,5 a	63,6 a
3 (5%)	58,0 b	53,4 b	52,1 b	51,4 b	52,4 b
4 (10%)	53,0 c	48,8 c	47,0 c	46,1 c	48,0 c
5 (15%)	55,6 bc	50,6 bc	49,7 bc	48,5 bc	49,4 bc
6 (20%)	57,3 bc	51,7 bc	49,4 bc	46,9 bc	49,1 bc

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Durante o outono; os valores de temperatura do solo foram sempre superiores à testemunha (Tabela 5). Tal fato pode ter sido causado pela cobertura de PEBD, através da reflexão da radiação de ondas curtas e pela baixa renovação de ar no interior do ambiente protegido, fazendo com que as camadas superficiais do solo tenham mais energia disponível do que em condições de campo. A temperatura média do solo, na profundidade de 10 cm e no interior dos túneis, foi em média 2 °C superior ao ambiente externo. Resultados semelhantes foram encontrados por SCHNEIDER et al. (1993), em análise da temperatura do solo no interior dos túneis baixos no cultivo da alface, no qual observaram valores superiores em 2,1 °C no interior dos túneis perfurados quando comparados ao ambiente externo.

TABELA 5. Médias horárias de temperatura do solo a 10 cm de profundidade, durante a coleta de dados de outono, no intervalo das 11 às 15 horas.

Tratamentos	Temperatura do Solo (°C)				
	11 horas	12 horas	13 horas	14 horas	15 horas
1 (testemunha)	22,2 c	23,0 e	23,7 e	24,2 e	24,6 c
2 (0%)	25,0 a	26,3 a	27,1 a	27,7 a	27,9 a
3 (5%)	23,9 b	24,9 c	25,8 c	26,3 c	26,6 b
4 (10%)	23,8 b	24,9 c	25,8 c	26,4 bc	26,6 b
5 (15%)	24,7 a	25,8 b	26,5 b	26,8 b	26,8 b
6 (20%)	22,5 c	23,5 d	24,3 d	24,7 d	24,9 c

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Quanto à radiação solar global incidente medida durante o outono, houve diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos com densidade a 0; 5; 10 e 15%, porém não houve diferença significativa entre a testemunha e o tratamento com 20% de perfuração nos horários mais críticos do dia (Tabela 6). No interior do túnel com maior densidade de perfuração, houve maior circulação do ar, o que provocou a remoção mais rápida da camada de água condensada sob o plástico, permitindo dessa maneira menores diferenças entre a quantidade interna de fluxo radiante incidente em ambos os tratamentos.

TABELA 6. Médias horárias de radiação solar global incidente, durante a coleta de dados de outono, no período das 11 às 14 horas.

Tratamento	Radiação Solar Global (W m ⁻²)			
	11 horas	12 horas	13 horas	14 horas
1 (testemunha)	669,7 a	665,2 a	658,8 a	547,3 a
2 (0%)	420,3 c	439,0 e	383,3 c	306,8 d
3 (5%)	427,0 c	475,1 de	463,0 b	338,4 cd
4 (10%)	516,6 b	560,2 bc	510,2 b	398,0 bc
5 (15%)	549,9 b	535,7 cd	502,8 b	423,9 b
6 (20%)	612,0 a	612,1 ab	590,7 a	502,7 a

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Quanto à produtividade, pode-se notar pelos resultados apresentados na Tabela 7 que houve variação entre os diversos níveis de perfuração dos túneis baixos e o cultivo sem cobertura. Durante o verão, o túnel coberto com plástico a 15% de área perfurada apresentou uma produção 57% maior do que a testemunha. Durante o outono, pode ser observada maior produtividade também no tratamento a 15%, obtendo-se uma produção 50% maior do que a da testemunha, o que vem comprovar resultados obtidos por MONTEIRO et al. (2000), que encontraram valores superiores de produção da alface no tratamento a 15%, durante a primavera.

TABELA 7. Produtividades média (kg m⁻²) e relativa (%) da rúcula ao final do ciclo, na época de verão e de outono.

Tratamento	Produtividade Média (kg m ⁻²)		Produtividade Relativa (%)	
	Verão	Outono	Verão	Outono
1 (testemunha)	2.385	2.955	100	100
2 (0%)	1.213	4.118	52	139
3 (5%)	3.821	4.268	127	144
4 (10%)	3.247	3.193	116	108
5 (15%)	4.793	4.431	157	150
6 (20%)	2.901	3.295	122	112

A superioridade do cultivo da rúcula em túneis baixos com plástico perfurado, tanto no verão como no outono, em relação ao cultivo convencional, ou seja, em canteiro sem cobertura, também pode ser evidenciada pelas Figuras 1 e 2.

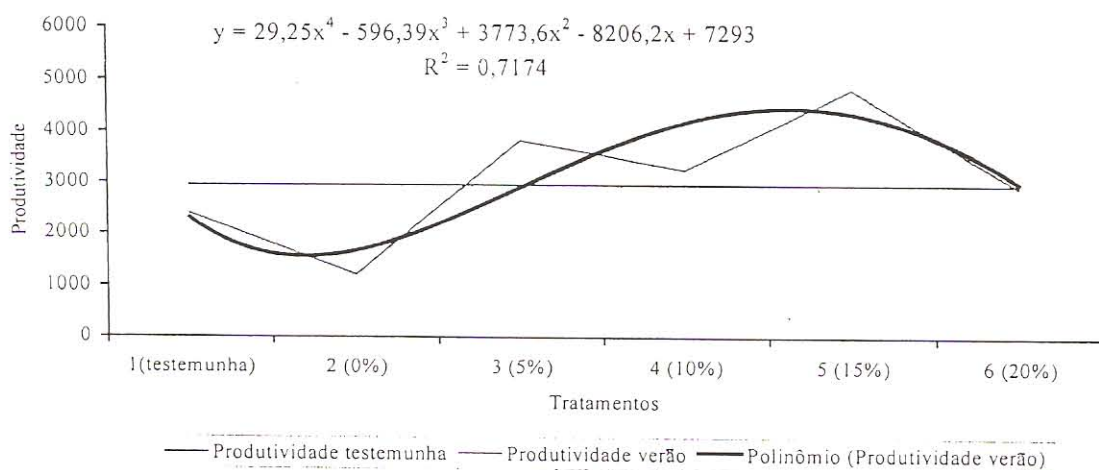


FIGURA 1. Produtividade de rúcula em época de verão.

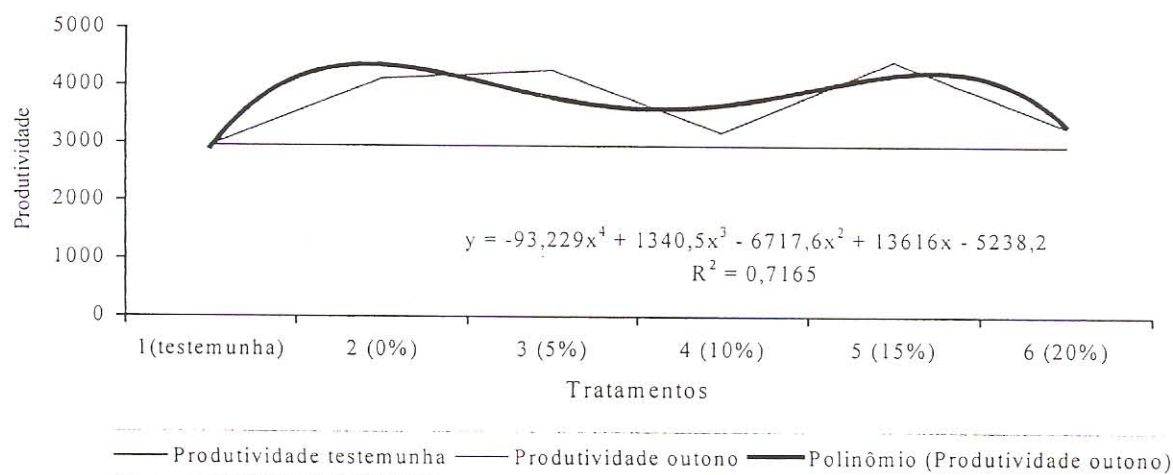


FIGURA 2. Produtividade da rúcula em época de outono.

CONCLUSÕES

A temperatura do ar no interior dos túneis baixos apresentou valores superiores à temperatura do ambiente externo tanto no verão quanto no outono. Todas as densidades de perfuração do filme de polietileno apresentaram diferença estatística com relação à testemunha.

No verão, os tratamentos que apresentaram maior umidade relativa média diária do ar foram os tratamentos a 0; 5; 10; 15 e 20%, respectivamente. No outono, os valores de umidade relativa do ar apresentaram-se com menores variações se comparados ao verão, demonstrando que o efeito da cobertura plástica sobre a temperatura e a umidade relativa do ar está diretamente relacionado às condições atmosféricas do ambiente externo.

A temperatura do solo, média horária, observada no interior do ambiente protegido em época de outono, apresentou-se superior à temperatura do canteiro sem a cobertura do túnel, em média 2,0 °C.

Para a radiação solar global, houve uma redução média de 26% no interior do ambiente protegido. Houve diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos a 5; 10 e 15%, o mesmo não acontecendo no tratamento a 20%.

Tanto no verão como no outono, a maior produtividade pôde ser observada no interior do ambiente com 15% de densidade de perfuração no filme plástico, apresentando uma produção maior em 57% no verão e 50% no outono se comparada à produção da cultura em ambiente externo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A. MEDEIROS, S.L.P. Modificação ambiental causada por túneis baixos de polietileno transparente perfurado cultivados com alface. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.23, n.3, p.261-6, 1993.
- CUNHA, N.S.; CELLA, W.L.; MANFRON, P.A.; SEEGER, S.O. Avaliação da temperatura do ar no interior de túneis baixos com diferentes tipos de coberturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 10., 1980, Campinas. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 1980. p.468-70.
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, S.R.; 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, v.1, n.1, p.51-62, 1993.
- MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. *A cultura da rúcula*. Piracicaba: ESALQ, 1998. 19 p.
- MONTEIRO, J.E.B.; SILVA, I.J.O.da; PIEDADE, S.M.S. Modificação da ambiência de túneis baixos com o uso de filmes plásticos perfurados. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, 236-7, jul. 2000.
- ROBLEDO, F.de P.; MARTIN, L.V. *Aplicacion de los plasticos en la agricultura*. Madrid: Mundial-Prensa, 1981. 553 p.
- STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L. Crescimento da alface em túneis baixos com filme de polietileno perfurado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.24, n.2, p.235-40, 1994.
- SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; BURIOL, G.A. Modificação na temperatura do solo causada por estufa de polietileno transparente de baixa densidade em Santa Maria-RS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, n.1, p.37-42, 1993.
- SGANZERLA, E. *Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos*. 6.ed. Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1995. 341 p.