

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.4, p.441-449, out.-dez., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5239/agraria.v5i4.480

Protocolo 480 - 12/03/2008 *Aprovado em 26/06/2010

Thiago S. Araújo¹

José Fideles Filho²

Kamada K. Kumar¹

Tantravahi V. R. Rao¹

Crescimento da alface-americana em função dos ambientes, épocas e graus-dias

RESUMO

Este trabalho foi conduzido em ambiente protegido (AE) e natural (AN), e teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e quantificar a ação dos elementos meteorológicos e graus-dia sobre o crescimento da alface em duas épocas diferentes. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba - EMEPA, nos períodos de 30/05 a 08/08/2007 (Inverno) e 10/09 a 22/11/2007 (Primavera), utilizando-se a alface tipo Americana Irene. As temperaturas médias do ar no AE foram sempre maiores que no AN nos dois experimentos. Os valores de umidade relativa média do ar obtida no AN foram sempre maiores que os do AE. Os maiores valores de graus-dia no AE acarretaram na redução do ciclo e da fitomassa seca total da alface. O ambiente protegido proporciona um micro-clima favorável ao desenvolvimento da cultura, antecipando a colheita em uma semana, nas duas épocas de cultivo, e no inverno oferece as melhores condições energéticas para o crescimento e desenvolvimento desta cultivar.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, ambiente protegido e natural, estações do ano.

Cabbage lettuce development based on the environment, season and degree-days

ABSTRACT

This research was conducted in a protected (AE) and a natural environment (AN), and aimed to evaluate the development and to quantify the effect of the meteorological elements and degree-days on the growth of the lettuce crop in two different seasons. The research was conducted at the "Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba" - EMEPA, from 30/05 to 08/08/2007 (Winter) and 10/09 to 22/11/2007 (Spring) using cabbage lettuce "Irene". Average air temperatures in AE were higher than the temperatures in AN, for both experiments. Values of the average relative humidity of air obtained in AN were always higher than AE. The higher values of degree-days in AE resulted in the reduction of the crop cycle and the total dry phytomass of the lettuce. The protected environment has a micro-climate favorable to the crop growth, anticipating the harvest of the lettuce by a week, in the two cultivation seasons, and the winter offers the best energy conditions for the growth and development of this cultivar.

Key words: *Lactuca sativa* L., protected and natural environment, year seasons.

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Ciências Atmosféricas, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande-PB, Brasil. Fone: (83) 3310-1202. Fax: (83) 3310-1202. E-mail: thsaraujo@gmail.com; ramana@dca.ufcg.edu.br; karuna@dca.ufpb.br

² Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Física, Av. Das Baraúnas, 351, Campus Universitário Bodocongó, CEP 58109-753, Campina Grande-PB, Brasil. Fone: (83) 3333476 Ramal: 61. Fax: (83) 3333886. E-mail: fidelesfilho@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no País, não só pelo alto valor que alcança no mercado, gerando renda para agricultura familiar, mas, principalmente, pelo papel que ela desempenha na saúde, tendo como característica principal o fornecimento de fibras, sais minerais e vitaminas para a dieta da população (Katayama, 1993). Entre os tipos de alface cultivados atualmente, tem-se destacado a alface-americana. Esse destaque se deve principalmente às características apresentadas por esse grupo. A alface-americana diferencia-se dos demais tipos por apresentar folhas externas de coloração verde-escura, e folhas internas de coloração amarela ou branca, imbricadas, semelhantes ao repolho e crocantes (Yuri et al., 2002). Apresenta também maior vida pós-colheita, possibilitando o transporte a longas distâncias (Decoteau et al., 1995).

Por se tratar de uma hortaliça de inverno, o cultivo da alface em outras estações do ano favorece a incidência de doenças e a ocorrência de desequilíbrios nutricionais, principalmente sob condições de elevada temperatura. Por esta razão, se torna indispensável testar cultivares para cada localidade (Setubal & Silva, 1992). O maior desafio é selecionar cultivares que apresentem precocidade de colheita, altas produtividades sob condições climáticas adversas, que sejam resistentes ao pendoamento precoce, além de possuírem boa qualidade comercial.

A ação do fotoperíodo e a temperatura do ar são os fatores determinantes nas mudanças dos estágios de desenvolvimento das plantas, sendo que, para diversas espécies de interesse agrícola, a temperatura do ar é o principal elemento do ambiente condicionante do desenvolvimento, interferindo tanto na emissão de folhas quanto na mudança dos estágios fenológicos (Hermes et al., 2001).

Uma das maneiras de se relacionar o desenvolvimento de um vegetal com a temperatura média do ar é o uso do sistema de unidades térmicas ou, graus-dia. Neste método de análise, considera-se uma temperatura mínima abaixo do qual o vegetal paralisa o seu desenvolvimento (temperatura-base), sendo definido como “a quantidade de calor efetivamente acumulada durante o dia e favorável ao crescimento do vegetal”, e se obtém o total de graus-dia subtraindo a temperatura-base da temperatura média diária (Brunini et al., 1976). A existência de uma relação linear entre o número de folhas e a temperatura do ar, acumulada através da soma térmica graus-dia (GD), tem confirmado que a temperatura é o principal fator que controla a taxa de emissão de folhas (Baker et al., 1986).

De acordo com Filgueira (1982), a temperatura máxima do ar tolerada pela alface é de 30°C e a mínima é de 6°C. Joubert & Coertze (1982), mencionaram que a temperatura diurna favorável para o crescimento da alface situa-se entre 17 e 28°C. Segundo Sanches (1989), as máximas de 21°C e as mínimas de 4°C são consideradas as extremas para promoverem o crescimento e desenvolvimento desta cultura. Temperaturas muito elevadas podem provocar queima das bordas das folhas externas e a formação de cabeças pouco compactas, assim como contribuir para a ocorrência de

deficiência de cálcio, desordem fisiológica conhecida como “tipburn” (Jackson & Miller, 1999).

O ambiente, juntamente com o componente genético, são os grandes responsáveis pelas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas, como crescimento, floração e senescência. O cultivo comercial de hortaliças em estufas plásticas é uma atividade consolidada e crescente, principalmente nas proximidades das grandes concentrações urbanas, onde a capacidade de produção intensiva em pequenas áreas atende a grande demanda que esses locais apresentam, tanto em quantidade como em qualidade de produtos hortifrutigranjeiros.

Embora o uso de casa-de-vegetação com cobertura de polietileno seja recente no Brasil, a criação de ambientes controlados vem ganhando cada dia mais usuários nas diversas áreas da agricultura (Alpi & Tognoni, 1978). Segundo Schneider & Schneider (2008), a principal vantagem desta técnica consiste na possibilidade de produção, principalmente de hortaliças, nos períodos de entressafra, permitindo maior regularização da oferta e melhor qualidade dos produtos. Sabe-se que as estufas provocam grandes alterações nos elementos meteorológicos, que apresentam importância vital às plantas para sua manutenção e desenvolvimento, através da fotossíntese, evapotranspiração, fototropismo, morfogenia, formação de pigmentos, entre outros.

O objetivo neste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da alface-americana em relação à soma térmica “graus-dia”, em dois ambientes, sendo um protegido e outro natural, nos períodos de inverno e primavera na região de Lagoa Seca – PB.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA, nos períodos de 30/5 a 8/8/2007, experimento1 (Exp1), e 10/9 a 22/11/2007 experimento2 (Exp2). As coordenadas geográficas locais são: 07°10'15"S e 35°51'13" W, com altitude média de 634 m. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo tropical chuvoso, com estação seca no verão.

A precipitação média anual da área experimental é da ordem de 940 mm, com maior concentração de chuva no período entre março e agosto, com umidade relativa média anual do ar de aproximadamente 65% e a temperatura média anual de 21,6°C. O solo da área experimental é do tipo Neossolo Regolítico, também denominado Regossolo, caracterizado química e fisicamente pela EMBRAPA/Algodão e pelo laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), baseado na metodologia da Embrapa (1997).

A variedade da alface utilizada nos experimentos foi a Americana Irene, cultivada em uma área de 50 m² para o ambiente protegido e para o ambiente natural, com canteiros contendo três fileiras e espaçamento de 25 cm entre plantas e 30 cm entre fileiras.

Os ambientes de cultivo foram: ambiente protegido (Estufa plástica) (AE), modelo “teto em arco”, com 200 m², totalmente fechada, orientada no sentido Leste/Oeste; e ambiente natural (AN), em área adjacente à estufa. Durante a condução dos experimentos foram feitas capinas manuais para mantê-los livres de ervas daninhas. Não foi observado ataque de pragas e nem doenças.

As sementeiras para estes experimentos estavam localizadas dentro da estufa (AE), próximas às áreas para onde as mudas foram transplantadas. Para o Exp1 a semeadura foi feita em 30/05 e o transplante das mudas em 27/6/2007, já para o segundo experimento a semeadura foi feita em 10/9 e suas mudas transplantadas em 27/9/2007. Para ambos os experimentos o transplante das mudas foi feito simultaneamente, tanto para o ambiente protegido quanto para o ambiente natural, quando atingiram comprimento de folha de 10 cm.

Os experimentos foram realizados em canteiros, construídos após a aplicação dos adubos. Os canteiros, depois de prontos, ficaram com 25 cm de altura, 1m de largura e 8m de comprimento, separados por 30 a 40 cm. Cada experimento foi preparado com dois canteiros, um em cada ambiente. O transplante das mudas foi realizado manualmente.

Na adubação destes experimentos foram utilizados 15 litros por metro quadrado de esterco bovino tanto no ambiente natural, quanto no ambiente protegido. Durante o período dos experimentos, todos os canteiros foram uniformemente irrigados para que o solo atingisse um índice de umidade que favorecesse o estabelecimento da cultura. Para o experimento 1 (Exp1), foi colocada uma lâmina de 3,7 mm diariamente em cada canteiro do AE, durante todo o período do experimento, utilizando regadores com capacidade de 10L, obtendo uma lâmina total de irrigação de 130,0 mm no final do período do experimento aos 35 dias após o transplante (DAT).

Para o Exp1 no AN não foi necessária irrigação, pois durante o período do experimento foi verificada uma precipitação pluvial contínua que totalizou uma lâmina de 166,2 mm durante o período do experimento. Para Exp2, tanto no AE, quanto no AN, as irrigações foram feitas manualmente também utilizando regadores com capacidade de 10L, colocando uma lâmina de 3,7 mm diariamente em cada canteiro, totalizando uma lâmina d'água de 130,0 mm para o AE e 155,4 mm para o AN, com ainda 21,6 mm de precipitação pluvial ocorrida durante o período do experimento, totalizando 177,0 mm para o AN.

Foram retiradas semanalmente para a realização da amostragem dos experimentos duas plantas de cada ambiente simultaneamente, iniciando sete dias após o transplante das mudas para os canteiros; a coleta foi realizada manualmente e logo após, as plantas tiveram as suas partes separadas em folhas, pseudocaule e raízes. Após, as folhas retiradas das plantas foram submetidas à secagem em estufa a 75,0°C até obterem peso seco constante, e após 48 horas o material foi retirado da estufa e pesado em balança com resolução de 0,01 g, para obtenção da massa seca total das folhas em (g planta⁻¹).

Nos experimentos 1 e 2, a colheita foi feita aos 35 DAT no AE e 42 DAT no AN. Para efeito de avaliações do estudo, foi

adotado o princípio de comparação entre épocas distintas de plantio, bem como os ambientes. Todas as variáveis foram igualmente comparadas entre si.

Durante a condução dos experimentos em campo, diariamente foram coletados dados meteorológicos, em uma estação automática GorWeather™, localizada junto à área experimental. Nos horários de 09:00, 12:00 e 15:00 horas local foram feitas medições de temperatura do ar (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, irradiação solar global, graus-dia, precipitação pluvial e evapotranspiração potencial.

Para o ambiente protegido a radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) foi obtida por um sensor Quantum Li-190 conectado a um sistema de aquisição de dados (Datalogger): modelo CR10X da Campbell Sci. Os valores dos demais elementos meteorológicos necessários como temperatura do ar (máxima, mínima e média) e umidade relativa do ar foram obtidos pelo mesmo sistema de aquisição de dados.

O cálculo da soma térmica, em graus dia, foi feito com base na equação 1:

$$GD = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right) \quad (1)$$

em que: GD é o total de graus dia acumulado; T_{máx} é a temperatura do ar máxima diária (°C); T_{mín} é a temperatura do ar mínima diária (°C); e T_b é a temperatura base, que para estes experimentos foi considerada 10,0°C, e n é o número de dias das amostras realizadas. Após a realização dos experimentos, os dados meteorológicos coletados foram tabulados em planilha eletrônica e posteriormente os graus dia acumulados foram calculados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as diversas regiões produtoras de hortaliças, em especial a alface, o local onde foram desenvolvidos os experimentos representa bem as condições onde a cultura é predominante no estado da Paraíba. De modo geral, as condições climáticas (Tabela 1) durante os períodos em se conduziram os experimentos, foram consideradas normais, permitindo bom desempenho da cultura.

Segundo Pereira et al. (2002), o desenvolvimento das culturas está associado normalmente a diversos fatores ambientais, sendo a temperatura do ar um dos mais importantes. A temperatura influencia, entre outros, a velocidade das reações químicas e os processos internos de transporte da planta.

No período de condução do Exp1, a temperatura média do ar no AE, foi de 21,6°C, para o Exp2, foi de 22,8°C. Observou-se que houve aumento de 1,2°C devido à mudança de épocas de plantio para o mesmo ambiente (Tabela 1).

As temperaturas mínimas atingidas foram 16,7°C Exp1 e 17,5°C Exp2 e as máximas foram 32,9°C Exp1 e 32,1°C Exp2. Também foi verificado aumento na temperatura mínima durante o Exp2, mas a temperatura máxima mais elevada foi obtida

durante o Exp1 com 0,8°C superior ao Exp2 (Tabela 1).

Durante o período do Exp1 no AN, a temperatura média obtida foi de 19°C, enquanto no Exp2 foi de 20,9 °C, aumento (1,9°C) decorrente da mudança de época de plantio. As temperaturas mínimas atingidas foram 14,5°C Exp1 e 16,8°C Exp2 e as máximas, de 25,1°C no Exp1 e 31,4°C no Exp2. Também foi verificado aumento nas temperaturas mínima e máxima para o Exp2 com relação ao Exp1, obtendo amplitudes térmicas de 10,6°C para o Exp1 e 14,6°C para o Exp2 (Tabela 2).

No Exp 1 houve diferenças de temperaturas médias do ar entre os dois ambientes e entre as épocas de cultivo, apresentando valores de 19 e 21,6°C respectivamente para o AN e AE; um acréscimo de 2,6°C no ambiente protegido. Para o Exp2 as temperaturas médias do ar foram 20,9 e 22,8°C respectivamente para o AN e AE; um acréscimo de 1,9°C no ambiente protegido.

Já para as temperaturas máximas foi verificado um acréscimo de temperatura no AN no Exp2 de 6,3°C em relação ao Exp1 no mesmo ambiente. As temperaturas máximas foram sempre maiores no AE tanto no Exp1, quanto no Exp2, com valores de 7,8°C para o Exp1 e 1,4°C para o Exp2, acima da verificada no AN. Scatolini (1996) relatou um maior efeito da cobertura plástica sobre as temperaturas máximas, com valores variando de 1,2 a 4,4°C acima das observadas externamente.

De acordo com Filgueira (1982), a temperatura máxima do ar tolerada pela alface é de 30°C e a mínima de 6°C. Joubert & Coertze (1982), mencionaram que a temperatura diurna favorável para o crescimento da alface situa-se entre 17 e 28°C. Para Sanches (1989), as temperaturas médias, para as máximas de 21°C e das mínimas de 4°C, são consideradas as extremas

para promoverem o crescimento e o desenvolvimento desta cultura. Para as temperaturas mínimas o menor valor foi registrado durante o Exp1 14,5°C no AN, já para o AE os valores não ficaram abaixo de 16,7°C. Caron et al. (2003) constataram que a temperatura do ar interfere de maneira decisiva no acúmulo de fitomassa da alface, estando também associada à época de cultivo. Também concluíram que temperaturas elevadas resultam na diminuição do acúmulo de fitomassa, em função da paralisação do crescimento das plantas, evidenciando desta forma a importância de temperaturas favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas de alface.

Os valores de umidade relativa do ar variaram, e estavam intimamente relacionados à temperatura do ar, numa relação inversa. Durante o dia, com o aumento da temperatura do ar, a umidade relativa do ar diminuiu; já durante a noite, a umidade relativa aumentou com a diminuição da temperatura do ar e pode chegar até a 100%. Os valores médios de umidade relativa média diária para dentro do ambiente protegido (AE) foram 78,9% para o experimento 1 (Exp1) e 72,9% para o experimento 2 (Exp2) (Tabela 1).

Segundo Cermeño (1990), os valores de umidade relativa mais adequados ao bom desenvolvimento da alface variam de 60 a 80%, sendo assim os valores observados para AE ficaram dentro da faixa considerada ótima para o desenvolvimento da cultura da alface.

A umidade relativa do ar tende a ser mais elevada dentro das estufas do que fora delas, embora apresente valores inferiores no período diurno devido ao aumento da temperatura (Buriol et al., 2000). Tanto para o Exp1 quanto para o Exp2, os valores de umidade relativa média diária obtidos

Tabela 1. Dados meteorológicos obtidos durante o período do Exp1 e Exp2 no AE para temperatura média do ar (T_{méd}), temperatura máxima (T_{máx}), temperatura mínima (T_{mín}), umidade relativa do ar (UR), e valores acumulados da evapotranspiração potencial (ET_o) e precipitação pluvial (Prec) em Lagoa Seca, Paraíba, 2007

Table 1. Meteorological data obtained during the period of Exp1 and Exp2 in AE, for the average temperature (T_{méd}), maximum temperature (T_{máx}), minimum temperature (T_{mín}), average relative humidity of the air (UR) and the accumulated values of potential evapotranspiration (ET_o) and precipitation (Prec) in Lagoa Seca, Paraíba, 2007

DAT	T _{méd} (°C)	T _{máx} (°C)	T _{mín} (°C)	UR (%)	ET _o (mm.dia ⁻¹)	Irrigação (mm)
Experimento 1 – Ambiente protegido (AE)						
0 - 7	21,9	30,3	17,7	79,21	36,9	26,0
8 - 14	20,9	28,2	17,7	79,1	29,2	26,0
15 - 21	21,8	31,8	17,3	80,7	33,5	26,0
22 - 28	21,8	32,5	16,7	78,5	35,1	26,0
29 - 35	21,9	32,9	16,8	77,2	36,3	26,0
Total	-	-	-	-	171,2	130,0
Experimento 2 - Ambiente protegido (AE)						
0 - 7	22,2	32,1	17,5	74,7	40,9	26,0
8 - 14	23,0	31,8	18,8	73,3	37,1	26,0
15 - 21	22,9	31,7	18,4	74,0	36,46	26,0
22 - 28	23,2	31,9	18,8	71,0	36,43	26,0
29 - 35	22,9	31,6	17,5	71,4	36,86	26,0
Total	-	-	-	-	187,85	130,0

Tabela 2. Dados meteorológicos obtidos durante o período do Exp1 e Exp2 no AN, para temperatura média do ar (T_{méd}), temperatura máxima (T_{máx}), temperatura mínima (T_{mín}), umidade relativa do ar (UR), e valores acumulados da evapotranspiração potencial (E_{To}) e precipitação pluvial (Prec) em Lagoa Seca, Paraíba, 2007

Table 2. Meteorological data obtained during the period of Exp1 and Exp2 in AN for the average temperature (T_{méd}), maximum temperature (T_{máx}), minimum temperature (T_{mín}), average relative humidity of the air (UR) and the accumulated values of potential evapotranspiration (E_{To}) and precipitation (Prec) in Lagoa Seca, Paraíba, 2007

DAT	T _{méd} (°C)	T _{máx} (°C)	T _{mín} (°C)	UR (%)	E _{To} (mm.dia ⁻¹)	Prec. (mm)
Experimento 1 – Ambiente natural (AN)						
0 - 7	19,1	24,8	16,0	92,0	14,5	32,8
8 - 14	18,8	23,2	16,4	93,5	11,0	39,4
15 - 21	19,0	24,7	16,1	92,9	17,8	6,2
22 - 28	19,1	24,4	15,9	90,7	17,1	34,4
29 - 35	19,0	25,1	15,3	90,6	19,6	15,8
36 - 42	18,7	24,3	14,5	93,5	17,9	37,6
Total	-	-	-	-	98,2	166,2
Experimento 2 - Ambiente natural (AN)						
0 - 7	20,8	29,7	16,9	82,8	32,5	0,0
8 - 14	20,2	31,4	16,9	81,9	30,0	4,2
15 - 21	21,1	29,8	17,0	80,9	27,9	6,4
22 - 28	20,2	29,7	17,8	80,7	29,5	0,6
29 - 35	21,7	29,3	17,2	80,9	29,7	6,0
36 - 42	21,5	29,5	16,8	80,9	27,7	4,4
Total	-	-	-	-	177,6	21,6

no ambiente natural (AN) foram maiores do que os do AE, com valores 92,1% para Exp1 e 81,3% para o Exp2 (Tabela 2). Para estes experimentos os valores encontrados de umidade relativa (UR) foram sempre mais elevados no AN, o que discorda com o autor citado acima, mas os valores para AN também estão próximos dos relatados por Cermeño (1990), para a obtenção de boa produção da cultura da alface.

Um dos fatores responsáveis pelo baixo rendimento das culturas é a distribuição irregular das chuvas. Para o experimento 2 (Exp2) no AN a precipitação ocorrida durante o período do experimento não foi suficiente para manter um bom rendimento da cultura, pois apenas um total de 21,6 mm foi precipitado durante todo o período após o transplante das mudas para o campo, sendo assim, a cultura no AN teve que ser irrigada (Tabela 2).

O manejo da irrigação requer o conhecimento da transferência de água na forma de vapor, da superfície vegetada para a atmosfera, que pode ser determinada através da evapotranspiração. Pereira & Machado (1987) definiram a evapotranspiração como um elemento climático fundamental, que corresponde ao processo inverso da chuva também expresso em milímetros.

A evapotranspiração potencial acumulada para o Exp1 no AN foi de 98,2 mm devido às baixas temperaturas ocorridas no período de inverno naquela região; o decréscimo no valor da temperatura provocou redução na demanda evaporativa (Tabela 2).

Para o Exp1 no AN a temperatura média durante o período foi de 19°C. Com a mudança de estação, a temperatura média durante o Exp2 elevou-se para 20,9°C; com o aumento da

temperatura durante o período, o valor da evapotranspiração potencial acumulada para o Exp2 no AN foi de 177,6 mm, obtendo-se aumento de 79,4 mm na demanda evaporativa (Tabela 2).

A diferença entre a evapotranspiração interna e externa da casa de vegetação varia de acordo com as condições meteorológicas. Segundo Montero et al. (1985) e Rosenberg et al. (1989), a evapotranspiração no interior da casa de vegetação fica em torno de 60 a 80% daquela verificada no exterior para a região Sul. Para estes experimentos, tanto no Exp1 quanto no Exp2, a evapotranspiração foi maior dentro da estufa, com valores de 171,2 mm para o Exp1 e 187,8 mm para o Exp2, obtendo-se aumento na demanda evaporativa de 73,0 mm para o Exp1 e 10,2 mm para o Exp2 dentro da estufa (Tabela 1).

Na Tabela 3 são apresentados os valores de radiação global e fotossinteticamente ativa (RFA) obtidos durante os períodos dos experimentos 1 e 2 no ambiente natural e protegido. Pode ser visto que a RFA no ambiente natural, no período do Exp1, oscilou entre o valor de 896,8 e 374,4 kcal.m⁻².dia⁻¹, respectivamente, para dias de céu claro e nublado. Para o ambiente protegido, a RFA oscilou entre o valor de 858,6 e 349,5 kcal. m⁻² dia⁻¹, também respectivamente para dias de céu claro (33 DAT) e nublado (15 DAT).

De acordo com a Tabela 3, no período do Exp2, os valores da RFA no ambiente natural oscilaram entre o valor de 1197,25 e 802,69 kcal m⁻² dia⁻¹, para dias de céu claro e nublado. Para o ambiente protegido a radiação RFA oscilou entre os valores de 1158,74 e 385,53 kcal m⁻² dia⁻¹, para dias claro e nublado, respectivamente, em que os valores para o céu claro

Tabela 3. Valores de radiação global e fotossinteticamente ativa, obtidos durante o período dos experimentos 1 e 2, nos ambientes natural e protegido para um dia típico de céu claro e nublado em Lagoa Seca, Paraíba, 2007

Table 3. Values of global and photosynthetically active radiation obtained during the experiments 1 and 2 in the natural and protected environments, for a typical clear sky and cloudy day at Lagoa Seca, Paraíba state, 2007

Experimento	Radiação global (kcal m ⁻² dia ⁻¹)		Radiação fotossinteticamente ativa (kcal m ⁻² dia ⁻¹)			
			AN		AE	
	Dia claro	Dia nublado	Dia claro	Dia nublado	Dia claro	Dia nublado
1	1850,00	796,68	896,76	374,44	858,56	349,51
2	2547,34	1707,85	1197,25	802,69	1158,74	385,53

ocorreram aos 30 DAT, tanto no na, quanto no AE e os valores para o dia nublado aos 20 DAT também para o AN e AE.

Em ambos Exp1 e Exp2, os RFA obtidos no AE foram menores que os obtidos no AN, devido à cobertura plástica da estufa, pois a cobertura de polietileno retém em torno de 20,4% da radiação solar, havendo menores intensidades de irradiações globais refletidas no interior da estufa (Frisina & Escobedo, 1999). Desta forma, esta menor radiação sobre a cultura da alface promove a produção de folhas maiores, contribuindo para o aumento da quantidade de massa por planta (Radin et al., 2004).

De acordo com Barbano et al. (2001), o somatório térmico em graus-dia expressa o acúmulo térmico que uma espécie vegetal necessita para atingir certo grau de maturidade. Portanto, uma das maneiras de relacionar o desenvolvimento fenológico de uma cultura com a temperatura do ar é através do acúmulo térmico em graus-dia.

Nas Figuras 1 e 2, estão apresentadas as curvas de fitomassa seca total (FST) em relação aos graus-dia acumulados da alface-americana, no ambiente natural (AN) e protegido (AE) obtidas durante o período do Exp1 e Exp2,

após o transplante das mudas.

O acúmulo térmico durante o período do Exp1 foi maior no ambiente protegido (AE) que no ambiente natural (AN), com valores acumulados de 557 graus-dia para o AE e 414 graus-dia para o AN, mas o maior valor de graus-dia não acarretou maior fitomassa seca total (FST) para a variedade da alface cultivada no AE, pois o maior valor de FST foi obtido no AN (Figura 1). O valor máximo de FST para o AE foi obtido aos 35 dias após o transplante das mudas para o campo (DAT) e o valor máximo do AN, aos 42 DAT. Desta forma, os maiores valores de graus-dia acarretaram em redução no ciclo da variedade cultivada no AE e nos valores de FST, devido à maior amplitude térmica obtida dentro do ambiente protegido.

A alface-americana no AN obteve maior FST, com acúmulo térmico de 557 graus-dia, mas esse valor só foi obtido aos 42 DAT (Figura 2). Para o AE o valor máximo obtido foi de 510 graus-dia aos 35 DAT, desta forma é visto que no AE a alface-americana não respondeu bem ao aumento ocorrido na soma térmica.

Nas Figuras 3 e 4, estão apresentadas as curvas de

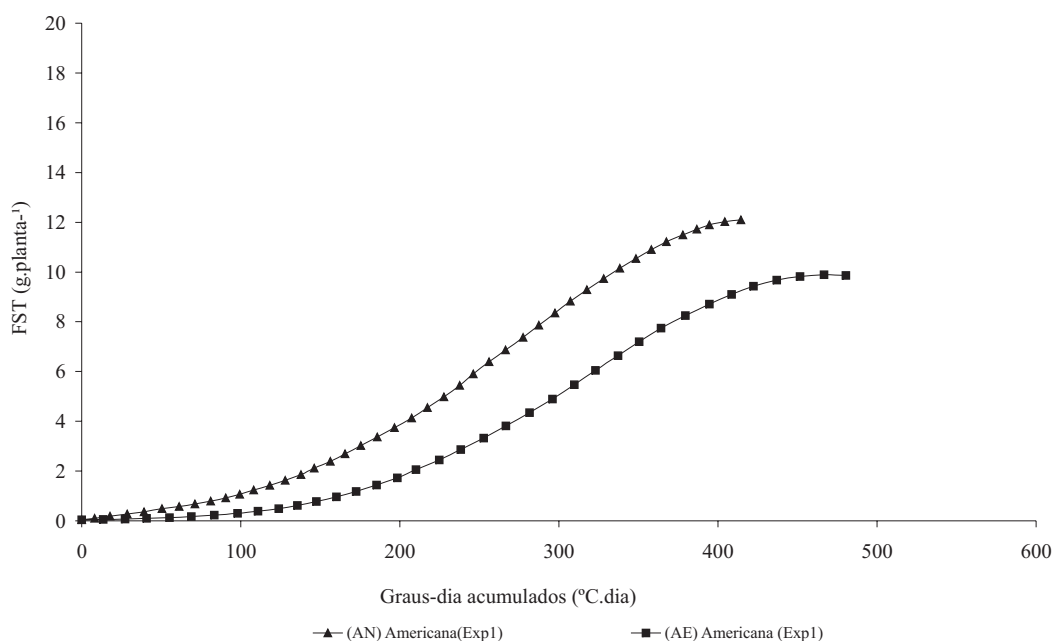


Figura 1. Fitomassa seca total em relação aos graus-dia acumulados da alface-americana, no AN e AE, obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas

Figure 1. Total dry phytomass in relation to the accumulated degree-days of American lettuce, in AN and AE obtained during the period of Exp1, after transplantation

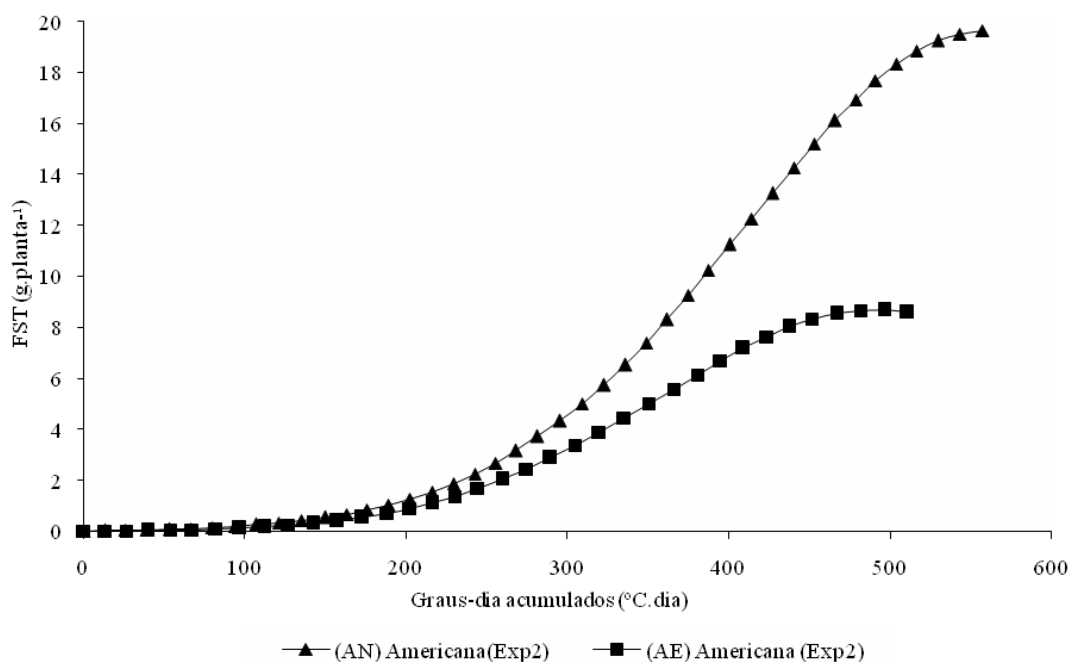


Figura 2. Fitomassa seca total em relação aos graus-dia acumulados da alface-americana, no AN e AE obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

Figure 2. Total dry phytomass in relation to the accumulated degree-days of lettuce Americana, in AN and AE obtained during the period of Exp2, after transplantation.

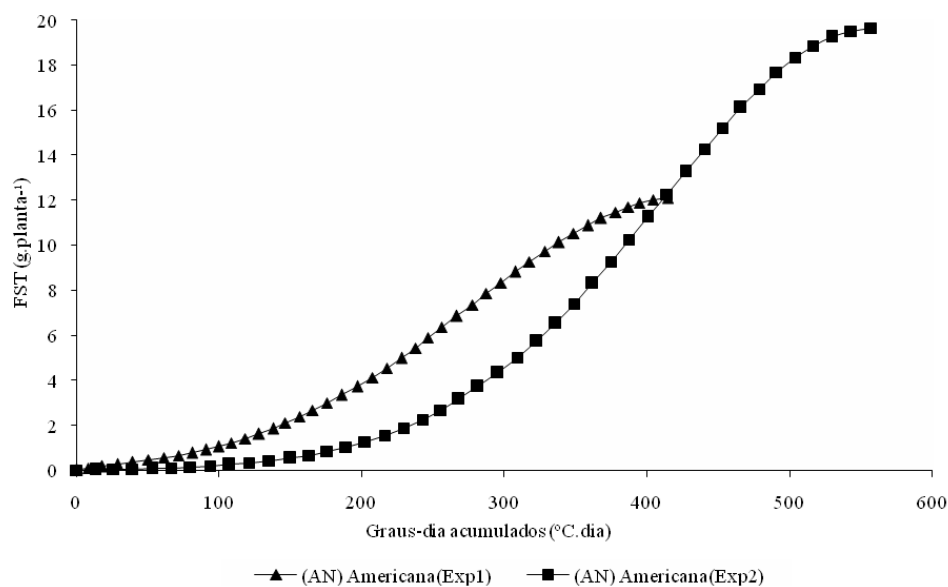


Figura 3. Fitomassa seca total em relação aos graus-dia acumulados da alface-americana, no AN obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas

Figure 3. Total dry phytomass in relation to the accumulated degree-days of lettuce Americana, in AN obtained during the periods of Exp and Exp2, after transplantation

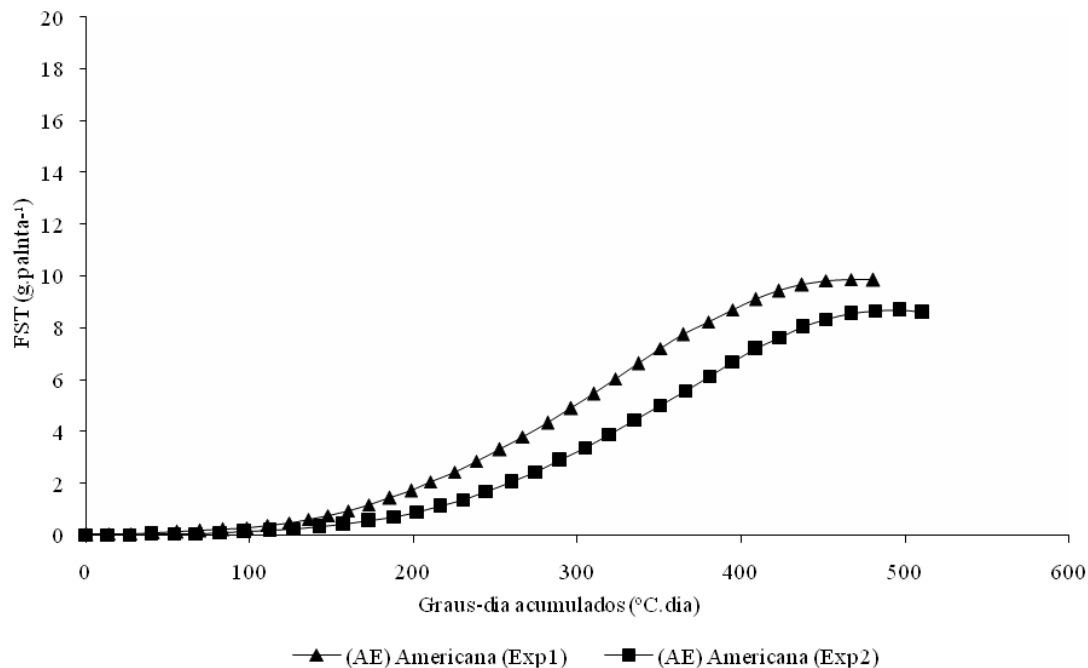


Figura 4. Fitomassa seca total em relação aos graus-dia acumulados da alface-americana, no AE obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas

Figure 4. Total dry phytomass in relation to the accumulated degree-days of lettuce Americana, in AE obtained during the periods of Exp1 and Exp2, after transplantation

fitomassa seca total (FST) em relação aos graus-dia acumulados (GDA) da alface-americana, no ambiente natural (AN) e protegido (AE) obtidas durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 3, é observado que no ambiente natural (AN) os valores de GDA foram maiores no período do Exp2, em que a variedade Americana no Exp2, que teve um ciclo de 42 DAT, obteve maiores valores para os graus-dia e FST com valor acumulado de 557 graus-dia. Para a mesma variedade cultivada no período do Exp1, o valor acumulado térmico foi de 414 graus-dia. Com a mudança na época de plantio, houve aumento no valor dos graus-dia no na, o que tornou possível a observação de modificações ocorridas na cultura, como o aumento da FST decorrente de maior soma térmica.

Para o AE, os maiores valores de graus-dia ocorreram durante o período do Exp2, com valor máximo de 510 graus-dia (Figura 4). Para o Exp1 o valor obtido foi de 480 graus-dia. Tanto no Exp1 quanto no Exp2 a variedade cultivada no AE teve um ciclo de 35 DAT, onde durante o período do Exp2, obteve um valor de FST inferior ao Exp1. Desta forma é visto que para o Exp1 a alface-americana se adaptou melhor às condições térmicas do AE, e não se adaptou bem às condições térmicas do ambiente durante o período do Exp2.

CONCLUSÕES

O ambiente protegido proporciona um micro-clima favorável ao desenvolvimento da cultura da alface, antecipando a colheita em oito dias;

Os ambientes protegidos no inverno oferecem as melhores condições energéticas para o crescimento e o desenvolvimento da alface-americana.

Os maiores valores de graus-dia acarretam redução do ciclo e da fitomassa seca total da alface.

A cultivar Americana é mais indicada para locais de clima ameno, podendo ser cultivada no período de inverno no ambiente natural.

LITERATURA CITADA

- Alpi, A.; Tognoni, F. Cultura em estufas. Lisboa: Editorial Presença, 1978. 196p.
- Baker, J.T.; Pinter Jr, P.J.; Reginato, R.J.; Kanemasu, E.T. Effects of temperature on leaf appearance in spring and winter wheat cultivars. *Agronomy Journal*, Madison, v.78, n.4, p.605-613, 1986.
- Barbano, M.T.; Sawazaki, E.; Brunini, O.; Gallo, P.B.; Paulo, In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13 e Reunião

- Latino-Americana de Agrometeorologia, 3, 2001, Fortaleza. Anais... Fortaleza-CE: SBA, 2001. p.823-824.
- Brunini, G.A.; Lisbão, R.S.; Bernardi, J.B. Temperatura base para a Alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar "White Boston", em sistema de unidades térmicas. Revista de Olericultura, v.35, n.19, p.214-219, 1976.
- Buriol, G.A.; Estefanel, V.; Andriolo, J.L.; Matzenauer, R.; Tazzo, I.F. Disponibilidade de radiação solar para o cultivo do tomateiro durante o inverno no estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v.6, n.1, p.113-120, 2000.
- Caron, B.O.; Lúcio, A.D.; Medeiros, S.L.P.; Manfron, P.A.; Schmidt, D. Estimativa da fitomassa acumulada da alface em diferentes ambientes. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13., 2003, Santa Maria-RS. Anais... Santa Maria-RS: SBA, 2003. p.687-688.
- Cermeño, Z.S. Estufas, instalações e manejo. Lisboa: Litexa Editora, 1990. 355p.
- Decoteau, D.R.; Ranwala, D.; McMahon, M.J.; Wilson, S.B. The lettuce growing handbook: botany, field procedures, growing problems, and postharvest handling. Illinois: Oak Brook, 1995. 60 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- Filgueira, F.A.R. Cichoriáceas: alface, chicória e almeirão. In: Filgueira, F.A.R.(Ed.). Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. p.77-86.
- Frisina, V. de A.; Escobedo, J.F. Balanço de radiação e energia da cultura de alface em estufa de polietileno. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.10, p.1775-1786, 1999.
- Hermes, C.C.; Medeiros, S.L.P.; Manfron, P.A.; Caron, B.; Pommer, S.F.; Bianchi, C. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.9, n.2, p.269-275, 2001.
- Jackson, B.P.; Miller, W.P. Soluble arsenic and selenium species in fly ash/organic waste amended soils using ion chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry. Environmental Science & Technology, v.33, n.2, p.270-275, 1999.
- Joubert, T.G.G.; Coertze, A.F. The cultivation of lettuce. Pretoria: Horticultural Research Institute, Pretoria, 1982. 7p.
- Katayama, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: Ferreira, M.E.; Castellane, P.D.; Cruz, M.C.P. (Eds.). Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: Potafos, 1993. p.141-148.
- Montero, J.I.; Castilla, N.; Gutierrez de Ravé, E.; Bretones, F. Climate under plastic in the Almeria. Acta Horticulturae, v.170, n.1, p.227-34, 1985.
- Pereira, A.R.; Angelocci, L.R.; Sentelhas, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Ed. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- Pereira, A.R.; Machado, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas: IAC, 1987. 33p. (Boletim Técnico, 114).
- Radin, B.; Reisser Júnior, C.; Matzenauer, R.; Bergamashi, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. Horticultura brasileira, v.22, n.2, p.178-181, 2004.
- Rosenberg, N.J.; Mckenney, M.S.; Martin, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and a simulation. Agricultural and Forest Meteorology, v.47, n.2-4, p.303-20, 1989.
- Sanchez, C.A. Growth and yield of crisphead lettuce under various shade conditions. Journal of American Society of Horticultural Science, v.114, n.6, p.884-890, 1989.
- Scatolini, M.E. Estimativa da evapotranspiração da cultura do crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1996. 71p. Dissertação Mestrado.
- Schneider, P.R.; Schneider, P.S.P. Introdução ao manejo florestal. Santa Maria: FACOS/UFSM, 2008. 566p.
- Setubal, W.J.; Silva, A.R. Avaliação do comportamento de alface de verão em condições de calor no município de Teresina-PI. Teresina: UFPI, 1992, 17p.
- Yuri, J.E.; Mota, J.H.; Souza, R. J.; Resende, G.M.; Freitas, S.A.C.; Rodrigues Júnior, J.C. Alface americana: cultivo comercial. Lavras: UFLA, 2002. 51p.