

EFEITOS DA COBERTURA DO SOLO COM FILME DE POLIETILENO AZUL NO CONSUMO DE ÁGUA DA CULTURA DA ALFACE CULTIVADA EM ESTUFA¹

ALEXANDRE O. GONÇALVES², MARIA A. FAGNANI³, JOSÉ G. PERES⁴

RESUMO: A cobertura do solo é uma prática agrícola que visa, principalmente, a controlar as plantas invasoras, a diminuir as perdas de água por evaporação do solo e a facilitar a colheita e a comercialização, uma vez que o produto se torna mais limpo e sadio. Porém, ao se cobrir o solo, também são alterados parâmetros importantes do microclima e, conseqüentemente, a germinação das sementes, o crescimento das raízes, a absorção de água e nutrientes, a atividade metabólica das plantas e o armazenamento de carboidratos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da cobertura do solo com filme de polietileno azul no consumo de água da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). O experimento foi instalado em uma estufa convencional, no município de Araras – SP, e conduzido durante o período de 22-3-2001 a 1^o-5-2001. O consumo de água foi medido em dois lisímetros de pesagem instalados no interior da estufa. O espaçamento da cultura foi de 0,25 m x 0,25 m. Também foi avaliado o índice de área foliar (IAF) em seis épocas distintas e determinada a eficiência do uso de água (EU) ao final do ciclo da cultura. O delineamento estatístico foi o de blocos inteiramente casualizados, com dois tratamentos, “solo descoberto” e “solo coberto”. O consumo médio de água foi de 4,17 mm dia⁻¹ para o tratamento “solo descoberto” e de 3,11 mm dia⁻¹ para o tratamento “solo coberto”. O índice médio de área foliar não diferiu estatisticamente entre os tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: consumo de água, lisímetro de pesagem, plástico.

EFFECTS OF THE SOIL COVERING WITH BLUE COLORED POLYETHYLENE FILM ON LETTUCE CROP CONSUMPTIVE WATER-USE IN A GREENHOUSE

ABSTRACT: The covering of the soil is an agricultural practice that intends to control the harmful herbs, to reduce the losses of water by evaporation of the soil, and to facilitate the harvest and the commercialization, once the product is cleaner and healthier. However, when the soil is covered important microclimatic parameters are also altered, and consequently the germination of seeds, the growth of roots, the absorption of water and nutrients, the metabolic activity of the plants and the carbohydrates storage. The current trial intended to evaluate the effect of soil covering with blue colored film on consumptive water-use in a lettuce crop (*Lactuca sativa*, L.). The experiment was carried out in a plastic greenhouse in Araras - São Paulo State, Brazil from March 3rd, 2001 to May 5th, 2001. The consumptive water-use was measured through two weighing lysimeter installed inside the greenhouse. Crop spacing was 0.25 m x 0.25 m and the color of the film above soil was blue. Leaf area index (IAF), was measured six times (7; 14; 21; 28; 35; 40 days after transplant) and the water-use efficiency (EU) was measured at the end. The experimental design was subdivided portions with two treatments, “bare soil” and “covered soil”. The average consumptive water-use was 4.17 mm day⁻¹ to the “bare soil” treatment and 3.11 mm day⁻¹ to the “covered soil” treatment. The final leaf area index was 25.23 to the “bare soil” treatment and 24.39 to the “covered soil” treatment, and there was no statistical difference between then.

KEYWORDS: consumptive water-use, weighting lysimeter, plastic cover.

¹ Extraído da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador II, Embrapa Solos, Rio de Janeiro - RJ, Fone: (0XX21) 2274-4999, Doutorando em Física do Ambiente Agrícola, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, aortega@cnpq.embrapa.br

³ Profa. Dra., Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - SP.

⁴ Prof. Adjunto, Departamento Recursos Naturais e Proteção Ambiental, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos - SP.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 3-2-2004

Aprovador pelo Conselho Editorial em: 23-8-2005

INTRODUÇÃO

A produção de uma cultura agrônômica é uma função da interação genótipo e meio ambiente. Sempre que as condições de meio ambiente forem favoráveis ao crescimento e ao desenvolvimento de uma determinada espécie vegetal, no geral, a produção agrícola ocorre sem problemas para o produtor.

A cobertura do solo é uma prática agrícola que visa, principalmente, a controlar as plantas invasoras, a diminuir as perdas de água por evaporação do solo e a facilitar a colheita e a comercialização, uma vez que o produto é mais limpo e sadio.

Porém, ao se cobrir o solo, também são alterados parâmetros importantes do microclima, como a temperatura do solo, cujas amplitudes variam com a absorvidade e condutividade térmica do material utilizado na cobertura. Além disso, a temperatura do solo influi na evaporação da água ali presente e no crescimento de microrganismos, fatores esses que, diretamente, também influenciam no consumo de água e no crescimento e desenvolvimento da cultura.

A água é o elemento essencial ao metabolismo vegetal, pois participa principalmente de sua constituição e do processo fotossintético. A planta, todavia, transfere para a atmosfera cerca de 98% da água retirada do solo. Devido a esse fato, o consumo de água das plantas normalmente se refere à água perdida pela evaporação na superfície do solo e pela transpiração (MOURA, 1992).

A quantificação precisa da água evapotranspirada pelo sistema solo-planta-atmosfera é de fundamental importância no planejamento, dimensionamento e manejo da irrigação. Projetos de irrigação têm fracassado tecnicamente devido a estimativas inadequadas da evapotranspiração das culturas (PERES, 1994).

Os lisímetros são considerados equipamentos-padrão nos estudos de evapotranspiração e, no geral, são simples tanques cheios de terra nos quais as plantas são cultivadas. Apresentam, porém, variação de forma, área, profundidade e sistemas para medição da evapotranspiração (HOWELL et al., 1991). De acordo com MEURS & STANGHELLINI (1992), os lisímetros instalados em estufas geralmente são menores, porém mais precisos do que aqueles montados no campo.

Tanto a casa de vegetação como a cobertura morta dos canteiros com filmes de polietileno afetam o consumo de água. Além disso, esses fatores promovem melhorias nas condições microclimáticas do ambiente, tornando possível a exploração de alface em épocas pouco comuns de cultivo (PELUZIO, 1992).

Dentre os filmes de polietileno usados nas atividades agrícolas, são mais comumente encontrados os de baixa densidade (PEBD), resultantes da polimerização do etileno (C_2H_4) sob alta pressão (GARNAUD, 1974). Cada filme permite a passagem ou não de determinado comprimento de onda, e esse, em maior ou menor intensidade, promove modificações na temperatura do solo (PELUZIO, 1992).

CERMEÑO (1990) destaca os benefícios que se podem obter quando o solo de uma estufa é coberto com filmes plástico e, entre eles, destaca a economia, uma vez que se evitam capinas e diminuem-se as regas; o aumento da produção, já que se consegue um regime uniforme de umidade no solo, manutenção de boa estruturação do solo, maior aproveitamento de fertilizantes, inexistência de plantas competidoras e menor número de plantas apodrecidas ou danificadas. SCHNEIDER (1993) relata que, em certos casos, os aumentos de produtividade em culturas que tiveram o solo coberto, foram superiores a 34% e, em muitos casos, acima de 100% em relação à parcela não-coberta.

A cultura da alface é de grande importância econômica dentre as hortaliças cultivadas no Brasil, em que, por ser uma hortaliça folhosa muito exigente em mão-de-obra e água (MACIEL, 1968), o uso da técnica da cobertura do solo torna-se muito vantajoso (MARTINEZ, 1989).

Dados à época demonstram que a alface ocupava 4.026 ha com produção nacional de 60.867 t, sendo o Estado de São Paulo responsável por 45,6% da produção nacional (CAMARGO FILHO & MAZZEI, 1994).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da cobertura dos canteiros com filme de polietileno azul sobre o consumo de água da alface cultivada em uma estufa convencional no município de Araras - SP.

MATERIAL E MÉTODOS

A área utilizada neste experimento localiza-se no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos, localizado no município de Araras - SP. As coordenadas geográficas do local são: latitude 22°18'S e longitude 47°23'W. A altitude média da área é de aproximadamente 690 m, sendo o clima da região, segundo o sistema de Köppen, do tipo Cwa, mesotérmico, com verões quentes e úmidos e invernos secos.

A cultivar de alface (*Lactuca sativa*, L.) utilizada foi a Simpson, que se caracteriza por ser uma cultivar de verão, de folhas crespas com coloração verde-clara, consistentes, soltas, não formando cabeça. O transplante ocorreu aos 21 dias após a semeadura (DAS).

Foi utilizada uma estufa convencional, disposta com seu maior comprimento na direção leste-oeste, dotada de estrutura em madeira tratada e metálica (ferro galvanizado) e cobertura com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), de 0,15 mm (150 μ) de espessura, aditivado contra radiação ultravioleta, com laterais cobertas com sombrite 25%, saia de polietileno com as seguintes dimensões: 6,5 m de largura x 20 m de comprimento, 4,5 m de altura no seu centro (cumieira) e 3,0 m de altura em suas laterais.

Para a cobertura do solo, utilizou-se do filme de polietileno azul, com espessura de 52,50 μ m e gramatura de 480 g m⁻². Esse material, com largura de 1,40 m, foi colocado sobre o solo e, posteriormente, perfurado no espaçamento de 0,25 m. Como o canteiro possuía 1,20 m de largura, de cada lado, sobrou uma faixa de plástico de 0,10 m sobre a qual se colocou terra para sua fixação.

Foram utilizados dois lisímetros de pesagem com precisão suficiente para medir a evapotranspiração, com variação de 0,05 a 0,10 mm, com as seguintes dimensões: 1,40 m x 1,20 m x 0,75 m de profundidade (área exposta de 1,68 m²). O sistema de pesagem de cada lisímetro foi constituído de três células de carga, com capacidade de pesagem da ordem de 910 kg, montadas sobre uma base rígida de concreto armado e sobre as quais se apóiam a base do lisímetro. Os sinais das células de carga foram coletados e armazenados por um *datalogger* da marca CAMPBELL INC. modelo 21X, que também servia aos equipamentos micrometeorológicos instalados anexos aos lisímetros dentro da estufa.

Em cada lisímetro foi instalado um sensor de radiação solar líquida, modelo Q7.1, espectro de 0,25 a 60 μ m, a 1 m de altura, e um sensor de temperatura do solo, conforme descrito anteriormente, à profundidade de 0,15 m. No lisímetro 2, que apresentava o solo coberto, foi instalado, ainda, um segundo sensor de temperatura do solo entre o solo e a cobertura plástica.

As medidas dos canteiros foram: 1,20 m de largura e 0,15 m de altura. A adubação foi feita com base em análise química do solo, realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar. As condições de solo e ambientais nos lisímetros foram semelhantes àquelas encontradas nos canteiros.

As mudas com idade de 21 DAS, possuindo de três a quatro folhas definitivas, foram transplantadas de acordo com a Figura 1, sendo o espaçamento de 0,25 m x 0,25 m. O transplante aconteceu em 22-3-2001, às 16 h, terminando às 18 h 30 do mesmo dia.

Utilizou-se de um sistema de irrigação por gotejamento com tubos gotejadores espaçados em 0,25 m. O controle do teor de água no solo foi feito por meio de sonda TDR (*Time Domain Reflectometry*).

Durante a primeira semana de experimento, algumas mudas que apresentaram baixo vigor, foram substituídas. Para tanto, manteve-se um estoque de mudas junto à estufa para eventuais replantios.

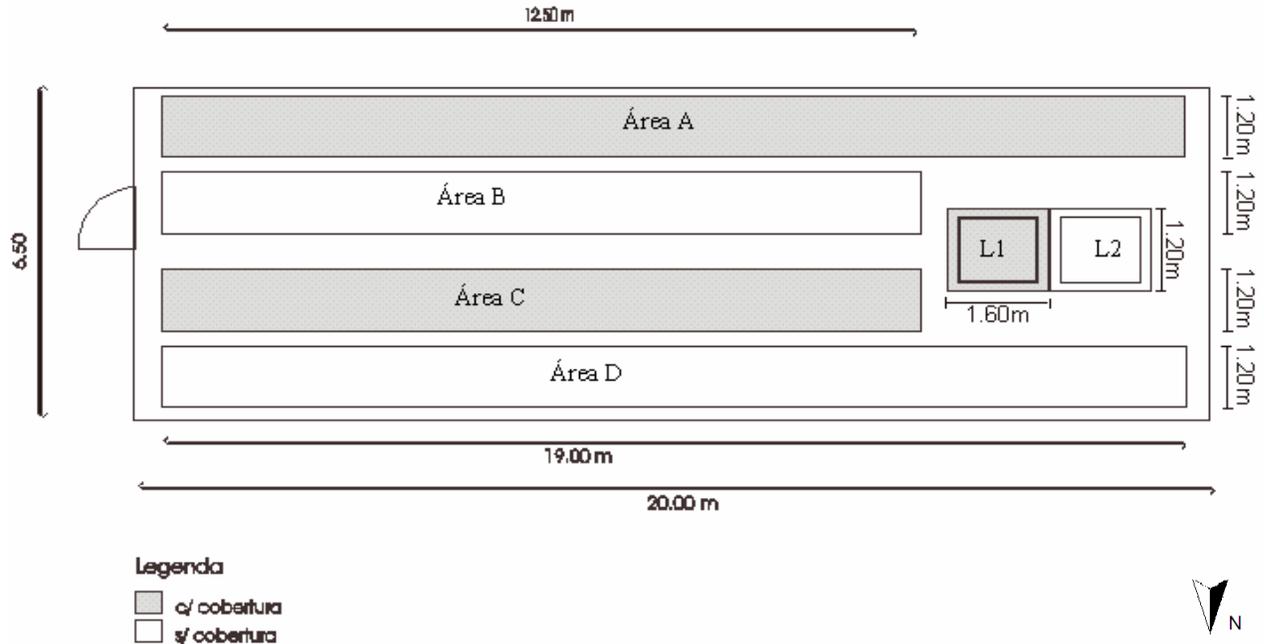


FIGURA 1. Esquema geral da área experimental com a disposição dos tratamentos na estufa. L1 e L2 representam os lisímetros.

Durante o experimento, realizaram-se duas adubações de cobertura, utilizando-se de uréia (45% N), em 5-4-2001 e 19-4-2001, e duas adubações foliares com formulação 30-10-10 + micronutrientes, em 12-4-2001 e 26-4-2001. A colheita ocorreu no dia 1^o-5-2001, aos 40 dias após o transplante (DAT).

Determinação do consumo diário de água da cultura

O consumo de água foi obtido diretamente pela diferença de peso entre duas leituras consecutivas do conjunto de células de carga do lisímetro. Esse valor correspondia ao consumo de 30 minutos e, então, era acumulado para períodos de 24 h (48 leituras). No lisímetro 1 (L1), obteve-se o consumo da cultura com solo nu e, no lisímetro 2 (L2), o consumo com o solo coberto com plástico.

Estimativa da área foliar e do índice de área foliar (IAF)

Para a análise do crescimento da cultura, foram feitas amostragens aos 7; 14; 21; 28; 35 e 40 DAT para determinar a área foliar e seu respectivo índice de área foliar. Cada amostragem consistiu da coleta de quatro plantas por tratamento e, sendo o método destrutivo, utilizaram-se plantas da bordadura, duas de cada repetição.

A área foliar foi estimada, na primeira avaliação, aos sete DAT, utilizando o *software* SIARCS da Embrapa-CNPDIA (Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumental Agropecuário). Esse método consistiu em digitalizar as folhas da cultura em um digitalizador de imagens (*scanner*), juntamente com uma régua, para estabelecer a escala e gravar as imagens no formato *Windows bitmap* (.bmp). A imagem gravada em disco era aberta no *software* SIARCS, no qual, após procedimentos computacionais, era obtido o resultado da área foliar em m².

Devido às circunvoluções das bordas externas das folhas, nas amostragens seguintes, foi utilizado o método de BLACKMAN & WILSON (1951), citado por MULLER (1991). Foram retirados círculos das folhas tenras, utilizando-se de um furador de área conhecida (1,57 cm²), num total de 30 discos por planta, sendo seis discos de cada uma das cinco folhas coletadas por planta. Para uniformizar as características de espessura e conteúdo de água, eram utilizados sempre da 4^a à 8^a folha mais jovem e já formada, evitando-se retirar círculos com as nervuras principais da folha.

Esses círculos, também, eram secos em estufa e pesados, obtendo-se o peso seco de uma área conhecida de folha, podendo-se, então, com o peso seco das folhas, calcular a área foliar da planta mediante a eq.(1).

$$AF = PSF (A_{\text{circ}} / PS_{\text{circ}}) \quad (1)$$

em que,

AF - área foliar da planta, cm²;

PSF - peso seco das folhas, g;

A_{circ} - área dos 30 discos, cm², e

PS_{circ} - peso seco dos 30 discos, g.

O índice de área foliar (IAF) foi obtido dividindo-se a área foliar (AF) pela área ocupada por uma planta, que era de 0,0625 m², uma vez que o espaçamento utilizado foi de 0,25 m x 0,25 m.

Para a avaliação do desenvolvimento da cultura, incluindo o IAF, o delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas com dois tratamentos (referentes aos solos coberto e descoberto), com quatro blocos (representados pelos canteiros cultivados) e seis épocas de coleta de dados.

Para a avaliação do consumo de água pentadiário medido nos lisímetros de pesagem, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com dois tratamentos (referentes aos solos coberto e descoberto) e oito blocos (cada bloco representado pelo conjunto de cinco dias). O programa estatístico utilizado, em ambos os casos, foi o SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo de água da cultura

O consumo de água (mm), na peridiocidade pentadiária, está apresentado na Tabela 2.

TABELA 2. Consumo médio de água pentadiário durante o experimento.

DAT	Período	mm dia ⁻¹	
		Lisímetro 1 (Solo Descoberto)	Lisímetro 2 (Solo Coberto)
5	23 - 27-3-2001	3,21	0,95
10	28-3 - 1 ^o -4-2001	3,50	1,21
15	2 - 6-4-2001	3,20	1,49
20	7 - 11-4-2001	3,40	2,23
25	12 - 16-4-2001	4,52	3,88
30	17 - 21-4-2001	4,58	4,35
35	22 - 26-4-2001	4,96	4,94
40	27-4 - 1 ^o -5-2001	6,02	5,86
Média (mm)		4,17	3,11

No tratamento “solo descoberto”, o consumo de água total durante o ciclo vegetativo da alface, que durou 40 dias, foi de 166,99 mm, para média diária de 4,17 mm, enquanto, no tratamento “solo

coberto”, esses indicadores foram, respectivamente, 124,59 mm e 3,11 mm. Os valores de consumo médio diferiram estatisticamente entre si a 95% de significância. A diferença de consumo de água das plantas cultivadas em solo coberto foi de 42,40 mm, cerca de 34% inferior quando comparado ao tratamento “solo descoberto”.

ADETUNJI (1990), em experimento realizado visando a otimizar a aplicação de água no nordeste semi-árido da Nigéria, estudou o efeito da irrigação e da cobertura do solo com serragem, sabugo de milho picado e casca de amendoim sobre o crescimento e desenvolvimento da alface, e concluiu que a cultura requer teor de água no solo correspondente a 60% da água disponível no solo e que essa condição no solo coberto foi atingida com metade da quantidade de água aplicada sobre o solo descoberto.

O menor consumo médio de água verificado no tratamento “solo coberto”, cerca de 34% da média do tratamento “solo descoberto”, pode ser explicado pela redução de evaporação de água pelo solo proporcionada pela cobertura do solo. SHARMA (1985) considera que o processo de evapotranspiração pode ser particionado em $E = E_s + E_t + E_w$, em que E é a evapotranspiração, E_s é a evaporação de água do solo, E_t a transpiração das plantas e E_w a evaporação do dossel da cultura. Cobrindo-se o solo com plástico, cria-se uma barreira física entre o solo e a atmosfera, reduzindo-se drasticamente a componente E_s e, conseqüentemente, a evapotranspiração.

Outra razão para reduzir a evaporação de água do solo está no fato de que a cobertura promove modificação das propriedades térmicas do solo, uma vez que o albedo é alterado. Essa alteração pode levar à diminuição da absorção de energia pela superfície do solo, afetando diretamente na evaporação.

Buscou-se dividir o período estudado em três fases distintas de consumo de água pela cultura da alface, nos dois tratamentos, cada uma delas com duração e intensidade de consumo de água distintas. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3, e a divisão pode ser visualizada na Figura 2.

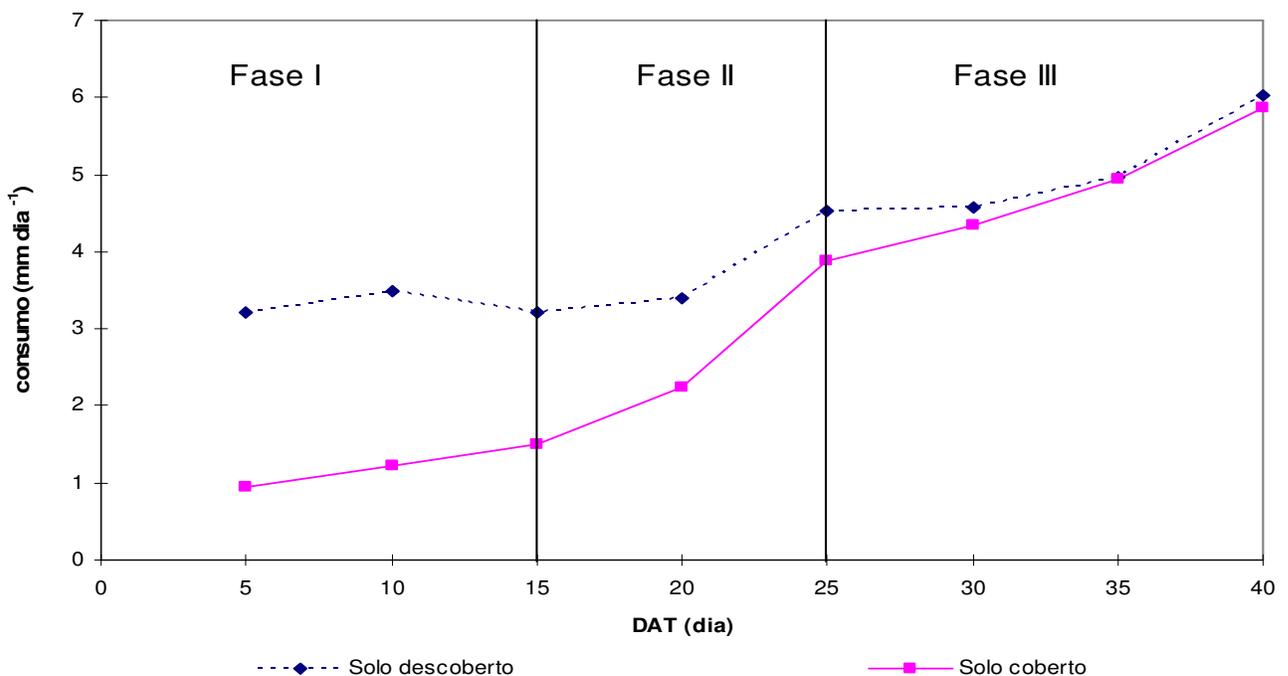


FIGURA 2. Consumo de água pentadiário nos dois tratamentos.

TABELA 3. Fases, duração e consumo médio de água pela alface.

Fases	Período (DAT)	Solo Descoberto	Solo Coberto
		Consumo Médio (mm dia ⁻¹)	
I	0 - 15	3,30	1,22
II	15 - 25	3,71	2,53
III	25 - 40	5,02	4,76

A fase I do tratamento “solo descoberto”, que se estendeu do transplântio até 15 DAT, caracterizou-se por menor consumo de água, que pode ser explicado pelo pequeno desenvolvimento vegetativo da cultura. Nessa fase, como a cultura se apresentava esparsa, a evaporação da água no solo predominou sobre a transpiração das plantas. No tratamento “solo coberto”, o consumo de água foi menor que o registrado no “solo descoberto”, explicado pela cobertura do solo com o polietileno que reduz a evaporação de água do solo.

Na fase II do tratamento “solo coberto”, bem como no tratamento “solo descoberto”, houve aumento na taxa de consumo de água, devendo-se ao acelerado desenvolvimento da cultura. Ainda nessa fase, os dois tratamentos não haviam fechado o espaçamento e, assim sendo, a evaporação de água do solo fez com que, no tratamento “solo descoberto”, o consumo de água fosse maior. Essa fase estendeu-se de 15 DAT até o fechamento da cultura, aos 25 DAT.

Na Fase III, que se iniciou, aproximadamente, com o fechamento da cultura (25 DAT), ou seja, quando as plantas ficaram intimamente próximas umas às outras, cobrindo a superfície dos lisímetros e dos canteiros, e terminou com a colheita (40 DAT), o consumo de água foi máximo, explicado pelo máximo desenvolvimento da cultura aliado à ocorrência de temperaturas muito elevadas ocorridas no período, tanto no tratamento “solo coberto” quanto no “solo descoberto”. Durante essa fase, o consumo de água tendeu a igualar-se nos dois tratamentos. Esse comportamento é representado pelo paralelismo entre as curvas no final do ciclo da cultura e pode ser explicado devido ao fato de o solo estar totalmente coberto pelas folhas da cultura, reduzindo a influência da cobertura do solo com o plástico.

Índice de área foliar

Os índices de área foliar relativos aos dois tratamentos são apresentados na Tabela 4. Esses índices tiveram comportamento típico de curva de crescimento: lento no início, intenso na fase intermediária e estabilizando no final.

O maior incremento de IAF, ocorrido a partir de 21 DAT, pode ser explicado pela intensa formação de novas folhas que cobriram uma área de solo já coberta por folhas velhas, provavelmente devido à distribuição alternada das folhas em torno do caule das plantas de alface. As variações do índice de área foliar (IAF), ao longo do plantio, podem ser visualizadas na Figura 3.

No decorrer do desenvolvimento da cultura e na avaliação final, não foram verificadas diferenças estatísticas para o IAF.

Como pode ser inferido pelos coeficientes de determinação constantes da Tabela 4, as regressões do tipo potência ajustaram-se de forma excelente às observações do crescimento do IAF ao longo do ciclo.

TABELA 4. Índice de área foliar (IAF) e massa seca da parte aérea (MSA) durante o ciclo vegetativo, nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”.

DAT (dia)	Solo Descoberto		Solo Coberto	
	IAF	MSA (g planta ⁻¹)	IAF	MSA (g planta ⁻¹)
7	0,20 a	0,34 a	0,15 a	0,30 a
14	1,67 a	1,45 a	0,96 a	0,90 a
21	6,48 a	5,85 a	4,21 a	4,00 a
28	11,75 a	9,90 a	8,57 a	7,24 a
35	16,49 a	15,06 a	15,16 a	14,55 a
40	24,39 a	21,34 a	25,23 a	22,71 a

$$\text{IAF} = 0,0011 \text{ DAT}^{2,7555} \quad (R^2 = 0,9888) \quad \text{IAF} = 0,0005 \text{ DAT}^{2,9484} \quad (R^2 = 0,9974)$$

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas ($p = 0,05$), pelo teste de Tukey.

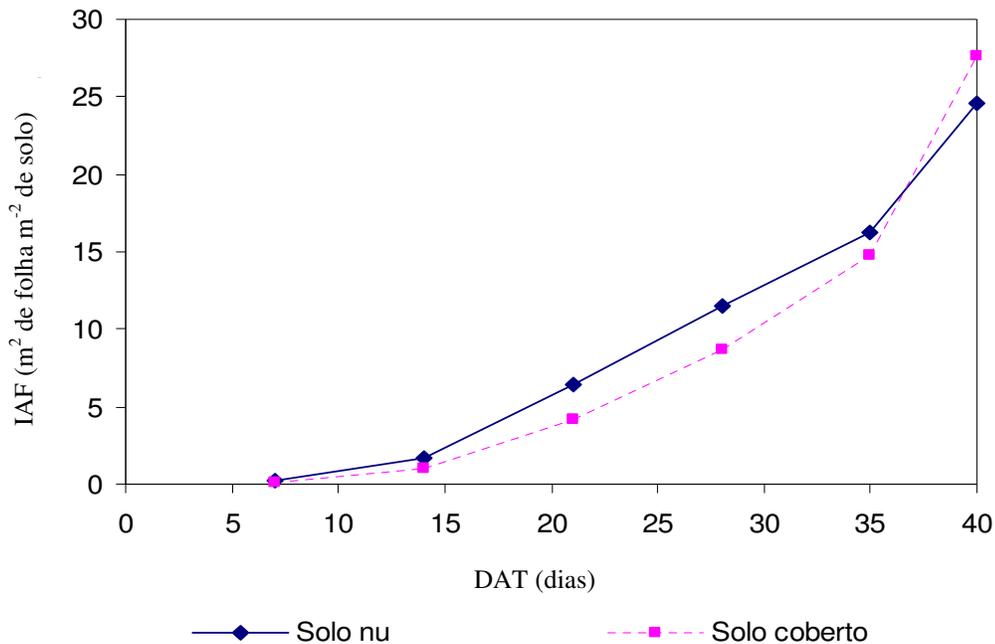


FIGURA 3. Variação do IAF durante o experimento nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

Eficiência de uso de água

Foram requeridos, desde o transplântio até a colheita, 166,99 mm de água para o tratamento “solo descoberto” e 124,59 mm de água para o tratamento “solo coberto”. Considerando a produtividade de 87.353,6 kg ha⁻¹ para o tratamento “solo descoberto” e 105.395,2 kg ha⁻¹ para o tratamento “solo coberto”, obteve-se eficiência de uso de água de 523,1 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (52,31 kg m⁻³) e 845,93 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (84,59 kg m⁻³), respectivamente. Esses valores são superiores aos 481 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (48,10 kg m⁻³) encontrados por BASTOS (1994) para a cultura da alface cultivar Brasil 303.

Considerando a produção de matéria seca, a cultura instalada no tratamento “solo coberto” foi mais eficiente no uso de água, sendo necessários 459,87 g água g MS⁻¹, enquanto, para o tratamento “solo descoberto”, foram necessários 489,07 g água g MS⁻¹.

CONCLUSÕES

A cultura da alface instalada em “solo coberto” com filme de polietileno azul consumiu cerca de 34% a menos de água comparado ao tratamento que não teve o solo coberto com plástico.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o IAF.

A cultura instalada no tratamento “solo coberto” foi mais eficiente no uso de água.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudos em nível de mestrado. Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, pela cessão da área experimental. À Empresa CARBORUNDUM (Saint Gobain), pela doação do material de irrigação, e à Construtora PLAEGE Ltda., pelas obras de engenharia civil.

REFERÊNCIAS

- ADETUNJI, I.A. *Effect of mulches and irrigation on growth and yield of lettuce in semi-arid region. Biotronics*. Japão, n.19, p.93-8, 1990.
- ALDRICH, R.A. Environmental principles of plant growth structures. In: DIXON, J.E.; ESNAY, M.L. *Environmental control for agricultural buildings*. Westpor: AVI Publishing, 1986. p.250-65.
- BASTOS, E.A. *Determinação dos coeficientes de cultura da alface (Lactuca sativa L.)*. 1994. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1994.
- CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. Hortaliças prioritárias no planejamento da produção orientada: estacionalidade da produção e dos preços. *Informações Econômicas - IEA*, São Paulo, v.24, n.12, 1994.
- CERMEÑO, Z.S. *Invernaderos: instalación y manejo*. Espanha: Litexa Editora, 1990. 353 p.
- GARNAUD, J.C. *The intensification of horticultural crop production in the mediterranean basin, by protected cultivation*. FAO, 1974. 48 p.
- HOWELL, T.A.; SCHNEIDER, A.D.; JENSEN, M.E. History of lysimeter design and use for evapotranspiration measurements. In: ALLEN, R.G.; HOWELL, T.A.; PRUITT, W.O.; WALTER, I.A.; JENSEN, M.E. (Eds.) *Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements*. Vancouver: American Society of Civil Engineers, 1991. p.1-9.
- MACIEL, R.F.P. *Estudo sobre a influência do espaçamento, níveis de irrigação e adubação na cultura da alface (Lactuca sativa L.)*. 1968. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1968.
- MARTINEZ, M. Plástico: produtividade e solo protegido. *Manchete Rural*, São Paulo, n.33, p.76-80, 1989.
- MEURS, W. Van; STANGHELLINI, C. Use of an off-the-shell electronic balance for monitoring crop transpiration in greenhouses. *Acta Horticulturae*, The Hague, v.304, p.219-25, 1992.
- MOURA, M.V.T. *Determinação do consumo de água na cultura da cenoura (Daucus carota, L.) através dos métodos lisimétricos e balanço hídrico sob condições de campo*. 1992. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1992.
- MULLER, A.G. *Comportamento térmico do solo e do ar em alface (Lactuca sativa, L.) para diferentes tipos de cobertura do solo*. 1991. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1991.
- PELUZIO, J.B.E. *Crescimento da alface (Lactuca sativa, L.) em casa de vegetação com seis níveis de água e cobertura do solo com seis filmes coloridos de polietileno*. 1992. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1992.

PERES, J.G. *Avaliação do modelo de Penman-Monteith, padrão FAO, para estimar a evapotranspiração de referência nas condições climáticas do Estado de São Paulo*. 1994. 115 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1994.

SHARMA, M.L. Estimating evapotranspiration. In: _____. *Advances in Irrigation*. New York: Academic Press, 1985. v.3, p.213-81.

SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; BURIOL, A.G. Modificações físicas causadas pela solarização do solo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Mossoró, v.1, n.1, p.124-38, 1993.