

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JHONE DE SOUZA ESPÍNDOLA

CULTIVO DE *BABY LEAF* DE CHICÓRIA: SISTEMAS DE PROTEÇÃO E
ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO

PONTA GROSSA

2012

JHONE DE SOUZA ESPÍNDOLA

CULTIVO DE *BABY LEAF* DE CHICÓRIA: SISTEMAS DE PROTEÇÃO E
ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO

Dissertação apresentada a Universidade
Estadual de Ponta Grossa para obtenção do
título de mestre em agronomia.

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

PONTA GROSSA

2012

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

E77c Espíndola, Jhone de Souza
Cultivo de *Baby Leaf* de chicória : sistemas de proteção e
espaçamentos de plantio / Jhone de Souza Espíndola. Ponta Grossa,
2012.
58 f..

Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de
Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Fernandes Otto.

1. *Cichorium endivia* L. 2. Arranjo de plantas. 3. Cultivo protegido.
4. Agrotêxtil. 5. Túnel plástico. I. Otto, Rosana Fernandes. II.
Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Agronomia. III.
T.

CDD: 635.52



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: **“Cultivo de *baby leaf* de chicória: sistemas de proteção e espaçamento de plantio”.**

Nome: Jhone de Souza Espíndola

Orientadora: Rosana Fernandes Otto

Aprovado pela Comissão Examinadora:

Prof.ª. Dra. Rosana Fernandes Otto

Prof.ª. Dra. Silvana Ohse

Prof.ª. Dra. Amanda Godoy Baptista

Data da Realização: 14 de setembro de 2012.

DEDICO

Aos meus pais, João Teixeira Espíndola e Ilza Gomes Espíndola

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de ter iniciado e por fim concluído esta pós-graduação.

Ao meu pai, Prof. João Teixeira Espíndola, pois me espelhei nas suas conquistas, em sua força de vontade e alegria para poder vencer mais este desafio em minha vida.

À minha mãe Ilza Gomes e irmã Gislene Espíndola, pois se não fossem estas pessoas em especial, eu não teria a oportunidade de estar citando-as aqui. Também aos outros familiares que de alguma forma me apoiaram e acreditaram em mim.

A minha namorada, Franciele Pires, pelo apoio e carinho em toda essa caminhada.

Aos meus amigos, Jean Mielnik, Wagner Adriano, Thiago Cardoso, Edvaldo Luis Junior, Éderson Espíndola, Aldes Celso, Elcio Ferreira e Diego Klasmman. Estes que, mesmo longe, sempre estiveram presente na minha vida com toda amizade e apoio.

Aos meus novos amigos e que sempre serão lembrados Diogo Gomes, Bruno Dedio e Gustavo Beruski.

À Fundação de Amparo ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do estado do Paraná (Fundação Araucária), pela bolsa concedida e demais verbas para a realização da pesquisa.

À prof^a. Dr^a. Rosana F. Otto, por sua compreensão, paciência e por toda sua dedicação e aos demais professores e coordenador do programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, que contribuíram com a realização desse sonho.

“Os problemas significativos que enfrentamos não podem ser resolvidos no mesmo nível de pensamento em que estávamos quando os criamos”.

(Albert Einstein)

RESUMO

As hortaliças tipo *baby leaf* são caracterizadas pela colheita precoce das folhas das espécies cultivadas, sendo que a produção e comercialização das mesmas ainda são incipientes no Brasil. Para auxiliar as técnicas de produção, foi realizado experimento entre agosto e outubro de 2011 com o objetivo de avaliar as respostas produtivas de *baby leaf* de chicória cv. Escarola Lisa em diferentes ambientes de cultivo e espaçamentos de plantio. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 04 repetições, com tratamentos distribuídos em parcelas sub-subdivididas. O fator primário foi ambiente de cultivo (TP- Túnel baixo com plástico; AG- Agrotêxtil branco diretamente sobre as plantas; AN- Ambiente natural); o fator secundário foi espaçamento de plantio (E1- 2 x 5 cm; E2- 4 x 5 cm; E3- 2 x 10 cm; E4- 5 x 10 cm) e o fator terciário foi momentos de avaliação (14; 21; 28; 35 e 42 dias após a semeadura - DAS). As características avaliadas foram altura de plantas (AP), índice de área foliar (IAF), número de folhas por planta (NF), comprimento (CMF) e largura (LMF) da maior folha, fitomassas fresca (FMF) e seca (FMS) das plantas e produtividade (P). Nos ambientes protegidos, as plantas atingiram o ponto de colheita (10 cm de altura) aos 35 DAS enquanto em ambiente natural foi aos 42 DAS. O NF, no ponto de colheita, foi superior para as plantas cultivadas em AN, diferenciando dos resultados encontrados para AP, CMF, LMF, FMF e IAF onde em TP e AG os valores foram superiores ao AN. Para FMS os valores em TP e AG foram superiores até atingir o ponto de colheita para *baby leaf*. Para o cultivo de chicória *baby leaf* foi constatado que a temperatura média entre 18 e 19°C foi adequada para o maior crescimento das plantas em cultivo protegido em relação ao ambiente natural, que teve média de 16°C. A interação entre ambiente de cultivo e espaçamentos foi significativa somente para FMF. Para o cultivo sob AG, os espaçamentos E2 e E4 resultaram em plantas com FMF superior àquelas espaçadas em E1 e E3. As plantas cultivadas em AN apresentaram menores valores de FMF que aquelas sob TP e AG, exceto para o E3 onde a FMF das plantas sob AG não diferiu daquelas do AN. Em relação à interação entre espaçamento e momentos de avaliação, verificou-se efeito significativo para FMF, FMS e IAF. Foi verificado que a FMF e FMS em E1 e E3 foram menores que em E2 e E4 a partir de 35 DAS. Os resultados de IAF demonstraram que as plantas cultivadas no menor espaçamento (E1) apresentaram maior expansão da área foliar em relação àquelas menos adensadas (E4). No ponto de colheita, houve maior produtividade quando foi utilizada a combinação entre o espaçamento E1 e cultivo em ambiente AN. Concluiu-se que é possível obter precocidade no cultivo de *baby leaf* de chicória sem perda de qualidade sob TP e AG. Quando todas as plantas atingem o ponto de colheita, é possível obter maior produtividade utilizando o ambiente natural (AN) juntamente com o espaçamento mais adensado (E1). O uso do cultivo protegido (Agrotêxtil e Túnel baixo) e o espaçamento E1 são adequados para o cultivo e comercialização de planta inteira (venda da unidade) de *baby leaf* de chicória em lugar da venda por peso produto.

Palavras-chaves: *Cichorium endivia* L., arranjo de plantas, cultivo protegido, agrotêxtil, túnel plástico.

SUMMARY

The vegetables like baby leaf are characterized by the early harvest of cultivated species, and the production and marketing of these are still incipient in Brazil. To assist the production techniques, experiment was conducted between August and October 2011 with the objective of evaluating the productive responses of baby leaf chicory cv. Escarole Lisa in different environmental conditions and spacing between plants. The experimental design was a randomized complete block with 04 replications with treatments arranged in split-split. The primary factor was the growing environment (TP- low plastic tunnel; AG-white non woven; AN-natural environment), the secondary factor was spacing between plants (E1- 2 x 5 cm; E2- 4 x 5 cm; E3- 2 x 10 cm; E4- 5 x 10 cm) and tertiary factor was evaluation periods (14, 21, 28, 35 and 42 days after sowing - DAS). The characteristics evaluated were plant height (AP), leaf area index (IAF), number of leaves per plant (NF), length (CMF) and width (LMF) of the largest leaf, fresh fitomassas (FMF) and dry (FMS) and plant productivity (P). In protect cultivation, the plants reached the harvesting stage (plant height = 10 cm) at 35 days after harvest while (DAS), in the natural environment was at 41 DAS. The NF, at the point of harvest, was higher for plants grown in AN, differentiating the results for AP, CMF, LMF, FMF and IAF. FMF values in TP and AG were higher until it reaches the point of harvest. For growing baby leaf chicory, it was found that the average temperature between 18 and 19°C was the most suitable for plant growth under protected cultivation in relation to the natural environment. The interaction between different environmental conditions and spacing between plants was significant only for FMF. For cultivation under AG, the spacing between plants E2 and E4 resulted in plants with FMF higher than the spacing between plants E1 and E3. In relation to FMF, Plants grown in AN had lower values than those under TP and AG, except for E3, where plants under GA did not differ from those of AN. For the interaction between evaluation periods and spacing between plants, there was a significant effect for FMF, FMS and IAF. It was found that the FMF and FMS in E1 and E3 were lower than E2, and E4 in 35 DAS. The results of IAF demonstrated that plants grown in smaller spacing between plants (E1) had greater leaf area expansion compared to those in lower density (E4). At harvesting stage, there was a higher productivity when the combination was used spacing between plants E1 and cultivation environment AN. It was verified that is possible to obtain precocity in the cultivation of baby leaf chicory without loss of quality in TP and AG. When all the plants reach the harvesting stage, it is possible to obtain higher productivity using the natural environment (AN) together with the spacing between plants (E1). The use of protect cultivation (non-woven and low tunnel) and spacing E1 are suitable for the cultivation and marketing of whole plant (unit sales) of baby leaf chicory instead of selling by weight.

Key-words: *Cichorium endivia* L, spacing between plants, protect cultivation ,non woven, plastic tunnel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Altura da planta de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada sob ambiente natural (AN), agrotêxtil (AG) e túnel plástico (TP) ao longo do ciclo de cultivo. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	27
Figura 2.	Comprimento da maior folha de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	28
Figura 3.	Largura da maior folha de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	28
Figura 4.	Número de folhas por planta de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação, UEPG, 2011.....	29
Figura 5.	Fitomassa fresca de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação, UEPG, 2011.....	30
Figura 6.	Índice de área foliar de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação, UEPG, 2011.....	30
Figura 7.	Fitomassa seca de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação, UEPG, 2011.....	31
Figura 8.	Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) incidente ao longo do ciclo de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em ambiente natural (AN) e sob túnel plástico (TP) e Agrotêxtil (AG). Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	31
Figura 9.	Temperatura média do ar ao longo do ciclo de <i>baby leaf</i> de chicória para os tratamentos sob túnel plástico (TP), Agrotêxtil (AG) e ambiente natural (AN). Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	33

Figura 10.	Temperatura média do solo ao longo do ciclo de <i>baby leaf</i> de chicória para os tratamentos sob túnel plástico (TP), Agrotêxtil (AG), e ambiente natural (AN). Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	33
Figura 11.	Fitomassa fresca de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada no espaçamento 2x5 cm (E1), 4x5 cm (E2), 2x10 cm (E3) e 5x10 cm (E4) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	36
Figura 12.	Fitomassa seca de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada no espaçamento 2x5 cm (E1), 4x5 cm (E2), 2x10 cm (E3) e 5x10 cm (E4) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	37
Figura 13.	Índice de área foliar de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada no espaçamento 2x5 cm (E1), 4x5 cm (E2), 2x10 cm (E3) e 5x10 cm (E4) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Dados da análise química do solo antes da implantação do experimento. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	23
Tabela 2.	Fitomassa fresca de <i>baby leaf</i> de chicória (g planta ⁻¹) cultivada em diferentes ambientes de cultivo e espaçamentos de plantio. Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.....	34
Tabela 3.	Fitomassa seca (FMS), índice de área foliar (IAF), Altura da planta (AP), número de folhas por planta (NF), comprimento (CMF) e Largura (LMF) da maior folha por planta de <i>baby leaf</i> de chicória cultivada em diferentes ambientes de cultivo, espaçamentos de plantio e momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.....	35
Tabela 4.	Produtividade de <i>baby leaf</i> de chicória (g m ⁻²) cultivada em diferentes ambientes de cultivo e espaçamentos de plantio. Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO.....	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	BABY LEAF	14
3.2	CHICÓRIA	15
3.3	CULTIVO PROTEGIDO	16
3.3.1	Cultivo protegido com agrotêxtil	16
3.3.2	Cultivo protegido com túnel plástico	18
3.4	ASPECTOS MICROCLIMÁTICOS SOB AMBIENTE PROTEGIDO.....	19
3.4.1	Radiação solar	19
3.4.2	Temperatura do ar	20
3.4.3	Temperatura do solo	20
3.5	ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6	CONCLUSÃO	41
7	REFERÊNCIAS	42
ANEXOS	48

1. INTRODUÇÃO

A comercialização de folhas jovens (*baby leaf*) de diversas espécies olerícolas é novidade no mercado nacional, despertando grande interesse por parte dos consumidores e dos horticultores. Devido a esse interesse a olericultura vem se adaptando para atender às diversas modalidades de consumo e às novas tendências nesse mercado.

Baby leaf pode ser definida como folhas que ainda não se expandiram completamente, portanto, sendo colhidas precocemente em relação ao tempo no qual tradicionalmente se costuma colher para consumo (PURQUERIO e MELO, 2011). As folhas comercializadas podem ser tanto de hortaliças folhosas (alface, chicória, etc.) como de hortaliças que formam tubérculos (beterraba, rabanete, etc.) ou inflorescências (couve-flor, brócolo, etc.). Com a combinação de diferentes espécies também é possível produzir uma mistura (*mix*) de folhas que chama a atenção dos consumidores pela composição de sabores, texturas, formatos e colorações diversas.

Com relação ao tamanho das folhas *baby leaf*, não existem normas oficiais de classificação para a comercialização, dificultando a definição do ponto de colheita mais adequado. Assim, o produto é comercializado em diferentes tamanhos dependendo da espécie e da preferência de utilização, variando entre 5 e 15 cm de comprimento da folha (CARNEIRO et al., 2008).

A produção de *baby leaf* no Brasil tem sido realizada por meio da hidropônica em estufas (PURQUERIO e MELO, 2011; ISLA, 2011). Trabalhos de pesquisa também avaliaram a possibilidade de produção utilizando bandejas de poliestireno expandido de diversos volumes de células, tanto em estufas (CARNEIRO et al., 2008; PURQUERIO et al., 2010b) quanto em sistema *floating*, com ou sem proteção (OTTO; OHSE; TORRES, 2011).

Alem desses sistemas de produção, outra forma amplamente utilizada em países da América do norte e Europa é a semeadura diretamente no solo (SÁNCHEZ et al., 2012). No Brasil não há estudos avaliando os efeitos desse sistema sobre a produção de *baby leaf*, seja com a cultura da chicória ou qualquer outra olerícola, da mesma maneira, são escassas as informações quanto ao melhor espaçamento entre plantas para produção de *baby leaf* ou sobre os efeitos do uso ou não de ambiente protegido.

Neste contexto, há necessidade de estudos em relação ao espaçamento adequado, produção em campo aberto e em ambiente protegido para recomendações do cultivo de *baby leaf* de chicória diretamente no solo.

2. OBJETIVO

Avaliar as respostas produtivas de *baby leaf* de chicória cultivada em diferentes condições microclimáticas ao longo do ciclo de produção, determinando a condição mais adequada para o crescimento do produto comercial.

Determinar o espaçamento de plantas mais adequado para produção de *baby leaf* de chicória cultivada em campo aberto e em ambiente protegido.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *BABY LEAF*

Nos supermercados do país é possível encontrar produtos diferenciados, como mini-hortaliças de pepino, pimentão e tomate-cereja. Estes diferem das chamadas *baby leaf* por serem produtos colhidos após completarem o ciclo de produção da planta, apesar do pequeno tamanho obtido por meio de melhoramento genético (PURQUERIO e MELO, 2011).

A *baby leaf* possui maior percentagem de produto utilizável em relação às hortaliças de ciclo completo, além de apresentarem oxidação mínima das folhas devido ao menor diâmetro do caule e córtex. Além disso, os índices de alterações fisiológicas são reduzidos, pois existe menor quantidade de danos e lesões, o que aumenta o potencial de armazenamento, proporcionando às folhas melhores níveis de coloração e de qualidade nutricional (CANTWELL, 1996; SÁNCHEZ et al., 2012).

A produção de *baby leaf* na Europa, Estados Unidos da América e Japão já está estabelecida desde os anos 90 e agrega valor comercial às hortaliças (GONNELLA et al., 2003). No Brasil, o consumo é incipiente, mas o mercado de *baby leaf* se mostra promissor e desperta o interesse de diferentes classes sociais (CALORI et al., 2011).

Para atender à demanda do mercado, os produtores de *baby leaf* necessitam de suporte técnico respaldado pela pesquisa, a qual está em fase inicial no Brasil. Os primeiros resultados avaliaram a produção de *baby leaf* em bandejas de poliestireno, mantidas em estufas plásticas, para rúcula (SANCHES et al., 2008; PURQUERIO et al., 2010b), alface (OLIVEIRA et al., 2009; PURQUERIO et al., 2010a) e beterraba (BAQUEIRO et al., 2009).

Os resultados com rúcula (CARNEIRO et al., 2008) e alface (OLIVEIRA et al., 2009) mostraram que o uso de bandejas com maiores volumes de células (55, 70, 95 e 100 cm³) proporcionaram maior crescimento de *baby leaf* em relação aos menores volumes (12 e 24 cm³), segundo os autores, a escolha do volume de célula a ser utilizado para a produção de *baby leaf* depende do tamanho da folha que o produtor deseja obter.

Além do uso das bandejas mantidas em estufas, também é possível utilizar esses recipientes em sistema *floating*, que é considerada uma técnica de baixo custo entre os sistemas hidropônicos (GONNELLA et al., 2003). Na cultura da alface foi demonstrado que o uso de bandejas com diferentes volumes células, mantidas em sistema *floating*, proporcionou semelhança na produtividade final. No entanto, as plantas produzidas em bandejas de 128 células apresentaram maiores altura, fitomassa fresca e fitomassa seca em relação aos demais tipos de bandejas (OTTO; OHSE; TORRES, 2011).

A produção de *baby leaf* também pode ser realizada mediante a semeadura e cultivo diretamente no solo. A literatura internacional utiliza a semeadura direta para produção e estudos pós-colheita de *baby leaf* de mostarda japonesa (CALLEJAS et al., 2011a), beterraba (CALLEJAS et al., 2011b) e alface (SÁNCHEZ et al., 2012). Essa é a forma de produção mais utilizada nos Estados Unidos e países da Europa. A semeadura direta tem como vantagem em relação à produção em bandejas a isenção do custo por recipientes e substratos, além daquele correspondente à estrutura de proteção do cultivo. Por outro lado, há necessidade do uso de maquinários agrícolas no plantio e na colheita em grandes áreas de cultivo, além do maior gasto de sementes por unidade de área (PURQUERIO e MELO, 2011).

3.2 CHICÓRIA

Chicória (*Cichorium endívia* L.) é uma espécie da família *Asteraceae*, tendo como centro de origem a região oriental da Índia (FILGUEIRA, 2007).

A cultura da chicória pode adaptar-se às diversas condições climáticas, no entanto, produz melhor sob temperaturas entre 15 e 25°C, embora exista cultivares tolerantes a temperaturas mais elevadas. Geralmente a semeadura ocorre entre outono e inverno, período em que a temperatura é amena (FILGUEIRA, 2007). Além da temperatura, outro fator importante é intensidade luminosa, onde os valores diários de radiação global para as hortaliças devem ser próximos a 8,4 MJ m⁻² dia⁻¹ (FAO, 1990).

Juntamente com alface, repolho, rúcula e couve-folha são consideradas as principais hortaliças folhosas em nível de consumo e comércio no Brasil (FELTRIN et al., 2006; FILGUEIRA, 2007). Francisco Neto (2002) informa que a chicória é

superior a algumas hortaliças como a alface em relação à rusticidade e conservação.

Entre as variedades de chicória existentes e com potencial para produção de *baby leaf*, destacam-se no mercado nacional a tipo crespa (*Cichorium endivia* var. *crispa* L.) e a de folha larga ou escarola (*Cichorium endivia* var. *latifolia* L.). A primeira possui folhas muito divididas e retorcidas, com bordos dentados e a segunda apresenta folhas largas, onduladas e também com bordos dentados (CERMEÑO, 1996; FILGUEIRA, 2007).

3.3 CULTIVO PROTEGIDO

A produção de hortaliças em ambiente protegido teve os primeiros trabalhos realizados depois da década de 50, sendo que, somente nos anos 80, o sistema passou a ser amplamente utilizado. Com o uso dessa técnica, os olericultores podem obter maior controle da produção, a fim de minimizar o uso de defensivos agrícolas e maximizar a produção e os lucros (GOTO e TIVELLI, 1998).

O sistema de produção em ambiente protegido é considerado como um importante insumo agrícola disponível para incremento de produtividade e qualidade de espécies cultivadas (MINAMI, 1995). O microclima proporcionado pelo ambiente protegido pode atuar como fator favorável ao crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que as condições climáticas internas são diferentes das condições encontradas externamente. Assim, torna-se possível estender a produção para outras épocas onde não seria recomendado o cultivo (ANDRIOLO, 2000).

A proteção das plantas pode ocorrer com o uso de diferentes estruturas (estufas, arcos) e/ou materiais (vidro, polietileno de baixa densidade, malhas, polipropileno), podendo proteger toda a planta ou apenas parte da mesma (ensacamento da estrutura de interesse comercial). No entanto, para o presente trabalho foram estudados somente o agrotêxtil sobre as plantas e túnel com cobertura de polietileno de baixa densidade.

3.3.1 Cultivo protegido com agrotêxtil

O cultivo protegido com agrotêxtil é uma nova alternativa para o produtor, em meio às já existentes. No Brasil, os trabalhos de pesquisa com agrotêxtil tiveram

início 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 dos cultivos (PEREIRA; OTTO; REGHIN, 2003). O material é confeccionado a partir de filamentos de polipropileno que são agrupados em camadas e soldados entre si por temperaturas específicas, constituindo-se em produto leve e de resistência aceitável para a utilização na agricultura (GREGOIRE, 1992).

O agrotêxtil, assim como outros materiais de cobertura, retém parte da radiação solar incidente. Além disso, o material tem como vantagens permitir troca gasosa com o meio externo e ser permeável à água, o que se deve à constituição porosa do material. A colocação e retirada do agrotêxtil pode ser feita em qualquer fase de desenvolvimento da cultura, podendo ser colocado diretamente sobre as plantas ou solo sem a necessidade de estruturas de sustentação (OTTO; GIMENEZ; CASTILLA, 2000). Entretanto, o agrotêxtil, requer cuidados na hora do manuseio, necessitando ser removido para a realização de tratamentos culturais.

O incremento da produção em algumas culturas folhosas foi evidenciado com a utilização do agrotêxtil, como em *pak choi* (REGHIN et al., 2002) e em alface (OTTO; REGHIN; SÁ, 2001; BARROS JUNIOR et al., 2004; OTTO et al., 2010). Também foi verificado maior precocidade na colheita de *pak choi* (REGHIN, et al., 2002) e de chicória (FELTRIN et al., 2006) e melhor qualidade do produto comercial (OTTO; REGHIN; SÁ, 2001; REGHIN et al., 2001; FELTRIN et al., 2006).

Por outro lado, Otto; Gimenez e Castilla (2000) em trabalho conduzido em Córdoba - Espanha com alface do tipo Romana, observaram que a ocorrência de maior precipitação e baixos níveis de radiação ocasionaram menor produção de fitomassa fresca das plantas conduzidas sob proteção de agrotêxtil em relação ao cultivo em ambiente natural. O uso do agrotêxtil pode causar estiolamento das plantas como resultado da redução da radiação disponível, seja em diferentes espécies (GIMENEZ; OTTO; CASTILLA, 2002; FELTRIN et al., 2006) ou para diferentes cultivares dentro de uma mesma espécie (OTTO; REGHIN; SÁ, 2001). O estiolamento de planta corresponde ao acúmulo de água nos tecidos como recurso para compensar a menor área fotossintética da planta, quando expostas aos baixos níveis de radiação. Isso torna os tecidos celulares mais finos e, conseqüentemente, as plantas mais tenras. Por isso, as plantas estioladas podem sofrer danos mecânicos com maior frequência em relação às plantas que tiveram níveis adequados de radiação para a produção de fotoassimilados.

3.3.2 Cultivo protegido com túnel baixo de plástico

A criação de condições microclimáticas adequadas para o maior rendimento das culturas no interior dos ambientes protegidos pode ser obtida por meio de diversas técnicas, dentre elas, o túnel coberto com plástico (polietileno de baixa densidade). Os túneis são utilizados, principalmente, em cultivo de espécies de pequeno porte, como alface, morango, rúcula, chicória, dentre outras.

O túnel baixo tem como vantagem a fácil construção e redução dos custos dos materiais empregados nesse tipo de estrutura, se comparado às estufas agrícolas. É comum o uso de arcos de PVC com aproximadamente 1 m de altura na parte central e espaçados a cada 1,5 m ao longo do canteiro de cultivo. A cobertura plástica do túnel é colocada sobre os arcos, sendo possível nos dias de intensa radiação solar abrir as laterais dos túneis para não elevar a temperatura do ar a níveis prejudiciais às plantas. No entanto, deve ser realizado o fechamento ao final da tarde para manter valores da temperatura mínima do ar superiores ao ambiente natural. Devido ao pequeno volume de ar contido no túnel com polietileno, a temperatura do ar pode ser elevada em dias de intensa radiação solar, sendo benéfica principalmente nas épocas do ano onde a temperatura está abaixo da requerida pelas culturas (STRECK; SCHNEIDER; BURROL, 1994). O emprego do polietileno como cobertura de ambientes protegidos, interfere no microclima alterando o balanço de radiação, possibilitando o desenvolvimento de espécies vegetais de interesse econômico durante todo ano (CUNHA et al., 2002).

Sá e Reghin (2008), comparando o rendimento da chicória cultivada sob túnel baixo com filme de polietileno (100 micras de espessura), sob agrotêxtil branco (17 g m⁻² de gramatura) e em ambiente natural, constataram maior valor de fitomassa fresca de cabeça em chicória cultivada sob o túnel baixo. Pereira; Silva e Moura (2003), estudando a cultura da rúcula em túnel com filme de polietileno e em ambiente natural, verificaram que a produção foi 50% maior em relação ao ambiente natural. Streck et al. (2007), no decorrer dos cultivos de inverno com alface, observaram superioridade entre as plantas cultivadas sob túnel plástico comparado àquelas cultivadas em ambiente natural, tanto com relação à fitomassa fresca quanto ao número de folhas por planta.

3.4 ASPECTOS MICROCLIMÁTICOS SOB AMBIENTE PROTEGIDO

3.4.1 Radiação solar

A energia radiante que atinge a planta nas diversas horas do dia regula vários processos biológicos da planta, por exemplo, fotossíntese, transpiração, crescimento, aumento de fitomassa fresca, reserva de açúcar, absorção de água e temperatura da planta (OMETO, 1981).

Pode-se dizer que a produção agrícola é diretamente proporcional a intensidade de radiação solar que incide sobre determinada área vegetal, quando não existem outros fatores limitantes como água e nutrientes. As culturas responderão às quantidades instantâneas e aos valores máximos da radiação solar durante as horas de brilho solar (ALLEN et al., 1998).

Um dos componentes da radiação solar de grande interesse às ciências agrônômicas é a radiação fotossinteticamente ativa (PAR), que compreende à faixa de onda entre 400 a 700 nm do espectro eletromagnético, sendo essa a faixa que ativa os pigmentos fotossintéticos permitindo que as plantas absorvam a energia radiante do sol e a convertam em energia química através do processo de fotossíntese (OMETTO, 1981; FINCH et al., 2004). A radiação PAR pode ser expressa em unidade de energia (MJ m^{-2}) ou unidade fotobiológica como fóton ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (FRISINA, 2002). De acordo com a FAO (1990), o limite trófico da radiação global para produção de assimilados para a maioria das hortaliças é próximo de $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Segundo Hora (2009) para condições naturais, a radiação PAR corresponde a 45% desse valor ($3,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$).

Para as condições de ambiente protegido os valores de saldo de radiação tendem a ser menores que a campo e podem variar de acordo com a transmitância, absorção e reflexão do material de cobertura. Contudo, em condições de saldo de radiação negativo (noite), os valores a campo tendem a serem mais negativos, ou seja, maiores perdas de energia para a atmosfera que o ambiente protegido devido, justamente, a contra-irradiação do material de cobertura que impede a passagem do componente da radiação de onda longa. A reflexão do ambiente protegido é determinada pelo tipo de material utilizado, pelas condições da superfície de

cobertura (período de utilização e deposição de poeiras) e pelo ângulo de incidência da radiação solar sobre a cobertura (BURIOL et al., 1993).

3.4.2 Temperatura do ar

A temperatura do ar tem efeito direto no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois estas dependem de faixas adequadas de temperatura para os processos bioquímicos, bem como, a taxa fotossintética, embora a fotossíntese seja primariamente dependente da luz. A variação da temperatura condiciona, não só o crescimento e o desenvolvimento das plantas, mas também a ocorrência de pragas e doenças (GALVANI et al., 2001; HELDWEIN e KRZYSCH, 1999). Outro aspecto que merece destaque em relação ao efeito da temperatura do ar nas plantas, refere-se aos danos associados a valores extremos (GALVANI et al., 2001), como exemplo, o fenômeno de geada que atinge áreas na região Sul.

Em ambiente protegido, a temperatura do ar interna difere da externa e depende da densidade de fluxo de fótons incidente no interior dos abrigos, bem como, das dimensões e do volume de ar a ser aquecido. A cobertura plástica atenua a radiação solar global com incremento da fração difusa no interior dos túneis, aumenta a temperatura máxima do ar, diminui a velocidade do vento, aumenta a temperatura do solo, além do aumento da produção com qualidade superior (CUNHA e ESCOBEDO, 2003).

O uso de túnel plástico e de agrotêxtil como cobertura de plantas resulta em incremento da temperatura do ar nos ambientes em relação à condição de ambiente natural. Foram verificados aumentos de 2°C (CUNHA; CELLA; MANFRON, 1997) e 7°C (PEREIRA; SILVA; MOURA, 2003) para túneis e de 2°C (PEREIRA; OTTO; REGHIN, 2003) e 5°C (SÁ e REGHIN, 2008) para agrotêxtil.

3.4.3 Temperatura do solo

A temperatura do solo é um elemento de fundamental importância agrícola e ecológica, devido ao papel que desempenha nas interações do sistema solo-planta-atmosfera (SSPA). A importância deve-se às influências em vários processos no SSPA, destacando-se a germinação das sementes, o desenvolvimento e a atividade das raízes em absorver água e nutrientes do solo, a difusão de solutos e gases, o

desenvolvimento de enfermidades e a velocidade das reações químicas do solo (BERGAMASCHI e GUADAGNIN, 1993).

Assim como a temperatura do ar, a temperatura do solo também é diretamente influenciada pelo balanço de radiação. A partir do balanço de radiação na superfície, o solo se aquece e se resfria no decurso do dia e do ano, provocando variações térmicas nas camadas subjacentes. O fato da absorção e da perda de energia radiante ocorrer em superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas mais acentuadas se limitam aos horizontes superficiais (GALVANI, 2001; ALFONSI e SENTELHAS, 1996)

Em ambiente protegido, as características do material de cobertura afetam as propriedades térmicas do solo. Em estudo com a cultura da melancia, realizado em Mossoró-RN, foi verificado valor superior a 2°C para temperatura do solo com cobertura de agrotêxtil branco de 15 g m⁻² em relação ao ambiente natural (MEDEIROS et al., 2008). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados na cultura do feijão-vagem protegido com agrotêxtil na região sul (PEREIRA; OTTO; REGHIN, 2003).

Para túneis com polietileno, no cultivo de alface, também foram observados valores superiores em 2°C no interior dos túneis quando comparados ao ambiente natural (SCHNEIDER et al., 1993). Da mesma forma, Pereira; Silva e Moura (2003) estudando a cultura da rúcula durante o outono, verificaram valores superiores de temperatura do solo em túnel plástico na ordem de 1 a 2°C em relação à testemunha (ambiente externo).

3.5 ESPAÇAMENTOS DE CULTIVO

Quando se fala em produtividade ou uso eficiente da área de cultivo, vários fatores estão envolvidos, dentre esses o espaçamento ideal entre plantas. O espaçamento de plantio reflete diretamente no desenvolvimento do sistema radicular, nas competições por nutrientes, água e radiação e, conseqüentemente, no crescimento das plantas (MONDIN et al., 1989). As propostas de espaçamento e densidade de plantio para as hortaliças de ciclo completo já estão estabelecidas, no entanto, para o cultivo de *baby leaf* não se conhece quais são os arranjos que proporcionam maior produtividade e rentabilidade para o olericultor.

Em culturas folhosas, como alface cv. Vera (ciclo completo) foi obtida maior produtividade no espaçamento 20 x 20 cm quando comparado com o arranjo menos adensado como 20 x 30 cm (LIMA et al., 2004). Outros autores verificaram que a diferença no espaçamento afeta significativamente a arquitetura, a fitomassa, a qualidade e a produtividade da alface (SILVA et al., 2000). Na cultura da chicória (*Cichorium intybus*) foram estudados 04 espaçamentos entrelinhas (15; 20; 25 e 30 cm) e 05 espaçamentos entre plantas (10; 15; 20; 25 e 30 cm), sendo o espaçamento de 25 x 25 cm o que resultou em plantas com qualidade superior, embora não tenha obtido maior produtividade das plantas nesse espaçamento de plantio (FAVERI et al., 2009).

Para produção de *baby leaf*, a densidade de plantas deve ser maior que em cultivo tradicional de hortaliças folhosas, pois as plantas são colhidas antes do ciclo completo, conforme já comentado anteriormente. Tem sido utilizadas densidades de 800 plantas m⁻² em plantio diretamente em canteiros para *baby leaf* de alface (SÁNCHEZ et al., 2012) e de 600 plantas m⁻² para espinafre (CONTE et al., 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR, localizada a 25°05'37" S, 50°03'35" W e 850 m de altitude. O solo é classificado como CAMBISSOLOS Distrófico com textura argilosa (EMBRAPA, 1999). Foi realizada análise química do solo antes da instalação do experimento (TABELA 1).

Tabela 1. Dados da análise química do solo antes da implantação do experimento. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Profundidade	pH	H+Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P ¹	C	V
	(CaCl ₂)	-----cmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³	g dm ⁻³	%
0-20	5,2	6,21	0	5,9	2,3	0,8	50,8	30	59,6

¹P extração com solução Mehlich-1.

Não foi necessária a realização de correção do solo, pois o pH estava acima de 5,0 e a porcentagem de saturação de bases estava próxima de 60%. Da mesma maneira, foi dispensada a adubação de base. Para o preparo da área experimental foram levantados canteiros de 30 m de comprimento e 1,20 m de largura e cobertos antecipadamente com polietileno preto por um período de 60 dias visando reduzir a população de plantas daninhas. Antes da instalação do experimento, a cobertura foi retirada, os canteiros nivelados com rastelo e foi realizada a semeadura.

O experimento foi conduzido entre 31 de agosto e 19 de outubro de 2011, e a cultivar de chicória utilizada foi a Escarola Lisa (ISLA[®] Sementes). A semeadura foi realizada diretamente ao solo, com cinco sementes por marcação. O desbaste foi feito aos 09 dias após a semeadura (DAS) deixando uma planta por marcação.

O delineamento experimental foi blocos casualizados com tratamentos distribuídos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram da combinação de 3 ambientes de cultivo, 4 espaçamentos de plantio e 5 momentos de avaliação (14, 21, 28, 35 e 42 DAS).

Os ambientes de cultivo foram: 1 - túnel baixo com plástico (polietileno de baixa densidade - 100 micras e tratamento anti-UV); 2 - agrotêxtil diretamente sobre as plantas (coloração branca, 17 g m⁻² de gramatura) e 3 - ambiente natural (ANEXO A).

Os túneis apresentavam 5 m de comprimento, 1 m de largura e 1 m de altura da superfície do solo até o ápice central do arco. Foram construídos com arcos de PVC de ½ polegada de diâmetro e espaçados a cada 1,5 m, em seguida, foi colocada a cobertura plástica sobre essas estruturas.

O agrotêxtil foi colocado no mesmo dia da semeadura de forma flutuante e fixado lateralmente por grampos de ferro. As plantas permaneceram protegidas com agrotêxtil durante todo período de cultivo, sendo retirado apenas para realização de tratamentos culturais.

Os espaçamentos de plantio (entre plantas x entre linhas) foram 2 cm x 5 cm (E1); 4 cm x 5 cm (E2); 2 cm x 10 cm (E3) e 5 cm x 10 cm (E4), correspondendo as densidades de 1000; 500; 500 e 200 plantas m⁻².

As irrigações foram realizadas por aspersão, mantendo-se o solo dos ambientes de cultivo em capacidade de campo. As capinas foram feitas manualmente aos 14, 28, 38 DAS para evitar a competição das plantas daninhas com a cultura.

Em cada ambiente de cultivo foram monitoradas a radiação fotossinteticamente ativa (Quantum Sensor LI190SB Li-Cor), a temperatura do ar (20 cm de altura do solo) e a temperatura do solo (10 cm de profundidade do solo) por meio do sensor 107 Temperature probe - Campbell Sci. Os sensores foram conectados a um sistema de aquisição de dados (CR23x, Campbell Scientific), programado para realizar leituras a cada minuto, armazenando a média horária. Os dados de radiação PAR foram registrados em unidade de medida lidas instantaneamente ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) e integralizados em $\text{mol m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e, para fins de comparação, foram transformados em $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$, conforme proposto por Thimijan e Heins (1983) pela equação: $\text{PAR} = \sum_{\text{diário}} [\text{PAR}(\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}) t(\text{s}) 4,57^{-1}] 10^{-6} (\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1})$, onde 4,57 é o valor de conversão (BECKMANN et al., 2006).

As características avaliadas foram altura de plantas (AP), índice de área foliar (IAF), número de folhas (NF), comprimento (CMF) e largura da maior folha (LMF), fitomassas fresca (FMF) e seca da planta (FMS) e produtividade (P). Para cada momento de avaliação coletou-se 05 plantas nas linhas centrais das sub-

subparcela. As plantas com altura igual ou superior a 10 cm foram consideradas adequadas para a comercialização, sendo esse o ponto de colheita considerado para as plantas de *baby leaf* de chicória.

Para altura de plantas, as medidas foram determinadas com o auxílio de uma régua graduada (cm), considerando-se o intervalo entre o colo da planta e a parte superior da maior folha. Para o número de folhas foram contadas as folhas com comprimento superior a 2 cm para cada planta. O comprimento da maior folha (cm) foi determinado a partir do início do pecíolo até o final do limbo foliar e a largura da maior folha foi determinada a partir do ponto meridional do limbo foliar. Para determinação do índice de área foliar foi utilizada a fórmula: $IAF = AF/S$, em que AF é a área foliar (m^2) e S é a área do terreno ocupada pela amostra (m^2). Os valores de área foliar foram obtidos por integrador de área foliar modelo LI 3000 (LICOR). As fitomassas fresca e seca foram determinadas pela pesagem da parte aérea da planta com auxílio de balança eletrônica de precisão. As amostras ainda úmidas foram levadas para estufa de circulação forçada com temperatura de 60° C até atingir fitomassa constante para determinação da fitomassa seca. A produtividade foi determinada relacionando a fitomassa fresca da planta e a área ocupada pela mesma, sendo expresso em $g m^2$.

Os dados foram submetidos à análise de variância e transformados para SQRT ($x + 0.5$) utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011). Quando as características eram de natureza qualitativa (ambiente e espaçamento) utilizou-se a comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para as características de natureza quantitativa (momento de avaliação), utilizou-se análise de regressão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para a interação entre ambiente de cultivo, espaçamentos e momentos de avaliação para nenhuma das características avaliadas em plantas *baby leaf* de chicória, conforme Anexo B.

Como já foi comentado anteriormente, para o presente trabalho, em função da aparência visual da planta, foi determinado que as plantas de chicória com no mínimo 10 cm de altura apresentavam porte adequado para comercialização como *baby leaf*, sendo esse considerado o ponto de colheita para plantas.

A razão da escolha é que, atualmente, ainda não existem padrões e normas de classificação oficiais para comercialização, em função de ser um produto novo no mercado. Os autores Carneiro et al. (2008) sugerem que, quando as plantas apresentam as folhas variando entre 5 a 15 cm de comprimento, esse pode ser também considerado como o ponto de colheita.

Analisando o efeito dos ambientes de cultivo em diferentes momentos de avaliação do ciclo das plantas, verificou-se que houve interação entre esses fatores para todas as características avaliadas. As plantas cultivadas sob ambientes protegidos (TP e AG) apresentaram altura de plantas superior àquelas cultivadas em ambiente natural (AN) ao longo do ciclo de cultivo (Figura 1). O ponto de colheita (altura de planta ≥ 10 cm) foi atingido aos 35 DAS para plantas sob TP e AG e aos 41 DAS para plantas cultivadas em AN, caracterizando precocidade na produção sob os ambientes com proteção.

Concordando com esses resultados, em alface destinada para consumo tradicional (ciclo completo), Streck et al. (2007) evidenciaram precocidade na produção utilizando túnel baixo com polietileno. Para chicória, também foi verificada precocidade e ganho em qualidade das plantas em razão do uso de agrotêxtil como cobertura da cultura durante todo o ciclo de cultivo (FELTRIN et al., 2006).

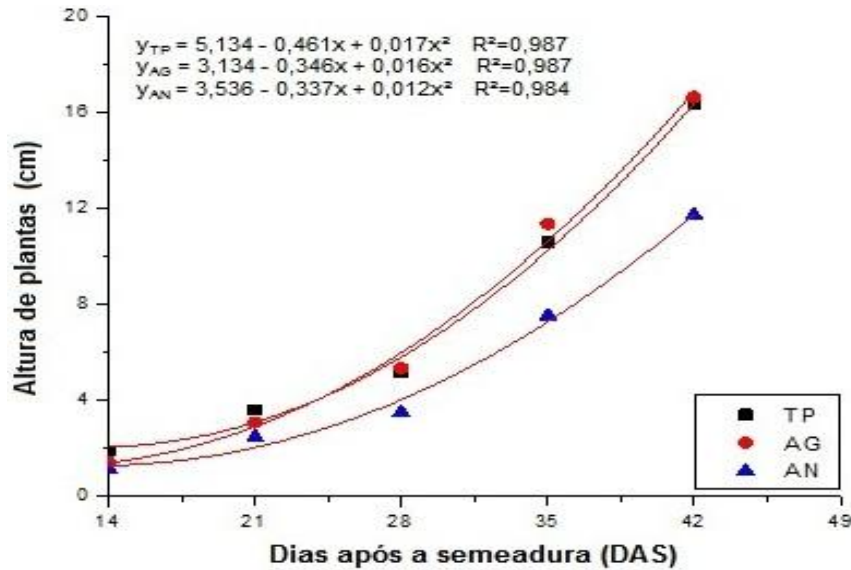


Figura 1. Altura da planta de *baby leaf* de chicória cultivada sob ambiente natural (AN), agrotêxtil (AG) e túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Verificou-se que para comprimento (Figura 2) e largura (Figura 3) de folhas, as curvas de resposta de crescimento foram semelhantes àsquelas encontradas para altura de planta (Figura 1). O comprimento e largura das folhas das plantas cultivadas em ambiente natural apresentaram valores semelhantes às plantas cultivadas em ambiente protegido quando permaneceram no campo até aos 42 DAS, repetindo o comportamento encontrado para a característica altura de plantas. Esses resultados demonstram que as plantas em AN demoram mais tempo para atingir o mesmo comprimento e largura das folhas de plantas cultivadas em AG e TP.

O comprimento e a largura de folhas também podem ser utilizados como referência para a colheita de plantas tipo *baby leaf*, conforme proposto por Carneiro et al. (2008). No entanto, é uma prática mais trabalhosa do que a medição da altura de planta, podendo, ainda assim, ser utilizadas como referência caso o produto comercial seja tipo *mix* de folhas soltas e não a planta inteira. Segundo Purquerio (2011), no mercado, a *baby leaf* pode ser encontrada em embalagens com uma mistura de pequenas folhas soltas de diversas espécies de hortaliças. Mas, além dessa forma, também é comum a comercialização unitária da planta inteira de uma única espécie.

Em relação ao número de folhas (Figura 4), quando as plantas atingiram o ponto de colheita nos ambientes AG e TP (35 DAS), o número de folhas foi menor em relação ao AN em seu ponto de colheita (42 DAS). As plantas apresentavam,

aos 35 DAS, média de 4,0 folhas por plantas para os ambientes AG e TP e, para o ambiente AN, esse valor foi de 4,7 aos 42 DAS (Figura 4). O resultado demonstra que, apesar da mesma altura de plantas (10 cm) nos respectivos pontos de colheita, o crescimento das plantas protegidas não foi acompanhado por maior desenvolvimento das mesmas, uma vez que o NF foi inferior em relação às plantas cultivadas em ambiente AN.

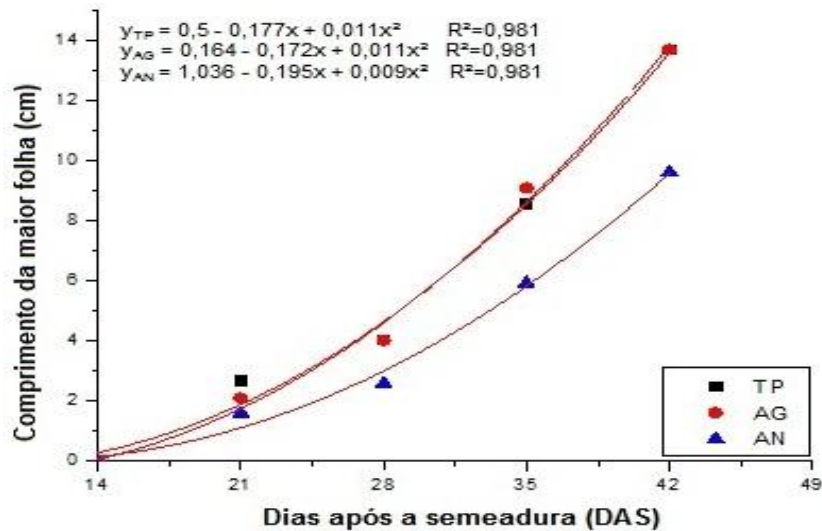


Figura 2. Comprimento da maior folha de *baby leaf* de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

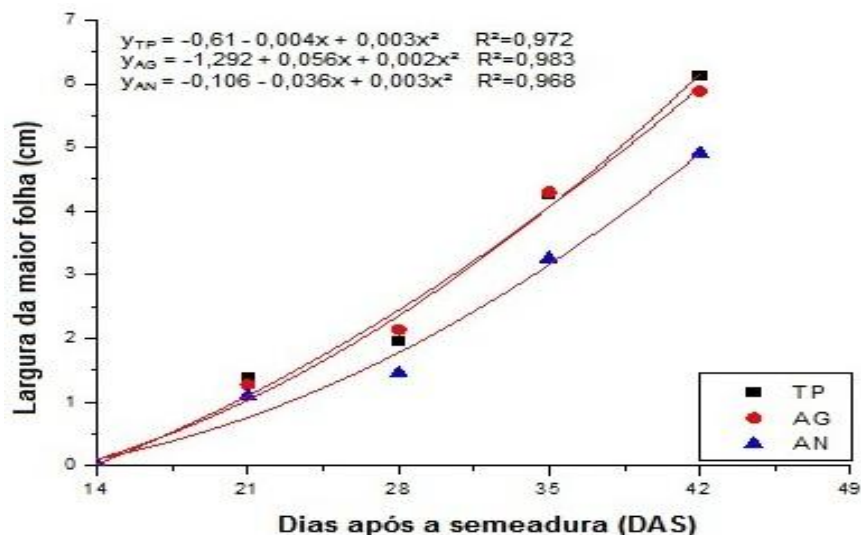


Figura 3. Largura da maior folha de *baby leaf* de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

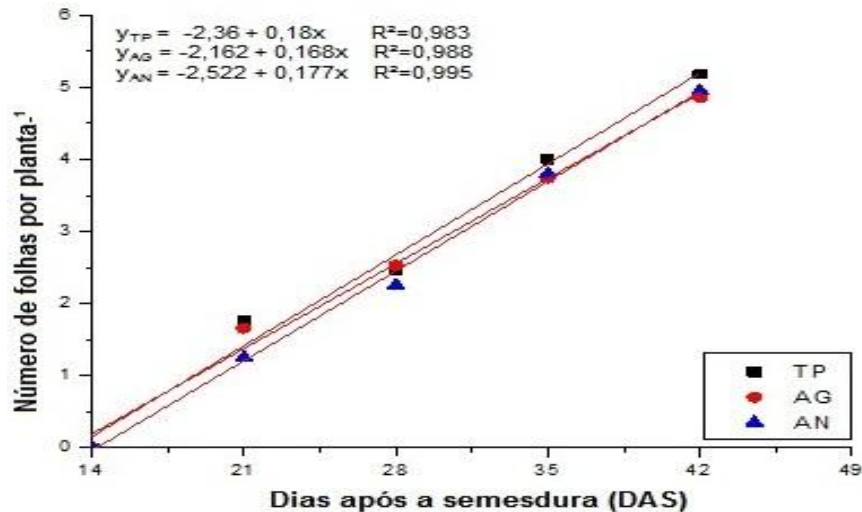


Figura 4. Número de folhas por planta de *baby leaf* de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Ao longo do ciclo, foi constatado que tanto a fitomassa fresca (Figura 5) quanto o índice de área foliar (Figura 6) das plantas cultivadas nos ambientes com proteção apresentaram curvas de resposta superiores àquelas cultivadas no ambiente natural (AN). Esse resultado demonstra que efetivamente a maior relação entre a área foliar da planta e área ocupada do terreno (IAF) foi acompanhada da mesma forma pelo acúmulo de fotoassimilados na planta de chicória (FMF).

Tendência similar ocorreu para a fitomassa seca das plantas em AG e TP (Figura 7) até atingir o ponto de colheita considerado adequado para *baby leaf*. O fato de que as curvas representadas para FMF e FMS apresentaram comportamentos similares até os 35 DAS (ponto de colheita para TP e AG) indica que os materiais usados nos sistemas de proteção das plantas não reduziram a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente a níveis prejudiciais ao desenvolvimento da cultura. Não há indicações da ocorrência de estiolamento como resposta das plantas a baixos níveis de PAR incidente, exceto aos 42 DAS, quando a fitomassa seca das plantas em AN se iguala aos valores das plantas cultivadas sob proteção (Figura 7).

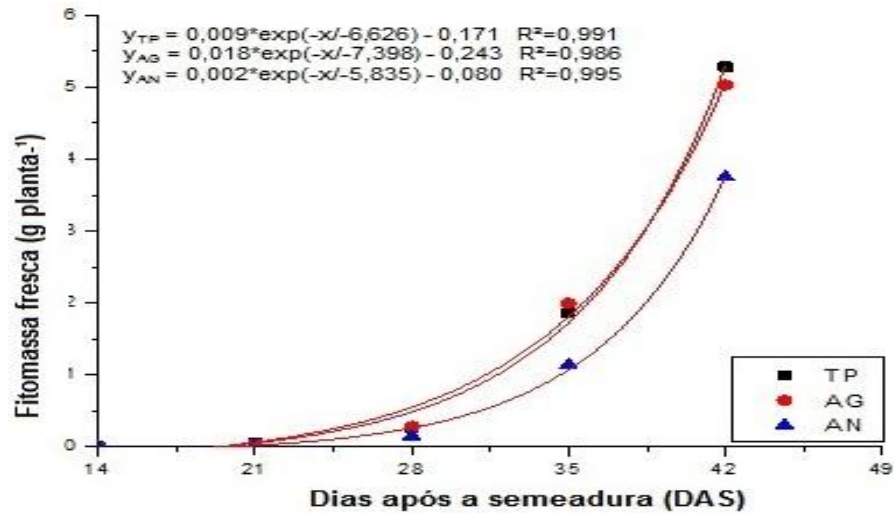


Figura 5. Fitomassa fresca de *baby leaf* de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

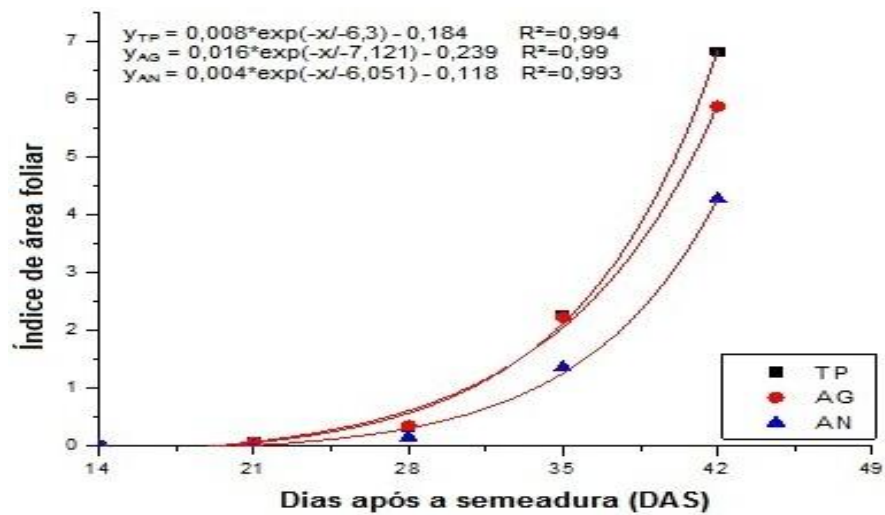


Figura 6. Índice de área foliar de *baby leaf* de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

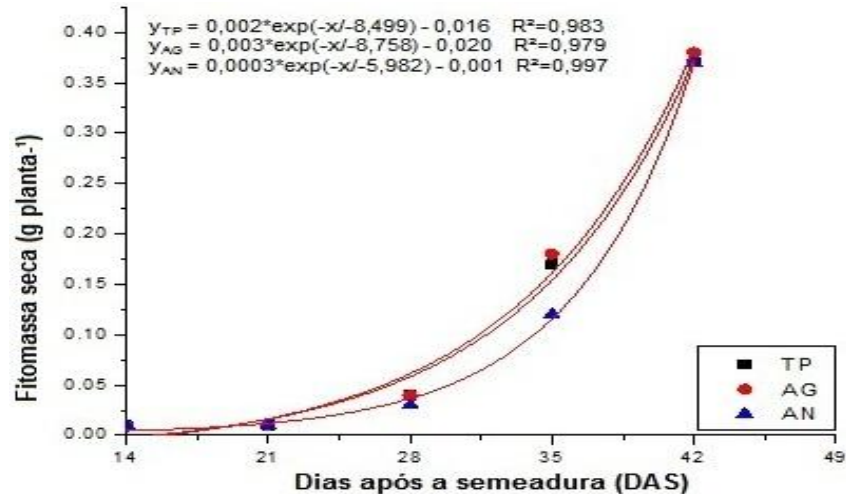


Figura 7. Fitomassa seca de *baby leaf* de chicória cultivada em ambiente natural (AN), sob agrotêxtil (AG) e sob túnel plástico (TP) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Para folhosas, o alongamento (estiolamento) é interessante até o limite em que não há prejuízo da qualidade do produto comercial, principalmente, em relação à desidratação rápida das folhas no período pós-colheita.

A planta apresenta esse tipo de resposta quando a radiação incidente no ambiente de cultivo apresenta valores abaixo do recomendado para a cultura em questão. Quanto menor a disponibilidade de radiação, maior a expansão celular mediante o acúmulo de água (maior a fitomassa fresca) como recurso da planta para ampliar a área foliar para captação de radiação. Efetivamente, os dados de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente ao longo do ciclo da cultura demonstraram que houve redução na radiação PAR incidente a partir dos 35 DAS (Figura 8), chegando a níveis inferiores aos recomendados para a maioria das plantas C3 em alguns dias.

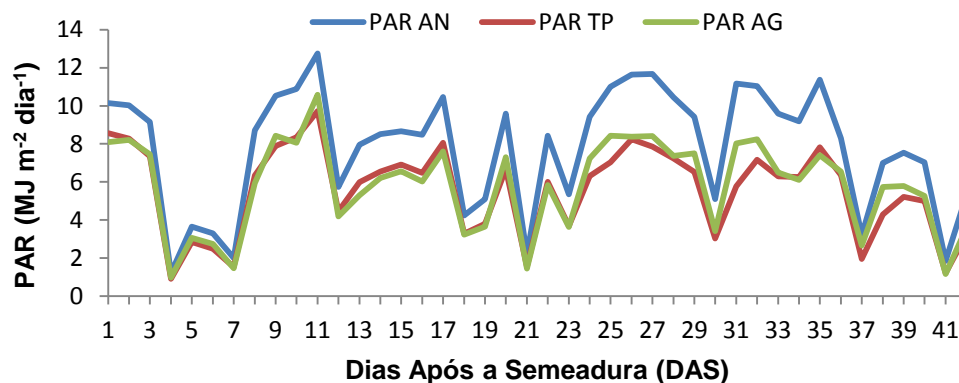


Figura 8. Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) incidente ao longo do ciclo de *baby leaf* de chicória cultivada em ambiente natural (AN) e sob túnel plástico (TP) e Agrotêxtil (AG). Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Segundo a FAO (1990), o limite de radiação incidente abaixo da qual a maioria das plantas hortícolas não produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção (definido como limite trófico) é de $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$. Segundo equação determinada por Hora (2009) para condições naturais, a radiação PAR corresponde a 45% desse valor ($3,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$). O túnel plástico (TP) e o agrotêxtil (AG) apresentaram transmissividade média de 72% e 75%, respectivamente, ao longo do ciclo de cultivo, independente de o dia estar ensolarado ou nublado (Figura 8). Após os 35 DAS, a média da PAR diária sob TP e AG foi de 3,1 e $3,7 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, estando abaixo dos valores mínimos propostos pela FAO (1990). No entanto, os valores de radiação PAR a partir de $3,1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, mesmo abaixo dos valores recomendados pela FAO (1990), foram suficientes para obter plantas de *baby leaf* de chicória com qualidade comercial em ambiente protegido.

O menor crescimento das plantas cultivadas em AN comparadas àquelas sob proteção também está relacionado aos menores valores de temperaturas do ar (Figura 9) e do solo (Figura 10) ao longo do ciclo de cultivo, o que contribui para atividade metabólica mais lenta da planta.

Para o cultivo de chicória, Filgueira (2007) define como temperatura do ar ideal a faixa entre 15 e 25 °C, isso para o cultivo convencional (ciclo completo). Para o cultivo de *baby leaf* de chicória foi constatado que a temperatura média de 19 °C, encontrada para as plantas protegidas sob AG e TP, foi satisfatória para o crescimento das plantas. No entanto, para o ambiente natural, a temperatura média de 16 °C resultou em crescimento mais lento das plantas (Figura 9). Assim, a média de temperatura do ar obtida pelo ambiente protegido pode ser tomada como a mais adequada para o cultivo de *baby leaf* de chicória.

Ao longo de todo o ciclo de cultivo, tanto a temperatura do ar (Figura 9) como do solo (Figura 10) foram superiores nos ambientes protegidos em relação ao AN, tendo diferenças médias de 2,6 e 2,4°C para temperatura do ar e 1,7 e 1,3°C para temperatura do solo, respectivamente para AG e TP em relação ao ambiente natural. As diferenças são similares às encontradas por Pereira; Otto e Reghin (2003) em estudo com feijão-vagem utilizando-se agrotêxtil como cobertura das plantas, onde constaram desenvolvimento superior das plantas com o incremento da temperatura do ar e solo.

O ganho em temperatura foi importante para o processo de aceleração do metabolismo das plantas protegidas, pois a temperatura mínima para o desenvolvimento da cultura foi mantida.

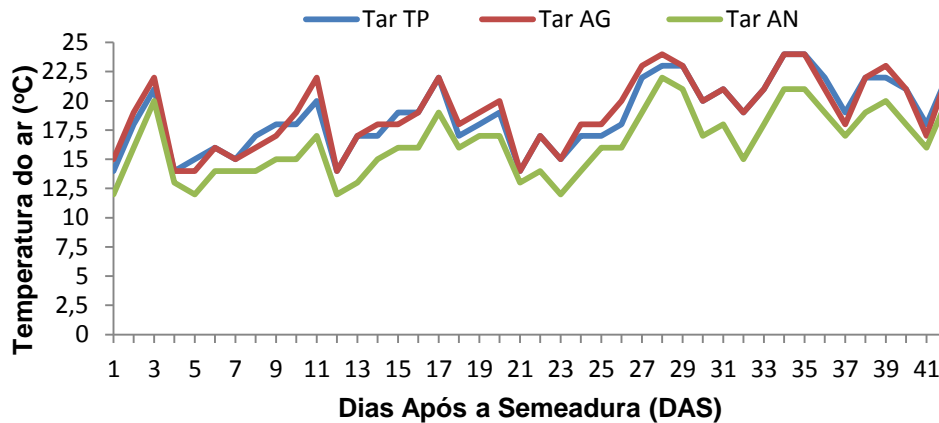


Figura 9. Temperatura média do ar ao longo do ciclo de *baby leaf* de chicória para os tratamentos sob túnel plástico (TP), Agrotêxtil (AG) e ambiente natural (AN). Ponta Grossa, UEPG, 2011.

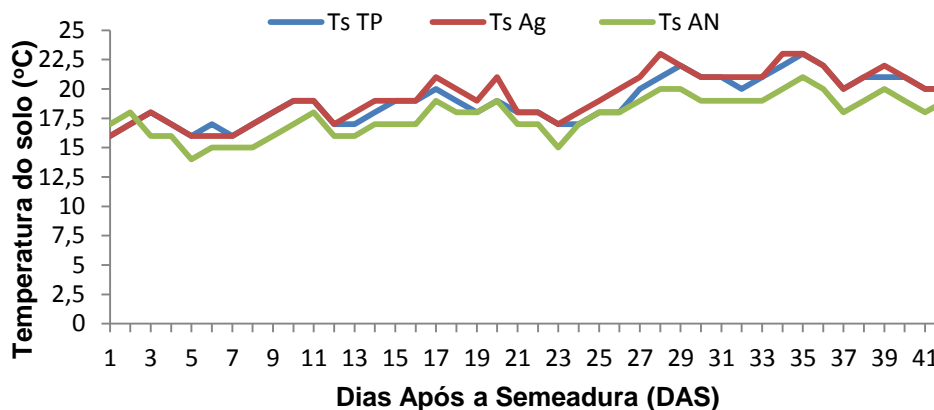


Figura 10. Temperatura média do solo ao longo do ciclo de *baby leaf* de chicória para os tratamentos sob túnel plástico (TP), Agrotêxtil (AG), e ambiente natural (AN). Ponta Grossa, UEPG, 2011.

A interação entre ambiente de cultivo e espaçamento de plantio não foi significativa para as características avaliadas, exceto para fitomassa fresca da planta.

Não houve influência dos diferentes espaçamentos na produção de fitomassa fresca para as plantas de *baby leaf* de chicória cultivadas sob o ambiente túnel plástico (TP) e em ambiente sem proteção (AN) (Tabela 2).

Tabela 2. Fitomassa fresca de *baby leaf* de chicória (g planta^{-1}) cultivada em diferentes ambientes de cultivo e espaçamentos de plantio. Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

Ambiente	Espaçamento			
	E1 (2x5)	E2 (4x5)	E3 (2x10)	E4 (5x10)
Túnel Plástico	1,36 a A*	1,51 a A	1,54 a A	1,60 a A
Agrotêxtil	1,27 a B	1,70 a A	1,25 abB	1,70 a A
Ambiente Natural	1,00 bA	1,02 bA	1,05 bA	1,00 bA
C.V. (%) ambiente	12			
C.V. (%) espaçamento	8			

*As médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

No entanto, para o cultivo sob agrotêxtil (AG), os espaçamentos E2 (4x5) e E4 (5x10) resultaram em plantas com fitomassa fresca superior àquelas espaçadas em E1 (2x5) e E3 (2x10) (Tabela 2). O resultado indica que, possivelmente, o crescimento da planta sob AG é prejudicado quando o espaçamento entre plantas dentro da linha de cultivo é reduzido (2 cm), como em E1 e E3. Quando os espaçamentos entre plantas na linha estão entre 4 e 5 cm, as produções de fitomassa se equivalem.

Os menores valores de FMF para as plantas cultivadas em E1 e E3 no ambiente AG podem estar relacionados com o sombreamento que ocorre pela sobreposição das folhas das plantas em função da proximidade das mesmas. Esse resultado foi evidenciado em AG, possivelmente, devido ao peso do agrotêxtil sobre as plantas, tombando as folhas umas sobre as outras, o que aumenta o sombreamento. O resultado foi menor área disponível para captação da radiação fotossintética e, conseqüentemente, menor produção de fotoassimilados usados no crescimento da planta.

Na análise do efeito dos ambientes dentro de cada espaçamento, as plantas cultivadas em AN apresentaram menores valores de FMF que aquelas cultivadas nos ambientes protegidos (TP e AG), exceto para o E3 onde a FMF das plantas sob AG não diferiu daquelas produzidas em AN (Tabela 2). Os resultados estão relacionados ao maior acúmulo de água nos tecidos das plantas protegidas. O processo resulta no maior alongamento das células (estiolamento), favorecendo maiores valores de índice de área foliar, altura de plantas, comprimento da maior folha e largura da maior folha, independentemente do espaçamento (Tabela 3). Os valores de fitomassa seca (FMS) foram semelhantes entre os ambientes (Tabela 3),

caracterizando que após a retirada da água dos tecidos, as produções de fitomassas foram semelhantes entre os diferentes ambientes de cultivo.

Tabela 3. Fitomassa seca (FMS), índice de área foliar (IAF), Altura da planta (AP), número de folhas por planta (NF), comprimento (CMF) e Largura (LMF) da maior folha por planta de *baby leaf* de chicória cultivada em diferentes ambientes de cultivo, espaçamentos de plantio e momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Ambientes	FMS (g pl ⁻¹)	IAF	AP (cm)	NF	CMF (cm)	LMF (cm)
Túnel Plástico	0,12 a	1,9 a	7,5 a	2,7 a	5,8 a	2,7 a
Agrotêxtil	0,13 a	1,7 a	7,6 a	2,6 ab	5,8 a	2,7 a
Natural	0,11 a	1,2 b	5,3 b	2,5 b	4,0 b	2,1 b
C.V. (%)	3	13	7	7	8	6
Espaçamentos						
E1 (2x5 cm)	0,10 b	2,7 a	7,0 a	2,5 b	5,4 a	2,5 a
E2 (4x5 cm)	0,12 a	1,6 b	6,9 a	2,7 a	5,2 ab	2,6 a
E3 (2x10 cm)	0,11 ab	1,4 b	6,9 a	2,5 b	5,3 a	2,5 a
E4 (5x10 cm)	0,13 a	0,7 c	6,5 a	2,6 ab	4,9 b	2,6 a
C.V. (%)	3	10	6	5	6	4
Momentos de avaliação						
14 DAS			1,5 e	0,0 e	0,0 e	0,0 e
21 DAS			3,1 d	1,6 d	2,1 d	1,3 d
28 DAS			4,7 c	2,4 c	3,5 c	1,9 c
35 DAS			9,8 b	3,8 b	7,9 b	3,9 b
42 DAS			14,9 a	5,0 a	12,3 a	5,6 a
C.V. (%)			5	4	5	5

*As médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

O processo do estiolamento dos tecidos é uma resposta aos menores valores de radiação incidente sobre as plantas (KERBAUY, 2004), seja pelo uso do material de proteção (Figura 8), seja pela sobreposição de folhas nos menores espaçamentos entre plantas (E1 e E3), conforme já discutido anteriormente. Mesmo havendo estiolamento nos menores espaçamentos entre plantas (E1 e E3) e nos ambientes AG e TP, foi observado que as plantas apresentaram-se firmes, túrgidas e com a coloração característica da espécie, sem prejuízo no período pós-colheita. Desta forma, foi observado que não houve perda de qualidade quando aplicados os menores espaçamentos de plantio, bem como para o cultivo nos diferentes ambientes de produção.

Para a interação entre os fatores espaçamento de plantas e momentos de avaliação verificou-se efeito significativo para FMF, FMS e IAF. Para as demais características, o efeito desses fatores sobre as plantas foi independente.

O efeito do espaçamento sobre o crescimento das plantas é caracterizado com diferenças menos evidentes entre os mesmos do que o efeito verificado entre os ambientes de cultivo. Isso pode ser esperado, uma vez que as médias comparadas dentro de cada espaçamento são calculadas utilizando-se as plantas de todos os ambientes que são cultivadas com aquele respectivo espaçamento. De antemão, já se pode concluir pelas discussões anteriores que, em AN, as plantas são menores que nos ambientes protegidos, independente dos espaçamentos, o que aproxima os resultados médios discutidos.

Assim, foi verificado que a FMF das plantas cultivadas em E1 e E3 tendem a ser menores que em E2 e E4 (Figura 11) a partir de 35 DAS. Conforme já comentado, essa seria a época a partir da qual as plantas já teriam atingido o ponto de colheita.

Os resultados de fitomassa seca (FMS) das plantas (Figura 12) mantiveram o mesmo comportamento que a FMF (Figura 11), o que não caracteriza estiolamento das plantas que apresentaram maiores valores de FMF (E2 e E4).

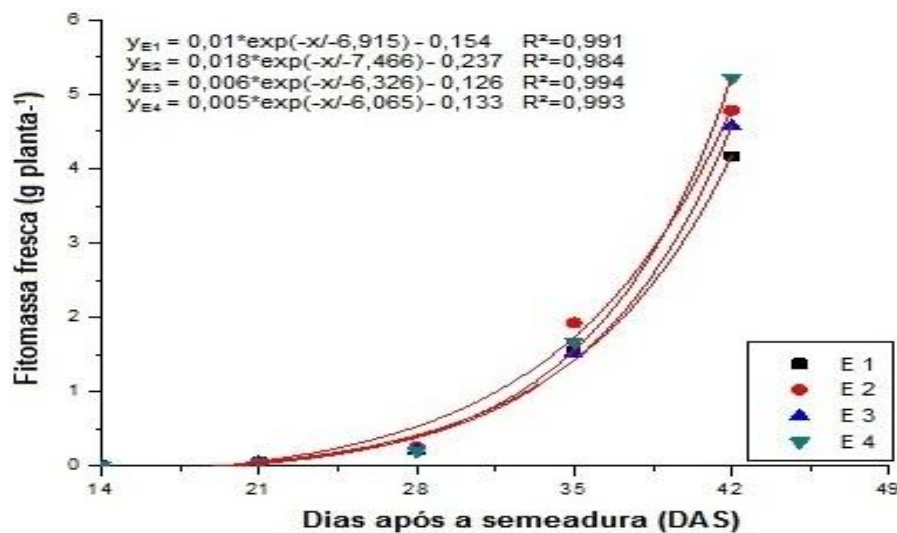


Figura 11. Fitomassa fresca de *baby leaf* de chicória cultivada no espaçamento 2x5 cm (E1), 4x5 cm (E2), 2x10 cm (E3) e 5x10 cm (E4) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

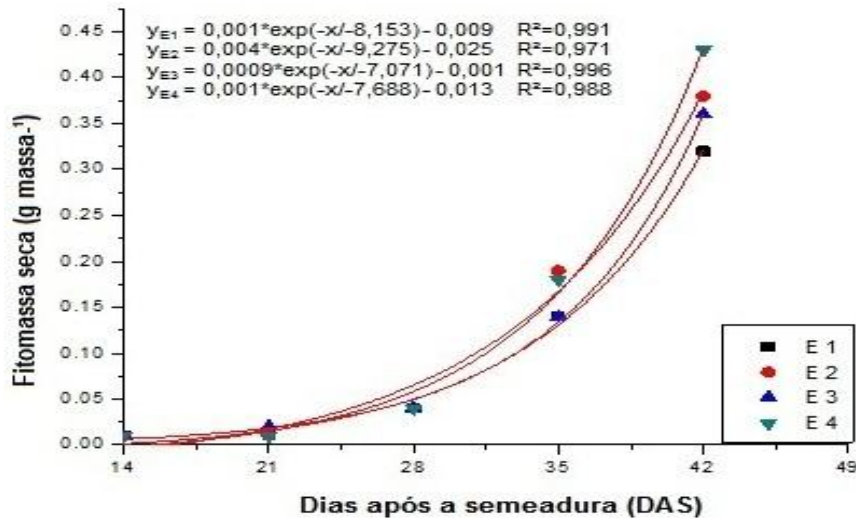


Figura 12. Fitomassa seca de *baby leaf* de chicória cultivada no espaçamento 2x5 cm (E1), 4x5 cm (E2), 2x10 cm (E3) e 5x10 cm (E4) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Os resultados de IAF (Figura 13) demonstraram que as plantas cultivadas no menor espaçamento (E1) apresentaram maior expansão da área foliar em relação àquelas menos adensadas (E4), sem que isso tenha interferido na produção e acúmulo de fitomassa com a mesma intensidade verificada para a expansão foliar. Pode ser um indicativo de que a proporção da expansão esteve dentro do que a planta necessitava para aumentar a captação de radiação (limitado pelo maior adensamento), sem prejuízo da qualidade. Possivelmente, a relação massa:água nos tecidos das folhas estava dentro do limite adequado para que as folhas não se apresentassem muito tenras.

O maior IAF das plantas cultivadas em espaçamentos mais adensados (E1) é representado pelo maior comprimento das folhas (CMF) em relação àquelas menos adensadas (Tabela 3). A largura das folhas (LMF) não sofreu variação em função do espaçamento entre plantas (Tabela 3).

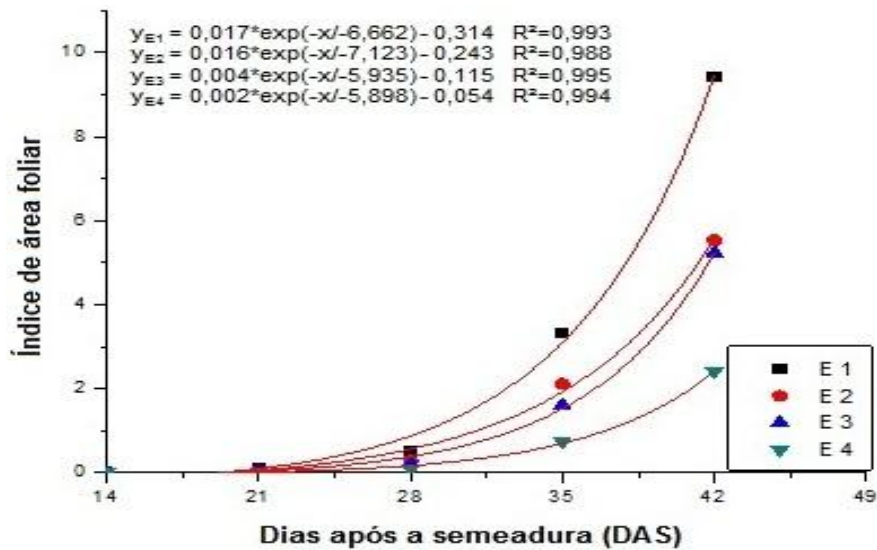


Figura 13. Índice de área foliar de *baby leaf* de chicória cultivada no espaçamento 2x5 cm (E1), 4x5 cm (E2), 2x10 cm (E3) e 5x10 cm (E4) em diferentes momentos de avaliação. Ponta Grossa, UEPG, 2011.

Para análise de produtividade (P) foi considerado somente os dados de plantas colhidas aos 35 DAS para os ambientes com proteção (AG e TP) e aos 42 DAS para o ambiente sem proteção (AN), quando as plantas atingiram o ponto adequado para colheita e comercialização (10 cm para altura de plantas).

Houve influência dos diferentes espaçamentos de cultivo na produtividade de plantas de *baby leaf* de chicória cultivadas sob os ambientes testados (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade de *baby leaf* de chicória (g m^{-2}) cultivada em diferentes ambientes de cultivo e espaçamentos de plantio. Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

Ambiente	Espaçamento			
	E1 (2x5)	E2 (4x5)	E3 (2x10)	E4 (5x10)
Túnel Plástico	1762 bA*	1024 bB	953 bB	354 bC
Agrotêxtil	1665 bA	1285 bB	789 bC	437 bD
Ambiente Natural	3505 aA	1870 aB	1977 aB	763 aC
C.V. (%) ambiente	12			
C.V. (%) espaçamento	7			

*As médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

O espaçamento E1 (2x5) resultou em produtividade de plantas superior àquelas encontradas nos demais espaçamentos, independente do ambiente de cultivo (Tabela 4). Da mesma maneira, os espaçamentos intermediários (E2 e E3) fizeram com que a cultura da chicória produzisse mais que o espaçamento com

plantas menos adensadas (E4). Tal fato revela que à medida que o espaçamento diminui e a densidade populacional aumenta (maior número de plantas por m^{-2} para E1), dentro de determinados limites, há uma tendência em elevar a produção total por área, mesmo com valores inferiores de FMF por planta (Figura 11).

Para o ambiente de cultivo AG, comparando os espaçamentos E2 e E3, verifica-se maior produtividade para as plantas cultivadas em E2, mesmo que ambos os espaçamentos condicionavam para igual quantidade de plantas por unidade de área (500 plantas m^{-2}). Esse resultado é esperado, uma vez as plantas no espaçamento E2 obtiveram fitomassa fresca superior ao E3 dentro do ambiente AG (Tabela 2).

Na análise do efeito dos ambientes dentro de cada espaçamento, as plantas cultivadas em AN apresentaram maior produtividade que aquelas cultivadas nos ambientes protegidos (TP e AG) para todos os espaçamentos de plantio (Tabela 4). Os resultados estão relacionados com o maior valor de FMF das plantas em ambiente natural, quando as plantas atingiram o ponto de colheita, cujo critério foi a característica altura de planta.

Foram estimados, respectivamente para AG e TP, valores de 1,85 e 2,0 g planta⁻¹ aos 35 DAS (Figura 5) e de 3,2 g planta⁻¹ para AN, aos 41 DAS, ainda que apresentassem valores aproximados de altura das plantas. Isso caracteriza que, as plantas cultivadas sem um sistema de proteção demoram mais tempo para atingirem a altura referencial de colheita, mas acumulam maior fitomassa que as plantas protegidas e colhidas mais precocemente. Sob proteção, em razão dos menores valores de radiação incidente, as plantas tiveram maior alongamento dos tecidos.

Desta forma, a produção de *baby leaf* de chicória apresenta melhores respostas produtivas quando o cultivo é realizado pela combinação entre o cultivo em ambiente natural (AN) e o espaçamento E1 (2x5), que corresponde em maior produtividade em relação às demais. Os valores correspondem em incremento de 77,3% em relação à segunda combinação mais produtiva (AN e E3). Essa diferença de produtividade irá representar em maior lucratividade para o produtor de *baby leaf*, se o produto for vendido por peso. Nos supermercados e varejões de hortifruti o consumidor paga R\$ 3,00 por embalagem com 120 g de folhas de uma mesma espécie (PURQUERIO e MELO, 2011).

Por outro lado, se as plantas forem comercializadas por unidade (planta) e não por peso do produto, o uso do cultivo protegido (AG e TP) juntamente com o

espaçamento E1 se torna mais interessante. Observou-se que o produto foi colhido mais limpo, mais tenro e apresentou precocidade de produção em relação ao ambiente natural.

6. CONCLUSÕES

O espaçamento de cultivo mais adensado (2x5 cm) proporcionou maior produtividade de chicória *baby leaf* em relação aos demais espaçamentos de cultivo.

Com o uso do túnel plástico e do agrotêxtil sobre as plantas é possível obter plantas *baby leaf* de chicória mais tenras e precocidade na produção em até 06 dias em relação ao ambiente natural.

A combinação entre o ambiente natural e o espaçamento mais adensado (2x5 cm) proporcionou maior produtividade em relação a todas outras combinações quando as plantas *baby leaf* de chicória atingiram o ponto de colheita (altura de planta ≥ 10 cm).

O uso do cultivo protegido (Agrotêxtil e Túnel baixo) e o espaçamento E1 (2x5 cm) são adequados para o cultivo e comercialização de planta inteira (venda da unidade) de *baby leaf* de chicória em lugar da venda por peso produto.

Temperatura média do ar em torno de 19 °C e valores de radiação PAR acima de 3,1 MJ m⁻² dia⁻¹ favorecem a produção de *baby leaf* de chicória.

7. REFERÊNCIAS

ALFONSI, R. R.; SENTELHAS, P. C. Estimativa da temperatura do solo através da temperatura do ar em abrigo meteorológico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.2, p.57-61, 1996.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO.1998. 300p.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n.1, p. 26-33, 2000 (suplemento cd rom).

BAQUEIRO, L. H. R.; OLIVEIRA F.; ROCHA M. A. V.; TIVELLI S. W.; PURQUERIO L. F. V. 2009. Produção de *baby leaf* de beterraba em bandejas com diferentes volumes de células. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. **Anais...** Águas de Lindóia: (Suplemento).

BARROS JUNIOR, 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 baixos de agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 801-803, 2004.

BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A. de.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS. v. 36, n.1, p.86-92, 2006.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R. Modelo de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.95-9, 1993.

BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M.; STEFANEL, V.; ANDRIOLO, J. L., MEDEIROS, S. L. P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, n.1, p.43-9, 1993.

CALLEJAS, T. A.; HERNÁNDEZ, M. G. B.; ARTÉS, F.; HERNÁNDEZ, A. F. Neutral and acidic electrolyzed water as emergent sanitizers for fresh-cut mizuna baby leaves. **Postharvest Biology and Technology**. v. 59, p. 298–306, 2011a.

CALLEJAS, T. A.; BOLUDA, M.; ROBLES, P. A.; ARTÉS F.; ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. Innovative active modified atmosphere packaging improves overall quality of fresh-cut red chard baby leaves. **Food Science and Technology**. v.44, p. 1422-1428, 2011b.

CALORI, A. H.; PURQUERIO, L. F. V.; FACTOR, T. L.; LIMA JÚNIOR, S.. Características potenciais do mercado de *baby leaf* em Mococa-SP. 2011 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Anais...** Viçosa: (Suplemento).

CANTWELL, M. **Fresh-cut biology and requirements. Fresh-cut Products: Maintaining Quality and Safety.** Postharvest Horticulture Series; Postharvest Outreach Program, Department of Pomology, University of California, Davis. 72–77p, 1996.

CARNEIRO, O. L.; PURQUEIRO, L. F. V.; TIVELLI, S. W.; SANCHES, J.; CIA P. É possível produzir baby leaf de rúcula em bandejas com diferentes volumes de células?. 2008. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. **Anais...** Maringá: (Suplemento).

CERMEÑO, Z.S. **Veinte cultivos de hortalizas en invernadero.** RALI, Sevilla, 1996, 638 p.

CONTE, A.; CONVERSA, G.; SCROCCO, I. C.; BRESCIA, J.; LAVERSE, A.; ELIA, M. A. Influence of growing periods on the quality of baby spinach leaves at harvest and during storage as minimally processed produce. **Postharvest Biology and Technology**, V.50 p.190-196, 2008.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, p.15-26, 2003.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F.; KLOSOWSKI, E. S. Estimativa do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido de pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 735-743, 2002.

CUNHA, N. S.; CELLA, W. L.; MANFRON, P. A. Avaliação da temperatura do ar no interior de túneis baixos com diferentes tipos de coberturas. In: Congresso brasileiro de Engenharia Agrícola, 10.1997. **Anais.** Piracicaba: ESALQ, p.468-470.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, 1999. 412p.

FAO. **Protected cultivation in the Mediterranean climate.** Rome: FAO, 1990. 313 p. (Plant Production and Protection Paper, 90).

FAVERI, L. A.; CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; SOUZA J. O.; BRAZ, L. T. Características produtivas do almeirão em função de espaçamentos. 2009 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. **Anais...** Águas de Lindóia: (Suplemento).

FELTRIN, 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. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.249-254, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 421 p.

FINCH, D. A.; BAILEY, W. G.; MCARTHUR, L. J. B.; NASITWITWI, M. Photosynthetically active radiation regimes in a southern African savanna environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 122, n. 3-4, p. 229–238, 2004.

FRANCISCO NETO, J. **Manual de horticultura ecológica: guia de auto-suficiência em pequenos espaços**. São Paulo: Nobel, 2002. 141 p.

FRISINA, V. A. **Modelagem das radiações global, difusa e fotossinteticamente ativa em ambiente protegido e suas relações com o crescimento e produtividade da cultura de pimentão (*Capsicum annuum L.*)**. Botucatu, 2002. 177p. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

GALVANI, E. **Avaliação agrometeorológica do cultivo de pepino (*Cucumis sativus L.*) em ambientes protegido e a campo, em ciclos de outono-inverno e primavera-verão**. Botucatu, 2001. 124p. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

GIMENEZ, C.; OTTO, R.F.; CASTILLA, N. Productivity of leaf and root vegetables crops under direct cover. **Scientia Horticulturae**, v.94, p.1-11, 2002.

GONNELLA, M; SERIO, F; CONVERSA, G; SANTAMARÍA, P. Yield and quality of lettuce grown in floating system using different sowing density and plant spatial arrangements. **Acta Horticulturae**, v. 614, p.687-692, 2003.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo-SP: UNESP, 1998. 319 p.

GREGOIRE, P. H. Los no tejidos protección contra los insectos y los virus. In: XII CONGRESSO INTERNACIONAL DE PLÁSTICOS EN AGRICULTURA, 1992 Granada. **Actas...** Granada, 1992, p. E11- E18.

HELDWEIN, A. B.; KRZYSCH, G. Estimativa da temperatura e da pressão de vapor d'água do ar no topo de uma cultura de batata. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.101-105, 1999.

HORA, R. C. **Avaliação da cultura do pepineiro japonês enxertado e não enxertado, cultivado em diferentes ambientes**. Botucatu, 2006. 68p. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

ISLA. **Descubra o que é Baby Leaf**. Disponível em http://isla.com.br/cgi-bin/artigo.cgi/descubra-o-que-e-babyleaf/?id_artigo=566.

Acesso em: 15 nov. 2011.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2004.

LIMA, A. A.; MIRANDA, E. G.; CAMPOS, L. Z. O.; CUZNATO JÚNIOR, W. H.; MELO, S. C.; CAMARGO, M. S. Competição das cultivares de alface Vera e Verônica em dois espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p.314-316, 2004.

MEDEIROS, E. V.; SERAFIM, E. C. S.; GRANJEIRO, L. C.; SOBRINHO, J. E.; NEGREIROS, M. Z.; SALES JÚNIOR, R. Influência do agrotêxtil sobre a densidade populacional de *Monosporascus cannonballus* em solo cultivado com melancia (*Citrullus lanatus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.03, p. 797-803, 2008.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 135p.

MONDIN, M.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, J. R.; VIEIRA, M. G. G. C. Influência de espaçamentos, métodos de plantio de sementes nuas e peletizadas na produção de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) **Ciência e Prática**, v.13, n.2, p.185-194, 1989.

OLIVEIRA, F.; BAQUEIRO, L. H. R.; ROCHA, M. A. V.; TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V. Produção de *baby leaf* de alface em bandejas com diferentes volumes de células. 2009 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. **Anais...** Águas de Lindóia: (Suplemento).

OMETO, J. C. - **Bioclimatologia Vegetal**, Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo, 1981, 430p

OTTO, R. F.; GIMENEZ, C.; CASTILLA, N. Modificações microclimáticas sob proteção de polipropileno cultivado com espécies hortícolas em Córdoba, Espanha. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 204-211, 2000.

OTTO, R. F.; OHSE, S.; TORRES A. L. Produção de “baby leaf” de alface em sistema “floating” sob diferentes ambientes de cultivo. 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Anais...** Viçosa: (Suplemento).

OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y.; NIESING, P. C.; REZENDE, B. L. A. Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil. **Bragantia**, v.69, n.4, p. 855-860, 2010.

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

PEREIRA, A. V.; OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y. Respostas do feijão-vagem cultivado sob proteção com agrotêxtil em duas densidades de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 564-569, 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. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 407-414, 2003.

PURQUERIO, L. F. V.; BAQUEIRO, L. H. R.; SANCHES, J.; TIVELLI, S. W.; CIA, P. Produção de baby leaf de alface Elisa em diferentes volumes de células. 2010a In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. **Anais...** Guarapari: (Suplemento).

PURQUERIO, L. F. V.; BAQUEIRO, L. H. R.; SANCHES, J.; TIVELLI, S. W.; CIA, P. Produção de *baby leaf* de rúcula em diferentes volumes de células no outono. 2010b In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50. **Anais...** Guarapari: (Suplemento).

PURQUERIO, L. F. V.; MELO, P. C. T. Hortaliças Pequenas e saborosas. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n.1, p. 1-1, 2011.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; DALLA PRIA, M.; FELTRIN, A. L.; VINNE, J. van der. Cobertura do solo e proteção das plantas de pak choi cultivadas com “não tecido”

de polipropileno no período da primavera. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.19, n. 2, p. 131-134, 2001.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. van der; FELTRIM, A. L. Produção de repolho branco chinês (pak choi) sob proteção com "não tecido" de polipropileno. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 233-236, 2002.

SÁ, G. D.; REGHIN, M. Y. Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.378-384, 2008.

SANCHES, J.; CIA P; PURQUEIRO, L. F. V.; CARNEIRO, O. L. G.; TIVELLI, S. W. 2008. Qualidade pós-colheita de rúcula baby leaf cultivada em bandejas com diferentes volumes de células In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. **Anais...** Maringá: (Suplemento).

SÁNCHEZ, A.; LUNA, M. C.; SELMA, M. V.; TUDELA, J. A.; ABAD, J.; GIL, J. M. Baby-leaf and multi-leaf of green and red lettuces are suitable raw materials for the fresh-cut 195 industry. **Postharvest Biology and Technology**, v. 63 p.1-10. 2012.

SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A.; ANDRIOLO, J. L.; ESTEFANEL, V. & STRECK, N. A. Modificação na temperatura do solo causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.37-42, 1993.

SILVA, V. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; PEDROSA, J. F. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.183-187, 2000.

STRECK, L.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A. Modificações físicas causadas pelo *mulching*. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, p.131-142, 1994.

STRECK, L.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A.; LUZZA, J.; SANDRI, M. A. Sistema de produção de alface em ambiente parcialmente modificado por túneis baixos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 667-675. 2007.

THIMIJJAN, R. W.; HEINS, R. D. Photometric, radiometric, and quantum light units of measure: a review of procedures for interconversion. **HortScience**, v.18, n.6, p.818-822, 1983.

ANEXO A – FOTOS DO EXPERIMENTO



Foto A – Vista geral do experimento. Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.



Foto B – Sistema de aquisição de dados microclimáticos. Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.



Foto C – Tratamento: Ambiente natural (AN). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.



Foto D – Tratamento: Agrotêxtil (AG). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.



Foto E – Tratamento: Túnel plástico (TP). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

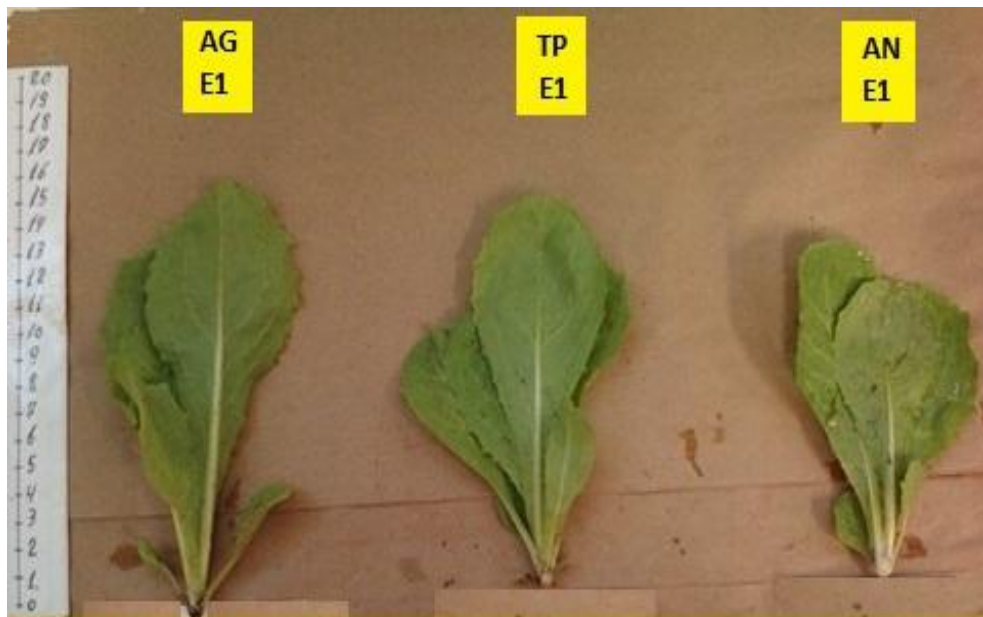


Foto F – *Baby leaf* de chicória aos 42 DAS nos ambientes agrotêxtil (AG), túnel plástico (TP) e ambiente natural (AN) no espaçamento 2x5 cm (E1). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.



Foto G – *Baby leaf* de chicória aos 42 DAS nos ambientes agrotêtil (AG), túnel plástico (TP) e ambiente natural (AN) no espaçamento 4x5 cm (E2). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

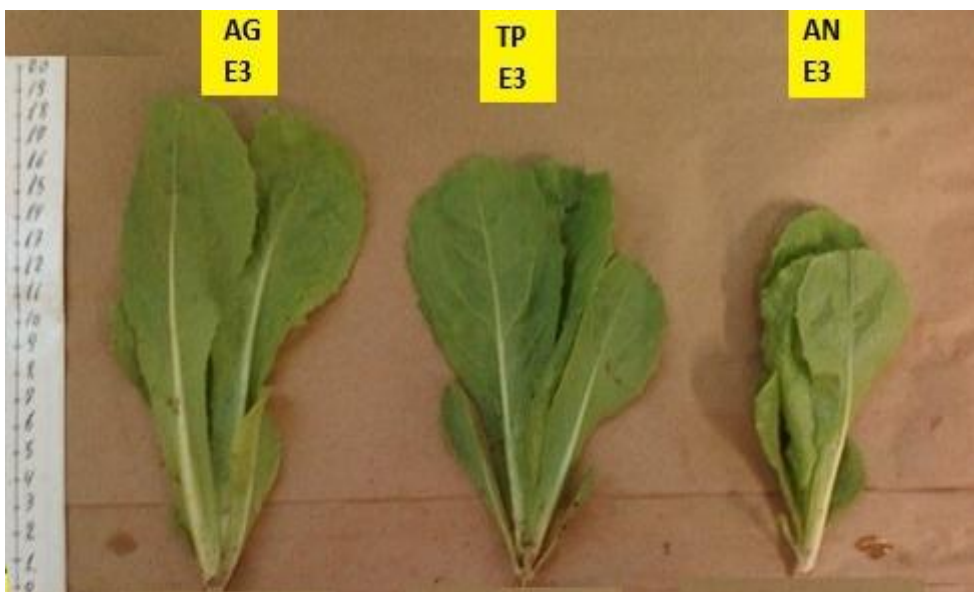


Foto H – *Baby leaf* de chicória aos 42 DAS nos ambientes agrotêtil (AG), túnel plástico (TP) e ambiente natural (AN) no espaçamento 2x10 cm (E3). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.



Foto I – *Baby leaf* de chicória aos 42 DAS nos ambientes agrotêtil (AG), túnel plástico (TP) e ambiente natural (AN) no espaçamento 5x10 cm (E4). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

ANEXO B - QUADROS DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Quadro A - Análise de variância para os dados de altura de plantas (AP). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1.719134	0.573045	17.238	0.0023
AMB	2	8.305236	4.152618	124.914	0.0000
erro 1	6	0.199463	0.033244		
ESP	3	0.202533	0.067511	3.235	0.0378
AMB*ESP	6	0.064831	0.010805	0.518	0.7897NS
erro 2	27	0.563532	0.020872		
MOM	4	195.796351	48.949088	3216.577	0.0000
AMB*MOM	8	2.014120	0.251765	16.544	0.0000
ESP*MOM	12	0.306473	0.025539	1.678	0.0773NS
AMB*ESP*MOM	24	0.137050	0.005710	0.375	0.9966NS
erro 3	144	2.191357	0.015218		
Total corrigido	239	211.500080			
CV 1 (%) =	7.20				
CV 2 (%) =	5.70				
CV 3 (%) =	4.87				
Média geral:	2.5334429	Número de observações:	240		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).

Quadro B - Análise de variância para o número de folhas por planta (NF). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0.200746	0.066915	4.998	0.0452
AMB	2	0.183714	0.091857	6.862	0.0282
erro 1	6	0.080323	0.013387		
ESP	3	0.087037	0.029012	5.450	0.0046
AMB*ESP	6	0.033957	0.005660	1.063	0.4085NS
erro 2	27	0.143739	0.005324		
MOM	4	77.133141	19.283285	4234.576	0.0000
AMB*MOM	8	0.233928	0.029241	6.421	0.0000
ESP*MOM	12	0.091904	0.007659	1.682	0.0765NS
AMB*ESP*MOM	24	0.127488	0.005312	1.167	0.2825NS
erro 3	144	0.655743	0.004554		
Total corrigido	239	78.971720			
CV 1 (%) =	6.99				
CV 2 (%) =	4.41				
CV 3 (%) =	4.08				
Média geral:	1.6541970	Número de observações:	240		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).

Quadro C - Análise de variância para os dados de comprimento da maior folha (CMF). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1.350550	0.450183	14.170	0.0039
AMB	2	6.347082	3.173541	99.893	0.0000
erro 1	6	0.190616	0.031769		
ESP	3	0.229848	0.076616	4.686	0.0092
AMB*ESP	6	0.025522	0.004254	0.260	0.9506NS
erro 2	27	0.441436	0.016349		
MOM	4	236.284632	59.071158	4865.043	0.0000
AMB*MOM	8	2.614079	0.326760	26.912	0.0000
ESP*MOM	12	0.181404	0.015117	1.245	0.2582NS
AMB*ESP*MOM	24	0.142569	0.005940	0.489	0.9784NS
erro 3	144	1.748442	0.012142		
Total corrigido	239	249.556179			
CV 1 (%) =	8.28				
CV 2 (%) =	5.94				
CV 3 (%) =	5.12				
Média geral:	2.1539149	Número de observações:	240		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).

Quadro D - Análise de variância para os dados de largura da maior folha (LMF). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0.285882	0.095294	8.689	0.0133
AMB	2	1.209168	0.604584	55.128	0.0001
erro 1	6	0.065802	0.010967		
ESP	3	0.026546	0.008849	2.208	0.1101NS
AMB*ESP	6	0.022116	0.003686	0.920	0.4961NS
erro 2	27	0.108182	0.004007		
MOM	4	90.833361	22.708340	4073.560	0.0000
AMB*MOM	8	0.527954	0.065994	11.838	0.0000
ESP*MOM	12	0.065394	0.005449	0.978	0.4731NS
AMB*ESP*MOM	24	0.108248	0.004510	0.809	0.7208NS
erro 3	144	0.802738	0.005575		
Total corrigido	239	94.055390			
CV 1 (%) =	6.44				
CV 2 (%) =	3.89				
CV 3 (%) =	4.59				
Média geral:	1.6265308	Número de observações:	240		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).

Quadro E - Análise de variância para os dados fitomassa fresca (FMF). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0.654741	0.218247	10.332	0.0087
AMB	2	1.007021	0.503511	23.836	0.0014
erro 1	6	0.126742	0.021124		
ESP	3	0.126251	0.042084	4.589	0.0101
AMB*ESP	6	0.137016	0.022836	2.490	0.0477
erro 2	27	0.247591	0.009170		
MOM	4	84.233390	21.058348	1626.951	0.0000
AMB*MOM	8	0.923889	0.115486	8.922	0.0000
ESP*MOM	12	0.304387	0.025366	1.960	0.0321
AMB*ESP*MOM	24	0.244409	0.010184	0.787	0.7485NS
erro 3	144	1.863856	0.012943		
Total corrigido	239	89.869293			
CV 1 (%) =	12.03				
CV 2 (%) =	7.93				
CV 3 (%) =	9.42				
Média geral:	1.2078723	Número de observações:	240		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).

Quadro F - Análise de variância para os dados de fitomassa seca (FMS). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0.010693	0.003564	6.021	0.0306
AMB	2	0.005984	0.002992	5.054	0.0517
erro 1	6	0.003552	0.000592		
ESP	3	0.008652	0.002884	6.693	0.0016
AMB*ESP	6	0.005076	0.000846	1.963	0.1065NS
erro 2	27	0.011633	0.000431		
EPOCA	4	1.753141	0.438285	1125.273	0.0000
AMB*ESP	8	0.008294	0.001037	2.662	0.0094
ESP*EPOCA	12	0.019638	0.001637	4.202	0.0000
AMB*ESP*MOM	24	0.011828	0.000493	1.265	0.1985NS
erro 3	144	0.056087	0.000389		
Total corrigido	239	1.894578			
CV 1 (%) =	3.11				
CV 2 (%) =	2.66				
CV 3 (%) =	2.53				
Média geral:	0.7813768	Número de observações:	240		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).

Quadro G- Análise de variância para os dados de índice de área foliar (IAF). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0.705177	0.235059	7.931	0.0164
AMB	2	1.658277	0.829139	27.975	0.0009
erro 1	6	0.177829	0.029638		
ESP	3	7.886114	2.628705	163.575	0.0000
AMB*ESP	6	0.201169	0.033528	2.086	0.0882NS
erro 2	27	0.433899	0.016070		
MOM	4	100.865158	25.216290	1527.711	0.0000
AMB*MOM	8	1.615808	0.201976	12.237	0.0000
ESP*MOM	12	9.094935	0.757911	45.918	0.0000
AMB*ESP*MOM	24	0.319789	0.013325	0.807	0.7231NS
erro 3	144	2.376854	0.016506		
Total corrigido	239	125.335010			
CV 1 (%) =	13.74				
CV 2 (%) =	10.12				
CV 3 (%) =	10.25				
Média geral:	1.2529382	Número de observações:	240		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).

Quadro H - Análise de variância para os dados de produtividade (P). Ponta Grossa - PR, UEPG, 2011.

FV*	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	288.191792	96.063931	4.907	0.0469
AMB	2	1656.897752	828.448876	42.318	0.0003
erro 1	6	117.461196	19.576866		
ESPA	3	3714.141190	1238.047063	193.721	0.0000
AMB*ESP	6	223.449697	37.241616	5.827	0.0005
erro 2	27	172.553521	6.390871		
Total corrigido	47	6172.695148			
CV 1 (%) =	12.58				
CV 2 (%) =	7.19				
Média geral:	35.1777939	Número de observações:	48		

*Ambientes de cultivo (AMB); espaçamentos entre plantas (ESP) e momentos de avaliação (MOM).