

**Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola**

**Efeitos da cobertura do solo com filme de polietileno
colorido no crescimento e no consumo de água da cultura
da alface (*Lactuca sativa*, L.) cultivada em estufa**

ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**Efeitos da cobertura do solo com filme de polietileno
colorido no crescimento e no consumo de água da cultura
da alface (*Lactuca sativa*, L.) cultivada em estufa**

Dissertação submetida à banca examinadora para a
obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola,
Área de concentração: Água e Solos.

ALEXANDRE ORTEGA GONÇALVES

Orientadora: Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2002

Aos meus pais Luis e Rita, e a meu irmão André

OFEREÇO

À Maria Carolina Garavazo Andrade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À **Prof. Dr. Maria Angela Fagnani** pela orientação dispensada no presente trabalho.

Ao **Prof. Dr. José Geanini Peres** pelo incentivo, críticas e apoio durante a realização do trabalho.

À **CAPES** pela concessão da bolsa de estudo.

À **Universidade Estadual de Campinas** pela oportunidade de realização desse curso.

Ao corpo docente da **Faculdade de Engenharia Agrícola** da UNICAMP pelos ensinamentos transmitidos.

Ao **Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos**, pelo uso de suas instalações.

Ao **Laboratório de Análise Química de Solo e Planta** do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar pelas análises químicas do solo

À **Carborundum divisão Irrigação** pela doação do material de irrigação.

À **Construtora Plaege Ltda.** pela doação do material e mão-de-obra para realização de serviços de construção.

Ao **Sr. Armando** pelo auxílio e sugestões na elaboração do projeto de irrigação.

Aos **funcionários do setor de serviços gerais** do Centro de Ciências Agrárias pela ajuda na montagem do sistema de irrigação.

Aos colegas graduandos **André Tomazella** e **Murilo** do Centro de Ciências Agrárias pela ajuda durante as coletas de dados.

À Profa. **Sônia Maria Stéfano Piedade** pela ajuda na análise estatística dos dados.

Finalmente, a todos os que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dos objetivos deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. MATERIAL	7
3.1.1. ÁREA EXPERIMENTAL	7
3.1.2. SOLO	8
3.1.3. CLIMA.....	9
3.1.4. MATERIAL VEGETAL	10
3.1.5. ESTUFA	11
3.1.6. COBERTURA DO SOLO	11
3.1.7. LISÍMETROS DE PESAGEM.....	11
3.1.8. INFORMAÇÕES CLIMATOLÓGICAS	14
3.1.9. PREPARO DOS CANTEIROS	15
3.1.10. TRANSPLANTE DAS MUDAS.....	17
3.1.11. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	19
3.1.12. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	21
3.2. MÉTODOS	26
3.2.1. DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DA CULTURA.....	26
3.2.2. AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA CULTURA	26
3.2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. CONSUMO DE ÁGUA PELA ALFACE	31

4.2. ANÁLISE DE CRESCIMENTO	37
4.2.1. Altura das plantas.....	37
4.2.2. Número de folhas.....	39
4.2.3. Peso fresco da parte aérea	40
4.2.3. Sistema Radicular	42
4.2.4. Índice de área foliar.	46
4.2.5. Peso seco parte aérea	49
4.2.6. Eficiência de uso de água.....	51
5.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	51
5.4.1. CONSUMO DE ÁGUA.....	51
5.4.2. ANÁLISE DO CRESCIMENTO	52
6. CONCLUSÕES.....	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

Índice de Tabelas

Tabela 1: Características físicas do solo.....	8
Tabela 2: Potencial matricial e umidade do solo.....	8
Tabela 3: Características químicas do solo.	9
Tabela 4: Disposição dos tratamentos dentro da estufa	17
Tabela 5: Consumo de água diário e pentadiário medidos nos tratamentos “solo coberto” e “solo descoberto”.....	33
Tabela 6: Fases, duração e consumo médio de água pela alface.....	35
Tabela 7: Altura média das plantas ao longo do plantio nos tratamentos solo coberto e solo descoberto.	38
Tabela 8: Número de folhas ao longo do plantio nos tratamentos solo descoberto e solo descoberto...	39
Tabela 9: Peso fresco das plantas ao longo do ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.....	41
Tabela 10: Peso fresco (PFR) e seco (PSR) do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.....	43
Tabela 11: Comprimento do sistema radicular (AR) durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.	45
Tabela 12: Índice de área foliar (IAF) durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.....	47
Tabela 13: Massa seca da parte aérea (MSA) durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.	49
APÊNDICE 1: Dados climáticos observados dentro da estufa durante o experimento referentes às temperaturas máxima (Tmax), mínimas (Tmin) e média (Tmed), umidade relativa do ar máxima (URmax), mínima (URmin) e média (URmed), radiação solar global (RG), radiação	

fotossinteticamente ativa (PAR), velocidade do vento máxima (Vmax) e média (Vmed), radiação líquida no lisímetro 1 (RNCob) e lisímetro 2 (RNDesc).....	60
APÊNDICE 2. Temperaturas máximas, mínimas e médias do solo ocorridas nos lisímetros dentro da estufa no período de vigência do experimento.....	61
APÊNDICE 3. Umidade do solo nas datas de avaliação da cultura.....	62

Índice de Figuras

FIGURA 1: Vista panorâmica da área experimental.....	7
FIGURA 2: Tanques interno e externo utilizados na montagem dos lisímetros	13
FIGURA 3: Sistema de drenagem instalado no fundo dos tanques internos	13
FIGURA 4 : Aspecto dos canteiros preparados e cobertos prontos para receber as mudas.....	16
FIGURA 5: Disposição dos tratamentos dentro da estufa.	17
FIGURA 6: Aspecto dos canteiros após transplântio das mudas.....	18
FIGURA 7: Cabeçal de controle do sistema de irrigação.	20
FIGURA 8: Válvula reguladora de pressão (14 mca) e manômetro na saída do cabeçal de controle....	20
FIGURA 9: Aspecto da cultura em 05/04/2001 (14 DAT) no tratamento “solo descoberto”	22
FIGURA 10: Aspecto da cultura em 05/04/2001 (14 DAT) no tratamento “solo coberto”	22
FIGURA 11: Aspecto da cultura em 12/04/2001 (21 DAT) no tratamento “solo descoberto”.....	23
FIGURA 12: Aspecto da cultura em 12/04/2001 (21 DAT) no tratamento “solo coberto”.....	23
FIGURA 13: Aspecto da cultura em 19/04/2001 (28 DAT) no tratamento “solo descoberto”.....	24
FIGURA 14: Aspecto da cultura em 19/04/2001 (28 DAT) no tratamento “solo coberto”.....	24
FIGURA 15: Aspecto das plantas na colheita.....	25
FIGURA 16: Retirada de planta para avaliação do desenvolvimento em 05/04/2001 (14 DAT)....	27
FIGURA 17: Imagem digitalizada utilizada para análise de área foliar no software SIARCS em 23/03/01 (7 DAT).....	28
FIGURA 18: Aspecto das plantas em 05/04/2001 (14 DAT). Nota-se as circunvoluções das bordas das folhas.....	29
FIGURA 19: Identificação das fases de consumo pentadiário de água pela alface no tratamento “solo descoberto”	34
FIGURA 20: Identificação das fases de consumo de água pentadiário pela alface no tratamento “solo coberto”.....	34
FIGURA 21: Consumo de água acumulado nos dois tratamentos.....	35
FIGURA 22: Altura das plantas nos dois tratamentos durante o cultivo.	38
FIGURA 23: Numero de folhas durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”	40
FIGURA 24: Peso fresco da parte aérea durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”.....	42

FIGURA 25: Peso fresco do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”	44
FIGURA 26: Peso seco do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”	44
FIGURA 27: Comprimento do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”	45
Figura 28: Variação do IAF durante o experimento nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”	47
Figura 29: Correlação entre consumo de água (CONS) x Índice de área foliar (IAF) durante o durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”	48
Figura 30: Peso seco da parte aérea durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”	50

RESUMO

A cobertura do solo é uma prática agrícola que visa principalmente controlar as ervas daninhas, diminuir as perdas de água por evaporação do solo, 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 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 de avaliar o efeito da cobertura do solo com plástico colorido no crescimento e no consumo de água da cultura da alface (*Lactuca sativa*, L.). O experimento foi instalado em uma estufa plástica no município de Araras-SP e conduzido durante o período de 22/03/2001 a 01/05/2001. O consumo de água foi medido através de dois lisímetros de pesagem instalados no interior da estufa. O espaçamento da cultura foi de 0,25m x 0,25m e a cor do plástico utilizado para cobrir o solo foi azul. Os seguintes índices fisiológicos foram analisados: altura das plantas (AP), número de folhas (NF), peso fresco da parte aérea (PFA), peso fresco do sistema radicular (PFR), peso da matéria seca da parte aérea (PSA), peso da matéria seca do sistema radicular (PSR), comprimento do sistema radicular (LR), índice de área foliar (IAF), medidas estas efetuadas em 6 épocas (7, 14, 21, 28, 35, 40 dias após transplante) e a eficiência do uso de água (EUA) ao final do ciclo da cultura. O delineamento estatístico foi o de parcelas subdivididas com dois tratamentos, “solo descoberto” e “solo coberto”. Dos tratamentos estudados o que proporcionou menor consumo de água, cerca de 37%, e maior produção de massa verde foi o tratamento “solo coberto”. O consumo médio de água foi de 4,15 mm.dia⁻¹ para o tratamento “solo descoberto” e de 3,07 mm.dia⁻¹ para o tratamento “solo coberto”. O peso médio por planta foi de 545,96 g para o tratamento “solo descoberto” e 658,72 g para o tratamento “solo coberto”. O IAF na colheita foi de 24,39 para o tratamento “solo descoberto” e de 25,23 para o tratamento “solo coberto”. A cultura instalada no tratamento “solo coberto” foi mais eficiente no uso de água sendo necessários 546,41 gH₂O/gMS enquanto que para o tratamento “solo descoberto” foram necessários 798,07 gH₂O/gMS.

Palavras-chave: Consumo de água; cobertura do solo; alface; lisímetro de pesagem; estufa; plástico

ABSTRACT

EFFECTS OF THE SOIL COVERING WITH COLORED POLYETHYLENE FILM ON GROWTH AND CONSUMPTIVE WATER-USE IN A GREENHOUSE LETTUCE CROP (*Lactuca sativa*, L.)

The covering of the soil is an agricultural practice that intends to control the harmful herbs, reduce the losses of water for evaporation of the soil, and to facilitate the crop and the commercialization, once the product is cleaner and healthy. However when soil is covered important microclimatical parameters are also altered, and consequently the germination of seeds, growth of roots, absorption of water and nutritious, metabolic activity of the plants and carbohydrates storage. The current trial intends to evaluate the effect of the soil covering with colored film on growth and consumptive water-use in a Lettuce crop (*Lactuca sativa*, L.). The experiment was carried in a plastic greenhouse at Araras-SP from March 03, 2001 to May 05, 2001. The consumptive water-use was measured through two weighing lysimeter installed inside greenhouse. Crop spacing was 0,25x0,25m and the color of film above soil was blue. The following physiologic indexes were analyzed: height of the plants (LP), number of leaves (NF), wet weight above soil matter (PFA), wet weight of radicular system (PFR), weight of above soil dry matter (MSA), dry weight of radicular system (MSR), length of roots (LR), leaf area index (IAF), in 6 times (7, 14, 21, 28, 35, 40 days after transplant) and water-use efficiency (EUA). The experimental design was subdivided portions with two treatments, "Bare soil" and "covered soil". Treatment that provided smaller consumption, about 37%, and larger production of green biomass was "covered soil". The average consumptive water-use was 4,15 mm.dia⁻¹ to the treatment "bare soil" and 3,07 mm.dia⁻¹ for the treatment "covered soil". The average crop production was 545,96g to "bare soil" treatment and 658,72g for "covered soil" treatment. The leaf area index was 24,39 to "bare soil" treatment and 25,23 for "covered soil". Water Use Efficiency was 798,07 gH₂O/gMS to "bare soil" treatment and 546,41 gH₂O/gMS for "covered soil".

Keywords: Consumptive water-use; soil covering; weighing lysimeter; greenhouse; polyethylene film.

1. INTRODUÇÃO

A produção de uma cultura agrônômica é uma função da interação genótipo-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 controlar as ervas daninhas, diminuir as perdas de água por evaporação do solo, e 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. Alguns processos afetados diretamente pela temperatura do solo são a germinação das sementes, o crescimento das raízes, a absorção de água e nutrientes, a atividade metabólica das plantas e o armazenamento de carboidratos.

Além disso a temperatura do solo influi na evaporação da água presente no solo e no crescimento de microorganismos, fatores estes que diretamente também influenciam no consumo de água, no crescimento e desenvolvimento da cultura.

O consumo de água pelas plantas depende fundamentalmente da quantidade de água disponível no solo e da demanda atmosférica. A demanda atmosférica é condicionada principalmente pela radiação solar, velocidade do vento, temperatura e déficit de saturação do ar. Todos esses elementos sofrem alterações no interior das estufas, resultando em diferença de consumo de água em relação ao ambiente externo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da cobertura dos canteiros com filme colorido de polietileno sobre o consumo de água, crescimento e produção de alface cultivadas em estufa plástica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A utilização de estufas plásticas como meio de cultivo de hortaliças de alto valor comercial tem aumentado rapidamente em áreas de clima temperado. Nas condições brasileiras, observa-se um crescimento acelerado dos cultivos protegidos nos estados da região sudeste, São Paulo principalmente, e sul. O pequeno investimento necessário à aquisição das estufas, as incertezas verificadas na agricultura tradicional e a possibilidade de obtenção de um ou mais cultivos anuais de alto valor comercial, com conseqüente aumento da renda familiar, têm impulsionado a adoção desta prática agrícola por pequenos e médios produtores (PERES, 1999).

A área protegida com plástico no Brasil em 1995 era da ordem de 6.000 hectares, estimando-se o uso de uma área de cerca de 10.000 hectares em 2000. Grande parte desta área é utilizada para o cultivo de flores e hortaliças. O valor total da produção de hortaliças foi de aproximadamente 2,5 bilhões de dólares em 1989, ficando em 5º lugar logo abaixo, e na ordem, da cana-de-açúcar, laranja, soja e mandioca e imediatamente acima do café (JABOTICABAL UNESP EM NOTÍCIAS, 1995).

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. Por isto o consumo de água das plantas normalmente se refere à água perdida pela evaporação da superfície do solo e pela transpiração (MOURA, 1992).

A perda de água do solo por evaporação através de sua superfície ou por transpiração através das plantas é um parâmetro importante no ciclo hidrológico, especialmente nas áreas cultivadas (REICHARDT, 1985).

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). Dentre os vários problemas que afetam os cultivos protegidos, a estimativa do consumo de água pelas culturas demanda atenção e investimento em pesquisa. Assim como na irrigação de campo, a irrigação dos cultivos protegidos é prejudicada pela falta de experiência dos produtores e, principalmente, pela

ausência de informações técnicas sobre irrigação apropriadas ao microclima reinante nas estufas (MONTERO *et al.*, 1985; NIMAH *et al.*, 1990; IBRAHIM *et al.*, 1992; BAILLE *et al.*, 1992; LOPES MOSQUERA & MARTINEZ CORTIZAS, 1993; KIRDA *et al.*, 1994).

A evapotranspiração de uma cultura pode ser determinada por diferentes caminhos. De acordo com BURMAN *et al.* (1983), ela pode ser estimada através de medições diretas ou, indiretamente, a partir do processamento das informações climáticas. No primeiro grupo estão incluídos os diferentes tipos de lisímetros e o balanço de água no solo enquanto no segundo estão enquadrados os modelos teóricos e empíricos e também os evaporímetros, como o tanque classe A. A escolha do método dependerá, na maioria dos casos, da precisão requerida, do tipo e da qualidade do dado climatológico disponível. VAN BAVEL (1961) considera a lisimetria como um dos métodos para determinação da evapotranspiração com nível de precisão adequado.

Os lisímetros são considerados equipamentos padrões 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 VAN MEURS & STANGHELLINI (1992), os lisímetros instalados em estufa são menores porém mais precisos do que aqueles montados no campo, sendo capazes de medir a evapotranspiração na escala de minutos.

GONÇALVES *et al.* (1998) em um experimento conduzido em uma estufa de polietileno instalada no município de Araras, e utilizando-se de dois lisímetros de pesagem cultivados com alface e mantendo o solo sem cobertura obteve como resultado índice de área foliar (IAF) médio na colheita de 10,85, médias de altura e peso das plantas respectivamente 32 cm e 485,86 g e consumo médio de água de 3,3 mm.dia⁻¹.

MANCINE & CALIANDRO (1989) ao medirem a evapotranspiração máxima (ET_m) do tomateiro em lisímetros instalados no interior de casas de vegetação, obtiveram valores que variaram de 132 a 272 mm ao longo do ciclo conforme o ano. Num experimento similar em estufa plástica conduzido ao logo de três anos por CASTILLA & FERERES (1990) encontraram valores de ET_m que variaram de 288 a 356 mm por ciclo. Estes dois trabalhos mostram que mesmo em condições similares o consumo de água pode apresentar variação apreciável.

O volume de água a ser aplicado varia muito. Fatores como o estágio de desenvolvimento da cultura, características físicas do solo, uso de cobertura morta, dentre outros, alteram o volume de água a ser aplicado para repor a evapotranspiração da cultura e a perda de água no perfil do solo (BERNARDO, 1987).

Tanto a casa de vegetação como a cobertura morta dos canteiros com filmes de polietileno afetam o consumo de água. Além disso, promovem melhorias nas condições microclimáticas do ambiente, tornando possível a exploração de alface em épocas pouco comuns de cultivo e, conseqüentemente, resultando na obtenção de bons preços devido à melhor qualidade do produto e da produção ocorrer na entressafra (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). Tais filmes se caracterizam pela baixa permeabilidade a gases e ao vapor de água (PADULA *et al*, 1989), o que é confirmado pela menor perda de água, por evaporação, e aumento na eficiência de utilização de água pelas plantas (BHELLA, 1988)

A fotossíntese ocorre somente na presença da luz visível, sendo considerada luz fotossinteticamente ativa os comprimentos de onda da faixa do azul e do vermelho (ALDRICH, 1986).

Cada filme permite a passagem ou não de determinado comprimento de onda e este, em maior ou menor intensidade, promove modificações na temperatura do solo (PELUZIO, 1992).

O mesmo autor ainda cita o fato de que o filme transparente promove o chamado efeito estufa, aumentando a temperatura do solo, por permitir a passagem dos raios de onda curta do sol até o solo, e impedir a dispersão da radiação de ondas longas emitidas pelo solo. O filme preto e o filme verde também aquecem o solo, porém em menor quantidade.

CERMEÑO (1990) destaca os benefícios que se podem obter quando o solo de uma estufa é coberto com filmes plástico, e entre eles destaca:

- economia, dado que se evitam capinas e diminuem-se as regas;
- aumento da produção já que se consegue um regime uniforme de umidade no solo, manutenção de uma boa estruturação do solo, maior aproveitamento de fertilizantes, o que significa também o aumento, em parte, da fertilidade do solo

- inexistência de plantas competidoras, menor número de plantas apodrecidas ou danificadas
- decresce o elevado teor de umidade relativa do ambiente das estufas
- podem suceder-se várias culturas sem necessidade de revolver o solo.

CERMEÑO (1990) salienta ainda que a cobertura do solo da estufa com plástico permite todos os cultivos em que já ficou demonstrada a utilidade dos plásticos na exploração ao ar livre, tais como: tomate, berinjela, pimentão, abóbora, pepino, morango, melão, melancia, alface, escarola, acelga, aipo, etc. No Brasil, a cultura do morango se destaca no uso do filme de polietileno de cor preta (SGANZERLA, 1991). FILGUEIRA (2000) destaca que na cultura da alface a cobertura do solo com materiais de coloração clara repelem pulgões.

SCHNEIDER (1993) destaca que em certos casos os aumentos de produtividade em culturas que tiveram o solo coberto foram superiores a 35% e em muitos casos acima de 100% em relação à parcela não coberta.

Trabalhando com a cultura do melão CARON (1999) determinou o consumo de água (CONS) e o coeficiente de cultura (Kc) do meloeiro em estufa durante a primavera no município de Santa Maria no Estado do Rio Grande do Sul (29°43'23" S, 53°43'15" W). O valor diário de CONS foi obtido a partir do balanço hídrico simplificado do solo, realizando o monitoramento do potencial matricial da água no solo (\square m) por tensiometria, irrigação por gotejamento e cobertura do solo com “mulching” plástico. Nos anos de 1996, 1997 e 1998, CONS totalizou 209,6, 166,8 e 159,1 mm, respectivamente, sendo que o maior valor médio diário ocorreu no subperíodo da colheita. O coeficiente de cultura médio do meloeiro em estufa na primavera foi de 0,34, 0,70 e 0,76, respectivamente, para os subperíodos crescimento vegetativo, início florescimento - início da colheita e colheita.

DALSASSO (1997) utilizando-se de uma estufa convencional determinou o consumo de água para o tomate tipo salada com solo coberto utilizando filme de polietileno preto. A determinação foi feita através do balanço hídrico do solo para as condições de estufa plástica instalada no município de Santa Maria no Estado do Rio Grande do Sul (29°43'23" S, 53°43'15" W). Os resultados mostraram que o consumo do tomateiro foi 247 mm e de 189 mm para o cultivo de primavera e outono, respectivamente.

Trabalhando com a cultura da alface, PELUZIO (1992) utilizando a cobertura do solo com seis tipos de plástico (amarelo, azul, vermelho, verde, preto e transparente) concluiu que

o de cor amarela e azul apresentaram valores de índices de crescimento maiores que os demais.

A cultura da alface é de grande importância econômica dentre as hortaliças cultivadas no Brasil. As maiores zonas produtoras de alface se encontram nos “cinturões verdes” que circundam as grandes regiões metropolitanas do país. Isto ocorre devido à alface ser um produto apenas comercializável *in natura*, cujo transporte possui grande influência no custo final, e por seu preço de mercado ser muito afetado pela perda de água que ocorre rapidamente pelas folhas. (MULLER, 1991)

Como em outras hortaliças, o plantio de inverno, no sul do Brasil, é intensamente prejudicado pelas baixas temperaturas, podendo até inviabilizar temporariamente o cultivo. À semelhança do que ocorre na região sul, na região norte e demais regiões onde o clima durante o verão, conhecido como inverno, se apresenta quente e com chuvas intensas, prejudica a cultura da alface, além de aumentar os riscos do investimento pelo ataque de pragas e doenças (NUNES, 1986).

No caso da alface, por ser uma hortaliça folhosa muito exigente em mão de obra e água (MACIEL, 1968), o uso da técnica da cobertura do solo se torna muito vantajoso (MARTINEZ, 1989)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. ÁREA EXPERIMENTAL

A área utilizada neste experimento está localizada dentro do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos, localizado no município de Araras-SP. As coordenadas geográficas locais são: latitude 22°18'S e longitude 47°23'W. A altitude média da área é de aproximadamente 690 m.

A Figura 1 mostra a área experimental e seus arredores.



FIGURA 1: Vista panorâmica da área experimental.

3.1.2. SOLO

O solo predominante na área experimental é um latossolo vermelho-escuro, distrófico, de textura argilosa.

As características físicas (Tabela 1) e químicas (Tabela 3) do solo foram determinadas, respectivamente, no Laboratório de Física de Solo e no Laboratório de Química e Fertilidade de Solo, ambos pertencentes ao CCA/UFSCar, que também foi responsável pelas recomendações de adubação da alface utilizadas nesta pesquisa.

Tabela 1: Características físicas do solo.

Camada (cm)	Granulometria (%)			Massa específica (g/cm ³)	
	Argila	Silte	Areia	Solo	Partícula
0 – 20	60	23	17	1,27	2,97
20 – 40	73	14	13	1,33	2,98
40 - 60	71	16	13	1,12	3,05

Nos primeiros 60 cm o solo apresenta uma composição textural média de 67% de argila, 18% de silte e 15% de areia.

As relações entre o conteúdo de água no solo e o respectivo potencial matricial (Tabela 2) foram determinadas no Laboratório de Física de Solo do CCA.

Tabela 2: Potencial matricial e umidade do solo

Camada (cm)	Potencial matricial (Ψ_m) da água do solo (atm)								
	0	0,1	0,2	0,3	0,5	1	5	10	15
	Umidade do solo à base de volume (cm ³ cm ⁻³)								
0 – 20	0,574	0,400	0,369	0,314	0,304	0,300	0,278	0,255	0,231
20 – 40	0,554	0,446	0,440	0,354	0,338	0,306	0,294	0,281	0,274
40 - 60	0,633	0,413	0,405	0,325	0,305	0,293	0,274	0,259	0,255

Para as profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, as massas específicas médias, aparente e das partículas, são, respectivamente, 1,27 g.cm⁻³ e 1,33 g.cm⁻³. Nestas profundidades, o potencial matricial -0,3 atm corresponde à umidade média de 0,334 cm³.cm⁻³, enquanto que para -15 atm a umidade correspondente é de 0,252 cm³.cm⁻³.

Tabela 3: Características químicas do solo.

MACRONUTRIENTES										
				K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
Prof. (cm)	P _{Resina}	M.O	pH	Mmol./dm ³						
0-20	407,5	60	6,6	5,25	81,5	14	10,5	100,75	111,25	90,5

MICRONUTRIENTES						
B	Cu	Fe	Mn	Zn	S	
Mg/dm ³						
1,445	4,2	13	33,5	13,8	11	

3.1.3. CLIMA

O clima da região, segundo o sistema de Köppen, é do tipo Cwa, mesotérmico, com verões quentes e úmidos e invernos secos.

As normais climatológicas anuais medidas no posto meteorológico do Centro de Ciências Agrárias são: precipitação pluviométrica 1414 mm; temperatura 21,1°C; evaporação de tanque classe A 1443 mm, velocidade do vento 1,44 m/s; umidade relativa 68,6% e insolação 2572,7 horas.

3.1.4. MATERIAL VEGETAL

A alface (*Lactuca sativa*, L) pertencente à família *Asteracea* (Compostas), caracteriza-se pelo hábito herbáceo devido ao caule muito curto e não ramificado onde se prendem as folhas. (MULLER, 1991). Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma “cabeça”, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar. (FILGUEIRA, 2000)

O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir 60 cm de profundidade. A cultura pode ser iniciada com a semeadura em bandeja de isopor e posterior transplante para o canteiro, quando as mudas apresentarem quatro folhas definitivas. (FILGUEIRA, 2000).

Originou-se de espécies silvestres, ainda encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. (FILGUEIRA, 2000)

As numerosas cultivares, disseminadas entre os olericultores do centro-sul, originaram-se de trabalhos de melhoramento genético conduzidos no Brasil ou no exterior, com o intuito de viabilizar a cultura ao longo do ano, inclusive durante a primavera-verão, fases mais críticas ao pendoamento. (FILGUEIRA, 2000)

O cultivar de alface (*Lactuca sativa* L.), utilizado foi o Simpson, que se caracteriza por ser um cultivar de verão e de folhas crespas de coloração verde clara, consistentes, soltas, não formando cabeça.

As mudas prontas para o transplante foram adquiridas em um produtor local. Foram produzidas em bandejas de isopor com as seguintes dimensões: 68 cm de comprimento; 34.5 cm de largura, com um total de 288 células por bandeja. Cada célula possuía formato de um tronco de pirâmide com 2,2 cm de lado. Usou-se um substrato comercial para enchimento das células constituído por uma mistura de vermiculita, casca de pinus, FOSMAG e MINERCAL+S¹

Na época do transplante as plantas tinham a idade de 21 dias após semeadura (DAS).

¹ FOSMAG é marca registrada da Manah s/a e MINERCAL+S é marca registrada da Minerca Ltda.

3.1.5. ESTUFA

Foi utilizado uma estufa convencional dotada de estrutura em madeira tratada e metálica (ferro galvanizado) e cobertura com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), aditivado contra radiação ultravioleta, de 0,15 mm (150 μ) de espessura. As laterais da estufa são cobertas com sombrite 25% e com saia de polietileno.

A estufa tem 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. A estufa foi disposta com seu maior comprimento no sentido leste-oeste.

3.1.6. COBERTURA DO SOLO

Foi utilizado filme de polietileno na cor azul, com espessura de 52,50 μ m e gramatura de 480 g/m², adquirido junto à Indústria de Embalagens Plásticas PLAZUL Ltda. no município de Araras-SP.

Esse material com largura de 1,40 m foi perfurado, colocado no solo e posteriormente perfurado no espaçamento de 0,25m. Como o canteiro possuía 1,20 m de largura, de cada lado sobrou uma faixa de plástico de 0,10 m sobre a qual colocou-se terra para sua fixação, evitando sua deslocação com o vento e com a irrigação.

3.1.7. LISÍMETROS DE PESAGEM

Foram utilizados dois lisímetros de pesagem com precisão suficiente para medir a evapotranspiração com uma variação de 0,05-0,10 mm.

Cada lisímetro constava de dois tanques metálicos, encaixáveis, construídos de chapas de aço de 4,8 mm (3/4"). O tanque externo não tinha fundo e sua função era de conter as paredes da escavação (Figura 2). As paredes laterais deste tanque distavam, aproximadamente, 20 a 25 mm daquelas do tanque interno, que era o elemento funcional do

equipamento. O tanque interno tinha as seguintes dimensões: 1,40 m x 1,20 m x 0,75 m, com uma área exposta de 1,68 m².

O sistema de pesagem de cada lisímetro é constituído de 03 células de carga, montadas sobre uma base rígida de concreto armado, sobre as quais se apoiam a base do tanque interno. Cada célula de carga tem uma capacidade de pesagem da ordem de 910 kg, resistente à corrosão, e apresenta um sistema de compensação automático para reduzir a zero os erros devidos às variações de temperatura. Os sinais das células de carga foram coletados e armazenados por um *datalogger* da marca CAMPBELL INC. modelo micrologger 21X, que também servia os equipamentos micrometeorológicos instalados anexos aos lisímetros dentro da estufa.

No fundo de cada tanque interno foi instalado um sistema de drenagem, constituído de tubos de PVC de 50 mm de diâmetro, perfurados e enrolados por uma manta plástica (*bidim*). O *bidim* é um material poroso que possibilita a infiltração de água por toda a superfície, produzido a partir de uma fibra sintética, o poliéster. É fabricado pela RHODIA S.A.

Estes tubos horizontais eram conectados a um tubo vertical de PVC de 100 mm de diâmetro, que permitia a regulagem da posição do lençol freático, seja pela remoção ou adição de água



FIGURA 2: Tanques interno e externo utilizados na montagem dos lisímetros



FIGURA 3: Sistema de drenagem instalado no fundo dos tanques internos

A Figura 3 mostra os tanques, interno e externo, utilizados na montagem dos lisímetros de pesagem bem como o sistema de drenagem.

Uma descrição e avaliação detalhadas deste tipo de lisímetro pode ser encontrada em ALLEN & FISHER (1991).

3.1.8. INFORMAÇÕES CLIMATOLÓGICAS

As informações climatológicas dentro da estufa foram coletadas através de um *datalogger* da marca Campbell Inc. Modelo micrologger 21x. Foram utilizados os seguintes sensores:

- 01 sensor de temperatura e umidade relativa, modelo HMP35C, instalado a 2 m de altura;
- 01 sensor de radiação solar global (piranômetro), modelo LI200x, instalado a 2 m de altura;
- 01 sensor de radiação solar fotossinteticamente ativa, modelo L1190SB, instalado a 2m de altura;
- 01 sensor de velocidade de vento, modelo 014a-U, instalado a 2 m de altura;
- 03 sensores de temperatura do solo, modelo 107B-L.

Em cada lisímetro foi instalado um sensor de radiação solar líquida, modelo Q7.1, espectro de 0,25 a 60 μm , instalado 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.

Ainda dentro da estufa foi instalado um tanque de evaporação modificado de 0,60 m de diâmetro e 0,25 m de altura. Os dados diário estão apresentados no apêndice 1.

3.1.9. PREPARO DOS CANTEIROS

Antes do plantio os canteiros foram todos revolvidos, de modo a aumentar a aeração do solo.

As medidas do canteiro foram: 1,20 m de largura e 0,15 m de altura. Esta medida de altura foi adotada para tornar as condições de drenagem ideais, para evitar uma situação de alta umidade e, conseqüentemente, ocorrência de doenças.

A adubação do canteiro foi feita com base em análise química do solo, realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Centro de Ciências Agrárias.

Utilizou-se esterco bovino curtido, como forma de adição de matéria orgânica ao solo na dose de 60 t/ha.

Após a remontagem dos canteiros, a área era periodicamente molhada, para chegar ao plantio com uma condição de umidade do solo favorável ao bom transplante e “pegamento” das mudas.

Em seguida foi montado o sistema de irrigação, e por último a cobertura dos canteiros com plástico que ocorreu no dia 21/03/2001 entre as 14:00 – 16:00 (Figura 4). Utilizou-se o próprio solo da estufa para selar as bordas do plástico. No lisímetro foi utilizado fita adesiva transparente para selar as bordas do plástico.



FIGURA 4 : Aspecto dos canteiros preparados e cobertos prontos para receber as mudas

3.1.10. TRANSPLANTE DAS MUDAS

As mudas com idade de 21 dias após semeadura possuíam de 3 a 4 folhas definitivas, foram transplantadas de acordo com a Figura 5.

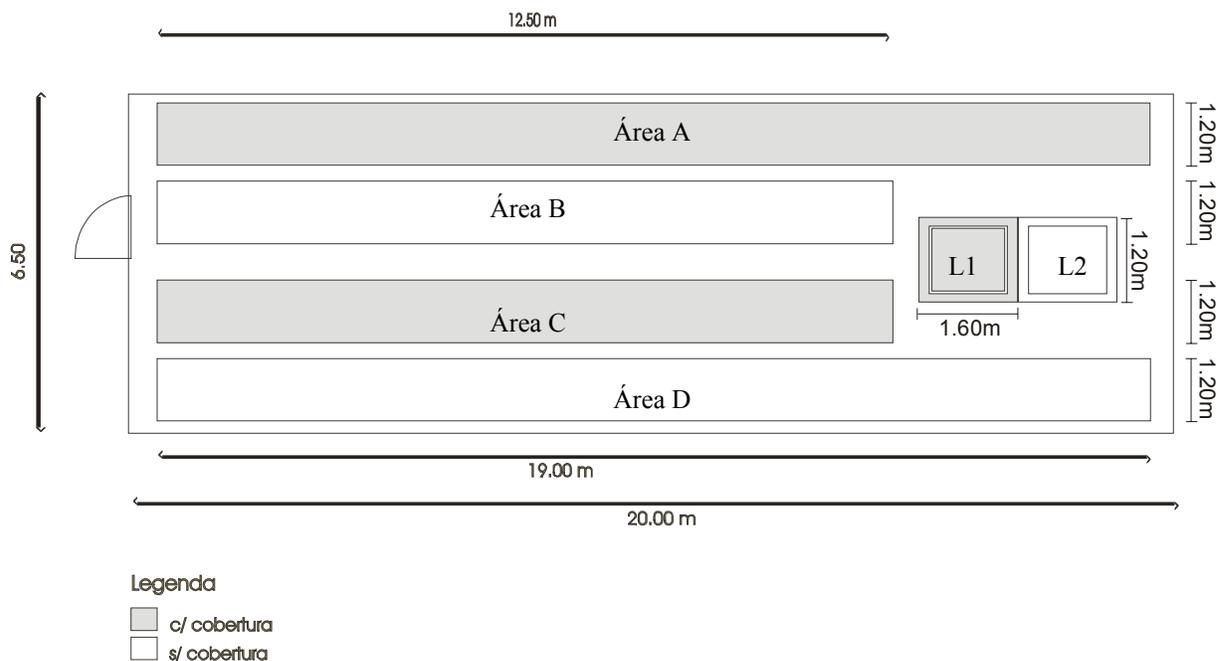


FIGURA 5: Disposição dos tratamentos dentro da estufa. As áreas achuradas foram cobertas com plástico.

Tabela 4: Disposição dos tratamentos dentro da estufa

Local	Tratamento
Lisímetro 01 (L1)	Solo coberto
Lisímetro 02 (L2)	Solo descoberto
Área A	Solo coberto
Área B	Solo descoberto
Área C	Solo coberto
Área D	Solo descoberto

O espaçamento foi de 0,25 m x 0,25 m e como marcação para o plantio das mudas tomou-se como base o espaçamento dos gotejadores, sendo as mudas dispostas entre as linhas de irrigação e entre os gotejadores. Nos canteiros cobertos com plástico utilizou-se um canivete para perfurá-los e a abertura foi de aproximadamente 0,05 m.

O transplântio aconteceu em 22/03/2001, às 16:00, terminando às 18:30h do mesmo dia (Figura 6).



FIGURA 6: Aspecto dos canteiros após transplântio das mudas.

3.1.11. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Utilizou-se um sistema de irrigação localizada com tubos gotejadores modelo CARBODRIP, da marca CARBORUNDUM, com espaçamento de 0,25 m entre gotejadores.

O sistema era constituído de um reservatório de cimento amianto de 1000 litros sendo a entrada de água no reservatório controlada por dois registros tipo “bóia”.

Foi utilizada uma moto bomba da marca KSB MODELO HYDROBLOC P500 com 0,5 Hp de potência e vazão de 5,40 l/min.

Na tubulação foi instalado um filtro de tela, imediatamente após a saída da bomba, para evitar a passagem de impurezas.

Um hidrômetro foi instalado após a bomba para se medir a quantidade de água utilizada na irrigação.

Concomitantemente foi acrescentado um injetor de fertilizantes tipo “venturi” para que juntamente com a irrigação fosse realizada a fertirrigação (Figura 7).

Do cabeçal de controle até os tubos gotejadores foi utilizado mangueiras de polietileno de ½ ‘’.

Na saída do cabeçal de controle (Figura 8) foi instalado um manômetro para verificar a pressão de saída e uma válvula reguladora de pressão de 14 mca para manter-se constante a pressão de serviço.

O controle de umidade foi feito através de sonda TDR (*Time Domain Reflectometry*) e os valores encontram-se no apêndice 3.



FIGURA 7: Cabeçal de controle do sistema de irrigação.



FIGURA 8: Válvula reguladora de pressão (14 mca) e manômetro na saída do cabeçal de controle.

3.1.12. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

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

Em 01/04/2001 observou-se elevadas temperaturas do solo junto ao colo das plantas tanto dos canteiros quanto lisímetro cobertos com plástico. Achou-se conveniente então aumentar o orifício feito no plástico para reduzir esta temperatura.

O controle de ervas daninhas era feito periodicamente quando notava-se seu aparecimento. Foi todo manual sem utilização de produtos químicos.

Durante o experimento realizou-se 4 adubações de cobertura utilizando-se uréia (45% N), em 05/04/2001 e 19/04/2001, e um adubo foliar com formulação 30-10-10 + micronutrientes, em 12/04/2001 e 26/04/2001. Foram realizadas sempre após as 17:00 para evitar danos às folhas.

Constantemente a cultura era examinada para verificar a presença de doenças fúngicas como a “Septoriose” (*Septoria lactucae*) e a “podridão-basal” (*Sclerotinia sclerotiorum*), não tendo sido verificado a presença de ambas.

Em 05/04/2001 (14 DAT) as plantas apresentavam excelente aspecto (Figura 09 e 10), e em 12/04/2001 (21 DAT) algumas partes da cultura já estavam começando a “fechar” (Figura 11 e 12). Em 19/04/2001 a cultura estava totalmente fechada (Figura 13 e 14).

A colheita ocorreu no dia 01/05/2001, aos 40 DAT (Figura 15).



FIGURA 9: Aspecto da cultura em 05/04/2001 (14 DAT) no tratamento “solo descoberto”.



FIGURA 10: Aspecto da cultura em 05/04/2001 (14 DAT) no tratamento “solo coberto”.



FIGURA 11: Aspecto da cultura em 12/04/2001 (21 DAT) no tratamento “solo descoberto”.

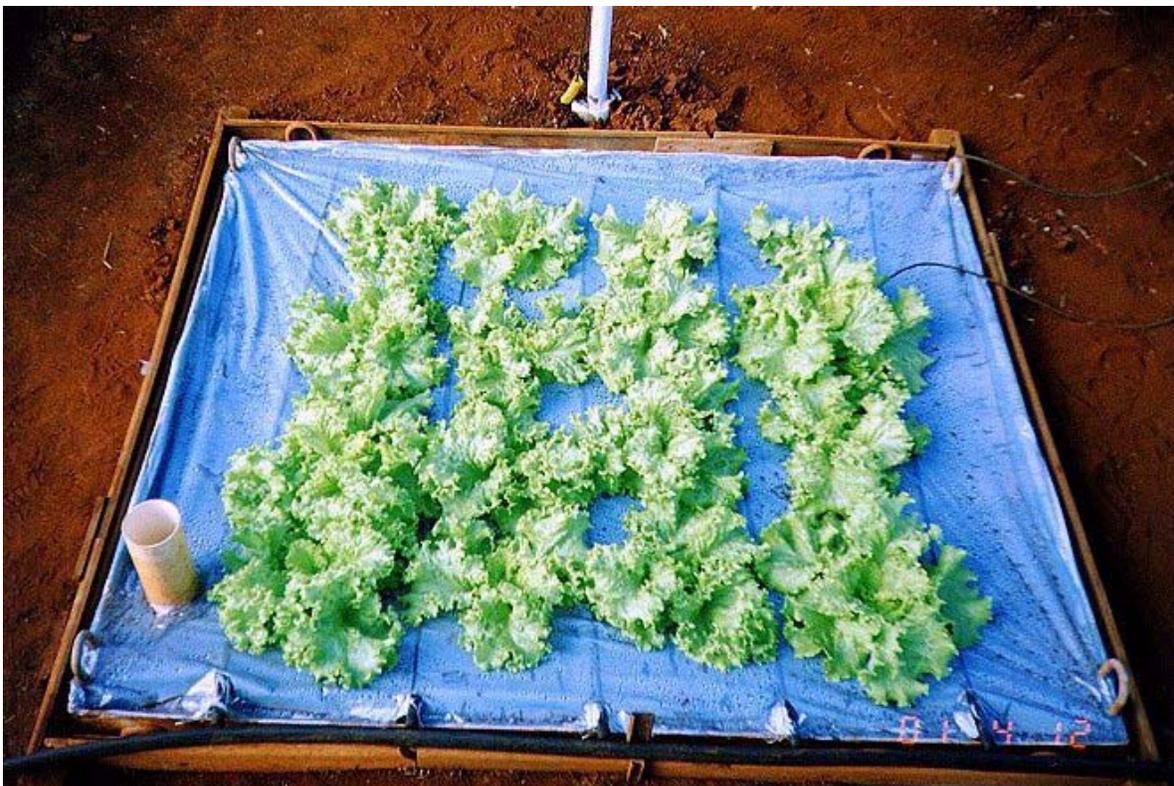


FIGURA 12: Aspecto da cultura em 12/04/2001 (21 DAT) no tratamento “solo coberto”.



FIGURA 13: Aspecto da cultura em 19/04/2001 (28 DAT) no tratamento “solo descoberto”.

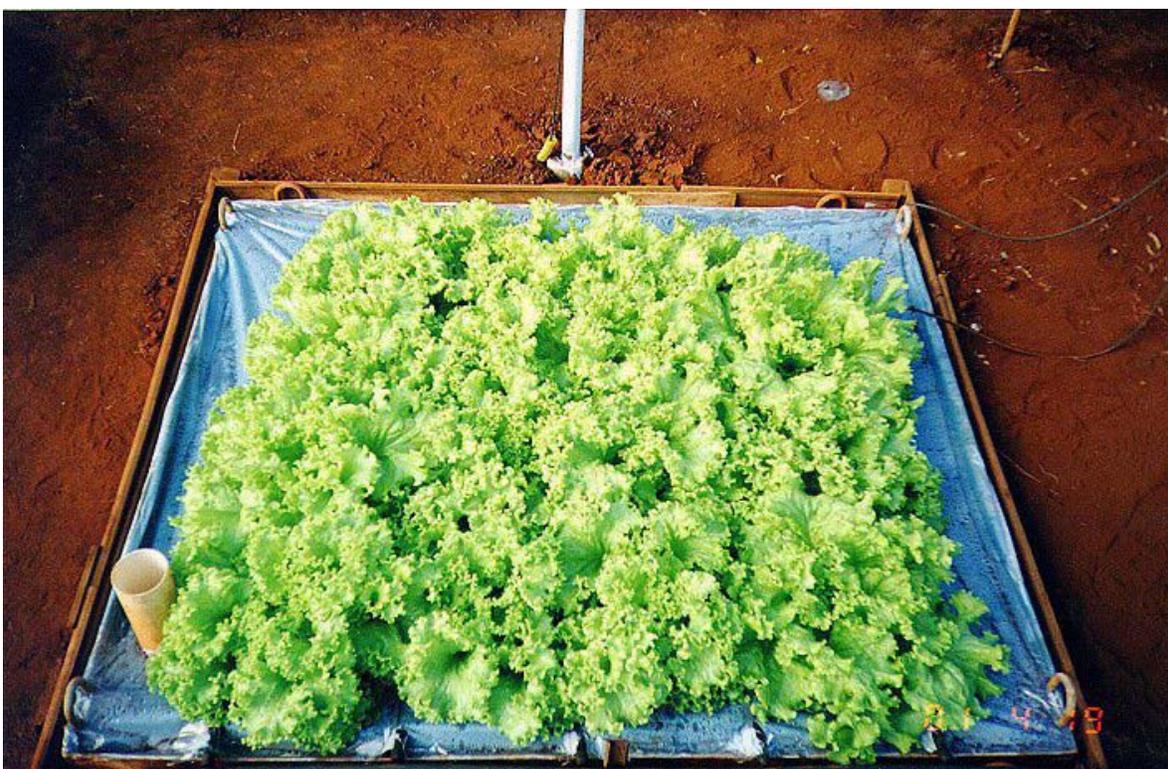


FIGURA 14: Aspecto da cultura em 19/04/2001 (28 DAT) no tratamento “solo coberto”.



FIGURA 15: Aspecto das plantas na colheita.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DA CULTURA.

O consumo de água foi obtido diretamente pela diferença de peso entre duas leituras consecutivas da soma das três células de carga do lisímetro. O consumo foi calculado para períodos de 30 minutos e, então, acumulado para períodos de 24 horas.

No lisímetro 1, obteve-se o consumo da cultura com solo descoberto, e no lisímetro 2, o consumo com o solo coberto com plástico.

3.2.2. AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA CULTURA

Para a análise do crescimento da cultura foram feitas amostragens em 29/03/01, 05/04/01, 12/04/01, 19/04/01, 26/04/01 e 01/05/01, respectivamente aos 7, 14, 21, 28, 35 e 40 dias após o transplante. Cada amostragem consistiu da coleta de 4 plantas por tratamento. Sendo o método destrutivo, utilizaram-se plantas da bordadura, 2 de cada repetição.

As plantas amostradas eram retiradas do solo tentando-se preservar ao máximo seu sistema radicular que em seguida era lavado (Figura 16).

A partir daí eram avaliados:

- tamanho do sistema radicular: lavava-se as raízes e media-se desde sua ponta até a inserção no caule;
- altura da planta: media-se desde a inserção das raízes no caule até a extremidade da planta. As leituras eram tomadas com uma régua de 50 cm com as folhas apontando para o solo;
- peso verde da parte aérea: As folhas eram destacadas do caule, fazendo sua contagem e pesagem. O caule era pesado posteriormente e o resultado era acrescentado ao peso verde das folhas, resultando no peso verde da parte aérea, e
- peso fresco do sistema radicular: o sistema radicular era separado da parte aérea e pesado em balança analítica.

Após essas leituras as folhas, os caules e as raízes eram separados e ensacados separadamente em sacos de papel e colocados em uma estufa a uma temperatura de 70° C até estarem totalmente secas.

Após a secagem, cada parte era pesada obtendo-se o peso seco das folhas, o peso seco dos caules e o peso seco das raízes.

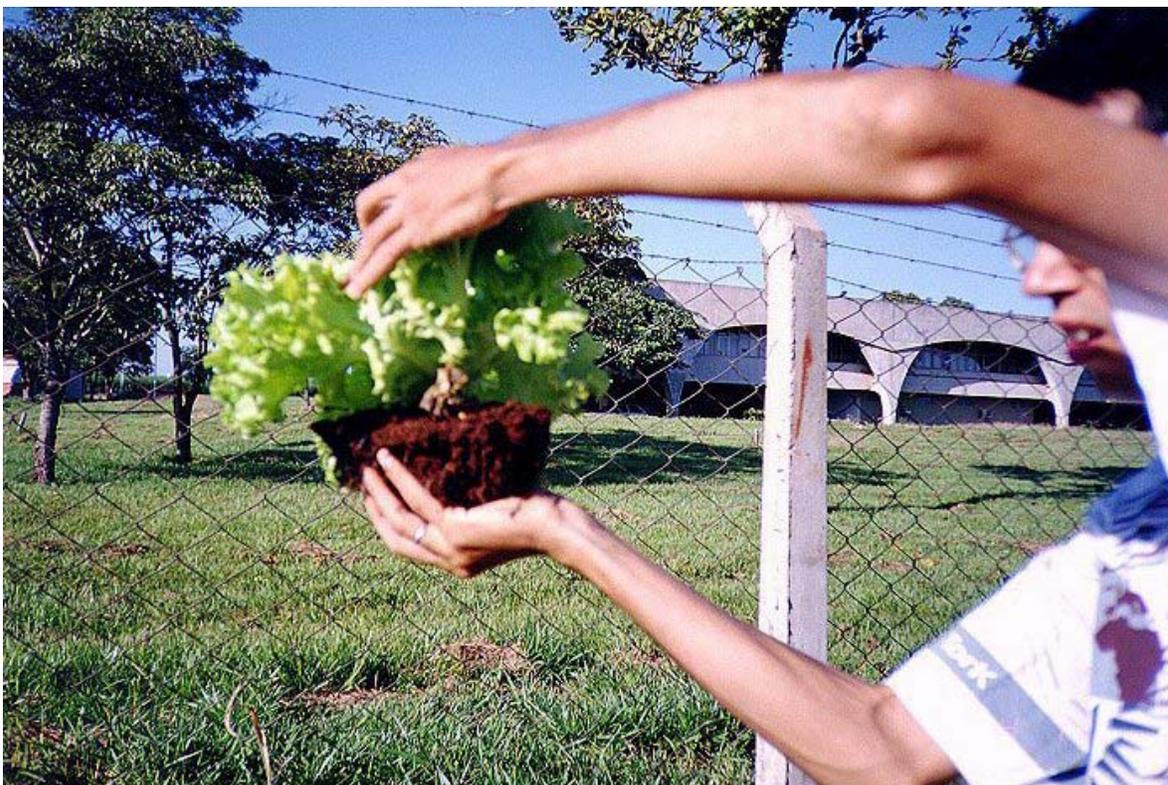


FIGURA 16: Retirada de planta para avaliação do desenvolvimento em 05/04/2001 (14 DAT).

A área foliar foi estimada na primeira avaliação, em 29/03/2001 (7 DAT) com a ajuda do software SIARCS da Embrapa-CNPDIA (Centro Nacional de Pesquisa e desenvolvimento de Instrumental Agropecuário). Este método consistiu em digitalizar-se as folhas da cultura em um digitalizador de imagens (*scanner*), juntamente com uma régua para estabelecer-se a escala, e gravar as imagens no formato windows bitmap (.bmp) conforme Figura 17. Em seguida a imagem gravada em disco era aberta no *software* SIARCS e através de procedimentos computacionais obtinha-se o resultado da área foliar em m².

Devido às circunvoluções das bordas externas das folhas, conforme figura 18, nas amostragens seguintes foi utilizado o método de Blackman & Wilson (1951)² citado por MULLER (1991). Foram retirados círculos das folhas tenras, utilizando-se um furador de área conhecida (1,57 cm²), num total de 30 discos por planta, sendo 6 discos de cada uma das 5 folhas coletadas por planta.

Para uniformizar as características de espessura e conteúdo de água eram utilizados sempre da 4^a a 8^a folhas mais jovens e já formadas, evitando-se sempre retirar círculos com as nervuras principais da folha.

Estes 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 através da fórmula:

$$AF = PSF \cdot A_{\text{circ}} / PS_{\text{circ}}$$

em que:

AF: Área foliar da planta (cm²)

PSF: peso seco das folhas (g)

A_{circ}: área dos 30 discos (cm²).

PS_{circ}: peso seco dos 30 discos (g).



FIGURA 17: Imagem digitalizada utilizada para análise de área foliar no software SIARCS em 23/03/01 (7 DAT).

² BLACKMANN, G. E. & G. L. WILSON. 1951. Physiological and ecological studies in the analyses of plant environment. *Annals of botany*, 15: 63-84



FIGURA 18: Aspecto das plantas em 05/04/2001 (14 DAT). Nota-se as circunvoluções das bordas das folhas.

O índice de área foliar (IAF) foi obtido dividindo-se a área foliar (AF) pela área ocupada por uma planta, que era de $0,0625 \text{ m}^2$ uma vez que o espaçamento utilizado foi de $0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$.

3.2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para a avaliação do desenvolvimento da cultura o delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas e o pacote estatístico foi o SAS.

A análise estatística constou de 2 tratamentos (referentes ao solo coberto e solo descoberto), com 4 blocos (representados pelos canteiros cultivados) e 6 épocas de coleta de dados. O esquema de análise de variância utilizado seguiu o esquema a seguir:

Causa de Variância	G.L
Blocos	3
Tratamentos	1
Resíduo (a)	3
Épocas	5
Interação Tratamento x Época	5
Resíduo (b)	30
Total	47

Para a avaliação do consumo de água pentadiário medido nos lisímetros de pesagem o delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados. A análise estatística constou de 2 tratamentos (referentes ao solo coberto e solo descoberto) e de 8 blocos (representados pelas semanas que se seguirão no experimento). O esquema de análise de variância foi o seguinte:

Causa de Variância	G.L
Blocos	7
Tratamentos	1
Total	8

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CONSUMO DE ÁGUA PELA ALFACE

O consumo de água, medido durante o experimento está apresentado na Tabela 5, nas periodicidades diária e pentadiária. A variação ao longo do tempo é visualizada nas figuras 19 e 20.

No tratamento “solo descoberto”, o consumo de água total durante o ciclo vegetativo da alface, que durou 40 dias, foi de 162,02 mm, para uma média diária de 4,15 mm, enquanto que no tratamento “solo coberto” estes indicadores foram, respectivamente, 119,62 mm e 3,07 mm. Os valores de consumo médio diferiram entre si estatisticamente ao nível de significância de 95%.

A diferença de consumo das plantas cultivadas em solo coberto foi de 42,40 mm, cerca de 37% inferior ao comparar com o tratamento “solo descoberto”.

ADETUNJI (1990) em um experimento para 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 alface requer uma umidade que 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.

PERES (1999) em um experimento determinou o consumo de água da alface, cultivar “Verônica”, cultivada em estufa durante o período de 09/03/98 a 17/04/98, no município de Araras. No período o consumo total de água foi de 123,47 mm, e a média diária de 3,3 mm, ambos para uma condição de solo descoberto.

O menor consumo médio de água verificado no tratamento “solo coberto”, cerca de 35 % 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 $E = E_s + E_t + E_w$, onde 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 diminuição da evapotranspiração.

Outra questão para reduzir a evaporação de água do solo está no fato de que a cobertura do solo proporciona uma alteração das propriedades térmicas do solo proporcionadas pela alteração do albedo. Essa alteração levou a uma diminuição da absorção de energia pela superfície do solo afetando diretamente a evaporação de água do solo.

Tabela 5: Consumo de água diário e pentadiário medidos nos tratamentos “solo coberto” e “solo descoberto”.

DAT	Data	Lisímetro 1 (Solo descoberto)		Lisímetro 2 (solo coberto)	
		CONS (mm)	Pentadiário (mm)	CONS (mm)	Pentadiário (mm)
Transplante	22/3/01	-		-	
01	23/3/01	3,50		0,55	
02	24/3/01	3,34		1,34	
03	25/3/01	3,09		1,49	
04	26/3/01	2,78		0,71	
05	27/3/01	3,36	3,21	0,64	0,95
06	28/3/01	3,71		0,79	
07	29/3/01	3,45		1,03	
08	30/3/01	3,31		1,01	
09	31/3/01	3,43		1,41	
10	01/4/01	3,58	3,50	1,83	1,21
11	02/4/01	2,59		0,95	
12	03/4/01	3,50		1,34	
13	04/4/01	3,11		0,79	
14	05/4/01	3,69		2,17	
15	06/4/01	3,11	3,20	2,21	1,49
16	07/4/01	3,98		2,14	
17	08/4/01	4,26		2,25	
18	09/4/01	2,44		1,18	
19	10/4/01	2,47		1,97	
20	11/4/01	3,87	3,40	3,63	2,23
21	12/4/01	4,62		3,71	
22	13/4/01	4,32		3,91	
23	14/4/01	4,90		3,77	
24	15/4/01	4,80		4,39	
25	16/4/01	3,95	4,52	3,61	3,88
26	17/4/01	4,67		3,68	
27	18/4/01	4,03		4,34	
28	19/4/01	4,06		3,39	
29	20/4/01	5,45		5,03	
30	21/4/01	4,71	4,58	5,29	4,35
31	22/4/01	1,44		1,64	
32	23/4/01	4,40		4,22	
33	24/4/01	4,01		4,47	
34	25/4/01	5,65		5,91	
35	26/4/01	5,77	4,96	5,15	4,94
36	27/4/01	5,98		5,74	
37	28/4/01	4,14		5,07	
38	29/4/01	6,80		6,25	
39	30/4/01	6,71		6,14	
40	01/5/01	6,48	6,02	6,12	5,86
Total		162,02		119,62	
Média		4,15		3,07	
Máxima		6,80		6,25	
Mínima		2,44		0,55	
Desvio Padrão		1,13		1,87	

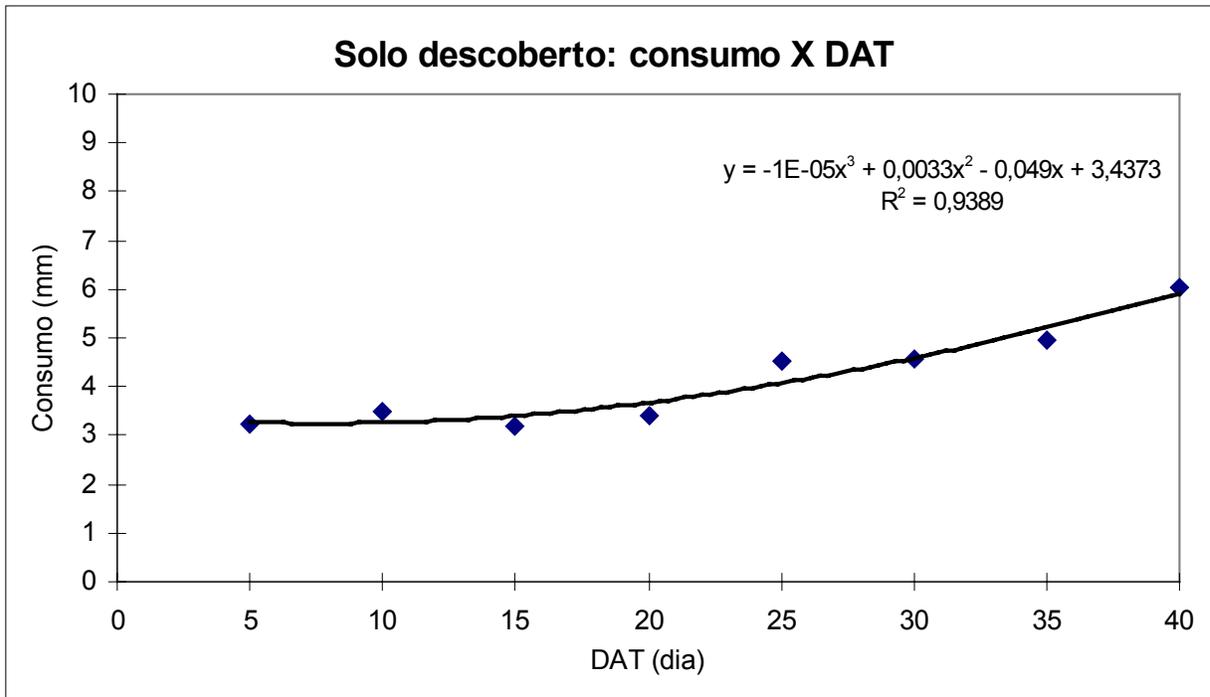


FIGURA 19: Consumo pentadiário de água pela alface no tratamento “solo descoberto”.

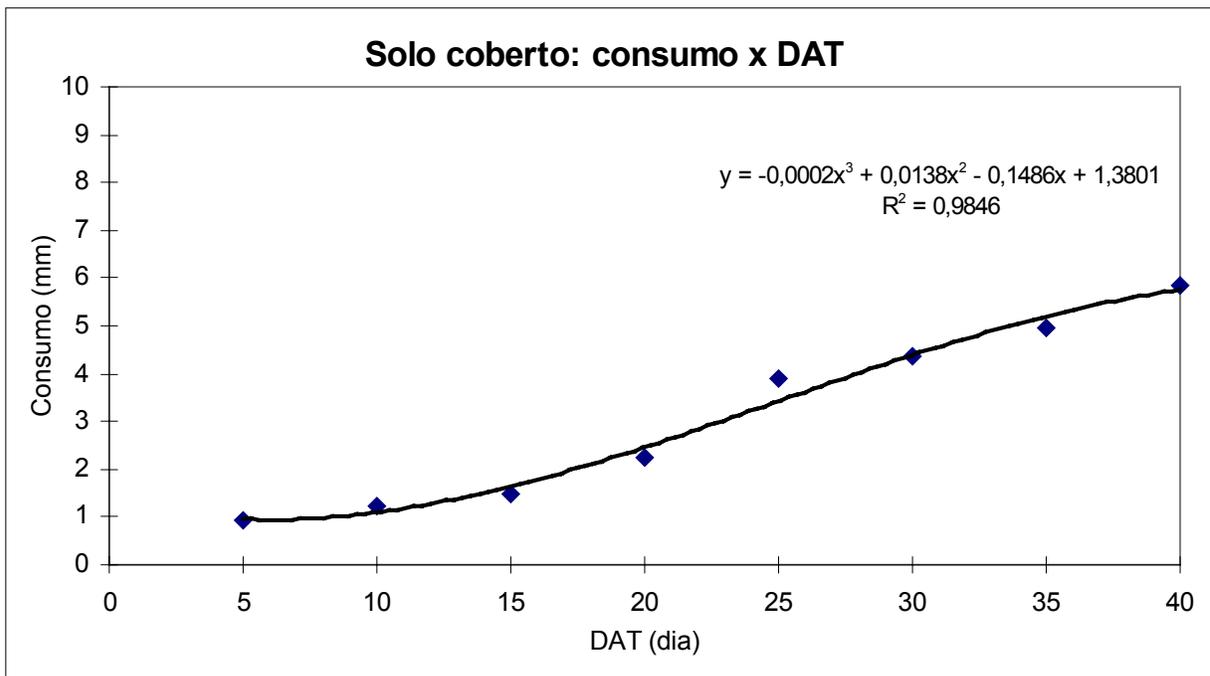


FIGURA 20: Consumo de água pentadiário pela alface no tratamento “solo coberto”.

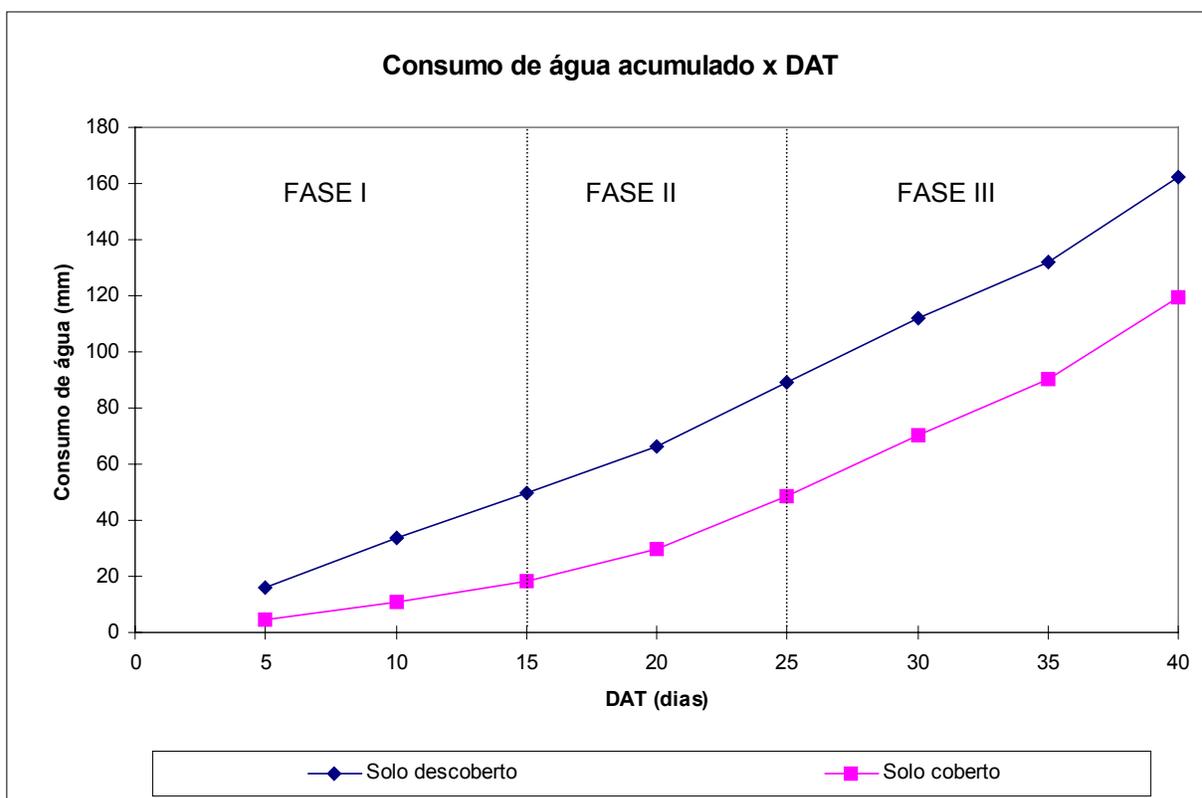


FIGURA 21: Consumo de água acumulado nos dois tratamentos.

Pela observação da figuras 21, podem ser detectadas a presença de 3 fases distintas de consumo de água pela alface nos dois tratamentos, cada uma delas com duração e intensidade de consumo de água distintas, a partir dos pontos de inflexão de cada uma das curvas apresentadas. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Fases, duração e consumo médio de água pela alface.

FASES	Solo Descoberto		Solo Coberto	
	Período (DAT)	Consumo (mm dia-1)	Período (DAT)	Consumo (mm dia-1)
Fase 1	0 – 15	3,30	0 – 15	1,22
Fase 2	15 – 25	3,71	15 – 25	2,53
Fase 3	25 - 40	5,02	25 – 40	4,76

A fase 1, do tratamento “solo descoberto”, que se estendeu do transplântio até 15 DAT, se caracterizou por um baixo consumo de água, que se explica pelo pequeno desenvolvimento vegetativo da cultura. Nesta fase, como a cultura se apresentava esparsa, a evaporação do solo predominou sobre a transpiração das plantas.

Na fase 2 ocorreu um grande aumento no consumo de água, que se deveu a um desenvolvimento acelerado da cultura: esta fase se estendeu de 15 DAT até o fechamento da cultura aos 25 DAT. Na Fase 3, que se iniciou , aproximadamente, com o fechamento da cultura (25 DAT) 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 no período (apêndice 2), fato ocorrido tanto no tratamento “solo coberto” quanto solo descoberto.

A fase 1 do tratamento “solo coberto”, se estendeu do transplântio até os 15 DAT, e se caracterizou por um baixo consumo de água, bem menor que o registrado na fase 1 do tratamento “solo descoberto”. Nesta fase o pequeno desenvolvimento vegetativo da cultura e a diminuta evaporação de água do solo, devido à cobertura do solo com o plástico, explicam esta diferença entre os consumos.

Na fase 2 deste tratamento, bem como no tratamento “solo descoberto” houve um grande aumento no consumo de água, devendo-se ainda ao acelerado desenvolvimento da cultura. Ainda nesta 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.

Durante a fase 3, que se iniciou , aproximadamente aos 25 DAT, com o fechamento da cultura e terminou com a colheita, o consumo de água foi máximo, tendendo a igualar-se ao tratamento “solo descoberto”. Isto foi devido ao fato do solo estar totalmente coberto pelas folhas da cultura, reduzindo a influência da cobertura do solo com o plástico.

Analisando ainda a Figura 21 pode-se verificar que o consumo de água no solo coberto é sempre menor que aquele medido no tratamento “solo descoberto”. As diferenças nos consumos tendem a crescer desde o transplante até por volta do fechamento da cultura (25 DAT). A diferença no consumo tende a estabilizar-se até o final do ciclo da cultura, chegando a 42 mm.

Sendo o consumo de água influenciado pelo crescimento e desenvolvimento da cultura ao longo do tempo, notou-se que para este cultivar nos respectivos tratamentos o consumo de água pode ser estimado pelas seguintes regressões lineares:

$$\text{CONS}_{\text{solo descoberto}} = -1 \times 10^{-05} \cdot \text{DAT}^3 + 0,0033 \cdot \text{DAT}^2 - 0,049 \cdot \text{DAT} + 3,4373 \quad (R^2 = 0,9389)$$

$$\text{CONS}_{\text{solo coberto}} = -0,0002 \cdot \text{DAT}^3 + 0,0138 \cdot \text{DAT}^2 - 0,1486 \cdot \text{DAT} + 1,3801 \quad (R^2 = 0,9846)$$

em que CONS é o consumo de água da alface ($\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$) e DAT é o período para o qual deseja-se estimar o consumo.

4.2. ANÁLISE DE CRESCIMENTO

O desenvolvimento da cultura da alface foi avaliado através dos indicadores: altura das plantas (AP), número de folhas (NF), peso fresco da parte aérea (PFA), peso fresco do sistema radicular (PFR), peso da matéria seca da parte aérea (PSA), peso da matéria seca do sistema radicular (PSR), comprimento do sistema radicular (LR), índice de área foliar (IAF) e eficiência do uso da água (EUA).

4.2.1. Altura das plantas

A altura das plantas (LP) nos dois tratamentos não apresentou diferenças estatísticas ao longo do ciclo (Tabela 7), sendo que as plantas do tratamento “solo descoberto” foram maiores que as do tratamento “solo coberto” até próximo do fechamento da cultura (25 DAT). No início do ciclo (7 DAT) as plantas possuíam em média 9,25 cm, no tratamento “solo descoberto” e 8,75 cm no tratamento “solo coberto”.

Por volta de 14 DAT ambos tratamentos tenderam a apresentar a mesma altura. No final do ciclo (35 DAT) porém as plantas do tratamento “solo coberto” apresentavam maior altura (Figura 22).

Tabela 7: Altura média das plantas ao longo do plantio nos tratamentos solo coberto e solo descoberto.

Tratamentos			
DAT	Solo descoberto	Solo coberto	
7	9,25a	8,75a	
14	15,88a	14,75a	
21	20,25a	20,00a	
28	26,63a	26,38a	
35	32,13a	31,63a	
40	34,00a	35,25a	

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

PELUZIO (1992) encontrou tendência similar em seu experimento ao comparar seis tipos de cobertura com plásticos coloridos. Neste experimento, trabalhando-se com seis cores de plástico ficou constatado que as plantas cultivadas em solo coberto com plástico de coloração azul e amarelo se destacaram das demais cultivadas em solo coberto com plástico de coloração vermelha, verde, transparente e preto, sendo que esta ultima coloração apresentou os menores resultados.

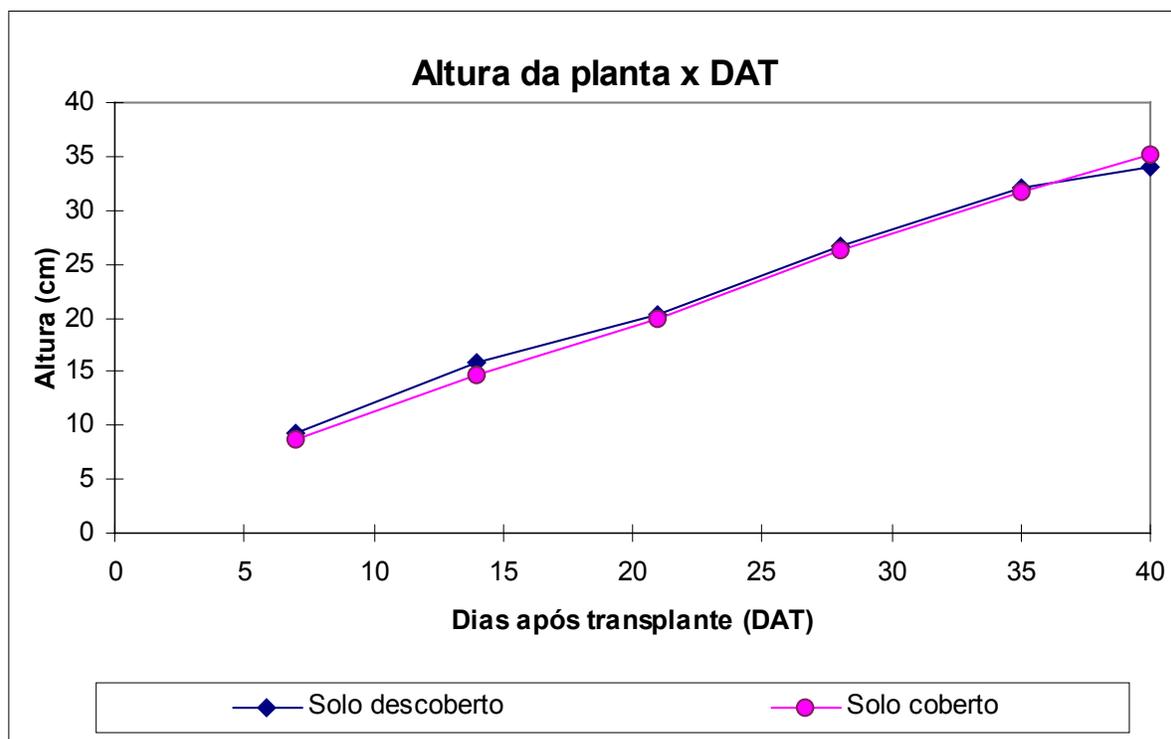


FIGURA 22: Altura das plantas nos dois tratamentos durante o cultivo.

4.2.2. Número de folhas

O maior número de folhas (NF) foi obtido no tratamento “solo descoberto”. A média de folhas no transplante era de 4 folhas. Já nos primeiros 7 DAT o número de folhas dobrou nos dois tratamentos, apresentando uma média de 8 folhas (Tabela 8) . Porém ao longo do ciclo, até o fechamento da cultura (25 DAT), o tratamento “solo descoberto” apresentou maior número de folhas. Deste ponto em diante o tratamento “solo coberto” apresentava maior número de folhas (Figura 23). Estatisticamente ao longo do ciclo as médias entre os tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

Esta variável teve um comportamento semelhante ao da curva de crescimento, ou seja, lento no início, intenso na fase intermediária e estabilizando no final.

Tabela 8: Número de folhas ao longo do plantio nos tratamentos solo descoberto e solo descoberto.

DAT	Tratamentos	
	Solo descoberto	Coberto
7	5a	4a
14	8a	7a
21	12a	10a
28	16a	15a
35	21a	21a
40	33a	36 ^a

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

Diante dos resultados foi constatado que para estas condições podemos estimar o número de folhas da cultura ao longo do seu ciclo vegetativo através das seguintes regressões exponenciais.

$$NF_{\text{solo coberto}} = 3,624.e^{0,0535.DAT} \quad (R^2 = 0,9877)$$

$$NF_{\text{solo descoberto}} = 2,6933.e^{0,0622.DAT} \quad (R^2 = 0,9886)$$

Onde:

NF = Número de folhas

DAT = Dias após transplante.

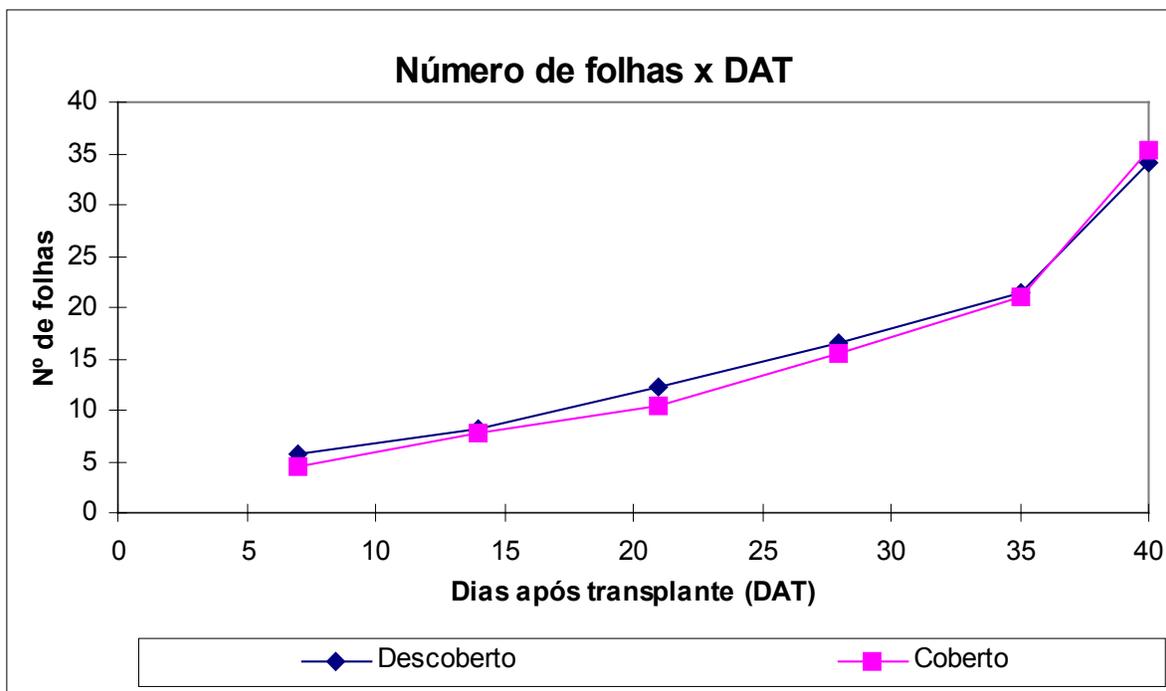


FIGURA 23: Numero de folhas durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

4.2.3. Peso fresco da parte aérea

O maior valor de peso fresco da parte aérea (PFA) foi observado no tratamento “solo coberto”. Durante os 14 primeiros dias não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Dos 14 DAT até os 35 DAT houve diferenças significantes entre os dois tratamentos sendo o tratamento “solo descoberto” aquele que apresentava maiores médias. Após os 35 DAT o tratamento “solo coberto” apresentou as maiores médias diferindo estatisticamente do tratamento “solo descoberto”. As médias ao longo do ciclo da cultura estão apresentadas na tabela 9.

Houve aumento contínuo de peso fresco nos dois tratamentos ao longo do tempo (Figura 24), também verificado por PELUZIO (1992) que constatou que tanto o número de folhas quanto o peso fresco aumentam progressivamente com o avançar do ciclo da cultura, e que o aumento é mais acentuado quando as plantas estão próximas à maturação. RODRIGUES (1990) também observou que as plantas de alface do cultivar Babá-de-verão crescem acentuadamente na fase final do ciclo vegetativo.

O acúmulo de matéria fresca ao longo do ciclo foi significativamente diferente nos dois tratamentos até os 35 DAT. Isso pode ser explicado pelo fato da temperatura do solo ter sido maior no tratamento “solo coberto” alterou a eficiência fotossintética e consequentemente o acúmulo de matéria seca nas plantas. De acordo com PELUZIO (1992) as temperaturas mais elevadas contribuem para uma atividade metabólica mais alta e, provavelmente maior eficiência fotossintética das plantas, desde que esta temperatura não promova aumento excessivo da respiração e da transpiração.

Tabela 9: Peso fresco das plantas ao longo do ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.

DAT	Tratamento	
	Solo descoberto	Solo coberto
7	5,26a	3,42a
14	25,87a	17,95a
21	103,83a	68,73b
28	230,28a	170,52b
35	377,43a	339,12b
40	545,96a	658,72b

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

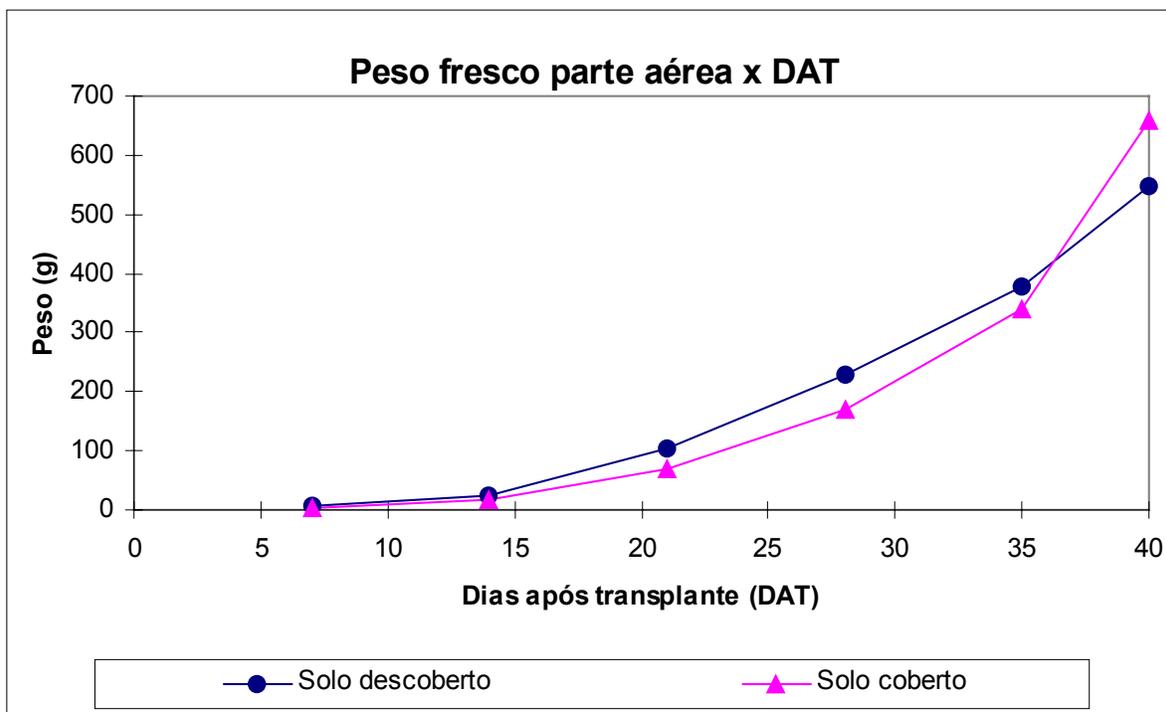


FIGURA 24: Peso fresco da parte aérea durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

O peso da parte aérea das plantas de alface, cultivar “Simpson”, na colheita variou de 402 g a 1057 g no tratamento “solo coberto” e 431,31 e 769,1 g para o tratamento “solo descoberto”. As médias na colheita foram 545,96 g e 658,72 g, respectivamente para o tratamento “solo descoberto” e “solo coberto” (Tabela 9).

Tomando-se como base os valores médios podemos estimar uma produtividade de 87 ton.ha⁻¹ e 105 ton.ha⁻¹ respectivamente para o tratamento “solo descoberto” e “solo coberto.”

4.2.3. Sistema Radicular

O maior peso fresco do sistema radicular (PFR) foi observado no tratamento “solo coberto”. Sua curva teve o mesmo comportamento da variável peso fresco da parte aérea (PFA). Essa variável pode explicar a diferença de peso fresco obtidas nos dois tratamentos.

Visualizando a Figura 15 nota-se o maior volume do sistema radicular na planta cultivada em solo coberto, à direita, em relação àquela cultivada em solo descoberto à esquerda.

Do início do ciclo até os 28 DAT o peso do sistema radicular no tratamento “solo coberto” permaneceu menor, implicando numa menor captação de nutrientes afetando o metabolismo da planta. Após os 28 DAT houve um acréscimo elevado no peso fresco do sistema radicular no tratamento “solo coberto”, afetando o peso fresco da parte aérea.

REICHARDT (1985) afirma que estudos que relacionam variações de temperatura do solo com a absorção radicular e acúmulo de nutrientes nas plantas são numerosos e diversificados, dificultando uma interpretação global, mas que de maneira geral as atividades biológicas no solo aumentam com o aumento da temperatura, até um máximo em torno de 30°C, decrescendo em seguida.

O maior peso fresco (PFR) e seco (PSR) e o maior comprimento do sistema radicular (AP) foram encontrados no tratamento “solo coberto” (Figuras 25 a 27). Estatisticamente os valores não diferiram entre si ao nível de 5% durante todo o ciclo. (Tabela 10 e 11).

Tabela 10: Peso fresco (PFR) e seco (PSR) do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.

DAT (dia)	Tratamentos			
	Solo descoberto		Solo coberto	
	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
7	0,75a	0,07a	0,69a	0,08a
14	2,33a	0,12a	2,32a	0,11a
21	5,71a	0,27a	5,29a	0,39a
28	11,61a	0,60a	11,60a	0,80a
35	15,71a	0,90a	16,66a	1,28a
40	15,99a	1,32a	18,51a	1,56a

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

Sua curva de crescimento acompanhou três fases distintas com acréscimo elevado até os 15 DAT, estabilizando-se até os 28 DAT aumentando no final do ciclo.

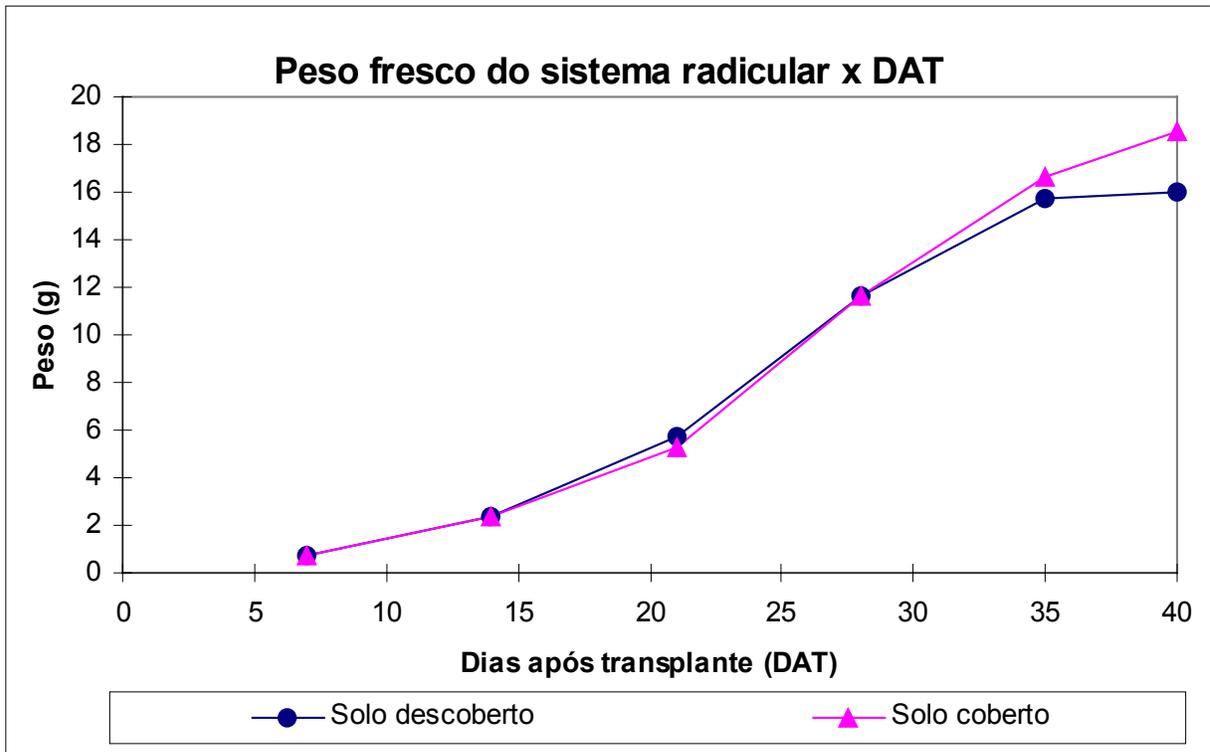


FIGURA 25: Peso fresco do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

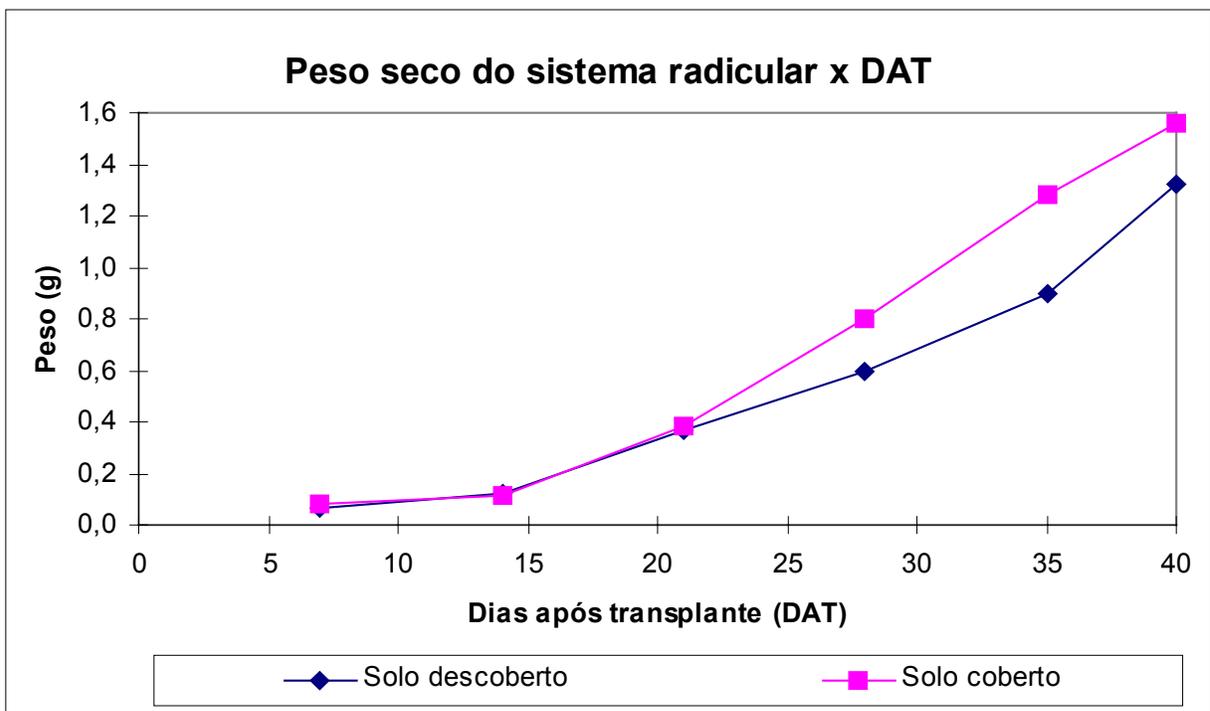


FIGURA 26: Peso seco do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

Tabela 11: Comprimento do sistema radicular (AR) durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.

DAT (dia)	Tratamentos	
	Solo descoberto	Solo coberto
7	10,50a	8,88a
14	15,13a	15,00a
21	16,75a	16,50a
28	17,50a	16,63a
35	19,00a	21,00a
40	19,75a	22,00a

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

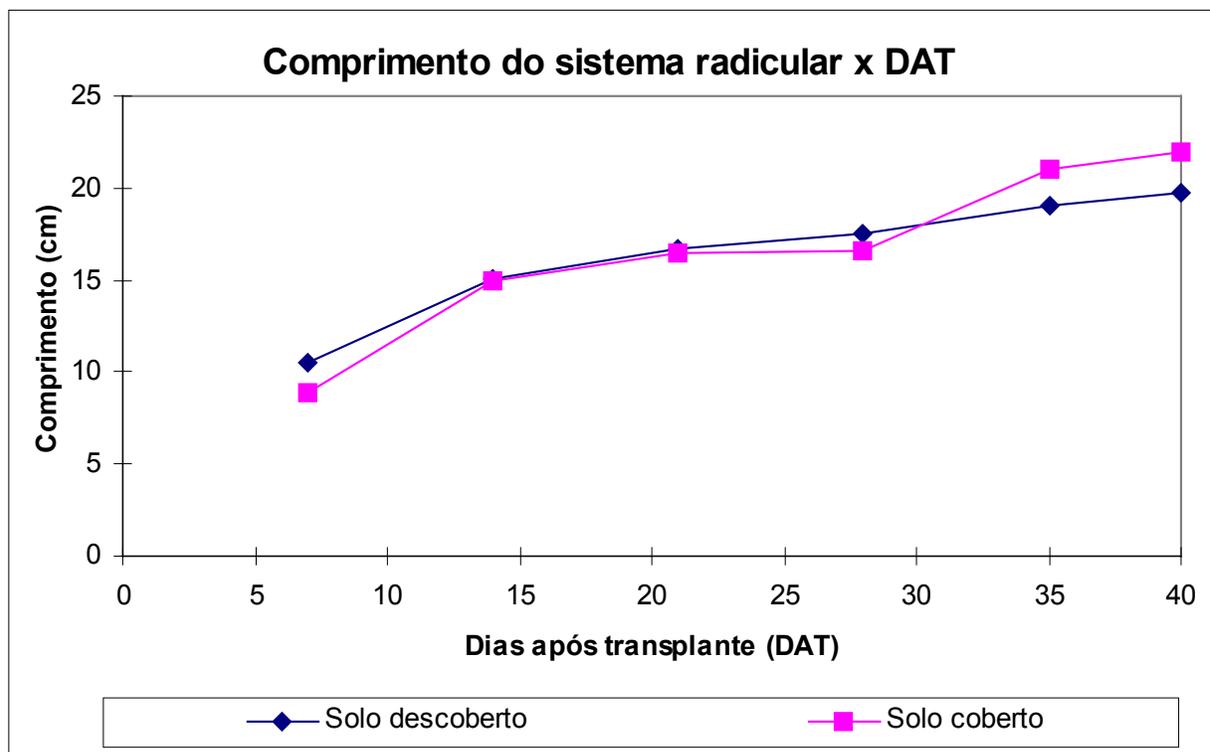


FIGURA 27: Comprimento do sistema radicular durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

XU (2000) ao estudar o efeito da temperatura do ar e do solo no metabolismo de “*bentgrass*” (*Agrostis palustris*), uma grama utilizada em campos de golf, constatou que a combinação de temperatura do ar e do solo altas (35°C/35°C) faz com que a planta consuma de 2 a 3 vezes mais carbono do que produz, causando um desbalanceamento entre a respiração e a fotossíntese e diminui a disponibilidade de carboidratos contidos nas raízes contribuindo para a formação de um sistema radicular pouco desenvolvido.

4.2.4. Índice de área foliar.

Os índices de área foliar (IAF), relativos aos dois tratamentos, são apresentados na Tabela 12.

Estes índices tiveram um comportamento típico de curva de crescimento: lento no início, intenso na fase intermediária e estabilizando no final. O aumento de IAF com o tempo tem como causa maior o surgimento de novas folhas.

Este incremento está de acordo com os aumentos de MSA e NF.

O tratamento “solo coberto” teve maior IAF em relação ao solo descoberto, porém ao longo do ciclo manteve-se abaixo. Estatisticamente não houve diferenças entre eles ao longo do ciclo.

O maior incremento de IAF, ocorrido a partir do 21 DAT pode ser explicado pela intensa formação de novas folhas que cobriram uma área de solo já coberta por folhas velhas, provavelmente devido a 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 28.

Tabela 12: Índice de área foliar (IAF) durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.

DAT (dia)	Solo descoberto	Solo coberto
	IAF	IAF
7	0,20a	0,15a
14	1,67a	0,96a
21	6,48a	4,21a
28	11,75a	8,57a
35	16,49a	15,16a
40	24,39a	25,23a
IAF = 0,0011.DAT ^{2,7555} (R ² = 0,9888)		IAF = 0,0005.DAT ^{2,9484} (R ² = 0,9974)
MS = 1,1374 . IAF - 0,0619 (R ² = 0,9984)		MS = 1,1.IAF - 0,0643 (R ² = 0,9974)

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

Como pode ser inferido pelos coeficientes de determinação constantes da Tabela 12, as regressões se ajustaram de forma excelente às observações.

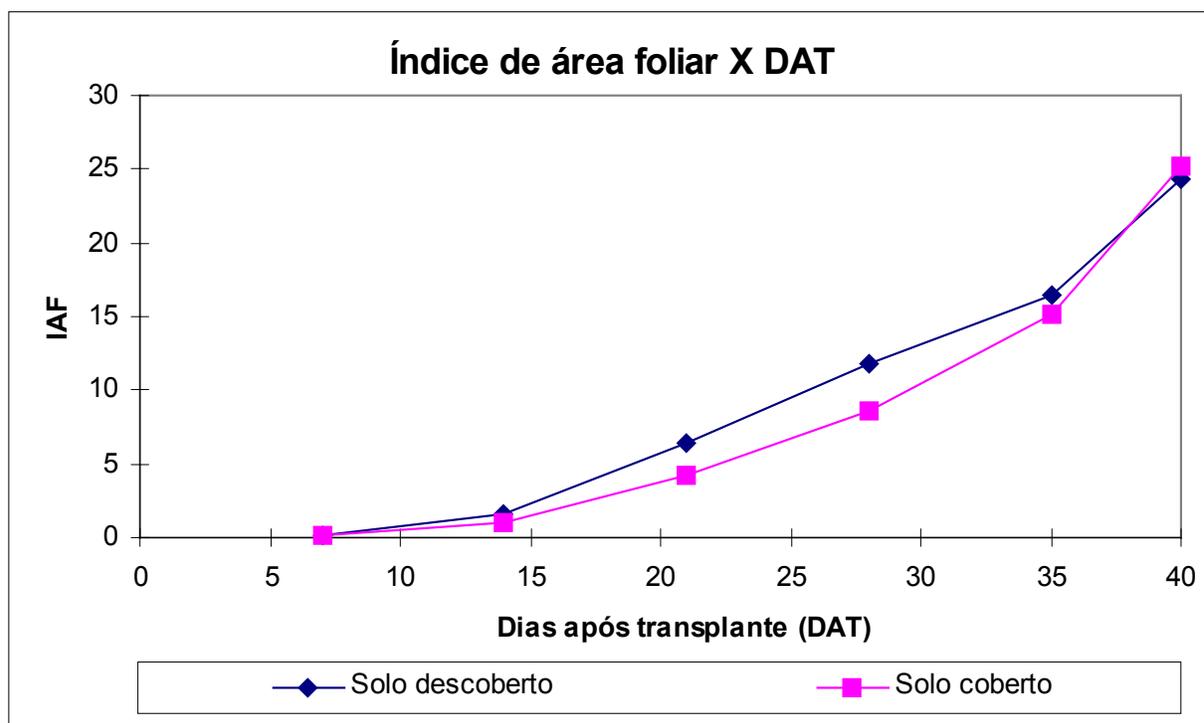


Figura 28: Variação do IAF durante o experimento nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

De acordo com PERES (1999) o consumo de água é uma função direta da área foliar da cultura e pode-se relacionar o consumo de água da cultura com seu respectivo índice de área foliar (IAF). Neste experimento pode-se representar tal relação através das regressões polinomiais de grau 3, conforme figura 29.

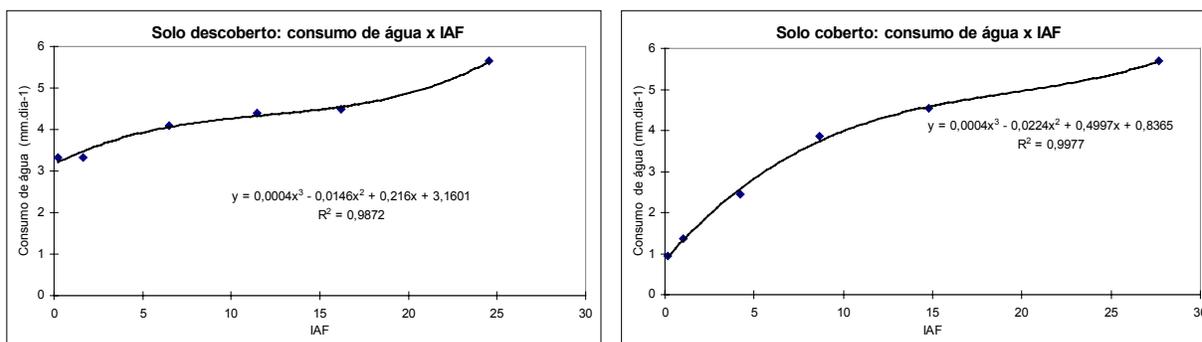


Figura 29: Correlação entre consumo de água (CONS) x Índice de área foliar (IAF) durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

Das regressões presentes na figura 29 foi obtida as seguintes equações:

$$\text{CONS}_{\text{solo descoberto}} = 0,0004 \cdot \text{IAF}^3 - 0,0146 \cdot \text{IAF}^2 + 0,216 \cdot \text{IAF} + 3,1601 \quad (R^2 = 0,9872)$$

$$\text{CONS}_{\text{solo coberto}} = 0,0004 \cdot \text{IAF}^3 - 0,0224 \cdot \text{IAF}^2 + 0,4997 \cdot \text{IAF} + 0,8365 \quad (R^2 = 0,9977)$$

em que CONS é o consumo de água (mm dia⁻¹) e IAF o índice de área foliar da alface.

4.2.5. Peso seco parte aérea

Tabela 13: Massa seca da parte aérea (MSA) durante o ciclo vegetativo nos tratamentos solo descoberto e solo coberto.

DAT (dia)	Solo descoberto	Solo coberto	
	PSA (g.planta ⁻¹)	PSA (g.planta ⁻¹)	
7	0,34a	0,30a	
14	1,45a	0,90a	
21	5,85a	4,00a	
28	9,90a	7,24a	
35	15,06a	14,55a	
40	21,34a	22,71a	
PSA = 0,0388e ^{0,0919.DAT} (R ² = 0,9725)		PSA = 0,0386e ^{0,0986.DAT} (R ² = 0,9623)	
PSA = 1,1374 . IAF - 0,0619 (R ² = 0,9984)		PSA = 1,1.IAF - 0,0643 (R ² = 0,9974)	

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

O peso de matéria seca da parte aérea (MSA), apresentado na tabela 13, foi influenciado pela cobertura do solo a partir da segunda semana após o início dos tratamentos. Estatisticamente não houve diferenças significativas entre os tratamentos ao longo do ciclo vegetativo.

O acúmulo de matéria seca ocorreu lentamente até os 14 DAT, e rapidamente dos 15 até a colheita (figura 29). PERES (1999) trabalhando com alface cultivar “Verônica” (crespa de folhas soltas), e sem cobertura de solo, observou que a fase de maior crescimento ocorre no período próximo ao ponto de colheita.

Observa-se valores maiores de matéria seca no tratamento “solo descoberto” até os 35 DAT, mas durante a colheita o tratamento “solo coberto” superou o tratamento “solo descoberto” e apresentou o maior valor de IAF. Provavelmente este comportamento foi influenciado diretamente pela temperatura do solo.

WALKER citado por REICHARDT (1985) e MULLER (1991) estudando o comportamento de sementes de milho observou que com o incremento de 1°C na temperatura do solo, no intervalo de 12°C a 26°C, o peso total das sementes teve um aumento de 20% no acúmulo de matéria seca, e com o incremento de 1°C na temperatura no intervalo de 26°C a 35°C, o peso seco total da semente diminuiu 12%.

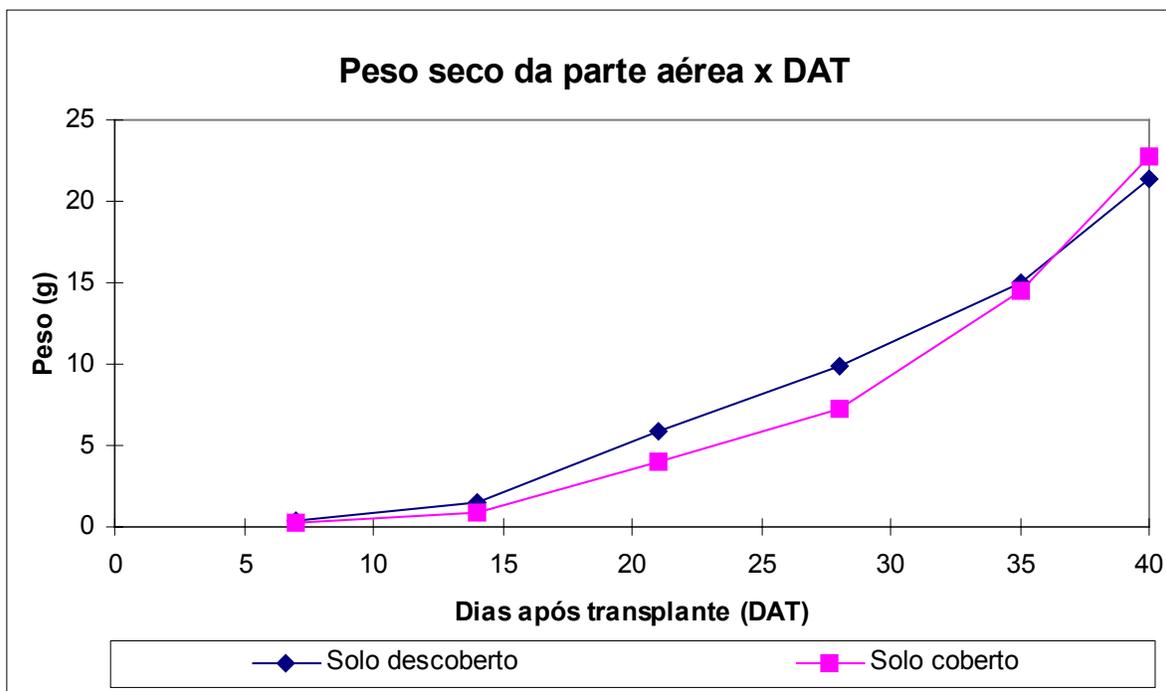


Figura 30: Peso seco da parte aérea durante o ciclo vegetativo nos tratamentos “solo descoberto” e “solo coberto”

ADETUNJI (1990) reforça essa teoria dizendo que temperaturas do solo superiores a 25°C são danosas ao desenvolvimento da alface.

Isso vem justificar os resultados encontrados nesse experimento, pois durante a condução do experimento a temperatura do solo a 15 cm de profundidade, no tratamento “solo coberto” foi altamente influenciada pela cobertura do solo (Tabela 4a - apêndice).

No início do ciclo até 01/04/2001 a temperatura observada na superfície do solo era superior a 45°C, levando a aumentar-se a abertura do plástico, pois verificava-se que as plantas estavam sofrendo um estresse causado por essa elevação de temperatura.

Até o dia 16/04/01 (26) DAT, que coincidiu com o fechamento da cultura as temperaturas médias observadas na superfície do solo e à 15 cm de profundidade eram superiores a 25°C. Ainda nesse período foram registradas temperaturas máxima na superfície do solo superiores a 30°C. Essas duas informações vão de encontro aos resultados de REICHARDT (1985) e ADETUNJI (1990).

4.2.6. Eficiência de uso de água

Foram requeridos desde o transplântio até a colheita 162,2 mm de água para o tratamento “solo descoberto” e 119,62 mm de água para o tratamento “solo coberto” . Considerando uma produtividade de 87353,6 kg/ha para o tratamento “solo descoberto” e 105395,2 kg/ha para o tratamento “solo coberto” , obteve-se uma eficiência de uso de água de 539,15 kg.ha⁻¹.mm⁻¹ e 881,08 kg.ha⁻¹.mm⁻¹ respectivamente. Estes valores são bem superiores aos 481 kg.ha⁻¹.mm⁻¹ encontrados por BASTOS (1994) para a cultura da alface cultivar “Brasil 303”.

Vendo a eficiência do uso da água de outra forma, no tratamento “solo descoberto” foram necessários 359,7 g H₂O/g massa verde e 181,79 g H₂O/g massa verde no tratamento “solo coberto”.

Considerando desta vez a produção de matéria seca, foram necessários 798,07 gH₂O/gMS para o tratamento “solo descoberto” e 546,41 gH₂O/gMS para o tratamento “solo coberto”

5.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

5.4.1. CONSUMO DE ÁGUA

Houve diferenças significativas ao nível de 5% (p=0,05) para o consumo de água semanal.

Tratamento	Média
Solo coberto	3,07a
Solo Descoberto	4,15b

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

5.4.2. ANÁLISE DO CRESCIMENTO

Analisou-se estatisticamente os seguintes indicadores: altura das plantas (AP), número de folhas (NF), peso fresco da parte aérea (PFA), peso fresco do sistema radicular (PFR), peso da matéria seca da parte aérea (PSA), peso da matéria seca do sistema radicular (PSR), comprimento do sistema radicular (LR), índice de área foliar (IAF). As épocas analisadas referem-se à: Época 1 (7 DAT), Época 2 (14 DAT), Época 3 (21 DAT), Época 4 (28 DAT), Época 5 (35 DAT), Época 6 (40 DAT).

Época	Tratamento	Indicadores							
		PFA	PFR	AP	LR	NF	PSR	PSA	IAF
1	Solo descoberto	5,26a	0,75a	9,25a	10,50a	5,75a	0,07a	0,34a	0,20a
	Solo coberto	3,42a	0,69a	8,75a	8,88a	4,50a	0,08a	0,30a	0,15a
2	Solo descoberto	25,87a	2,33a	15,88a	15,13a	8,25a	0,12a	1,45a	1,67a
	Solo coberto	17,95a	2,32a	14,75a	15,00a	7,75a	0,11a	0,90a	0,96a
3	Solo descoberto	103,83a	5,71a	20,25a	16,75a	12,25a	0,37a	5,85a	6,48a
	Solo coberto	68,73b	5,29a	20,00a	16,50a	10,50a	0,39a	4,00a	4,21a
4	Solo descoberto	230,28a	11,61a	26,63a	17,50a	16,50a	0,60a	9,90a	11,75a
	Solo coberto	170,52b	11,60a	26,38a	16,63a	15,50a	0,80a	7,24a	8,57a
5	Solo descoberto	377,43a	15,71a	32,13a	19,00a	21,50a	0,90a	15,06a	16,49a
	Solo coberto	339,12b	16,66a	31,63a	21,00a	21,00a	1,28a	14,55a	15,16a
6	Solo descoberto	545,96a	15,99a	34,00a	19,75a	34,00a	1,32a	21,34a	24,39a
	Solo coberto	658,72b	18,51a	35,25a	22,00a	35,25a	1,56a	22,71a	25,23a

As médias seguidas de letras iguais na mesma coluna dentro de cada época não apresentaram diferenças estatísticas ($p=0,05$) pelo Teste de Tukey

6. CONCLUSÕES

A cultura instalada em solo coberto com plástico azul consumiu 119,62, cerca de 37% a menos de água se comparado ao tratamento que não teve o solo coberto com plástico.

O peso médio das plantas de alface cultivada em solo coberto com plástico foi 658,72 g, cerca de 20% maior que aquela cultivada em solo descoberto.

O índice de área foliar médio na época da colheita foi de 25,23 para o tratamento “solo coberto” e de 24,39 para o tratamento “solo descoberto”.

A cultura instalada no tratamento “solo coberto” foi mais eficiente no uso de água sendo necessários 546,41 gH₂O/gMS enquanto que para o tratamento “solo descoberto” foram necessários 798,07 gH₂O/gMS.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADETUNJI, I.A. Effect of mulches and irrigation on growth and yield of lettuce in semi-arid region. *Biotronics*. n.19, p. 93-98, 1990.

ALDRICH, R. A. Enviromental principles of plant growth strucutres. Cap. 16. p. 250-265. In: DIXON, J. E.; ESNAY, M.L. Enviromental control for agricultural buildings. Ed. AVI, EUA, 287 p., 1986.

ALLEN, R. G.; FISHER, D. K. Direct load cell-based weighing lysimeter system. In: ALLEN, R. G.; HOWELL, T. A.; PRUITT, W. O.; WALTER, I. A.; JENSEN, M. E., ed. *Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements*. American Society of Civil Engineers, p. 114-124, 1991.

BAILLE, M.; LAURY, J. C.; BAILLE, A. Some comparative results on evapotranspiration of greenhouse using lysimeter, greenhouse H₂O balance and LUDT sensors. *Acta Horticulturae*, v.304, p. 199-208, 1992.

BASTOS, E.A. Determinação dos coeficientes de cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). 1994, 101 p. Tese (mestrado), UNESP, Botucatu.

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 4ed, Viçosa - MG, 488p, 1987.

BHELLA, H.S. Effect of triclke irrigation and black mulch on grow yield, and mineral composition of watermelon. *HortScience*, USA, n.23, v.1, p. 123-125, fev 1988.

BURMAN, R. D.; NIXON, P. R.; WHIGHT, J. L.; PRUITT, W. O. Water requirements. In: JENSEN, M. E., ed. *Design and operation of farm irrigation systems*. American Society of Agricultural Engineers, 1983. cap. 6, p.189-232.

CARON, B.O; HELDWEIN, A. B.; DALMAGO, G. A et al. Consumo d'água e coeficiente de cultura do meloeiro cultivado na primavera em estufa plástica. In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11, 1999, Florianópolis. Resumos ... Florianópolis: EPAGRI, 1999. p. 334.

CASTILLA, N.; FERERES, E. The climate and water requirements of tomatoes in unheated plastic greenhouses. *Agricultura Mediterranea*, Bologna, v. 120, n. 3, p. 268-274, 1990.

CERMEÑO, Z.S. INVERNADEROS – Instalação y Manejo. Espanha, Litexa Editora, Espanha, 353p, 1990.

DALSASSO, L.C; HELDWEIN A.B; BURIOL G.A; SCHNEIDER F.M. *et al.* Consumo d'água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. In: *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 61-67, 1997.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG, UFV, p. 289-293, 2000.

GARNAUD, J. C. The intensification of horticultural crop production in the mediterranean basin, by protected cultivation. FAO, 48 p., 1974.

GONÇALVES A.O.; OLIVEIRA J.C.; PERES J.G. Determinação das necessidades de água da cultura da alface (*Lactuca sativa*, L.) sob condições protegidas. In: VI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 6, 1998. Piracicaba. Resumos ... São Paulo: USP, 1998.

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., ed. *Lysimeters for evapotranspiration and environmental measurements*. American Society of Civil Engineers, p.1-9, 1991.

IBRAHIM, M. A. M.; YOUSSEF, A. M.; MOHAMEDIEN, S. A. The effect of solar radiation and air temperature on potential evapotranspiration in the South Delta. *Acta Horticulturae*, v. 323, p. 107-119, 1992.

JABOTICABAL UNESP EM NOTÍCIA. *Jaboticabal*, v.26, Jul/1995, 28p.

KIRDA, C.; CEVIK, B.; TÛLÛCÛ, K. A simple method to estimate the irrigation water requirement of greenhouse grown tomato. *Acta Horticulturae*, v. 366, p. 373-380. 1994.

LOPES MOSQUERA, M. E.; MARTINEZ CORTIZAS, A. M. Water balance in greenhouse under polyethylene cover: first results for Galicia (NW Spain). *Acta Horticulturae*, v.335, p. 421-427, 1993.

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. Tese (mestrado), Universidade Federal de Viçosa.

MANCINE, L.; CALIANDRO, A. The effect of irrigation method and regime on greenhouse salad tomatoes. *Irrigazione e Drenaggio*, Bologna, v. 36, n. 4, p. 70-73, 1989.

MARTINEZ, M. Plástico: Produtividade e solo protegido. *Manchete Rural*, n.33, p.76-80, dez. 1989.

MARTÍNEZ, S.; GARBI, M.; ETCHEVERS, P. *et al.* Efecto del color de la cobertura plástica sobre el régimen térmico del suelo para el cultivo de tomate en invernadero plástico. In: *Revista Brasileira de agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 147-150, 1998.

MONTERO, J.I.; CASTILLA, N.; GUTIERREZ DE RAVÉ, E.; BRETONES, F. Climate under plastic in the Almeria area. *Acta Horticulturae*, v. 170, p. 227-234, 1985.

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. 84f. Tese (mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MULLER, A.G. Comportamento térmico do solo e do ar em alface (*Lactuca sativa* L.) para diferentes tipos de cobertura do solo. 1991. 77f. Tese (mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

NIMAH, M. N.; RUBEIZ, I.; MIRIBI, B. A simple method for scheduling irrigation and measuring evapotranspiration for vegetables crops. *Acta Horticulturae*, v. 278, p.721-727, 1990.

NUNES, M.U.C Produtividade de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) sob cobertura plástica e em campo aberto no Acre. EMBRAPA, Comunicado Técnico n. 44, 3p., 1986.

PADULA M.; SARANTOPOULOS, G. I. G.L.; ARDITO, E. de F.G.; GARCIA, E.E.G.; OLIVEIRA, L.M. de; ALVES, R.M.V. Embalagens plásticas: controle de qualidade. ITAL, Campinas, 202p, 1989.

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. Tese (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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.

PERES, J.G. Determinação das necessidades de água dos cultivos protegidos - Relatório FAPESP. Araras: [s.n], 1999.

REICHARDT, K. Evaporação da água .In: Processos de Transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, p. 323-324, 1985.

SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N. A.; BURIOI, A.G. Modificações físicas causadas pela solarização do solo. In: Revista Brasileira de Agrometeorologia, v1, n1, p. 124-138, 1993.

SHARMA, M.L. Estimating Evapotranspiration. **Advances in Irrigation**. Academic Press, v3, p. 225,1985.

RODRIGUES, E.T. Efeitos da adubação orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa*, L.). 1990, 60 f. Tese (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SGANZERLA, E. Nova Agricultura: A fascinante arte de cultivar com os plásticos. *Plasticultura Gaúcha*, 4 ed., Porto Alegre, 303p., 1991.

VAN BAVEL, C. H. M. Lysimeters measurement of evapotranspiration rates in the eastern United States. *Soil Science Society of América Proceedings*, Madison, v. 23, n.2, p.138-41, 1961.

VAN MEURS, W.; STANGHELLINI, C. Use of an off-the-shell electronic balance for monitoring crop transpiration in greenhouses. *Acta Horticulture*, v. 304, p. 219-225. 1992.

XU, Q., HUANG, B. Effects of Differential Air and Soil Temperature on Carbohydrate Metabolism in Creeping Bentgrass. *Crop Sci*, v.40, p.1368-1374, 2000.

APÊNDICE

APÊNDICE 1: Dados climáticos observados dentro da estufa durante o experimento referentes às temperaturas máxima (Tmax), mínimas (Tmin) e média (Tmed), umidade relativa do ar máxima (URmax), mínima (URmin) e média (URmed), radiação solar global (RG), radiação fotossinteticamente ativa (PAR), velocidade do vento máxima (Vmax) e média (Vmed), radiação líquida no lisímetro 1 (RNCob) e lisímetro 2 (RNDesc).

DATA	Temperatura Ambiente (°C)			Umidade Relativa (%)			Vento (m/s)		Radiação			
	T _{Máx}	T _{Mín}	T _{Média}	UR _{Máx}	UR _{Mín}	UR _{Média}	V _{Máx}	V _{Média}	RG W.m ⁻²	PAR μmol/s.m ²	RN _{Cob} W.m ⁻²	RN _{Desc} W.m ⁻²
23/03	26,45	25,64	26,04	73,90	67,64	70,60	0,29	0,07	9306,38	17529,42	5998,34	5424,32
24/03	25,78	24,73	25,26	77,29	69,82	73,52	0,50	0,09	8491,85	15852,77	5338,20	4778,49
25/03	24,25	23,24	23,73	82,50	75,82	79,20	0,55	0,09	8104,63	15072,38	5114,75	4551,76
26/03	25,39	24,57	24,99	79,39	72,77	75,78	0,52	0,11	8930,33	16889,19	5816,91	5271,65
27/03	23,31	22,45	22,88	86,63	81,19	83,78	0,48	0,06	6981,40	13323,31	4371,87	3783,45
28/03	22,29	21,54	21,92	90,71	85,28	89,09	0,96	0,19	8085,48	14993,20	5243,94	4667,33
29/03	23,37	22,71	23,01	85,65	80,82	83,05	0,41	0,04	7850,44	14719,08	4809,66	4299,57
30/03	23,63	22,68	23,15	84,05	78,21	81,17	0,56	0,07	8445,95	15487,80	5261,37	4725,28
31/03	23,60	22,86	23,22	82,57	77,44	79,96	0,33	0,05	7324,17	13985,12	4377,89	4026,97
01/04	22,75	21,92	22,31	87,54	82,38	84,98	0,55	0,12	7376,87	14212,19	4666,84	4369,31
02/04	20,77	20,47	20,61	95,64	93,70	94,69	0,56	0,13	3120,37	5977,47	1645,03	1378,02
03/04	22,94	22,19	22,56	85,27	80,36	82,81	0,47	0,08	6876,38	13034,43	4166,71	3879,17
04/04	23,92	23,06	23,47	78,99	73,65	76,31	0,60	0,08	8716,84	16911,70	5089,15	4830,22
05/04	24,65	23,84	24,23	80,80	75,82	78,28	0,46	0,08	7525,72	14902,29	4601,53	4471,43
06/04	24,65	23,85	24,21	82,02	76,84	79,50	0,71	0,16	6914,56	13718,59	4226,92	4039,48
07/04	25,37	24,54	24,98	78,53	73,00	75,66	0,38	0,05	8279,84	16185,31	4953,52	4658,16
08/04	25,08	24,28	24,69	79,46	74,49	76,74	0,29	0,03	8212,68	15980,94	4906,92	4549,74
09/04	24,07	23,41	23,72	83,17	78,77	81,03	0,29	0,04	5222,29	10093,02	3037,71	2707,90
10/04	24,73	24,03	24,40	82,22	77,44	79,87	0,55	0,17	5805,10	11222,40	3542,91	3397,46
11/04	25,53	24,72	25,10	78,87	73,96	76,21	0,46	0,10	7834,86	15248,31	4786,21	4641,00
12/04	23,24	22,48	22,85	77,18	72,08	74,47	1,03	0,20	7906,97	14958,14	4502,64	4339,83
13/04	20,99	20,18	20,58	72,92	67,13	69,82	1,06	0,18	8066,41	15466,62	4337,82	4179,56
14/04	22,00	21,13	21,56	71,60	65,64	68,36	0,47	0,08	8608,49	16352,48	4647,19	4606,66
15/04	22,48	21,62	21,98	77,46	71,62	74,48	0,70	0,13	8552,45	16250,73	4869,93	4823,59
16/04	22,17	21,33	21,75	74,21	68,00	70,86	0,85	0,16	7937,02	15401,48	4261,57	4204,27
17/04	22,14	21,21	21,64	75,74	70,22	72,86	0,64	0,11	7674,48	14815,93	4123,74	4020,76
18/04	22,65	21,81	22,22	72,77	67,04	69,58	0,38	0,04	8274,06	15571,30	4511,16	4481,38
19/04	22,81	21,85	22,32	76,08	70,26	73,05	0,19	0,03	6493,61	12145,78	3540,10	3507,16
20/04	23,55	22,70	23,12	65,01	59,52	62,13	0,40	0,10	7884,20	14855,73	4409,35	4355,24
21/04	24,29	23,24	23,75	66,68	60,36	63,26	0,53	0,12	7099,46	13522,53	4048,24	3979,41
22/04	20,62	19,94	20,27	93,03	89,04	91,13	0,56	0,12	3412,31	6563,17	1706,17	1646,03
23/04	23,97	23,25	23,60	82,17	77,30	79,80	0,38	0,09	6115,49	11936,82	3629,35	3778,35
24/04	24,73	24,03	24,38	77,98	72,97	75,53	0,32	0,05	5977,35	12152,91	3328,51	3342,03
25/04	25,05	24,23	24,66	74,22	67,99	70,86	0,41	0,07	7992,53	16214,43	4544,10	4621,28
26/04	23,27	22,44	22,84	73,04	67,46	70,14	0,37	0,09	7942,52	16074,97	4450,67	4592,52
27/04	23,41	22,38	22,88	71,23	64,65	67,81	0,24	0,04	7390,65	15043,22	4104,09	4204,32
28/04	23,70	22,70	23,15	69,96	63,62	66,78	0,36	0,08	7588,59	15128,81	4235,04	4365,45
29/04	23,82	22,85	23,34	65,87	59,63	62,63	0,55	0,08	7482,13	14921,03	4170,93	4247,91
30/04	23,53	22,56	23,02	70,55	64,39	67,25	0,42	0,06	7376,79	14676,80	4214,47	4361,12
01/05	23,16	22,25	22,72	71,09	65,64	68,27	0,44	0,12	6782,57	13737,70	4160,95	4462,13

APÊNDICE 2. Temperaturas máximas, mínimas e médias do solo ocorridas nos lisímetros dentro da estufa no período de vigência do experimento.

		Temperatura do Solo								
		Solo descoberto			Solo coberto					
DATA	DAT	Máx _{15 cm}	Mín _{15 cm}	Média _{15 cm}	Máx _{sup}	Mín _{sup}	Média _{sup}	Máx _{15 cm}	Mín _{15 cm}	Média _{15 cm}
23/03	2	28,83	27,19	28,06	29,43	27,84	28,69	32,80	30,05	31,36
24/03	3	28,79	27,26	28,12	29,37	27,98	28,79	32,97	30,67	31,92
25/03	4	28,58	27,12	27,91	29,16	27,75	28,57	32,93	30,69	31,89
26/03	5	28,52	26,98	27,75	29,19	27,71	28,43	33,00	30,83	31,88
27/03	6	28,42	27,07	27,71	29,16	27,79	28,47	32,91	30,98	31,95
28/03	7	27,98	26,63	27,37	34,05	24,64	27,72	32,55	30,50	31,62
29/03	8	27,68	26,34	27,05	51,09	23,66	31,84	32,37	30,30	31,36
30/03	9	27,72	26,20	27,05	51,17	23,43	31,56	32,23	30,24	31,38
31/03	10	27,44	26,16	26,82	47,33	23,28	31,01	31,81	29,85	30,64
01/04	11	27,26	26,08	26,73	46,91	23,37	30,34	30,67	29,33	30,03
02/04	12	26,89	25,69	26,05	31,09	22,75	25,72	30,21	28,42	29,06
03/04	13	26,10	24,82	25,44	42,33	21,87	28,93	28,98	27,41	28,12
04/04	14	26,46	24,82	25,67	46,01	21,98	30,38	29,75	27,62	28,63
05/04	15	26,56	25,34	26,01	42,71	23,35	30,14	29,68	28,34	29,13
06/04	16	26,80	25,73	26,31	41,42	24,35	29,93	29,80	28,48	29,21
07/04	17	27,06	25,71	26,37	42,53	24,08	30,89	30,16	28,46	29,29
08/04	18	27,13	25,95	26,60	41,54	24,80	30,91	30,31	28,87	29,65
09/04	19	26,97	26,11	26,51	33,88	24,84	28,53	30,19	29,11	29,52
10/04	20	26,54	25,89	26,28	34,45	24,71	28,33	29,37	28,51	28,95
11/04	21	26,96	25,83	26,40	34,42	25,06	29,04	29,52	28,42	28,99
12/04	22	26,81	26,06	26,47	32,84	24,13	27,72	29,44	28,62	29,05
13/04	23	26,37	24,98	25,50	30,91	22,18	25,44	29,01	27,73	28,25
14/04	24	25,34	24,34	24,82	30,80	22,07	25,68	28,12	27,11	27,57
15/04	25	25,17	24,44	24,81	30,73	23,38	26,33	27,66	26,99	27,33
16/04	26	25,10	24,48	24,82	29,18	23,28	25,51	27,46	26,79	27,09
17/04	27	24,85	24,14	24,48	28,29	22,53	24,87	27,01	26,30	26,63
18/04	28	24,61	23,98	24,34	28,22	22,37	24,87	26,64	26,03	26,35
19/04	29	24,51	23,99	24,27	27,39	22,87	24,89	26,44	25,97	26,20
20/04	30	24,41	23,80	24,13	27,21	22,72	24,72	26,29	25,74	26,01
21/04	31	24,21	23,59	23,94	27,32	22,48	24,58	26,01	25,47	25,74
22/04	32	24,15	23,85	24,01	25,30	22,90	23,98	25,84	25,45	25,64
23/04	33	24,28	23,82	24,03	26,69	23,39	24,78	25,55	25,22	25,40
24/04	34	24,49	24,09	24,29	26,42	23,59	24,87	25,63	25,26	25,43
25/04	35	24,75	24,36	24,53	27,17	23,70	25,09	25,62	25,32	25,46
26/04	36	24,78	24,47	24,61	26,84	23,45	24,77	25,66	25,35	25,49
27/04	37	24,66	23,96	24,26	26,00	22,38	24,06	25,50	24,90	25,17
28/04	38	24,36	23,95	24,17	25,72	22,70	24,03	25,20	24,78	24,95
29/04	39	24,30	23,81	24,07	25,55	22,32	23,62	25,04	24,60	24,77
30/04	40	24,24	23,83	24,05	25,07	21,13	23,26	24,86	24,49	24,67

APÊNDICE 3. Umidade do solo nas datas de avaliação da cultura.

	Área A	Área B	Área C	Área D
	(solo coberto)	(solo descoberto)	(solo coberto)	(solo descoberto)
Data	%	%	%	%
29/3/2001	34,36	32,89	35,15	33,18
6/4/2001	34,43	32,43	35,10	32,91
12/4/2001	35,51	33,32	34,74	35,65
19/4/2001	35,84	33,02	34,70	33,31
26/4/2001	34,68	33,32	35,69	33,72
1/5/2001	34,33	33,68	35,44	33,51
média	34,86	33,11	35,14	33,71