

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANIDADE

PRISCILA CRISTINA NIESING

CULTIVO PROTEGIDO DE CULTIVARES DE ALFACE AMERICANA NO INVERNO
E PRIMAVERA EM PONTA GROSSA - PR

PONTA GROSSA

2006

PRISCILA CRISTINA NIESING

CULTIVO PROTEGIDO DE CULTIVARES DE ALFACE AMERICANA NO INVERNO
E PRIMAVERA EM PONTA GROSSA - PR

Dissertação apresentada para
obtenção do título de mestre na
Universidade Estadual de Ponta
Grossa, Área de Agricultura.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosana F. Otto

PONTA GROSSA
PARANÁ - BRASIL

2006

Dedico aos meus pais

AGRADECIMENTOS

A Deus que me possibilitou esta realização;

Aos meus pais, que me ensinaram os verdadeiros valores da vida e investiram incondicionalmente em mim;

À Banca de seleção para o curso de Mestrado iniciado no ano de 2005, professores Ricardo Ayub, Marie Y. Reghin e Altair Justino por me concederem a oportunidade de realizar o curso;

À Professora Dr^a. Rosana F. Otto, pela orientação, paciência e amizade durante este tempo de convivência;

Às empresas FITESA, Seminis e Polysack Indústrias Ltda pelo fornecimento dos materiais usados no desenvolvimento deste projeto;

Aos docentes do curso de Mestrado em Agricultura, pelos conhecimentos obtidos, pela amizade e incentivo oferecido. Especialmente aos professores Marluce Gonçalves Cortez, Maristella Dalla Pria e Jeferson Zagonel.

Aos funcionários da Fazenda Escola Capão da Onça, pela colaboração em todas as fases do trabalho de campo, especialmente ao Neri que sempre demonstrou dedicação;

Ao Professor Henrique Soares Koehler da UFPR por seus conselhos e ajuda de maneira desinteressada na parte estatística deste trabalho;

Aos colegas do Curso de Agronomia, que se tornaram meus amigos: Ana E. de Oliveira e Fábio Corso.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i	
ABSTRACT.....	ii	
1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVO.....	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1	ALFACE.....	18
3.1.1	ALFACE AMERICANA.....	19
3.1.2	FISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA ALFACE AMERICANA.....	20
3.2	CULTIVO PROTEGIDO.....	21
3.2.1	AGROTÊXTIL.....	23
3.2.2	TELADOS.....	25
3.2.3	TÚNEL BAIXO DE POLIETILENO.....	28
3.3	ASPECTOS MICROCLIMÁTICOS SOB AMBIENTES PROTEGIDOS.....	30
3.3.1	RADIAÇÃO SOLAR.....	30
3.3.2	TEMPERATURA DO AR.....	33
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	37
4.2	DESCRIÇÃO DOS CULTIVARES.....	38
4.2.1	RAIDER PLUS.....	38
4.2.2	LUCY BROWN.....	39
4.3	FORMAÇÃO DAS MUDAS E PREPARO DO SOLO	40
4.3.1	EXPERIMENTO 1.....	40
4.3.2	EXPERIMENTO 2.....	41
4.4	CONTROLE FITOSSANITÁRIO.....	41
4.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	41
4.5.1	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	42
4.6	CARACTERIZAÇÃO DO MICROCLIMA NOS SISTEMAS DE CULTIVO.....	44
4.7	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	44
4.7.1	EXPERIMENTO 1.....	44
4.7.2	EXPERIMENTO 2.....	45
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
5.1	EXPERIMENTO 1.....	47
5.2	EXPERIMENTO 2.....	56
6	CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS.....	67	

RESUMO

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no inverno (experimento 1) e primavera (experimento 2) de 2005/2006, com objetivo de avaliar a produção de duas cultivares de alface americana (Lucy Brown e Raider Plus) sob cinco ambientes de cultivo: malha termorefletora (Aluminet 40%), malha difusora (ChromatiNet 40%), ambiente natural, túnel baixo com polietileno e agrotêxtil branco (17 g/m² de gramatura). O delineamento experimental para ambos os experimentos foi inteiramente casualizado, distribuídos em esquema fatorial 5x2 (sistemas de cultivo x cultivares) com quatro repetições. Para ambos os experimentos avaliaram-se: biomassa fresca total (BFT), biomassa fresca da cabeça comercial (BFCab), biomassa fresca das folhas da “saia” (BFS), biomassa seca da cabeça comercial (BSCab) e biomassa seca total (BST). Para o experimento 2 avaliou-se também biomassa seca das folhas da saia (BSS), índice de área foliar das folhas da “saia” (IAFS) e das folhas da cabeça comercial (IAFCab). No inverno de Ponta Grossa, para ambas as cultivares, os sistemas de cultivo com agrotêxtil e túnel apresentaram precocidade de 21 dias na colheita. Entretanto, na primavera, não houve diferença entre o ciclo da alface, independente da cultivar e do ambiente de cultivo. Porém, a produção comercial foi superior em relação ao inverno, possivelmente devido às condições climáticas mais favoráveis a cultura da alface americana.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, cultivares, ambiente protegido, túnel, agrotêxtil, Aluminet, ChromatiNet

ABSTRACT

The experiments were carried out in an experimental area of the Ponta Grossa State University, Parana State, Brazil in winter (experiment 1) and spring (experiment 2) of 2005/2006, with the aim to evaluate the production of two crisphead lettuce (Lucy Brown and Raider Plus) under five different environments of culture: thermo-reflective screen (Aluminet 40%), diffusive screen (ChromatiNet 40%), natural environment, low tunnel with polyethylene and under nonwoven protection (white polypropylene of 17 g/m² grid). The experimental design for both experiments was a completely randomized with four replications in a factorial scheme 5x2 (crop systems x cultivars). For both the experiments were evaluated: the total, commercial head and outer leaves fresh matter weight (BFT, BFCab and BFS- g/m²), and the outer leaves as well as their total and marbetable head dry matter (BST and BSCab - g/m²). For experiment 2 dry matter of the outer leaves, index of the foliar area of the outer leaves (IAFS) and of the leaves of the commercial head (IAFCab) were also evaluated. In the winter of Ponta Grossa, for both the cultivars, the crop systems with nonwoven protection and low tunnel it had an early harvest of 21 days. However, in the spring, did not have difference in the cycle of the lettuce, independent of the cultivar and the crop system. But, the commercial production were superior in relation to the winter, possibly because of the more favorable climatic conditions for the crisphead lettuce culture.

Keywords: *Lactuca sativa*, cultivars, protected cultivation, tunnel, polypropylene, Aluminet, ChromatiNet

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, apesar da crescente utilização do cultivo protegido, ainda se conhece muito pouco sobre a intensidade das modificações climáticas ocorridas nesses ambientes e o efeito sobre as culturas. Um dos motivos seria a dimensão do território nacional, com regiões climaticamente bem distintas. Deste modo, se faz necessário à realização de estudos regionais visando à determinação das potencialidades e limitações dessa tecnologia.

A intensidade das modificações climáticas ocorridas em cada tipo de ambiente protegido irá depender não só da estrutura usada, mas do tipo de material de cobertura empregado. Estufa, túnel, agrotêxtil e malhas de sombreamento têm sido usados como proteção de cultivo em diferentes regiões, mas sem que se conheça a resposta destes sistemas em regiões produtoras de hortaliças, como por exemplo a alface americana.

A alface americana apresenta folhas crocantes, maior vida pós-colheita em relação a outros tipos varietais, elevados teores de vitaminas e sais minerais e baixo valor calórico. O cultivo desta espécie apresenta problemas quando há incidência de temperaturas limitantes, sejam essas elevadas ou baixas, inclusive a ocorrência de geadas. Isso faz com que parte da produção seja realizada em ambiente protegido.

A demanda de alface tipo americana tem aumentado no Brasil devido à expansão de lanchonetes chamadas “fast food”. Estas redes de alimentação fecham contratos com produtores para o fornecimento do produto ao longo de todo o ano. Também o consumo na forma de salada tem aumentado, utilizando-a na forma de saladas. Outra alternativa ou opção tem sido o comércio do produto minimamente

processado, agregando valor e aumentando, assim, o retorno econômico para o produtor.

Segundo dados da CEASA-PR (2006), a média de comercialização de 2005/2006 para a alface americana foi de 44 toneladas, com preços variando de R\$ 7,00 a R\$ 15,00 a caixa contendo 18 cabeças comerciais. A época de maior volume comercializado de alface americana ocorre em Novembro, período em que ocorre aumento significativo de temperatura, dificultando o desenvolvimento desta cultura, com conseqüente redução na oferta e elevação dos preços (Figura 1 e 2).

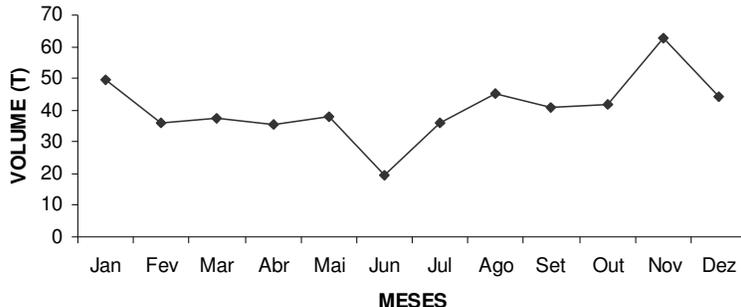


FIGURA 1. Variação do volume de alface americana comercializados em 2005/2006 na CEASA. Fonte: CEASA-PR, 2006.

Durante o inverno se registram as maiores altas de preços da alface (Figura 2). E pode se entender igualmente para a Região Sul do Brasil, climaticamente detentora de temperaturas baixas neste período, o que representa alto risco de produção.

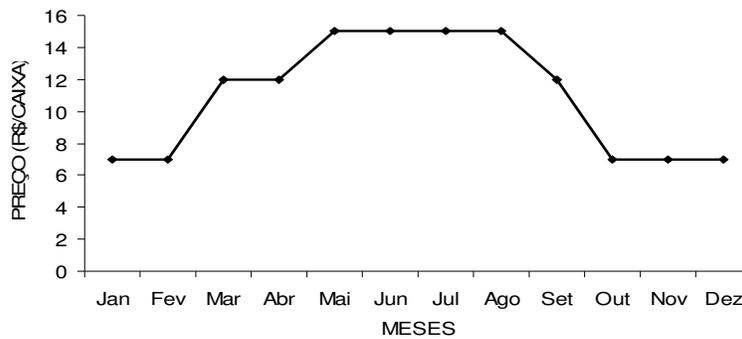


FIGURA 2. Variação do preço (caixa com 18 cabeças) de alface americana comercializada em 2005/2006, na CEASA-PR. Fonte: CEASA-PR, 2006.

Os produtores de hortaliças idealizam produzir com precocidade e nos período de entressafra do produto comercial de interesse, visando à obtenção de melhores preços na venda. Para isso, exploram as áreas de microclimas ou utilizam os recursos para proteção das plantas (PEREIRA A. *et al.*, 2003). Também a busca de novas cultivares mais adaptadas às condições regionais auxilia neste objetivo.

Até o momento, um dos maiores desafios para a produção de alface americana está na seleção de cultivares com, grande circunferência da cabeça comercial e que sejam produtivas, além de resistentes a doenças foliares. O estudo do comportamento desses materiais em diferentes condições de ambiente protegido, juntamente com o conhecimento das modificações climáticas resultantes das técnicas empregadas é urgente para que se possam definir épocas e sistemas de cultivo respostas adequados e rentáveis com menor risco de perdas.

2. OBJETIVO

Avaliar as respostas produtivas de duas cultivares de alface americana submetidas a quatro ambientes de cultivo protegido e conseqüentes modificações das temperaturas (ar e superfície do solo) e da radiação fotossinteticamente ativa, nas épocas de inverno e primavera da região de Ponta Grossa – PR.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ALFACE

A cultura da alface é largamente difundida no Brasil, sendo considerada a hortaliça folhosa mais consumida no país, destacando-se como cultura de grande importância econômica e alimentar. A planta é originária da Ásia e ao redor do ano 4.500 a.C. já era conhecida no antigo Egito, chegando ao Brasil no século XVI, por meio dos portugueses. Pertence à família *Asteraceae*, subfamília *Cichorioideae*, da tribo *Lactuceae* e espécie *Lactuca sativa* L. (RYDER, 1999).

A planta da alface é herbácea, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são a parte de interesse comercial da planta e podem ser lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma "cabeça". A coloração do limbo foliar varia do verde-amarelado até o verde escuro, podendo também ser arroxeadas, dependendo da cultivar. É fonte razoável de vitaminas A e C, de cálcio, ferro, fósforo, sais minerais e baixo teor calórico (KATAYAMA, 1993).

O ciclo biológico da planta é anual. Quando a fase vegetativa alcança o estágio de maturação, ocorre a alongação do caule e, então, a fase reprodutiva se inicia não exigindo período de frio para o florescimento. Dessa forma, a planta emite haste floral, terminando em inflorescência ramificada com numerosas flores hermafroditas.

Fatores como fotoperíodo, intensidade luminosa, concentração de CO₂ e, especialmente, temperatura influenciam acentuadamente no desenvolvimento e crescimento da alface. A dificuldade de adaptação a diferentes temperaturas e luminosidades elevadas tem impedido que a cultura expresse todo o seu potencial genético, interferindo no desenvolvimento das folhas. Com frequência, o limbo foliar se torna fibroso, reduzindo o ciclo da cultura, não permitindo a formação de cabeça e

comprometendo a produção, devido à antecipação da fase reprodutiva (MAKISHIMA, 1992).

O Programa Horti & Fruti Padrão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, classifica a alface em Americana, Crespa, Lisa, Mimosa e Romana. Desses tipos varietais, o mais consumido é a alface Crespa. No quinquênio 2000-2004, o tipo Crespa teve participação percentual de 61% em função da quantidade de engradados comercializados, enquanto que o tipo Americana foi de 19% (CEAGESP, 2005).

3.1.1. ALFACE AMERICANA

A alface do tipo americana se diferencia dos demais grupos, por apresentar folhas externas de coloração verde-escuro e internas de coloração amarela ou branca, imbricadas semelhantes ao repolho e crocantes. Comparando-a aos outros tipos de alface, a americana apresenta maior vida pós-colheita, o que possibilita o transporte a longas distâncias (DECOTEAU *et al.*, 1995).

As cultivares de alface americana apresentam plantas com aproximadamente 1 Kg, com 6 ou 7 folhas baixas ou de “saia”. Após a fase de plântulas (10-12 folhas), as folhas mais jovens começam a se encontrar com as folhas mais velhas, fazendo com que se desenvolvam em forma de uma “cabeça esférica”. A cabeça continua a aumentar e a emitir folhas novas de dentro para fora, até que a maturação se complete (RYDER, 1999).

Os processos reprodutivos são os estágios finais do crescimento da alface. Embora as partes florais sejam encontradas no início do ciclo de vida, os atuais desenvolvimentos dos estágios de reprodução ocorrem depois da maturação vegetativa. Neste momento, inicia-se a emissão da haste e sua emergência no topo da “cabeça”. A “cabeça” compacta da alface Americana pode ocultar este desenvolvimento, forçando a haste a se alongar em forma de

círculo dentro da cabeça até que possa rompê-la e sair. Para tal, normalmente, utiliza-se pressão, principalmente no cultivo para produção de sementes (RYDER, 1999).

O primeiro cultivar de alface Americana foi a Great Lakes, desenvolvido nos Estados Unidos em 1948. Atualmente, existem vários cultivares no Brasil, sendo os mais cultivados: Grandes Lagos e Rafaela (Feltrin), Grand Lakes (Topseed), Raider Plus e Lucy Brown (Seminis).

Em Lavras, no Sul do Estado de Minas Gerais, o plantio de alface americana vem se destacando pela área ocupada e também pelo volume de produção. Mota *et al.* (2001) estimaram uma área anual de 1.800 hectares, com uma produção de 500 toneladas de alface por semana. Dessa produção, 50% são descartados no campo, após seleção e classificação do produto, de maneira a atender às exigências das redes de restaurante “fast food”. Assim, da produção total até o produto final (sanduíche), o aproveitamento está em torno de 25% [(Yuri, 2005 - Refricon Mercantil Ltda.Lavras-MG. (Informação pessoal)].

3.1.2. FISILOGIA DO DESENVOLVIMENTO DA ALFACE AMERICANA

A alface é proveniente de clima temperado cuja adaptação a locais de temperatura e luminosidade elevadas tem gerado obstáculos ao crescimento impedindo que expresse todo o potencial genético (SETÚBAL e SILVA, 1992).

O efeito da temperatura do dia depende diretamente da intensidade de radiação. As folhas aumentam em espessura sob altas luminosidade e temperatura. As temperaturas noturnas altas ocasionam folhas alongadas e estreitas (RYDER, 1999).

As temperaturas críticas para o crescimento e desenvolvimento da alface americana variam de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, sendo

que a temperatura ótima para a germinação fica entre 18° a 21° C e acima de 26°C a germinação pode ser inibida. Para o desenvolvimento da planta, a temperatura pode estar entre 10 a 23°C (RYDER, 1999).

Sanders (1999), afirma que as cultivares de alface são adaptadas a temperaturas amenas, tendo como ótima a faixa entre 15,5 e 18,3°C. Entre 21,1 e 26,6°C, a planta floresce e produz sementes, podendo tolerar alguns dias com temperaturas de 26,6°C a 29,4°C, desde que as temperaturas noturnas sejam baixas. Nestas condições, ocorre redução do ciclo da cultura comprometendo a produção, devido à antecipação da fase reprodutiva (SETÚBAL e SILVA, 1992).

Segundo Rudimar Conte (Pesquisador da Seminis – via Email, 2006), “a cultivar Raider Plus possui dupla aptidão (mercado fresco e processamento) e apresenta melhor qualidade e produtividade em condições de temperaturas abaixo de 25° C e a cultivar Lucy Brown é de verão, com temperatura ideal acima de 25° C, apresenta aptidão para o mercado fresco”.

Wurr e Fellows (1991) estudaram o efeito da radiação solar e a temperatura no peso das “cabeças” de alface americana. Concluíram que o peso está positivamente relacionado com a radiação solar e negativamente correlacionado com a temperatura durante o processo de formação da “cabeça”.

3.2. CULTIVO PROTEGIDO

Cultivo protegido é uma forma de se produzir espécies vegetais, em locais ou épocas que não seriam possíveis os seus cultivos, modificando o ambiente natural com técnicas ou estruturas, para maximizar a produção e melhorando a qualidade dos produtos. Alguns dos objetivos específicos e vantagens seriam a manutenção da água no solo, proteção dos campos de cultivo contra granizo e geadas, redução

dos problemas com ventos, insetos, nematóides, doenças, plantas daninhas, controle da temperatura e fotoperíodo, diminuição da intensidade de radiação solar (WITTWER e CASTILLA, 1995).

Quando este sistema de proteção se aplica somente em algumas fases do cultivo se chama semiforçado. Habitualmente, o cultivo é protegido em seus primeiros estádios de desenvolvimento, quando se pretende adiantar seu ciclo, podendo se utilizar em etapas mais adiantadas quando o que se pretende é atrasar ou aumentar o ciclo (HERNANDÉZ, 1996).

O cultivo de flores e hortaliças em ambientes protegidos é uma tecnologia amplamente consolidada na Europa e nos EUA e se encontra em franca expansão no Brasil. A principal vantagem desta técnica consiste na possibilidade de produção nos períodos de entressafra, permitindo maior preço aos produtores.

Segundo Wittwer e Castilla (1995), a técnica de proteção consiste na colocação de coberturas que alteram os intercâmbios energéticos entre as plantas e o meio circundante. Esta cobertura pode ser de solo (debaixo das plantas), lateralmente ao cultivo (cortaventos), sobre as plantas, como casas de vegetação, túneis altos ou baixos (sem que entre em contato com as plantas) e coberturas colocadas diretamente sobre as plantas, como é o caso do agrotêxtil.

Em locais onde os fatores climáticos não permitem o plantio de determinadas culturas em condições naturais de campo, o cultivo pode ser realizado sob proteção, melhorando a eficiência na captação da energia radiante e o aproveitamento pelas plantas da temperatura, água e nutriente disponível.

3.2.1. AGROTÊXTIL

Na região Sul do Brasil, além das estufas plásticas não climatizadas, o agrotêxtil representa atualmente uma alternativa de proteção de cultivos. No Brasil, os trabalhos de pesquisa com agrotêxtil iniciaram-se no final da década de 90, na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná, onde hoje é utilizado por produtores de hortaliças para proteção de cultivos (PEREIRA, A. *et al.*, 2003).

O agrotêxtil é confeccionado a partir de longos filamentos de polipropileno que são colocados em camadas e soldados entre si por temperaturas apropriadas, constituindo-se em material leve e de resistência suficiente para utilização na agricultura (GREGOIRE, 1989).

Em cultivo protegido, o agrotêxtil é colocado e retirado em qualquer fase de desenvolvimento da cultura e deve ser usado diretamente sobre as plantas ou solo sem a necessidade de estruturas de sustentação (OTTO, 1997).

Para a cobertura de plantas, a gramatura do material pode variar de 14 a 25 g/m² e a coloração, do natural ao branco. O material branco é constituído por polipropileno puro adicionado de dióxido de titânio, enquanto o natural não tem adição de outros produtos, além do polímero de polipropileno. Em razão desta variação do material, as respostas produtivas das plantas podem ser diferentes.

Até o momento, somente o material de coloração branca está sendo usado na agricultura, mas já foram iniciados os primeiros estudos para avaliação de resposta produtiva sob estes materiais. Niesing *et al.* (2006), em Ponta Grossa-PR com duas cultivares de alface cultivados sob agrotêxtil branco, natural e em ambiente natural, não verificaram diferenças na produtividade das alfaces cultivadas sob os tipos de agrotêxtil, mas sim entre essas e o ambiente natural.

A utilização de agrotêxtil como proteção de plantas tem apresentado vantagens como precocidade de colheita em alface (OTTO *et al.*, 2001), e em

chicória (FELTRIM *et al.*, 2006); maior produtividade em feijão-vagem (PEREIRA, A. *et al.*, 2003); na produção de mudas de mandioquinha salsa (REGHIN *et al.*, 2000); proteção contra danos de geadas (OTTO *et al.*, 2000) e granizo em morango (OTTO *et al.*, 2005); melhoria da qualidade do produto final em pak choi (REGHIN *et al.*, 2002) e melhora da sanidade (FELTRIN *et al.*, 2003; COLTURATO, *et al.*, 2001).

Além destas vantagens, apresenta facilidade no manuseio e menor investimento inicial, se comparado com outros sistemas de cultivo protegido. Como em qualquer sistema de cultivo protegido, o uso do agrotêxtil também modifica o ambiente sob proteção.

Barros Júnior *et al.* (2004) utilizaram o agrotêxtil branco com gramatura de 40 g/m² como proteção de duas cultivares de alface (Tainá e Babá de Verão) em túnel baixo, com excelente resultados de qualidade para os padrões de produção do Estado do Rio Grande do Norte.

Da mesma maneira que para uma região com alta radiação, o agrotêxtil é também eficiente para regiões com níveis menores de radiação como o sul do Brasil. Reghin *et al.* (2002) trabalhando com dois híbridos de pak choi e duas gramaturas de agrotêxtil concluíram que o agrotêxtil de 25 g/m², usado sobre o híbrido Canton promoveu maior precocidade da colheita nas condições de inverno, no estado do Paraná, comparado às gramaturas de 17 g/m².

O agrotêxtil tem sido utilizado em várias regiões brasileiras, com excelentes resultados, tais como no NE (BARROS JÚNIOR *et al.*, 2004), SE (FIGUEIREDO *et al.*, 2004; FELTRIN *et al.*, 2006), no sul (REGHIN *et al.*, 2002a; OTTO *et al.*, 2005).

3.2.2. TELADOS

Os telados, malhas ou redes são obtidos a partir de filamentos cuja consolidação pode realizar-se mediante malhas tecidas ou malhas não tecidas.

Trata-se de estruturas com maior dimensão que podem cobrir vários canteiros. Os materiais utilizados para sua fabricação podem ser poliamidas, poliésteres, polietileno, polipropileno, fibras de vidro, entre outros, que uma vez consolidados transformam-se em produtos de alta permeabilidade e porosidade, com baixa razão entre peso e superfície e com boa resistência. Também podemos encontrar de diversas colorações.

As malhas aluminizadas são produzidas cobrindo uma película de polietileno com uma camada fina (0,2 mm) de alumínio, por meio de um processo de extrusão (estiramento) chamado “blow-buble” (TELTELA *et al.*, 1995). Essas malhas podem diminuir a temperatura do ambiente em torno de 10 a 12% (POLYSACK, 2005), podendo ser usada em estufas sob o plástico, em túneis baixos ou altos, com suporte de estacas ou na altura do solo.

Por outro lado, Mangetti [2003] realizou um experimento em Pouso Alegre – MG, em telado com Aluminet 40% sobre plantas de morangos nos meses de Junho e Julho de 2002. Verificou que não houve danos causados por geada nos morangueiros sob o telado, uma vez que a temperatura do ar neste ambiente encontrou-se na faixa de 2^o C, enquanto que o ambiente ao céu aberto estava em aproximadamente -3^o C.

Por terem fios retorcidos, as malhas termorrefletoras fornecem em média, 15% de radiação difusa ao ambiente, não interferindo os processos fotossintéticos. Pelo fato de diminuir a temperatura do ar em dias quentes e, por conseqüência, reduzir a respiração e transpiração evitando o fechamento dos estômatos durante

períodos prolongados, proporcionaria maior absorção de carbono (POLYSACK, 2005).

Teltela *et al.*(1995) medindo a temperatura sob 5 tipos de telados (20% branco, 30% preto, 40% preto, 50% preto e 50% alumizado), em Israel, concluíram que malhas de sombreamento, estendidas horizontalmente sobre a cultura, podem reduzir os riscos de danos causados por geadas, sendo que as malhas aluminizadas são mais efetivas. As malhas deveriam ter uma alta porcentagem de sombra. Cabe destacar, não obstante, que a alta porcentagem de sombra nas malhas reduz a quantidade de luz que chega as plantas durante o dia e, assim, afeta o seu desenvolvimento e produção.

Nesse sentido, o cultivo sob proteção de malhas termorrefletoras pode constituir em alternativa promissora para o produtor de alface, sobretudo em condições climáticas não adequadas ao crescimento da planta. Entretanto, por serem produtos recém lançados ao mercado brasileiro, pesquisas são necessárias no intuito de avaliar o efeito destas malhas em plantios de cultivares de alface e outras culturas em condições edafoclimáticas distintas.

Um outro tipo de malha que está o mercado é o ChromatiNet, que segundo a Polysack (2005), a malha transforma a radiação em produtividade por meio do manejo do seu espectro. Essa nova geração de malhas foto conversoras de luz propicia aos agricultores o aumento da atividade fotossintética, controlando as características do crescimento vegetativo, o que resulta em frutos de maior tamanho, bem como na precocidade das flores.

Leite *et al.* (2000) verificaram o efeito de transmissão de luz de diferentes tipos malhas (vermelha – ChromatiNet Vermelha 50%; azul – ChromatiNet Azul 50% e Negra – Convencional 50%) sob diferentes espécies e híbridos de orquídeas do

gênero *Phalaenopsis*. Concluíram que a radiação transmitida pela malha vermelha tem influência significativa na morfogênese da maioria das variedades testadas. E que a radiação azul transmitida pela malha vermelha tem influência significativa no vigor vegetativo das plantas. Tanto a malha vermelha quanto a malha azul apresentaram vantagens fitotécnicas para o cultivo de *Phalaenopsis* em relação à malha negra convencional.

Três tipos de telas de sombreamento (branca, verde e preta) e suas diferentes alturas do nível do solo (20; 30; 40 e 50 cm) foram testadas em Mossoró – RN, sobre o cultivar de alface Great Lakes, que é do tipo repolhuda crespa, plenamente adaptada a regiões de temperatura e luminosidade elevadas. De modo geral, Bezerra Neto *et al.* (2005) concluíram que os efeitos negativos de temperatura e luminosidade elevadas na produtividade da alface nas condições do semi-árido nordestino podem ser minimizados de forma significativa quando se utiliza tela de sombreamento branca a uma altura a partir de 40 cm.

Abaurre (2004), verificou que em Viçosa – MG, no cultivo de duas cultivares de alface (Regina e Verônica), cultivadas sob telados (malhas termorrefletoras - Aluminet 30% e Aluminet 40% e difusora de luz - ChromatiNet 30%) houve uma menor amplitude térmica diária e necessidade de menor volume de água aplicado nas irrigações, propiciando folhas menos espessas. Ambas as cultivares apresentaram menor produtividade sob Aluminet 30%.

Branco *et al.* (2005), no município de São Manuel – SP, utilizaram malhas de 50% de sombreamento de três diferentes cores (vermelha, prata e preta) colocadas sobre arcos de ferro galvanizados, formando um túnel de cultivo e outro túnel formado de filme de polietileno, para avaliar a produção de duas cultivares de alface americana (Raider Plus e Lucy Brown). Verificaram que as

cultivares apresentaram desempenho similares neste ensaio. Para a produção e produtividade de massa fresca de cabeça comercial não houve interação entre coberturas dos túneis e cultivares, no entanto, a cobertura vermelha foi superior à de polietileno, não diferindo das colorações prata e preta. 'Raider Plus' teve melhor desempenho que 'Lucy Brown' com relação à produção e produtividade de cabeça comercial.

3.2.3. TÚNEL BAIXO DE POLIETILENO

Os túneis baixos são estruturas de menor porte e com menor custo de instalação em relação ao túnel alto e à estufa, cobertos com filme transparente de polietileno. Proporcionam ganho térmico durante o dia favorecendo o desenvolvimento das plantas, principalmente nos períodos de inverno.

Trata-se de arcos com aproximadamente 1m de altura na parte central (Túneis baixos), que cobrem canteiros individualizados. É possível nos dias ensolarados, abrir as laterais dos túneis para não elevar demasiadamente a temperatura do ar no interior, o que pode ocorrer mesmo no inverno. Também deve ser realizado o fechamento destas laterais ao final da tarde para que a temperatura mínima do ar não atinja valores prejudiciais às plantas durante a noite (STRECK *et al.*, 1994).

O cultivo da alface sob túnel baixo, além de permitir a utilização intensiva da terra e do capital, possibilita a distribuição da produção ao longo do ano, evitando épocas de menor preço.

Figueiredo, *et al.* (2004), estudando a interação genótipo x ambiente de doze cultivares de alface, quatro do grupo lisa (Babá de Verão, Karla, Nacional e Elisa), quatro do grupo crespa (Simpson, Hortência, Verônica e Grand Rapids) e quatro do

grupo Americana (Laidy, Tainá, Lucy Brown e Raider) em dez ambientes (casa de vegetação, túnel baixo de cultivo, túnel baixo com sombrite, agrotêxtil e campo, na presença e ausência de *mulching*) nos períodos de agosto a novembro de 2001 e março a junho de 2002, em Jaboticabal, concluíram que para o cultivo de agosto a novembro/2001, as melhores respostas foram obtidas para as cultivares do Grupo Lisa, nos ambientes casa de vegetação com *mulching*, túnel baixo de cultivo sem *mulching* e campo sem *mulching*. No cultivo de março a junho/2002, houve maior variabilidade quanto ao comportamento das cultivares avaliadas nos ambientes estudados. Verificaram também que apesar das cultivares do grupo Americana apresentarem pior desempenho, as mesmas tiveram os maiores valores de massa seca da parte aérea.

Segundo Sganzerla (1995) existem plásticos de polietileno perfurados, os quais são utilizados em túneis de cultivo forçado. Estes proporcionam um melhor arejamento das plantas durante o ciclo vegetativo, quando comparados a túneis com plástico sem perfurações.

Trabalhando no inverno, Streck *et al.* (1994) verificaram que o número de folhas, as massas secas das folhas e do caule e a área foliar avaliadas na cultura da alface apresentaram maiores valores nas plantas cultivadas sob túnel perfurado do no cultivo em ambiente natural. Estes resultados foram atribuídos, segundo os autores, ao fato de as temperaturas do solo e ar apresentarem maiores valores sob o túnel. Esta mesma constatação foi feita por Pereira E. *et al.* (2003) que estudando rúcula na estação de verão, em túneis com diferentes níveis de perfurações, verificaram que a produção de matéria seca foi 45% maior nos túneis comparado ao ambiente natural.

Com o objetivo de avaliar cultivares de alface americana adaptadas ao verão, Mota *et al.* (2002) conduziram em Santana da Vargem - MG, um experimento contendo 17 cultivares sob túnel alto. Verificaram que a maioria das cultivares apresentaram valores similares a cultivar Raider, tradicionalmente cultivada, em termos de produtividade total. Para produtividade comercial, as cultivares Lucy Brown, PSR 5338, PSR 4303, PSR 0110, Empire 2000 e Seeker, não diferiram significativamente da cultivar Raider (333,8 g/planta) com 266,6; 276,1; 293,8; 301,6; 304,4 e 333,8 g/planta, respectivamente. Em relação à circunferência de cabeça, com exceção da cultivar PSR 5338, as demais cultivares com melhores produtividades comerciais foram estatisticamente semelhantes, variando de 38,7 a 41,5 cm.

Considerando uma população de 60.000 plantas/ha e produção de cabeça comercial de 41,70 t/ha, o peso de cabeça comercial foi de aproximadamente 695 g, em experimento realizado por Mota (1999) em estufa, no período de abril a junho de 1998 em Lavras – MG.

Sá (2005) trabalhando com duas cultivares de chicória na região de Ponta Grossa – PR, sob três sistemas de cultivo (ambiente natural, túnel baixo e agrotêxtil) verificou que o sistema de cultivo túnel baixo possibilitou melhor crescimento e produção para ambas as cultivares, além de maior retorno econômico.

Boaretto (2005), fez um estudo da viabilidade econômica no plantio da alface crespa 'Verônica', sob túnel baixo de polietileno e concluiu ser viável para as condições de Dois Vizinhos – PR.

3.3. ASPECTOS MICROCLIMÁTICOS SOB AMBIENTES PROTEGIDOS

3.3.1. Radiação Solar

A radiação solar é o principal fator que limita o rendimento das espécies tanto no campo como em ambientes protegidos, especialmente nos meses de inverno e em altas latitudes, por causa da escassa disponibilidade de energia radiante (MARTINS *et al.*, 1999).

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) é aquela que tem comprimentos de onda que induzem respostas fisiológicas nas plantas. As plantas são transformadoras primárias de energia solar, por meio da fotossíntese, sendo sua eficiência fator determinante na produtividade agrícola. Os incrementos em produtividade potencial das plantas têm sido derivados, principalmente, do aumento da proporção de massa seca acumulada nas partes de aproveitamento econômico e pouco em razão de aumentos nas taxas de crescimento (BERNARDES, 1987).

O crescimento e desenvolvimento normal das culturas somente ocorre quando a quantidade de radiação recebida for superior ao limite trófico. Para a maioria das hortaliças esse nível é de aproximadamente 8,4 MJ/m²/dia, de radiação PAR considerando com o nível em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção (ANDRIOLO, 2000).

Da radiação solar incidente na superfície atmosférica, pouco mais da metade chega à superfície do solo, por causa das perdas que ocorrem na atmosfera como, reflexão por nuvens, absorção por gases, dispersão por partículas, entre outras (MARTINS *et al.*, 1999)

Na superfície das plantas ocorre uma segunda série de reduções na radiação global. Somente 50% têm capacidade fotossinteticamente ativa. Deste total, uma fração é usada para o processo de evaporação, outra aquecerá o ar e o perfil do solo (calor sensível), outra é refletida novamente para a atmosfera (20% da global) e

os outros 10% são absorvidos pelos pigmentos fotossintéticos e xantofilas (10%) (MARTINS *et al.*, 1999).

Sob radiação intensa poderá não haver aumento significativo do processo fotossintético, pois este estará saturado pela radiação superando o ponto de saturação (PS). Nesse contexto, a velocidade de absorção do CO₂ não é mais limitada pelas reações fotoquímicas, mas sim por reações enzimáticas e pela disponibilidade de CO₂. Plantas C₃ cultivadas, como a alface, apresentam ponto de saturação luminoso compreendido no intervalo de 1000 a 1500 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (LARCHER, 2004).

O uso de t\u00e9cnicas para atenuar a densidade de fluxo de radia\u00e7\u00e3o solar incidente com o objetivo de aumentar o crescimento e melhorar a qualidade dos produtos agr\u00edcolas no per\u00edodo do ano em que a temperatura do ar est\u00e1 muito elevada tem-se mostrado vantajoso (BURIOL *et al.*, 1995).

Para a cobertura de t\u00fan\u00e9is baixos usados aqui no Brasil, principalmente durante o inverno, devem-se utilizar materiais que possuam elevado "efeito estufa", ou seja, que apresentem transmissividade m\u00e1xima para a radia\u00e7\u00e3o solar e m\u00ednima para a radia\u00e7\u00e3o infravermelha emitida pelo solo e corpo existentes no interior. O material mais utilizado \u00e9 o filme de polietileno.

Os maiores valores de transmit\u00e2ncia para a radia\u00e7\u00e3o global e PAR t\u00eam sido observados para o polietileno de baixa densidade (PEBD), nas horas centrais do dia e esta\u00e7\u00f5es mais quentes (MARTINS *et al.*, 1999). De acordo com Buriol et al. (1995), no per\u00edodo de julho a janeiro em Santa Maria (RS), em estufas cobertas com filme pl\u00e1stico de 100 micras, foram encontrados maiores valores m\u00e9dios de transmit\u00e2ncia nas horas centrais do dia (81,3%) em rela\u00e7\u00e3o \u00e0s primeiras horas da manh\u00e3 (56,2%).

A transmissividade global diária de um agrotêxtil de 17 g/m², segundo Hernández e Moralez (1995), é de 80% na primavera. Nas primeiras horas do dia, devido ao ângulo de incidência dos raios solares e a condensação de uma película de água formada na face interna da cobertura, esta transmissividade é menor em relação ao restante do dia (HERNÁNDEZ e CASTILLA, 1993). Com a evolução do dia, a radiação total, em um dia ensolarado de primavera, é menor sob a cobertura do que ao ar livre.

Feltrim *et al.* (2006), trabalhando com períodos de cobertura com agrotêxtil em duas cultivares de chicória, verificaram que a transmissividade até 31 dias após o transplântio variou 60 a 85% e, no período seguinte até o final do ciclo, a transmissividade variou de 45 a 60%. O agrotêxtil apresentou transmissividade média durante o ciclo da chicória de 61% da radiação solar incidente.

Em Londrina – PR, Souza *et al.* (2001) testaram diferentes níveis de radiação solar T1 (100% de luminosidade), T2 (70% de luminosidade), T3 (50% de luminosidade) e T4 (30% de luminosidade) obtidos por meio do emprego de telas de polipropileno ("sombrite") na cultura do feijão-vagem cultivar UEL1. As plantas de feijão-vagem apresentaram redução significativa do número de vagens por planta quando desenvolvidas em ambiente com 50% de sombreamento, quando comparadas às plantas desenvolvidas a pleno sol. O peso de vagem por planta, porém, não foi afetado significativamente pela diminuição da radiação solar.

3.3.2. Temperatura do ar

O efeito da temperatura é dependente da intensidade de radiação. Entretanto sendo a radiação determinante no processo fotossintético poderá ser prejudicial se os valores forem superiores ao ponto de saturação da cultura. A radiação intensa

pode provocar não só um aumento do volume da transpiração, como também redução comprometedor no conteúdo hídrico das folhas, causado a chamada “solarização ou foto-oxidação”, que frequentemente ocasiona a desidratação e a morte das células (RYDER, 1999).

Segundo Larcher (2004), altas temperaturas causam alterações irreversíveis no estado físico-químico das biomembranas e na conformação das moléculas de proteína. As membranas dos tilacóides são particularmente sensíveis ao calor, e, portanto, os distúrbios na fotossíntese são as primeiras indicações do estado de estresse devido ao calor. Primeiro, o fotossistema II é inibido e, posteriormente, ocorre a perda do equilíbrio do metabolismo do carbono. Como resultado do dano nos cloroplastos, a fotossíntese é deprimida, e eventualmente essa situação resulta na morte da célula. Como o fotossistema II também é afetado pela fotoinibição, a combinação de calor e radiação tem efeito aditivo.

Espécies termófilas apresentam redução no crescimento e desenvolvimento, quando a temperatura do ar é inferior a 10-12 °C, devido à redução da absorção de água e nutrientes pelas raízes, à diminuição da taxa de assimilação líquida, à redução do transporte e distribuição de assimilados, à redução da expansão foliar e a alterações anatômicas e morfológicas nas folhas, tornando-as mais curtas, largas e grossas, com pecíolos de menor longitude (LORENZO MÍNGUEZ, 1998 citado por MARTINS *et al.*, 1999).

A redução da absorção de água em consequência de temperaturas baixas ocorre por causa do aumento da viscosidade da mesma e da diminuição da permeabilidade da membrana celular. Tais efeitos implicam em alterações fenológicas nas espécies cultivadas em ambientes protegidos (MARTINS *et al.*, 1999).

O uso de agrotêxtil promove o “efeito estufa”. A temperatura diurna do ar debaixo da cobertura do agrotêxtil pode aumentar, prejudicando o início do crescimento do cultivo. No entanto, este efeito é controlado através do intercâmbio gasoso que ocorre entre ambiente interno e externo devido à porosidade do material. Além disso, a temperatura do ar debaixo da cobertura diminui com o desenvolvimento da cultura devido ao efeito da transpiração (CHOUKR-ALLAH *et al.*, 1994).

O aumento da temperatura do ar noturna é o principal objetivo da proteção de cultivos semeados em épocas frias. Assim como o polietileno, o polipropileno é relativamente permeável à radiação de onda larga, que se perde na noite, especialmente em dias de céu aberto. No entanto, a película de água condensada que se forma na parte interna da cobertura pode diminuir este efeito, já que a água é praticamente impermeável à radiação de onda larga (GREGOIRE, 1989).

Abaurre (2004), trabalhando com duas malhas termorrefletoras (Aluminet 30% e Aluminet 40%), uma malha difusora (ChromatiNet 30%) sobre duas cultivares de alface (‘Regina’ e ‘Verônica’) no município de Viçosa – MG, observou menor amplitude térmica sob as malhas em comparação com o controle sob céu aberto e as médias das amplitudes térmicas durante o cultivo foram de 16 °C, 14 °C, 12°C e 12°C, respectivamente para o Controle, Aluminet 30%, Aluminet 40% e ChromatiNet 30%. O autor explica que as malhas atenuaram a radiação incidente sobre as plantas e, ao mesmo tempo, impediram a perda de calor para a atmosfera durante a noite.

Pereira A. *et al.* (2003) trabalhando com feijão-vagem, em março, na região de Ponta Grossa – PR, obteve maiores valores durante toda a fase da cultura para a temperatura do ar e de superfície do solo sob agrotêxtil se comparado com o

ambiente natural, sendo que os valores da diferença entre as temperaturas diminuíram com o desenvolvimento da cultura.

Na região de Ponta Grossa – PR, Sá (2005) avaliou duas cultivares de chicória sob três sistemas de cultivo (ambiente natural, túnel baixo e agrotêxtil) e verificou que as temperaturas máxima, mínima e média do ar sob túnel foram maiores do que em ambiente natural, mas menores que sob agrotêxtil durante todo o ciclo da cultura, sendo que as maiores diferenças foram verificadas para as temperaturas máximas e médias do dia.

Portanto, dentro do contexto da produção de hortaliças em diferentes ambientes de cultivo, a alface americana é uma das espécies merecedora de atenção. As modificações climáticas a que é submetida, levam a estudos mais detalhados quanto a possíveis respostas no crescimento e no desenvolvimento da cultura. Este foi, então, o foco deste trabalho.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos: o primeiro entre 13/07/2005 e 07/10/2005 e o segundo entre 19/11/2005 a 16/01/2006. A localização da área experimental foi na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa, na gleba destinada ao desenvolvimento de pesquisas em olericultura.

4.1. Caracterização da área experimental

O município de Ponta Grossa está localizado a 25° 13' de latitude e 50° 03' de longitude. O relevo é classificado como plano e a altitude média é de 900 metros acima do nível do mar.

De acordo com a Carta Climática e com a Divisão Climática do Estado do Paraná, o clima é classificado como sendo do tipo Cfb, subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com geadas freqüentes na estação de inverno, sendo o verão ameno, com a temperatura média de 22°C no mês mais quente do ano. A pluviosidade anual é de 1442 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso e agosto o mês que apresenta as menores precipitações. A umidade relativa média anual é de 75% (GODOY *et al.*, 1976).

O solo da área foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico e de textura argilosa (EMBRAPA, 1999), cujas características químicas encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 - Análise química do solo das áreas utilizadas nos experimentos 1 e 2. UEPG, Ponta Grossa – Pr, 2005/2006.

EXPERIMENTO	pH	H+Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg	K	P	C	V
		<=====cmol _c /dm ³ =====>					mg/dm ³	g/dm ³	%
1	4,9	6,69	0,0	3,0	2,0	0,90	34,1	28	46,9
2	4,7	7,76	0,4	3,2	2,3	0,60	28,9	37	44

4.2. Descrição das cultivares

Utilizou-se as cultivares de alface americana Lucy Brown e Raider Plus para ambos os experimentos.

4.2.1. Raider Plus

Desenvolvida pelo pesquisador Bill Waycott, da Estação Experimental localizada em Arroyo Grande (Califórnia/EUA), a variedade foi cultivada em diversas regiões brasileiras e em diferentes épocas do ano, mostrando uma ampla adaptação climática. Os testes de campo, segundo o gerente de Pesquisas da Seminis para a América Latina, Antonio Carlos Pierro, "comprovaram ser uma planta resistente e produtiva, que suporta tanto as variações de temperaturas como os ataques de doenças" (SEMINIS, 2005).

Possui um ciclo de 85 dias a partir da sementeira, sendo líder no estado de São Paulo durante o verão. Já no interior, com exceção dos cinturões verdes de Mogi das Cruzes, Ibiúna e Piedade, é plantada durante o ano inteiro (SEMINIS, 2005).

Esta cultivar possui resistência a Míldio (*Bremia lactucae*), o que é uma vantagem, pois nos invernos mais frios e úmidos, a presença desse fungo aumenta o custo de produção em até 30%. Em casos drásticos, provoca a perda total da lavoura em poucos dias.

Segundo Rudimar Conte (Pesquisador da Seminis – via Email, 2006), “em condições ideais, pode produzir cabeças em torno de 1 kg, sendo líder de mercado na região Sul, São Paulo e regiões serranas de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo”.

4.2.2. Lucy Brown

‘Lucy Brown’ foi desenvolvida nos EUA especialmente para o mercado brasileiro, tornando-se uma das preferidas tanto pelos produtores como pelos consumidores. Atualmente, é líder no estado de São Paulo durante o verão. Já no interior é plantada durante o ano inteiro (SEMINIS, 2005).

Os produtores de alface americana comentam que a cultivar Lucy Brown tem boa tolerância às condições do clima Tropical do Brasil, como calor e muita chuva. Por ser rústica, a planta se adapta em condições climáticas adversas e as folhas volumosas que protegem as cabeças, facilitam os procedimentos de colheita e manejo da cultura. Esta rusticidade do produto agrada aos produtores, que também conseguem bons preços em função do tamanho e beleza das cabeças (SEMINIS, 2005).

Segundo Rudimar Conte (Pesquisador da Seminis – via Email, 2006) “a cabeça é menos compacta que ‘Raider Plus’, portanto, pesa em torno de 500 a 700 g. É uma das mais plantados no verão de São Paulo e Minas Gerais”.

A cultivar Lucy Brown possui ciclo de 75 dias a partir da sementeira e 48 dias a partir do transplante (SEMINIS, 2005). É suscetível ao patógeno *Thielaviopsis basicola*, que em condições de campo vem sendo fator limitante para sua expansão. Além da suscetibilidade à podridão negra das raízes, vem apresentando uma marcante variabilidade fenotípica/genotípica com diferenças quanto ao tipo de folha,

ausência de formação de cabeça e a presença de variantes, aparentemente, resistentes ao patógeno em áreas com forte incidência da muchadeira da alface. Estas observações foram feitas em constantes visitas aos campos de produção de alface durante o verão de 2001/2002, na região de Campinas – SP (SALA, 2006).

4.3. Formação das mudas e preparo do solo

Para ambos os experimentos, a produção das mudas foi realizada sob ambiente protegido, no Viveiro Tomi, localizado na cidade de Piraí do Sul - PR, com semeadura em bandejas de poliestireno de 228 células, contendo substrato comercial Sococo código 11.

Para ambos os experimentos o solo foi arado e posteriormente realizado canteiros com enxada rotativa, de 1,20 m de largura. O sistema de fertirrigação utilizado foi o de gotejamento, com duas linhas de irrigação por canteiro, sendo os emissores espaçados em 0,30 m e vazão de 1,5 L/h/gotejador.

Após o encanteiramento, o solo foi coberto com agrotêxtil preto (40 g/m² de gramatura), com a finalidade de manter limpas as cabeças produzidas, assim como diminuir o contato da planta com inóculos causadores de doenças e evitar o crescimento de plantas daninhas.

4.3.1. Experimento 1

A semeadura foi efetuada em 01/06/05, e o transplante aos 34 dias após a semeadura (DAS). A área da parcela experimental foi de 1,20 m x 7,0 m, sendo as plantas espaçadas em 0,30 m entre si. Para ambos os experimentos a adubação foi realizada com base nas análises químicas de solo (Tabela 1), as quais apresentaram altos níveis de matéria orgânica. Como adubação de base, foi

incorporado ao solo 120 g/m² da formulação 4-20-20. Foram realizadas 4 fertirrigações, utilizando-se 90 Kg/ha de cloreto de potássio e 50 Kg/ha uréia ao longo do ciclo da cultura de 86 dias.

4.3.2. Experimento 2

A semeadura foi efetuada em 12/10/05, e o transplante ocorreu aos 36 DAS. A área da parcela experimental foi de 1,20 m x 6,0 m, sendo as plantas espaçadas em 0,30 m entre si. Além da adubação de base, foi realizada semanalmente adubação foliar utilizando-se 100 ml do adubo foliar Hortifós e também realizadas 8 fertirrigações, utilizando-se 140 Kg/ha K₂O e 160 Kg/ha N ao longo do ciclo da cultura de 58 dias.

4.4. Controle Fitossanitário

Para ambos os experimentos foi utilizado procimidone (120 g/ha) para o controle da esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*), aplicado semanalmente logo após a primeira identificação da doença. Para o controle de insetos sugadores, utilizou-se pirimicarb, na dosagem de 100 g/100L.

4.5. Delineamento Experimental

Foram utilizados no experimento 1 e 2 o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial (5x2), sendo cinco ambientes de cultivo (ambiente natural, túnel baixo, agrotêxtil branco, malha termo-refletora Aluminet 40% e malha difusora ChromatiNet 40%) e duas cultivares de alface americana (Lucy Brown e Raider Plus).

4.5.1. Descrição dos tratamentos

O túnel baixo foi constituído por arcos de tubos de PVC de $\frac{1}{2}$ polegada de diâmetro, os quais foram enterrados 30 cm de cada extremidade nas laterais do canteiro, espaçados entre si de 1,50 m. A altura no ponto central do arco até a superfície do solo foi de 1,00 m. Para a cobertura do túnel foi utilizado filme de polietileno com 100 micras de espessura e 2,20 metros de largura, sendo fixado com fitilhos cruzados sobre os arcos e amarrados em ganchos de ferro presos ao solo. As laterais do túnel foram mantidas com abertura de aproximadamente 20 cm durante todo o ciclo da cultura (Figura 3).



FIGURA 3. Túnel baixo utilizado no cultivo da alface americana 'Raider Plus' e 'Lucy Brown', para experimentos 1 e 2. UEPG, Ponta Grossa, 2005/2006.

O agrotêxtil branco, com gramatura de 17 g/m^2 , foi colocado diretamente sobre as plantas, imediatamente após o transplante das mudas e fixado nas laterais do canteiro com o auxílio de pedras, permanecendo ao longo de todo o ciclo (Figura 4).



FIGURA 4. Agrotêxtil branco utilizado no cultivo da alface americana 'Raider Plus' e 'Lucy Brown', para experimentos 1 e 2. UEPG, Ponta Grossa, 2005/2006.

As malhas termo-refletores (Aluminet 40%) e difusoras (ChromatiNet 40%) foram esticadas e presas com auxílio de arames lisos galvanizados em mourões de 1,80 metros de altura, sendo as laterais também fechadas diagonalmente à superfície do solo, formando telados (Figura 5 e 6).



FIGURA 5. Telado com malha termo-refletores (Aluminet 40%) utilizada no cultivo da alface americana 'Raider Plus' e 'Lucy Brown', para experimentos 1 e 2. UEPG, Ponta Grossa, 2005/2006.



FIGURA 6. Telado com malha difusora (ChromatiNet 40%) utilizada no cultivo da alface americana 'Raider Plus' e 'Lucy Brown', para experimentos 1 e 2. UEPG, Ponta Grossa, 2005/2006.

4.6. Caracterização do microclima nos sistemas de cultivo

Para ambos os experimentos, em uma parcela de cada um dos ambientes de cultivo avaliados, foram instalados sensores para medida da radiação solar fotossinteticamente ativa (PAR) e temperaturas do ar (20 cm de altura do solo) e da superfície solo. Os sensores foram conectados a um sistema de aquisição de dados (Datalogger - CR23x, Campbell Scientific – Figura 7) e monitorados ao longo de todo o ciclo da cultura. Para medida da radiação PAR foi utilizado o sensor LI190SB (LiCor Quantum Sensor), nivelado à superfície do solo; para medidas de temperatura foi utilizado o sensor 107 Temperature probe (Campbell Sci).

O equipamento foi programado para realizar medidas temporárias a cada minuto, armazenando as médias horárias, durante todo o ciclo de cultivo da alface americana.

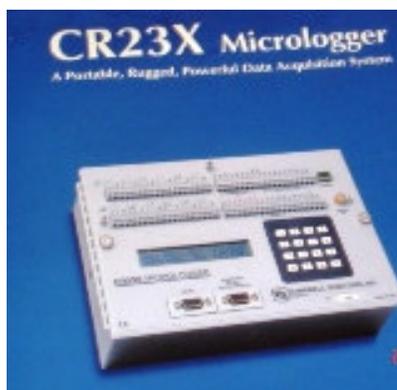


FIGURA 7. Sistema de aquisição de dados utilizado nos experimentos 1 e 2. UEPG, Ponta Grossa, 2005/2006.

4.7. Características avaliadas

4.7.1. Experimento 1

Para produção comercial foram retiradas 04 plantas centrais por parcela, sendo estas cortadas rente ao solo, realizando-se, então, o peso da cabeça da

alface, descartando-se as folhas da “saia”. Considerou-se o ponto de colheita da cabeça comercial quando esta se apresentava compacta e com as primeiras folhas da “saia” em início de senescência. Foram realizadas colheitas aos 65 DAT para os cultivos em Túnel e Agrotêxtil e aos 86 DAT para os demais ambientes.

Avaliou-se a biomassa fresca total (BFT - g/m^2), mediante a determinação da biomassa fresca da cabeça comercial (BFCab - g/m^2) e biomassa fresca das folhas da “saia” (BFS - g/m^2); biomassa seca total (BST - g/m^2) e biomassa seca da cabeça comercial (BSCab - g/m^2), após secagem em estufa de circulação de ar forçada $\pm 60^\circ\text{C}$ até peso constante. Para determinação da biomassa fresca e seca utilizou-se balança digital com precisão decimal.

4.7.2. Experimento 2

A fim de se obter a curva de crescimento das cultivares dentro de cada sistema de cultivo, foram realizadas seis épocas de colheita (0,12, 24, 36, 48 e 58 DAT). Para cada colheita, retiraram-se 4 plantas centrais por parcela sendo estas cortadas rente ao solo.

Avaliou-se em cada colheita as mesmas características do Experimento 1, mais o índice de área foliar das folhas da “saia” (IAFS) e das folhas da cabeça comercial (IAFCab), utilizando-se equipamento para medida de área foliar (LiCor 3100C) e a biomassa seca das folhas da saia (BSS - g/m^2).

4.8. Análise estatística

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto sua homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de

Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram processados pelo programa MSTAT, versão 2.11.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. EXPERIMENTO 1

Os resultados da análise de variância das características avaliadas e os valores de Qui-Quadrado (χ^2) referentes ao teste de Bartlett são apresentados, em anexo, nos Quadros 1 a 3. O teste de Bartlett indicou que as variâncias dos tratamentos, para todas as características avaliadas, foram homogêneas para os dados originais.

A interação dos fatores cultivares e sistemas de cultivo não foi significativa para as características BFT e BFCab indicando que esses são independentes entre si (Tabela 2).

TABELA 2 - Médias de biomassa fresca total (BFT) e biomassa fresca da cabeça comercial (BFCab) das alfaces 'Lucy Brown' (LB) e 'Raider Plus' (RP) cultivadas sob Agrotêxtil (AG), Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL), Túnel (TU) e ChromatiNet (CR). Ponta Grossa, UEPG, inverno de 2005.

Tratamento	BFT (g/m ²)			BFCab (g/m ²)		
	RP	LB	Média	RP	LB	Média
AG	5825	4592	5209 A*	4015	3628	3821 A
NT	5597	4259	4928 A	4370	3047	3708 A
AL	4380	2820	3600 B	3310	1877	2594 B
TU	5861	4296	5078 A	4000	3113	3557 A
CR	3882	2528	3205 B	2715	1727	2221 B
Média	5109 a	3699 b		3682 a	2678 b	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

'Raider Plus' apresentou maior biomassa fresca total e de cabeças comerciais quando comparadas a 'Lucy Brown'. Isto ocorreu provavelmente devido a dois fatores: a cultivar Raider Plus é mais adaptado às condições de temperaturas mais baixas que 'Lucy Brown', porque esta quando cultivada no inverno tem menor produção em relação à 'Raider Plus' e também segundo Rudimar Conte

(Pesquisador da Seminis – via Email) “a cabeça da ‘Lucy Brown’ é menos compacta que da ‘Raider Plus’, portanto, pesando menos”.

Sala (2006) observou em constantes visitas feitas aos campos de produção de alface americana durante o verão de 2001/2002, na região de Campinas – SP que a cultivar ‘Lucy Brown’ vem apresentando uma marcante variabilidade fenotípica/genotípica com diferenças quanto ao tipo de folha e ausência de formação de cabeça.

Em relação à produtividade (BFCab - g/m^2) os sistemas de cultivo Telados com Aluminete (AL) e ChromatiNet (CR) apresentaram os menores valores para a biomassa fresca das cabeças comerciais em relação aos demais sistemas, onde AG, NT e TU não diferiram entre si (Tabela 2).

Ainda que os resultados de produção do AL e CR foram significativamente menores que os demais sistemas de cultivo, essas “cabeças” são classificadas como comerciais, estando nas classes 20 (234 g) e 15 (200 g), respectivamente, no Programa Horti & Fruti Padrão da SEAB-SP (CEAGESP, 2001).

Os sistemas AG, NT e TU não diferiram entre si, mas resultaram em maior ganho de BFCab. Feltrim *et al.* (2003) trabalhando com três cultivares de alface (Veneza, Roxa e Maravilha das Quatro Estações) em ambiente protegido com agrotêxtil e sem proteção nenhuma, verificaram um incremento de 29% na massa fresca quando as plantas foram protegidas com agrotêxtil durante todo o ciclo da cultura. Também com alface do tipo mini, Reghin *et al.* (2002a) constataram aumento de 38% na produtividade da cultura, quando a cobertura das plantas com o polipropileno foi associada à cobertura do solo.

Na região de Ponta Grossa – PR, Sá (2005) avaliou duas cultivares de chicória sob três sistemas de cultivo (ambiente natural, túnel baixo e agrotêxtil) e

verificou que o túnel superou o ambiente do agrotêxtil 33% e o ambiente natural em 31%, sendo estatisticamente superior.

Menores valores médios de biomassa fresca sob agrotêxtil foram encontrados por Benoit e Ceustermans (1987) quando compararam plantas de chicória sob ambiente protegido com agrotêxtil a ambientes protegidos com filmes plásticos.

As diferenças de produção, entre os diferentes sistemas e também cultivares para BFCab foram proporcionais àquelas encontradas para BFT (Tabela 2). No entanto, essa diferença entre os tratamentos ocorreu na fase de formação da “cabeça”, pois a BFSaia (Tabela 3), que caracteriza a fase inicial de desenvolvimento da cultura, apresentou resultados semelhantes entre os tratamentos para ‘Lucy Brown’. Para ‘Raider Plus’, a BFS foi maior nas plantas sob AG e TU, como o ocorrido para BFT e BFCab. Possivelmente este fato esteja relacionado com as características das cultivares. ‘Lucy Brown’, que é mais adaptada às condições de temperatura mais elevadas, mesmo com os diferentes sistemas de cultivo, as condições climáticas da estação de inverno na fase inicial de formação das folhas da “saia” condicionaram a um desenvolvimento mais lento.

Quando se comparam os sistemas de cultivo para ‘Raider Plus’, no AG e TU foram encontrados maior BFS em relação a NT, AL e CR (Tabela 3). O AG e TU apresentaram temperaturas médias diárias do ar mais elevadas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento da cultura (Figura 9), favorecendo o desenvolvimento mais rápido da cultivar Raider Plus e, conseqüentemente, uma precocidade de colheita de 21 dias sob estes sistemas.

TABELA 3- Médias de biomassa fresca das folhas da "saia" (BFS) e biomassa seca das folhas da "saia" (BSS) das alfaces ‘Lucy Brown’ (LB) e ‘Raider Plus’ (RP) cultivadas sob Agrotêxtil (AG), Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL), Túnel (TU) e ChromatiNet (CR). Ponta Grossa, UEPG, inverno de 2005.

Tratamento	BFS – g/m ²	
	RP	LB
AG	1810 Aa *	965 Ab
NT	1227 Ba	1212 Aa
AL	1070 Ba	943 Aa
TU	1860 Aa	1144 Ab
CR	1167 Ba	801 Aa

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto maior o período de permanência das plantas no campo, observou-se maior número de folhas de “saia” descartadas no momento da colheita, encontradas nos ambientes NT, AL e CR. Esse fato está relacionado basicamente a problemas fitossanitários, principalmente doenças foliares como Míldio e Septoriose, no final do ciclo.

Reghin *et al.* (2002b) avaliando cinco datas de colocação do agrotêxtil (aos 6, 16, 26 e 36 DAT e testemunha sem agrotêxtil) e duas cultivares (Veneza Roxa e Maravilha das Quatro Estações) no inverno de Ponta Grossa – PR, verificaram precocidade de colheita de quatro dias, somente nas parcelas que permaneceram maior tempo com agrotêxtil. A permanência do agrotêxtil foi favorável também no aspecto de manutenção da qualidade das folhas, sendo que quanto menor foi o tempo com agrotêxtil, maior foi a porcentagem de folhas baixas retiradas. Os autores concluíram que para a estação do inverno é favorável a manutenção do agrotêxtil no ciclo todo, o que também serve de proteção contra ocorrência de geadas.

Para BST não houve interação entre os sistemas de cultivos e cultivares estudados (Tabela 4), sendo somente significativo para a característica BSCab.

TABELA 4- Médias de biomassa seca total (BST) e biomassa seca da cabeça comercial (BSCab) das alfaces ‘Lucy Brown’ (LB) e ‘Raider Plus’ (RP) cultivadas sob Agrotêxtil (AG),

Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL), Túnel (TU) e ChromatiNet (CR). Ponta Grossa, UEPG, inverno de 2005.

Tratamento	BST (g/m ²)			BSCab (g/m ²)	
	RP	LB	Média	RP	LB
AG	162,9	118,3	140,6 A*	89,8 Ca	75,7 Ab
NT	207,0	152,3	179,7 A	126,9 Aa	77,5 Ab
AL	171,0	113,3	142,2 A	105,9 Ba	52,7 Bb
TU	207,0	135,3	171,1 A	111,8 Ba	79,8 Ab
CR	166,4	127,6	147,1 A	88,8 Ca	73,8 Ab
Média	182,9 a	129,4 b			

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de BST (Tabela 4) demonstraram que, independente do sistema de cultivo utilizado para a cultura da alface americana, as plantas produziram quantidades semelhantes de fotoassimilados. Por outro lado, para a BFT (Tabela 2), os sistemas AG e TU produziram, precocemente, plantas maiores que os sistemas AL e CR, sem que essas respostas se mantivessem para valores de biomassa seca (Tabela 4). Esse resultado parece caracterizar a ocorrência de estiolamento das plantas sob AG e TU. O mesmo não se pode dizer dos sistemas NT, CR e AL, visto que as cultivares apresentaram BST semelhante ao AG e TU, porém com o ciclo mais tardio (21 dias a mais). Esse tempo foi suficiente para que as plantas cultivadas em NT, CR e AL fotossintetizassem e acumulassem matéria seca.

No entanto, a colheita antecipada de 21 dias para TU e AG foi resultado principalmente dos maiores valores de temperatura do ar em relação aos outros sistemas de cultivo.

‘Raider Plus’ apresentou maior BST que ‘Lucy Brown’, caracterizando que esta cultivar teve o metabolismo mais ativo, em decorrência de estar mais adaptada às condições climáticas da época de cultivo do que a ‘Lucy Brown’ (Tabela 4).

Verificou-se que a menor biomassa fresca, tanto da cabeça comercial como da planta completa cultivada sob AL e CR, está relacionada à intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) disponível nestes sistemas. Em média, ao longo do ciclo da alface, a radiação PAR diária sob AL e CR foi 43% menor que aquela disponível sob TU e AG e 52% menor que em NT (Figura 8).

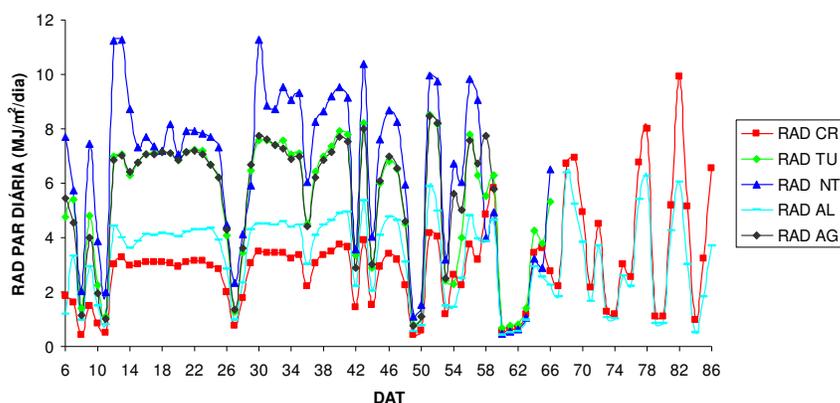


FIGURA 8 – Radiação PAR incidente ao longo do ciclo de duas cultivares de alface americana estudadas, sob os sistemas de cultivo ChromatiNet (CR), Túnel (TU), e Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL) e Agrotêxtil (AG) no Experimento 1. Ponta Grossa, UEPG, 2005.

Plantas C_3 cultivadas, como a alface, apresentam ponto de saturação luminoso compreendido no intervalo de 1000 a 1500 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (LARCHER, 2004), sendo esse n\u00edvel de aproximadamente 8,4 $\text{MJ/m}^2/\text{dia}$, considerando o n\u00edvel de radia\u00e7\u00e3o PAR em que a planta produz o m\u00ednimo de fotoassimilados necess\u00e1rios \u00e0 sua manuten\u00e7\u00e3o (ANDRIOLO, 2000). Os valores para AL e CR estiveram menores que 6 $\text{MJ/m}^2/\text{dia}$, principalmente at\u00e9 aos 65 DAT.

Na regi\u00e3o de Ponta Grossa – PR, durante o per\u00edodo deste experimento, o valor m\u00e9dio encontrado para a radia\u00e7\u00e3o PAR di\u00e1ria em ambiente natural foi de 7 $\text{MJ/m}^2/\text{dia}$, considerado abaixo do n\u00edvel ideal para as plantas. Para os sistemas de cultivo AG, TU, CR e AL as m\u00e9dias ao longo do ciclo foram de 6, 5, 3 e 3 $\text{MJ/m}^2/\text{dia}$, respectivamente. Esses baixos valores de radia\u00e7\u00e3o PAR di\u00e1ria foi um dos par\u00e2metros clim\u00e1ticos que contribuiu para a baixa produtividade no inverno dessa

região (Tabela 2), comparando, por exemplo, com a produção durante a primavera, como será comentado no segundo experimento (p. 60). Da mesma maneira quando se compara com a média de produtividade que se tem obtido no Sul de Minas Gerais, como demonstrado por Yuri *et al* (2003) em um experimento conduzido em Santana da Vargem - MG, nos meses de março a junho de 2002, onde a biomassa fresca comercial da Raider obteve 738 g/planta e Mota (1999) em uma população de 60.000 plantas/ha verificou uma produção de cabeças comerciais de alface americana cultivar Lorca de aproximadamente 695 g.

Otto (1997) trabalhando na Espanha com espinafre, alface, beterraba e couve-chinesa sob dois sistemas de cultivo, agrotêxtil e ambiente natural, verificou que na maior parte do ciclo da alface os valores de radiação PAR diário eram baixos ($<5 \text{ MJ/m}^2/\text{dia}$), devido a baixa elevação solar naquela época do ano (Novembro) e aos freqüentes dias nublados e chuvosos que diminuiriam ainda mais a radiação incidente. As plantas sob agrotêxtil apresentaram alongamento dos entrenós resultando em formação de “cabeça” defeituosa. O autor concluiu que neste caso, o uso de agrotêxtil para proteção de plantas não resultou em técnica de cultivo adequada devido à limitação de radiação, ainda que tenha proporcionado o efeito benéfico do incremento da temperatura do ar e do solo.

Em relação às temperaturas médias diárias ao longo do ciclo da alface verificou-se que o sistema AL ($15,4^0 \text{ C}$) e CR ($15,6^0 \text{ C}$) apresentaram menores valores médios que o NT ($16,6^0 \text{ C}$). Ainda que a alface seja uma espécie de temperaturas amenas, ela é típica de inverno, capaz de resistir a baixas temperaturas e a geadas leves, sendo as temperaturas amenas, essenciais durante toda a fase vegetativa de seu ciclo, especialmente, durante o desenvolvimento da cabeça (MOTA, 1999). Deve-se considerar que os valores citados são de

temperaturas médias. Isso caracteriza que, em considerável período do ciclo da cultura, esta esteve submetida a condições de temperaturas abaixo de 15°C , o que diminui o metabolismo da planta. Como consequência, pode-se esperar um possível aumento do ciclo e também diminuição da produção comercial.

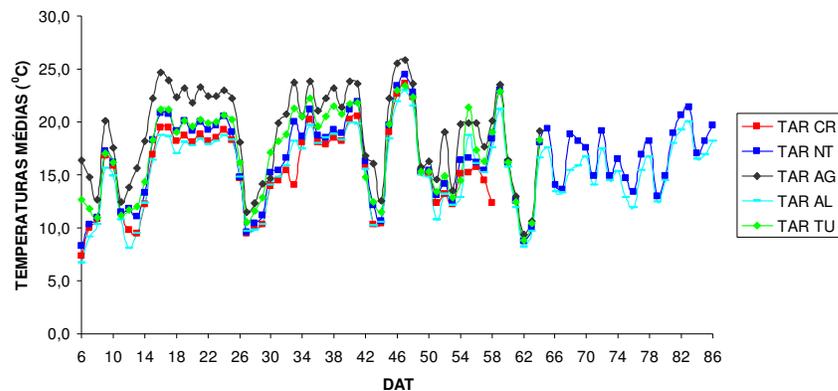


FIGURA 9- Temperaturas médias diárias do ar ao longo do ciclo de duas cultivares de alface americana estudados, sob os sistemas de cultivo ChromatiNet (CR), Ambiente Natural (NT), Agrotêxtil (AG), Aluminet (AL) e Túnel (TU) no Experimento 1. Ponta Grossa, UEPG, 2005.

Ainda que a temperatura média do ar ao longo de todo o ciclo da cultura, em condições naturais, tenha sido $16,6^{\circ}\text{C}$, os sistemas TU ($17,1^{\circ}\text{C}$) e AG ($18,5^{\circ}\text{C}$) mantiveram 1 a 2°C acima dos valores encontrados em NT (Figura 9). Esses maiores valores de temperatura podem ter favorecido, inclusive, a maior precocidade de ambas cultivares sob túnel e agrotêxtil. Na fase inicial da cultura, TU apresentou valores semelhantes ao sistema NT, possivelmente pelas aberturas laterais do túnel.

Segundo Rudimar Conte (Pesquisador da Seminis – via Email), “a cultivar Raider Plus apresenta melhor produtividade em condições de temperaturas abaixo de 25°C e a cultivar Lucy Brown em temperaturas acima de 25°C ”. No entanto, as temperaturas encontradas no Exp 1 (consideradas valores baixos), são mais adequadas para o crescimento e desenvolvimento da ‘Raider Plus’. O resultado

desta característica pôde ser comprovado mediante a maiores valores de BFT e BFCab (Tabela 2) encontrados para 'Raider Plus' comparada com 'Lucy Brown'.

Wurr e Fellours (1991), em estudo na Inglaterra, visando obter melhor entendimento do efeito da radiação solar na produção das "cabeças" da alface Americana 'Saladin', utilizaram como tratamentos sombreamentos com telados em diferentes anos, épocas e períodos do ciclo da cultura utilizando como controle, áreas sem sombreamento. Verificaram que o peso das "cabeças" estava positivamente associado com a radiação solar e negativamente com a temperatura no período da formação das cabeças.

Para este experimento, a radiação PAR também teve influência positiva na formação e produção das "cabeças", pois o telado ChromatiNet 40%, sistema de cultivo que obteve menor BFCab (Tabela 2) apresentou temperatura média diária de 15,6⁰ C e 3 MJ/m²/dia de radiação PAR diária, enquanto que em ambiente natural a temperatura média diária foi de 16,6⁰ C e 7 MJ/m²/dia, o mesmo ocorreu no segundo experimento que será comentado posteriormente (p. 63).

Segundo dados do fabricante, malhas termorrefletoras, as quais, por serem revestidas de alumínio, refletem as ondas de calor, fazendo com que a temperatura do ambiente abaixe de 10 a 12%. Por terem fios retorcidos, fornecem em média, 15% de radiação difusa ao ambiente (POLYSACK, 2005).

Para a região de Ponta Grossa - PR, onde a temperatura média do ar para a estação de inverno foi de 16,6⁰ C (NT), a malha Aluminet (AL) diminuiu 7% da temperatura do ar em relação ao ambiente natural, fazendo com que os valores de temperatura estejam mais distantes da faixa ideal para a produção da alface americana. Com a malha ChromatiNet (CR) ocorreu resultado semelhante, diminuindo em 7% a temperatura do ar em relação ao ambiente natural (Figura 9).

5.2. EXPERIMENTO 2

Os resultados da análise de variância das características avaliadas são apresentados, em anexo, nos Quadro 4 ao 9.

A interação dos fatores cultivares e sistemas de cultivo não foi significativa para as características BFT e BFCab (Tabela 5), indicando que estes são independentes um do outro.

TABELA 5- Valores médios aos 58 DAT, de biomassa fresca total (BFT) e biomassa fresca da cabeça comercial (BFCab) das alfaces 'Lucy Brown' (LB) e 'Raider Plus' (RP) cultivadas sob Agrotêxtil (AG), Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL), Túnel (TU) e ChromatiNet (CR). Ponta Grossa, UEPG, primavera, 2005/2006.

Tratamento	BFT (g/m ²)			BFCab (g/m ²)		
	RP	LB	Média	RP	LB	Média
AG	6414	7351	6883 A *	5213	6119	5665 A
NT	6287	6317	6302 A	5329	5197	5263 AB
AL	5460	6342	5901 A	4511	5224	4867 AB
TU	5366	5679	5654 A	4391	4580	4485 AB
CR	5756	5551	5523 A	4477	4307	4392 B
Média	5857 a	6248 a		4784 a	5085 a	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As cultivares não apresentaram diferenças significativas entre si para BFT e BFCa (Tabela 5). Isso devido a características das cultivares, uma vez que 'Lucy Brown' é mais adaptada a temperaturas mais altas e 'Raider Plus', a temperaturas mais baixas. Para este período de cultivo, primavera, as temperaturas médias diárias do ar encontravam-se a 23⁰ C, portanto favorecendo ambas as cultivares. No cultivo de inverno a média da temperatura do ar foi 16,6⁰ C, considerada baixa, permitindo a cultivar 'Raider Plus' apresentar melhores resultados (Tabela 2).

Os tamanhos de “cabeças” encontrados para as cultivares estudados (Tabela 5), são comercialmente bem aceito no mercado da região. Ainda que estatisticamente sejam iguais, apresentaram segundo o Programa Horti & Fruti Padrão da SEAB-SP diferentes classes comerciais, 45 (458 g) e 40 (431 g) para ‘Lucy Brown’ e ‘Raider Plus’ respectivamente (CEAGESP, 2001). As “cabeças” das alfaces sob Ambiente Natural classificaram-se em 45 (474 g), enquanto que aquelas sob Agrotêxtil foram classificadas na classe 50 (510 g), diferentemente do ChromatiNet, que apresentou classe 35 (395 g).

Todos os sistemas de cultivo estudados favoreceram o desenvolvimento das plantas, pois não apresentaram diferenças entre si para BFT (Tabela 5). Na cultura da alface americana, a parte comercial são as “cabeças”, deste modo, o telado CR desenvolveu cabeças comerciais de menor peso, diferindo significativamente do AG (Tabela 5).

Da mesma maneira que BFT e BFCab, as características BST e BSCab, não apresentaram interação entre as cultivares e sistemas de cultivo estudados (Tabela 6).

TABELA 6 - Valores médios aos 58 DAT, de biomassa seca total (BST) e biomassa seca da “cabeça” comercial (BSCab) das alfaces ‘Lucy Brown’ (LB) e ‘Raider Plus’ (RP) cultivadas sob Agrotêxtil (AG), Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL), Túnel (TU) e ChromatiNet (CR). Ponta Grossa, UEPG, primavera, 2005/2006.

BST (g/m²)

BSCab (g/m²)

Tratamento						
	RP	LB	Média	RP	LB	Média
AG	184,7	121,2	198,4 A *	101,3	122,5	111,9 A
NT	185,7	197,5	191,6 A	105,2	118,9	112,1 A
AL	168,0	204,4	186,2 A	108,3	125,5	116,9 A
TU	193,5	210,9	202,2 A	115,6	135,7	125,7 A
CR	181,8	196,4	189,1 A	102,5	110,0	106,2 A
Média	182,7 a	204,3 a		106,6 a	122,5 a	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tanto os resultados que comparam as cultivares quanto aqueles entre os sistemas de cultivo estudados não apresentaram diferenças significativas. Isto quer dizer que para BST e BSCab ‘Lucy Brown’ e ‘Raider Plus’ produziram a mesma quantidade de fotoassimilados independentemente do sistema de cultivo (Tabela 6).

A diferença encontrada entre os sistemas de cultivo para BFCab (Tabela 5), indica que o crescimento dessas plantas está caracterizado por um acúmulo de água nas células. No entanto, todos os sistemas apresentam condições climáticas para as plantas fotossintetizassem na mesma maneira (Tabela 6).

TABELA 7 - Valores médios aos 58 DAT, de índice de área foliar das folhas da “saia” (IAFSaia) e índice de área foliar das folhas da cabeça comercial (IAFCab) das alfaces ‘Lucy Brown’ (LB) e ‘Raider Plus’ (RP) cultivadas sob Agrotêxtil (AG), Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL), Túnel (TU) e ChromatiNet (CR). Ponta Grossa, UEPG, primavera, 2005/2006.

Tratamento	IAFSaia			IAFCab		
	RP	LB	Média	RP	LB	Média
AG	2,12	2,28	2,20 A *	5,47	5,73	5,60 A
NT	1,90	2,05	1,97 A	5,69	5,12	5,41 A
AL	1,86	2,02	1,94 A	4,75	5,84	5,29 A
TU	1,85	2,00	1,93 A	4,25	4,99	4,62 A
CR	2,35	2,20	2,28 A	4,24	4,52	4,38 A
Média	2,02 a	2,11 a		4,88 a	5,24 a	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Este fato é comprovado pelo IAFCab não ter apresentado diferenças significativas entre os sistemas de cultivo estudados. A área foliar das folhas da cabeça foram semelhantes independentes do sistema, isto é, não aumentaram em

função da possível necessidade de aumentar a captação de radiação solar, devido ao uso de materiais, como os telados CR e AL, que diminuem a radiação PAR disponível, sendo coerente com os resultados de BFS e BSS (Tabela 8), pois apresentaram valores semelhantes tanto entre os sistemas de cultivo quanto para as cultivares estudadas.

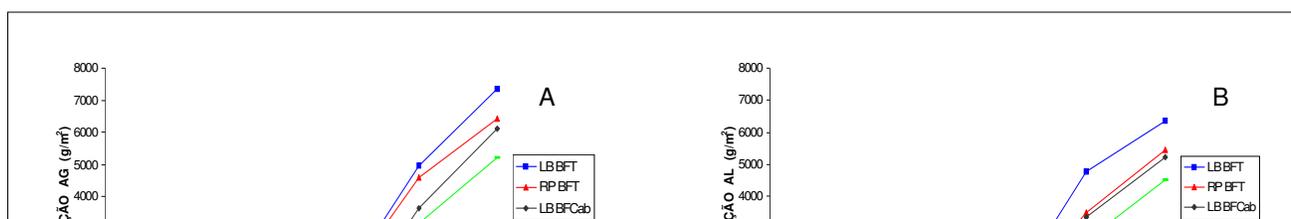
TABELA 8 – Valores médios aos 58 DAT, de biomassa fresca das folhas da “saia” (BFS) e biomassa seca das folhas da “saia” (BSS) das alfaces ‘Lucy Brown’ (LB) e ‘Raider Plus’ (RP) cultivadas sob Agrotêxtil (AG), Ambiente Natural (NT), Aluminet (AL), Túnel (TU) e ChromatiNet (CR). Ponta Grossa, UEPG, primavera, 2005/2006.

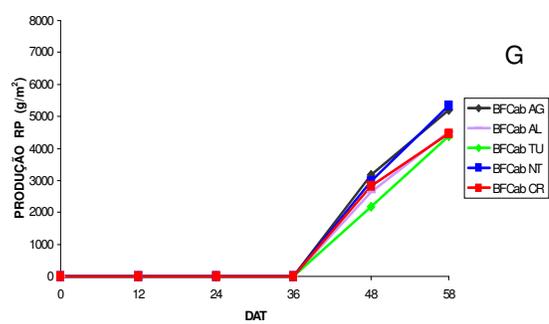
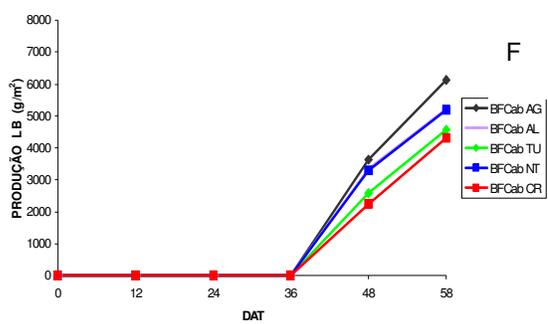
Tratamento	BFS (g/m ²)			BSS (g/m ²)		
	RP	LB	Média	RP	LB	Média
AG	841	1233	1037 A *	65,1	70,3	67,7 A
NT	958	1120	1039 A	59,7	60,8	60,3 A
AL	949	1118	1034 A	44,7	55,8	50,3 A
TU	967	1099	1033 A	61,8	57,0	59,4 A
CR	1280	1244	1262 A	61,0	69,1	65,1 A
Média	999 a	1162,8 b		58,5 a	62,6 a	

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para BSS os sistemas de cultivo também não apresentaram diferenças significativas entre si, descartando a possibilidade de estiolamento das plantas de alface (Tabela 8).

Ainda que a colheita final seja a mais importante comercialmente, verificaram-se pequenas diferenças na taxa de crescimento e desenvolvimento das plantas ao longo do ciclo, dependendo do sistema de cultivo. Estas diferenças não foram significativas quanto à produtividade, uma vez que, a curva de crescimento de cada um dos tratamentos apresentou basicamente o mesmo ritmo de desenvolvimento. (Figura 10 e 11).





Com relação aos dados climáticos, verificou-se que durante o período de

Com relação aos dados climáticos, verificou-se que durante o período de primavera, o valor médio encontrado para a radiação PAR diária em ambiente natural foi de 8 MJ/m²/dia ao longo do ciclo (Figura 12), considerado valores de radiação PAR em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção, conforme comentado anteriormente (p. 53). Para os sistemas de cultivo AG, CR e AL os valores foram semelhantes (6, 5 e 6 MJ/m²/dia respectivamente), porém sem que resultassem em prejuízos ao desenvolvimento das plantas, independentemente do cultivar. As plantas não apresentaram estiolamento, produzindo cabeças comerciais (Tabela 8).

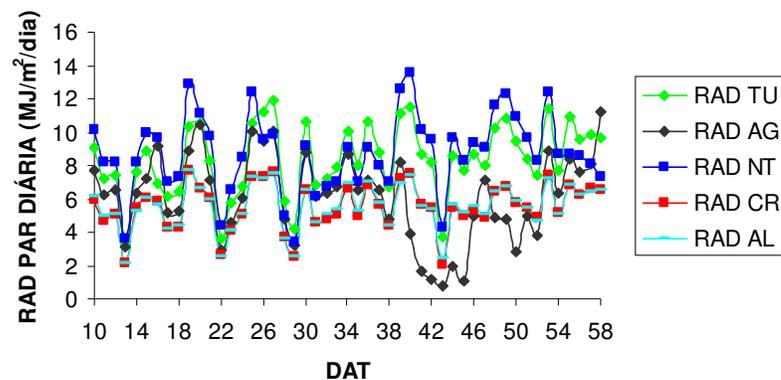


FIGURA 12 – Radiação PAR incidente ao longo do ciclo de duas cultivares de alface americana estudadas, sob os sistemas de cultivo Agrotêxtil (AG), Aluminet (AL), Túnel (TU), ChromatiNet (CR) e Ambiente Natural (NT) no Experimento 2. Ponta Grossa, UEPG, 2005/2006.

Os valores de radiação PAR medidos na primavera são maiores que os do inverno, onde por exemplo, o CR e AL apresentaram média de 5 e 6 MJ/m²/dia. Entretanto, no Experimento 1, esses mesmos sistemas de cultivos indicaram 3 MJ/m²/dia para ambos os sistemas.

Abaurre (2004), trabalhando com três malhas sobre duas cultivares de alface ('Regina' e 'Verônica') no município de Viçosa – MG, observou redução de 31% de radiação fotossinteticamente ativa para Aluminet 30%, 43% para Aluminet 40% e

36% para ChromatiNet 30% em comparação com o controle que foi sob céu aberto. O autor conclui que as plantas sob as malhas poderiam ter sido colhidas uma semana antes que as plantas sob o ambiente controle, sem que houvesse comprometimento com a produtividade e qualidade dos produtos, mas ambas as cultivares apresentaram menores produções sob Aluminet 30%.

No presente trabalho, o telado AL 40% apresentou 25% de redução média da radiação PAR, seguido do CR 40% com 37% em relação ao sistema NT, diferentemente das porcentagens sugeridas pelo fabricante, que é de 40% de redução.

Assim como para o primeiro experimento, a radiação PAR também teve influência positiva na formação e produção das “cabeças”, pois o telado CR 40%, sistema de cultivo que obteve menor BFCab (Tabela 5) apresentou temperatura média diária semelhante ao ambiente natural, de 23⁰ C, e mais 5 MJ/m²/dia de radiação PAR diária, sendo que no NT este valor foi de 7 MJ/m²/dia,

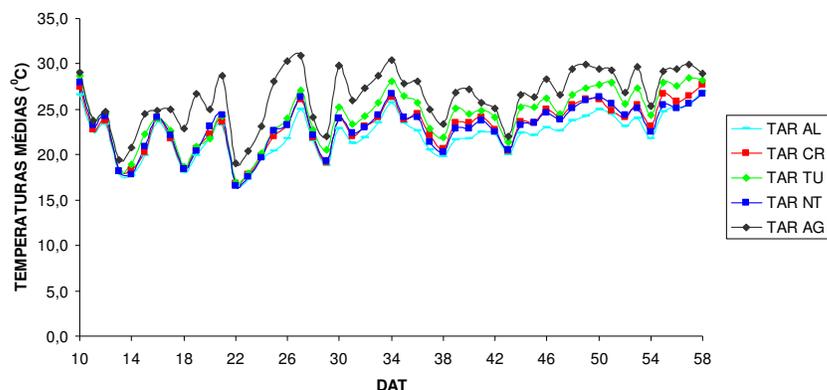


FIGURA 13- Temperaturas médias diárias do ar dos sistemas de cultivo Agrotêxtil (AG), Aluminet (AL), Túnel (TU), ChromatiNet (CR) e Ambiente Natural (NT) no Experimento 2 . Ponta Grossa, UEPG, 2005/2006.

Verificou-se que a média da temperatura do ar sob agrotêxtil foi a maior com relação aos outros sistemas de cultivo (26,4⁰ C), durante todo o ciclo da cultura,

seguido do TU (24,2^o C), NT (23^o C) que se igualou com o CR (23,1^o C) e AL (22,2^o C) (Figura 13). Esses valores médios foram maiores que os encontrados no Experimento 1, onde sob AG também foram as maiores médias de temperatura do ar (18,5^o C) em relação à TU, NT, CR e AL que apresentaram 17,1, 16,6, 15,6 e 15,4^o C, respectivamente (Figura 9).

O AL foi o que apresentou a média mais baixa (22,2^o C). Conforme a empresa fabricante, por serem as malhas revestidas de alumínio, refletem as ondas de calor, fazendo com que a temperatura do ambiente abaixe de 10 a 12%. Mas para este experimento, o AL reduziu somente 3,6% da temperatura média da mesma maneira que para o Experimento 1, reduziu 3,8%.

A diferença entre a temperatura do ar sob agrotêxtil e em ambiente natural no início da cultura (até os 25 DAT) foi de 3^o C, diminuindo para 1^o C no final do ciclo (25-50 DAT) (Figura 13). O mesmo foi observado por Pereira A. (2003) em plantas de feijão-vagem, no outono da região de Ponta Grossa, com diferenças de temperaturas de 4,9^o C e 1,4^o C. Isto ocorre porque a temperatura do ar debaixo da cobertura diminui com o desenvolvimento da cultura devido ao efeito da transpiração (CHOUKR-ALLAH *et al.*, 1994).

Já a temperatura de superfície apresentou valores superiores à temperatura média do ar (20 cm de altura) (Figura 14). Parte deste resultado se deve ao fato do solo estar coberto com agrotêxtil preto, que absorve a radiação aumentando desta maneira a temperatura. As diferenças entre as temperaturas do ar e de superfície tendem a diminuir com o desenvolvimento da cultura, a qual cobre o agrotêxtil do solo. Ainda que estes valores de temperaturas médias de superfície cheguem a 35^o C (Figura 8), as vantagens do uso do *mulching* (controle de plantas daninhas,

manter plantas limpas entre outros) ainda são superiores ao possível efeito negativo de temperaturas mais altas.

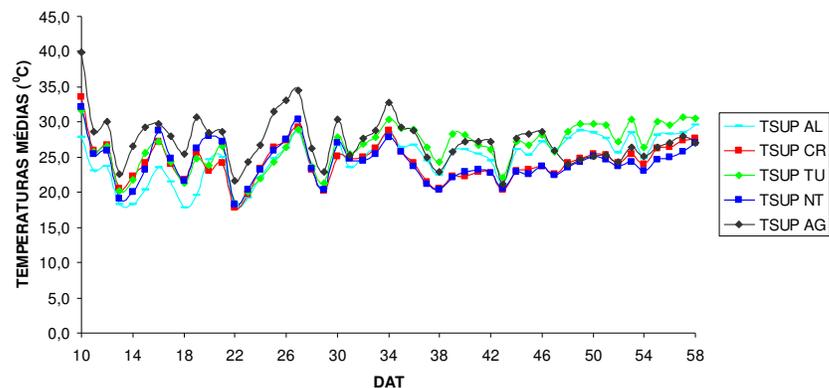


FIGURA 13 – Temperaturas médias diárias de superfície dos sistemas de cultivo Agrotêtil (AG), Aluminet (AL), Túnel (TU), ChromatiNet (CR) e Ambiente Natural (NT) no Experimento 2 . Ponta Grossa, UEPG, 2005/2006.

As temperaturas do ambiente natural na primavera de Ponta Grossa – PR são favoráveis para o cultivo não somente da ‘Lucy Brown’, mas também da ‘Raider Plus’, a qual é considerada, cultivar de inverno. Verificou-se que não há necessidade da utilização de cultivo protegido na primavera para as cultivares Lucy Brown e Raider Plus, uma vez que os sistemas de cultivo AG, AL e TU produziram de forma semelhante ao ambiente natural. A decisão de se utilizar cultivo protegido com AG, TU ou AL ficará em função do custo de produção que possivelmente irá aumentar pela aquisição dos materiais utilizados para a proteção das plantas.

Por outro lado, no inverno, para esta mesma região, o uso de AG e TU pode se apresentar como uma alternativa interessante para a produção de alface americana. Essas proteções da planta possibilitaram precocidade de 21 dias na colheita em relação ao cultivo em NT, ainda que as produtividades tenham sido semelhantes. Este fato poderá ser considerado economicamente vantajoso em relação ao aumento do custo de produção devido a aquisição dos materiais de cobertura do cultivo.

6. CONCLUSÕES

O cultivo da alface americana 'Raider Plus' sob agrotêxtil e túnel resultou em produção de cabeças comerciais e antecipação da colheita em 21 dias para a época de inverno de Ponta Grossa – PR.

Para a primavera, a produção da alface americana realizada sob telado de chromatiNet foi significativamente inferior aos demais ambientes de cultivo.

No inverno, com o uso de agrotêxtil, houve um aumento de 2^o C na temperatura média do ar comparado com o ambiente natural. A média da radiação PAR diária ao longo do ciclo diminuiu em 57% para os telados aluminet e chromatiNet, 29% para o Túnel e 14% para Agrotêxtil em relação ao ambiente Natural

Na primavera, a utilização do túnel e do agrotêxtil resultou em aumento médio da temperatura do ar ao longo do ciclo em 1 e 3^o C, respectivamente, enquanto o telado de aluminet diminuiu em 1^oC e o de chromatiNet manteve a mesma temperatura do ar quando comparados ao ambiente natural. A média da radiação PAR diária ao longo do ciclo diminuiu em 38% para chromatiNet e 25% para agrotêxtil e aluminet em relação ao natural.

REFERÊNCIAS

- ABAURRE, M. E. O.; **Crescimento e produção de duas cultivares de alface sob malhas termorrefletoras e difusa no cultivo de verão**. 2004, 79 f. Tese (Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 18, p. 26-33, 2000 (Suplemento).
- BARROS JÚNIOR, A. P.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E.; MEDEIROS, D. C., Cultivo da alface em túneis baixo de agrotêxtil. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 801-803, out-dez, 2004.
- BENOIT, F; CEUSTERMANS, N. Advancing the harvest of bolt-sensitive endive by means of temporary single and double direct crop covering. **Plasticulture**, v. 73, p. 4-8, 1987.
- BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA S. O.; YAMADA, T. (Eds). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba, SP: POTAFÓS, p. 13-45, 1987.
- BEZERRA NETO, F.; ROCHA, M. Z.; ROCHA, R. H.; QUEIROGA, R. C. F.; Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 189-192, abr-jun, 2005.
- BOARETTO, L. C.; SILVA, E. T.; CUQUEL, F. L. **Viabilidade econômica da produção de alface nos sistemas tecnológicos: túnel baixo, campo aberto, estufa e hidropônico**. 2005, 68 f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual do Paraná, Curitiba - PR, 2005.
- BURIOL, G. A.; STRECK, N. A.; PETRY, C.; SCHNEIDER, F. M., Transmissividade a radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-4, 1995.
- BRANCO, R. B. F.; CUNHA, A. R.; CARNEIRO JÚNIOR, A. G.; GOTO, R. Malhas de cobertura de túnel de cultivo na produção de alface americana, na primavera. **Hort. Bras.**, Brasília, v.23, n.2, ago., 2005 (Suplemento 2 - CD Rom).
- CEAGESP, **Conjuntura de produtos por agência**. *Boletim Mensal*. São Paulo. jan./dez. 2001.
- CEAGESP, Disponível: <<http://www.ceagesp.gov.br>>. Acesso em 15 out. 2005.
- CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Disponível: <http://celepar7.pr.gov.br/ceasa/result_evolucao_precos.asp>. Acesso em 12 set. 2006.

CHOUKR-ALLAH, R.; HAFIDI, B.; REYD, G.; HAMDY, A. Influence of non-wovens on outdoor crops: Moroccan experiences. In: **International Congress of Plastic in Agriculture**, Verona, Italy, 13 p., 1994.

COLTURATO, A. B.; JACCOUD FILHO, D. S.; OTTO, R. F.; GASPERINI, L. Avaliação da ocorrência de *Alternaria brassicae* em couve-chinesa cultivada sob agrotêxtil e ambiente natural na região de Ponta Grossa – PR. **Hort. Bras.**, Brasília, v.19, n.2, 2001 (Suplemento - CD Rom).

CONTE, R. **Experimentos com Lucy Brown e Raider Plus**. [Mensagem profissional]. Mensagem recebida por: <priniesing@yahoo.com> em 01 out. 2006.

DECOTEAU, D. R.; RANWALA, D.; Mc MAHON, M. J.; WILSON, S. B. **The lettuce growing handbook: botany, field produces, growing problems, and postharvest handling**. Illinois, Oak Brook, 1995. 60 p.

EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 2. ed., Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1999. 338 p.

FELTRIM, A. L.; REGHIN, M. Y.; VINNE, J. van der., Cultivo da alface com agrotêxtil em diferentes períodos. **Publicatio**, Ciências Exatas Terra, UEPG, Ponta Grossa, v.9, n.1, p.21-27, abr/2003.

FELTRIM A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C. Produção de chicória em função do período de cobertura com tecido de polipropileno. **Hort. Bras.**, Brasília, v.24, n.2, p. 249-254, abr-jun, 2006.

FIGUEIREDO, E. B.; MALHEIROS, E. B. e BRAZ, L. T., Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Hort. Bras.**, v.22, n.1, p.66-71, jan/mar 2004.

GODOY, H.; CORREA, A. R.; SANTOS, D. Clima do Paraná. In: IAPAR (Londrina, PR). **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, p.16-37, 1976.

GREGOIRE, P. Los no tejidos y la protección de los productos hortícolas. **Horticultura**, v.44, p.61-64, 1989.

HERNANDÉZ, J.; CASTILLA, N. El semiforzado con cubiertas flotantes. **Hortofruticultura** n. 4, p. 34-36, Abr/1993.

HERNANDÉZ, J.; MORALES, M. I. Los agrotexiles y sus aplicaciones. **Hortofruticultura** n.3, p. 45-47, Mar/1995.

HERNANDÉZ, J.; **El semiforzado del cultivo de col china mediante cubiertas flotantes. Caracterización microclimática y evaluación agronómica**. 1996, 265 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade de Granada, Granada, Espanha, 1996.

KATAYAMA, M. *Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão*. Simpósio sobre Nutrição e adubação de hortaliças, Jaboticabal, 1990, In: **Anais...Piracicaba, SP POTAFOS**, Cap. 4, p. 141-148, 1993.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, RiMa Editora, 2004. 531p.

LEITE, C. A.; ITO, R. M.; GERALD, L. T. C.; FAGNANI, M, A. Manejo do espectro de luz através de malhas coloridas visando o controle do crescimento e florescimento de *Phalaenopsis sp.* In: **Seminário Internacional de Cultivo Protegido**, 2000, Holambra. Anais...Holambra: Polysack, 2005. Disponível em: <www.polysack.com>. Acesso em: 03 out/2005.

MAKISHIMA, N. **Cultivo de hortaliças**. Brasília: CNPq, 1992. 26 p.

MANGETTI, A. L. **Os morangos dão mais lucro quando são produzidos sob Aluminet**. [2003]. Disponível em: <www.polysack.com>. Acesso em: 03 out/2005.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G., Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira, **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, p. 15-23, set-dez, 1999.

MOTA, J. H. **Efeito do Potássio através da Fertirrigação na Produção da Alface Americana em Cultivo Protegido**. 1999, 46 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras - MG, 1999.

MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; SILVA, E. C.; CARVALHO, J. G.; YURI, J. E. Efeito do Cloreto de Potássio Via Fertirrigação na Produção de Alface Americana em Cultivo Protegido. **Ciê. Agrotec.**, Lavras, v.25, n.3, p. 542-549, mai/jun, 2001.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES, J. C.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Avaliação de cultivares de alface americana em Santana da Vargem, MG. **Hort. Bras.**, Brasília, v.20, n.2, julho, 2002. (Suplemento 2 – CD Rom).

NIESING, P. C.; ROCHA, R.; BERGER, R. B.; REGHIN, M. Y; OTTO, R. F. Respostas produtivas de dois cultivares de alface sob diferentes sistemas de cultivo na região de Ponta Grossa – PR. **Hort. Bras.**, Brasília, v.24, n.1, p. 233-235, jul/2006 (Suplemento – CD Rom).

OTTO, R. F., **Cubiertas de agrotexil en espécies hortícolas: Balances térmicos, evapotranspiracion y respuestas productivas**. 1997, 157 f. Tesis Doctoral – Universidade de Córdoba, Córdoba, Espanha, 1997.

OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y.; TIMÓTEO, P.; PEREIRA, A.V.; MADUREIRA, A. A., A eficiência do ‘não tecido’ de polipropileno na proteção contra danos de geada na cultura do morangueiro, no município de Ponta Grossa-Pr. **Hort. Bras.**, Brasília, v.18, p.208-209, 2000 (Suplemento).

OTTO, R. F.; REGHIN, M.Y.; SÁ, G. D.; Utilização do “não tecido” de polipropileno como proteção da cultura de alface durante o inverno de Ponta Grossa – Pr. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 49-52, 2001.

OTTO, R. F.; CORSO, F.; MORAKAMI, R. K.; REGHIN, M. Y. Uso de agrotêxtil contra danos de granizo na cultura do morango. **Hort. Bras.**, Brasília, v.23, n.2, 2005 (Suplemento – CD Rom).

PEREIRA, A. V.; OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y.; Respostas do feijão-vagem cultivado sob proteção com agrotêxtil em duas densidades de plantas. **Hort. Bras.**, Brasília, v.21, n. 3, p.564-569, jul-set, 2003.

PEREIRA, E. R.; SILVA, I. J. O.; MOURA, D. J., Alterações microclimáticas em túneis baixos com plástico perfurado no cultivo da rúcula em época de verão e de outono. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 407-417, set-dez, 2003.

POLYSACK INDÚSTRIAS LTDA, Disponível em: <www.polysack.com>. Acesso em: 03 out/2005.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; SILVA, J. B. C., “Stimulate Mo” e proteção com “não tecido” no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 53-56, 2000.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VAN DER VINNE, J.; FELTRIM, A. L.; Produção de repolho branco chinês (pack choi) sob proteção com “não tecido” de polipropileno. **Hort. Bras.**, Brasília, v.20, n. 2, p.233-236, 2002.

REGHIN, M. Y.; DALLA PRIA, M.; OTTO, R. F.; FELTRIM, A. L.; VINNE, J. Sistemas de cultivo com diferentes espaçamentos entre plantas em alface mini. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 20, n.2, 2002a (Suplemento – CD Rom).

REGHIN, M. Y.; DALLA PRIA, M.; OTTO, R. F.; FELTRIM, A. L.; VINNE, J. Cultivo da alface com uso do agrotêxtil em períodos diferentes. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 20, n.2, 2002b (Suplemento – CD Rom).

RYDER, E. J., **Crop Production Science in Horticulture: Lettuce, Endive and Chicory**. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Salinas, California, USA. 1999. 208 p.

SÁ, G. D. **Produção de chicória sob túnel baixo, agrotêxtil e em ambiente natural**. 2005. 68 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná.

SALA, F. C. **Reação de alface a *Thielaviopsis basicola***. 2006, 97 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba - SP, 2006.

SANDERS, D.C. *Lettuce production*. Disponível em: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-11.html>. Acesso em 11 out. 1999.

SEMINIS, Disponível em: <www.clicknoticia.com.br>. Acesso em:04 out/2005.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo protegido: Aspectos microclimáticos. **Rev. Bras. Hort. Orn.**, Campinas, v.1, n.2, p. 108-115, 1995.

SETÚBAL, J. W.; SILVA, A. M. R. Avaliação do comportamento de alface de verão em condições de calor no município de Teresina-Pi. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 69, 1992 (Resumo).

SGANZERLA, E., **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 6º ed., Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1995. 341 p.

SOUZA, J. R. P.; MIGLIORANZA, E.; BRANDÃO, R. A. P.; ATHANÁZIO, J. C. Produção e textura de feijão-vagem cultivado sob diferentes níveis de sombreamento. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 19, n.3, p. 380-382, nov/2001.

STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; ANDRIOLO, J. L. Crescimento da alface em túneis baixos com filme de polietileno perfurado. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v.24, n.2, p.235-240, 1994.

TELTELA, M.; PELPERA, U. M.; ZVIELLO, Y. **Telas de sombreamento como proteção contra geadas**. 1995. Disponível em: <www.polysack.com>. Acesso em: 03 out/2005.

WITTEWER S. H. e CASTILLA N.; Protect Cultivation of Horticultural Crops Worldwide. **J. Hort. Sci.**, v.5, n.1, p.6-23, 1995.

WURR, D. C. E. e FELLOURS, J. R.; The influence of solar radiation and temperature on the head weight of crisp lettuce. **J. Hort. Sci.**, v.66, n. 2, p. 183-190, 1991.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; MOTA, J. H.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; SOUZA, R. J. Desempenho de cultivares de alface americana no sul de Minas Gerais. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 21, n. 2, julho, 2003 (Suplemento – CD Rom)