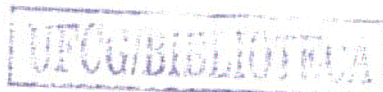


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA**

**INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DA ALFACE EM DIFERENTES AMBIENTES**

THIAGO SILVA ARAÚJO

**Campina Grande – PB
Junho de 2008**

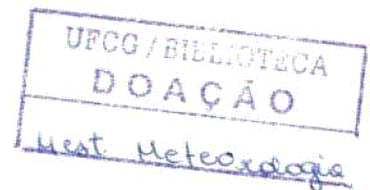


UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DA ALFACE EM DIFERENTES AMBIENTES

por

THIAGO SILVA ARAÚJO



Dissertação apresentada ao curso de Pós –
Graduação em Meteorologia da
Universidade Federal de Campina Grande -
UFCG, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Mestre
em Meteorologia.

Área de concentração: Meteorologia Agrícola e Micrometeorologia

Sub - área: Agrometeorologia

Orientador: Prof. Dr. Tantravahi Venkata Ramana Rao

Orientador: Prof. Dr. José Fideles Filho

Campina Grande – PB

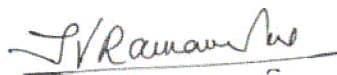
Junho de 2008

THIAGO SILVA ARAÚJO

INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO
DA ALFACE EM DIFERENTES AMBIENTES

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/6/2008

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. TANTRAVAHÍ VENKATA RAMANA RAO
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. JOSÉ FIDELES FILHO
Departamento de Física
Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dr. RENILSON TARGINO DANTAS
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. JOSÉ QUEIROGA NÓBREGA
Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba

Dedicatória

Aos meus pais Maria Das Graças Silva Araújo e Sancho Soares de Araújo, há meus irmãos, amigos e família. Que com muito esforço contribuíram de diversas formas para o término deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por influenciar diretamente em todas as minhas conquistas.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, pela realização do curso.

A Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), pela oportunidade oferecida.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de estudos, sem a qual se tornaria muito difícil a realização desse trabalho.

Aos Professores e Pesquisadores Dr. José Fideles Filho e Dr. Tantravahi Venkata Ramana Rao (Orientadores) pela orientação prestada, valorosa contribuição para execução deste trabalho.

Ao Pesquisador Dr. José Queiroga Nóbrega pelo aconselhamento técnico, e aos demais professores e funcionários da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), por colaborarem direto e indiretamente na execução deste trabalho.

Aos demais professores e funcionários do programa de Pós-Graduação em meteorologia por colaborarem direto ou indiretamente na minha formação.

Aos Professores e Pesquisadores Dr. Bernardo Barbosa da Silva e Dr. Renilson Targino Dantas pelas sugestões, para uma melhor execução deste trabalho.

Ao amigo Saulo Tasso Araújo da Silva, do curso de Pós - Graduação em Meteorologia pelo acompanhamento técnico na montagem dos equipamentos utilizados neste trabalho.

A todos os amigos do curso de Pós - Graduação, pelo o apoio me oferecido durante todo o curso.

Em fim, a todos que direto ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1.0 - INTRODUÇÃO.....	1
2.0 - OBJETIVOS.....	3
2.1 - Objetivo Geral.....	3
2.2 - Objetivos Específicos.....	3
3.0 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 - A cultura da alface.....	4
3.2 - Elementos meteorológicos e crescimento das plantas.....	5
3.2.1 - Temperatura do ar.....	5
3.2.2 - Umidade relativa do ar.....	7
3.2.3 - Radiação Solar.....	8
3.2.4 - Cultivos da alface em ambiente protegido.....	9
3.3 - Graus - dia.....	12
4.0 - MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 - Localização.....	13
4.2 - Experimentos.....	14
4.3 - Clima.....	15
4.4 - Solo.....	15
4.5 - Variedades.....	17
4.6 - Escolha das sementes.....	18
4.7 - Preparo das Sementeiras e Canteiros.....	18
4.7.1 - Sementeiras.....	18
4.7.2 - Canteiros.....	19
4.8 - Adubação.....	19

4.9 - Irrigação.....	19
4.10 - Amostras e colheitas.....	20
4.11 - Avaliações experimentais.....	21
4.12 - Variáveis determinadas.....	21
4.12.1 - Variáveis meteorológicas.....	21
4.12.2 - Graus - dia.....	22
4.12.3 - Variáveis das plantas.....	23
5.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1 - Temperatura do ar.....	24
5.2 - Umidade Relativa do ar (UR).....	27
5.3 - Precipitação Pluviométrica.....	29
5.4 - Evapotranspiração.....	30
5.5 - Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa (RFA).....	32
5.6 - Área Foliar (AF).....	34
5.7 - Fitomassa Seca Total (FST).....	46
5.8 - Graus-dia acumulados em relação à Fitomassa Seca Total (FST).....	56
5.9 - Taxa de Crescimento Absoluto (TCA).....	60
5.10 - Produção da alface Elba e Americana.....	69
6.0 - CONCLUSÕES.....	73
7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
8.0 - ANEXO.....	79

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do município de Lagoa Seca.
- Figura 2.** Vista frontal do experimento no ambiente protegido (AE). EMEPA – PB, 2007.
- Figura 3.** Vista frontal do experimento no ambiente natural (AN). EMEPA – PB, 2007.
- Figura 4.** Variedade Americana.
- Figura 5.** Variedade Elba.
- Figura 6.** Temperaturas máximas ($T_{máx}$), mínimas ($T_{mín}$) e médias ($T_{méd}$) no ambiente protegido (AE), ocorridas nos período do Exp1 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.
- Figura 7.** Temperaturas máximas ($T_{máx}$), mínimas ($T_{mín}$) e médias ($T_{méd}$) no ambiente protegido (AE), ocorridas nos período do (Exp2) após o transplante. EMEPA – PB, 2007.
- Figura 8.** Temperaturas máximas ($T_{máx}$), mínimas ($T_{mín}$) e médias ($T_{méd}$) no ambiente natural (AN), ocorridas nos período do Exp1 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.
- Figura 9.** Temperaturas máximas ($T_{máx}$), mínimas ($T_{mín}$) e médias ($T_{méd}$) no ambiente Natural (AN), ocorrida no período do Exp2 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.
- Figura 10.** Umidade relativa média diária do ar no AE ocorrida nos períodos do Exp1 e Exp2 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.
- Figura 11.** Umidade relativa média diária do ar no AN ocorrida nos períodos dos Exp1 e Exp2 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.
- Figura 12.** Precipitação pluvial ocorrida durante os períodos dos Exp1 e Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.
- Figura 13.** Evapotranspiração potencial ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.
- Figura 14.** Evapotranspiração potencial ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.
- Figura 15.** Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ao longo de Exp1 nos ambientes protegido (AE) e campo (AN), após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 16. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ao longo de Exp2 nos ambientes protegido (AE) e campo (AN), após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 17. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 18. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 19. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 20. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 21. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 22. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 23. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 24. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 25. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 26. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 27. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 28. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Figura 29. Fitomassa seca total da alface Elba, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Figura 30. Fitomassa seca total da alface Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Figura 31. Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

- Figura 32.** Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 33.** Fitomassa seca total da alface Elba, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 34.** Fitomassa seca total da alface Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 35.** Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.
- Figura 36.** Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 37.** Fitomassa seca total da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.
- Figura 38.** Fitomassa seca total da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.
- Figura 39.** Fitomassa seca total da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.
- Figura 40.** Fitomassa seca total da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.
- Figura 41.** Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no AN e AE obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.
- Figura 42.** Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no AN e AE obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 43.** Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no AN obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 44.** Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no AE obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 45.** Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.
- Figura 46.** Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Figura 47. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

Figura 48. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

Figura 49. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Figura 50. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Figura 51. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

Figura 52. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

Figura 53. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.

Figura 54. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.

Figura 55. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.

Figura 56. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características Físicas do solo da área experimental. Para uma profundidade de 0,20m, Lagoa Seca, PB. 2008.

Tabela 2. Características Químicas do solo da área experimental. Para uma profundidade de 0,20m, Lagoa Seca, PB. 2008.

Tabela 3. Coeficientes da equação de ajuste obtidos para área foliar de cada variedade e ambiente durante o Exp1 e Exp2.

Tabela 4. Coeficientes da equação de ajuste obtidos para fitomassa seca total de cada variedade e ambiente durante o Exp1 e Exp2.

Tabela 5. Comparação das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) pelo teste t, a 5% de probabilidade, obtidas entre as variedades nos dois ambientes durante o período do Exp1 e Exp2.

Tabela 6. Comparação das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) pelo teste t, a 5% de probabilidade, obtidas entre os ambientes para as duas variedades durante o período do Exp1 e Exp2.

Tabela 7. Comparação das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) pelo teste t, a 5% de probabilidade, obtidas no período do Exp1 e Exp2, para as duas variedades nos dois ambientes.

INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ALFACE EM DIFERENTES AMBIENTES

RESUMO

Em uma mesma época, plantas cultivadas dentro e fora da estufa plástica encontram-se submetidas a condições meteorológicas diferentes devido à alteração ocasionada pela cobertura plástica. Dessa forma, os cultivos dentro e fora de estufa ganham dimensões diferentes. Neste sentido, o presente trabalho foi conduzido em ambiente protegido (AE) e ambiente natural (AN), e teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e quantificar a ação dos elementos meteorológica sobre o crescimento da alface conduzida nos dois ambientes em duas épocas diferentes. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A. – EMEPA, nos períodos de 30/05 a 08/08/2007 e 10/09 a 22/11/2007, períodos de Inverno e primavera, utilizando-se os cultivares de alface Elba e Americana Irene. As temperaturas médias do ar no AE foram sempre maiores que no AN com médias de 21,6°C para o experimento 1 (Exp1) e 22,8°C no experimento 2 (Exp2), os valores de umidade relativa média diária do ar obtida no AN foram sempre maiores que os do AE com valores 92,1% para Exp1 e 81,3% para o Exp2. Os níveis das irradiâncias fotossinteticamente ativa no interior da estufa acompanharam as irradiâncias externas com menores intensidades, devido à redução provocada pela cobertura de polietileno. O ambiente protegido proporcionou um micro-clima favorável ao desenvolvimento da cultura, antecipando a colheita em uma semana, nas duas épocas de cultivo, e no inverno ofereceu as melhores condições energéticas para o crescimento, desenvolvimento e rendimento desta cultivar.

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL ELEMENTS ON THE DEVELOPMENT OF THE LETTUCE IN DIFERENTS AMBIENTS

ABSTRACT

Abstract: Plants cultivated within and outside the protected area (a covered shelter with plastic) during the same growing period, under different meteorological conditions occurred due to the plastic covering of the shelter. This research is conducted in protected (AE) and natural (AN) ambients. The objective of this work is to evaluate the development (growth) and quantify the effect of the meteorological elements on the growth of the lettuce crop under to different ambients and in two different epochs. The research was conducted at the "Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A. - EMEPA", during the periods of 30/05 to 08/08/2007 and 10/09 to 22/11/2007, periods of winter and spring using two cultivars of lettuce: "Elba" and "Americana Irene". The mean air temperatures in AE were higher than those in AN during both the experiments (21.6 C and 22.8 C, respectively). The values of the mean daily relative humidity obtained in AN were more than those in AE during both the experiments (92.1% in Exp.1 and 81.3% in Exp.2). The levels of the photosynthetically active radiation (PAR) within the protected ambient (AE) accompanied the same pattern as the PAR in AN but with less intensity, due to the absorption of part of the PAR by the polyethelene cover. The protected ambient has favourable micro-climate to the crop growth, anticipating the harvest of the lettuce by one week in both the experiments. During the winter (Exp.1) the crop growth, development and production were higher in AE than in AN.

1.0 - INTRODUÇÃO

As hortaliças são muito importantes não só pelo alto valor que alcançam no mercado, gerando renda para agricultura familiar, mas, principalmente, pelo papel que as mesmas desempenham na saúde. As hortaliças em geral, pela sua riqueza em vitaminas e elementos minerais e pelo seu alto valor dietético, constituem alimentos imprescindíveis à nutrição humana. Esses elementos funcionam como fonte reguladora de todo o organismo, sem os quais não haverá boa saúde.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais importantes do mercado brasileiro. Acredita-se que foi introduzida no país pelos portugueses, no século XVI, tornando-se, atualmente, a folhosa mais consumida pelos brasileiros. Além de possuir sabor agradável e refrescante, é rica em sais minerais, vitaminas e ainda apresenta efeito calmante, diurético e laxante.

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. A principal vantagem desta técnica consiste na possibilidade de produção, principalmente de hortaliças, nos períodos de entressafras, permitindo maior regularização da oferta e melhor qualidade dos produtos.

Ultimamente, tem-se aprimorado as técnicas para o cultivo de hortaliças, dentre elas a alface, em ambiente protegido, com a finalidade de anular, ou minimizar, os efeitos adversos do clima como (alta intensidade de radiação solar, vento, chuva, geada etc), tornando possível a exploração da cultura em épocas

pouco comuns de cultivo, possibilitando a obtenção e produção de um produto de melhor qualidade e, conseqüentemente, de preço elevado.

É importante mostrar as vantagens do cultivo em ambiente protegido em relação ao cultivo em ambiente natural visando obter um melhor ajuste das culturas aos locais e épocas de seu melhor desenvolvimento e à sua produção mais econômica.

Sendo assim, devido à importância do cultivo em ambiente protegido para a cultura da alface no Brasil, é de grande importância o desenvolvimento de pesquisas que subsidiem o aproveitamento do potencial dessa tecnologia nas diferentes regiões climáticas do país, tornando-se relevante serem quantificados, dentre outros, os efeitos dos fatores climáticos em ambiente protegido, pois, os elementos do clima como radiação solar, precipitação pluviométrica, temperatura e umidade têm influência decisiva sobre o desenvolvimento e o crescimento das plantas.

Os produtos da horticultura, pelo alto valor que alcançam no mercado, tornam-se uma exploração agrícola altamente compensadora. Na Paraíba, o seu cultivo concentra-se na microrregião homogênea de Campina Grande, integrante da mesorregião do Agreste paraibano, sendo os municípios de Lagoa Seca, Alagoa Nova e São Sebastião de Lagoa de Roça os maiores produtores, com cerca de 70% da produção do estado; atendem ao consumo da dieta alimentar da população rural e ao abastecimento dos principais centros consumidores, como Campina Grande e João Pessoa.

Apesar de Lagoa Seca ser um dos grandes produtores de hortaliças da Paraíba, ao chegar ao final do outono e no período de inverno ocorre uma cobertura de nuvens baixas causando uma conseqüente queda na temperatura do ar e uma diminuição na amplitude térmica, que prejudica o crescimento e desenvolvimento

das principais hortaliças cultivadas na região, principalmente a alface, causando uma baixa qualidade da mesma devido à diminuição de temperatura e diminuindo a sua demanda comercial.

2.0 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

Avaliar o desenvolvimento de duas variedades de alface, em dois ambientes sendo um protegido e outro natural, nos períodos de inverno e primavera na região de Lagoa Seca – PB.

2.2 - Objetivos Específicos

- Avaliar o desenvolvimento de duas variedades diferentes de alface;
- Realizar observações dos elementos meteorológicos, tais como: temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar, radiação solar fotossinteticamente ativa;
- Determinar o graus-dias através de dados das temperaturas máximas e mínimas do ar;
- Determinar a área foliar e fitomassa da alface utilizando o método destrutivo.

3.0 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - A cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea pertencente à família Asteraceae, com caule diminuto, não ramificado, ao qual se prendem as folhas. Estas folhas são grandes, lisas, ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma “cabeça”. Sua coloração varia de verde – amarelo ao verde escuro, sendo que alguns cultivares apresentam as margens arroxeadas. As raízes são do tipo pivotante, podendo atingir 0,60 m de profundidade quando em semeadura direta, porém, apresentam ramificações delicadas, finas e curtas, explorando apenas os primeiros 0,25 m de solo (Filgueira, 2000). Na prática é considerada uma planta de raízes densas e superficiais, estando seu sistema radicular a uma profundidade efetiva entre 0,15 e 0,30 m no seu máximo desenvolvimento (Marouelli et AL., 1996).

A alface é classificada em cinco grupos distintos, de acordo com o aspecto das folhas e o fato de se reunirem, ou não, para a formação de uma cabeça repolhuda (Maluf, 2001):

- Tipo Romana: apresenta folhas alongadas, duras, com nervuras claras e protuberantes, não formando cabeças imbricadas. Exemplos: *Romana Branca de Paris*, *Romana Balão* e *Galega de Inverno*;
- Alface de folhas lisas: as folhas são lisas, mais ou menos delicadas, não formando uma cabeça repolhuda, mas, uma roseta de folhas. Exemplos: *Babá de Verão*, *Moralisa AG-819* e *Regina 71*;

- Alface de folhas crespas: as folhas são crespas, soltas, consistentes, não formando uma cabeça repolhuda, mas, uma roseta de folhas. Exemplos: *Grand Rapids, Verônica, Vanessa, Brisa e Marisa AG-216, Elba*;
- Repolhuda lisa ou repolhuda manteiga: apresenta cabeças com folhas tenras, lisas, de cor verde clara e com aspecto oleoso. Exemplos: *White Boston, Brasil 48, Brasil 303, Elisa, Aurélia, Floresta, Glória e Vivi*;
- Repolhuda crespa ou alface americana: apresentam cabeça crespa, folhas com nervuras salientes e imbricadas, semelhantes ao repolho. Exemplos: *Great Lakes, Mesa 659, Iara, Lucy Brown, Lorca, Legacy e Raide, Americana Irene*.

A alface é uma excelente fonte de vitamina A, possuindo ainda as vitaminas B1, B2 e C, além de cálcio e ferro (Camargo, 1992). Graças às suas propriedades nutritivas, que são conservadas pelo fato de ser consumida crua, é um importante alimento para a população brasileira.

3.2 - Elementos meteorológicos e crescimento das plantas

3.2.1 - Temperatura do ar

O curso anual de temperatura do ar recebe os efeitos modificados de certos fatores, dentre os quais os mais importantes são a radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa do ar. A temperatura apresenta uma variação inversa com o aumento da altitude, as variações diárias da temperatura do ar estão diretamente relacionadas com a incidência de energia solar e o conseqüente aquecimento do

solo. Geralmente, as temperaturas máximas do ar ocorrem entre 14 e 15 h, e as mínimas próximas ao nascer e por do Sol (Souza et al., 2003).

A variação diária da temperatura do ar influi na fotossíntese e na respiração das plantas; a taxa fotossintética freqüentemente apresentada apresenta desempenho segundo diferentes faixas de temperatura do ar, podendo ter uma redução significativa para temperaturas acima de 35°C. A respiração vegetal tem sua taxa dobrada com um aumento de 10°C na temperatura do ar, acima de 45°C ocorre um declínio acentuado na respiração devido ao dano no mecanismo da planta.

A temperatura do ar exerce influência em vários aspectos da produtividade vegetal, estando relacionada com o crescimento e desenvolvimento das plantas, devido ao seu efeito na velocidade das reações bioquímicas e dos processos internos de transporte. Esses processos ocorrem de forma adequada somente entre certos limites térmicos. A tolerância aos níveis de temperatura é variável entre as espécies e variedades, na germinação de sementes de alface, a temperatura ótima está em torno de 20°C, e a maioria dos cultivares não germina em temperaturas superiores a 30°C. Quando condições de altas temperaturas ocorrem durante a embebição das sementes de alface, dois diferentes fenômenos podem ser observados: a) a termoinibição, que é um processo reversível, uma vez que a germinação ocorre quando a temperatura reduz para um nível adequado, e b) a termodormência, onde as sementes não germinarão após a redução da temperatura, também chamada de dormência secundária (Khan, 1980/81).

A temperatura máxima e crítica para a germinação das sementes de alface dependem do genótipo (Harrington & Thompson, 1952; Gray, 1975; Thompson *et al.*, 1979; Damania, 1986). Algumas cultivares de alface podem germinar em

temperaturas variando de 5 a 33°C (Gray, 1975). Em geral, temperaturas acima de 30°C afetam a germinação das sementes, reduzindo a velocidade ou a porcentagem de germinação. Assim, dependendo do local e época de semeadura, a germinação das sementes pode ser errática ou nula, comprometendo o estande no campo e, ou na casa de vegetação. De acordo com Filgueira (1982), a temperatura máxima do ar tolerada pela alface é 30°C e a mínima é de 6°C. Joubert & Coertze (1982) mencionam que a temperatura diurna favorável para o crescimento da alface situa-se entre 17 e 28°C e a noturna entre 2 e 12°C. Para Sanches (1989), as máximas de 21°C e das mínimas de 4°C são consideradas as extremas para promoverem o crescimento e desenvolvimento desta cultura.

3.2.2 - Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é um fator determinante do nível e da qualidade de vida em um ambiente. Destacando-se sua importância na determinação da qualidade dos produtos e no conforto animal. Além disso, baixas umidades relativas do ar são responsáveis pelo risco de ocorrência de incêndios em pastagens, matas nativas e plantios florestais, tendo assim grande importância ecológica e econômica.

Neste sentido, o acompanhamento das variações da umidade relativa do ar possibilita antever riscos fitossanitários e de incêndios, melhorando assim o manejo de atividades como, plantio em casas de vegetação diminuindo custos de produção e proteção ambiental, contribuindo para a sustentabilidade da atividade agrícola.

A umidade relativa do ar e a temperatura do ar são determinantes do valor do potencial de água na atmosfera. Ambientes com valores muito abaixo do potencial de água na sua atmosfera podem reduzir o potencial produtivo dos ambientes,

devido à restrição a absorção de dióxido de carbono causada por fechamento estomático. Potenciais próximos de zero podem determinar evaporação muito baixa, causando deficiência de nutrientes e redução do crescimento e produtividade. A umidade relativa do ar tende a ser mais elevada dentro das estufas do que fora delas, embora apresente valores inferiores no período diurno (Buriol et al., 2000).

Os valores de umidade relativa mais adequada ao bom desenvolvimento da alface variam de 60 a 80%, mas em determinadas fases de seu ciclo apresenta melhor desempenho com valores inferiores a 60%. Umidade muito elevada favorece a ocorrência de doenças, fato que constitui um dos problemas da cultura produzida em estufa plástica (Cermeño, 1990).

3.2.3 - Radiação Solar

A alface é uma planta que se adapta às condições de melhor fluxo de energia radiante, pelo fato da intensidade de luz afetar diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas. A eficiência do processo de fotossíntese é determinada por alguns fatores, como a rota fotossintética usada pela planta para fixação do carbono atmosférico, as condições ambientais e o estágio de desenvolvimento da planta. Segundo Monteith (1977), a eficiência de conversão da radiação solar pode ser influenciada principalmente pela temperatura do ar e pelas condições hídricas. Somente parte da energia do fotossintato é convertida em biomassa, reduzindo a eficiência do processo de fotossíntese entre 1% e 3% (Gliessman, 2000).

De acordo com Gliessman (2000), entre as condições ambientais que podem afetar a taxa de fotossíntese estão a temperatura do ar, a intensidade e qualidade da

luz, a duração de exposição, a disponibilidade de dióxido de carbono, a disponibilidade hídrica e a velocidade do vento. A faixa de comprimento de onda da radiação solar global incidente, situada entre 400 e 700 nanômetros, constitui a fração da energia Radiante Fotossinteticamente Ativa (RFA). Radiação esta utilizada pelas plantas para produzir seu alimento.

A fração da radiação solar global incidente que corresponde à (RFA) tem sido considerada como constante para uso prático. Para as condições do Rio Grande do Sul, Assis & Mendes (1989), realizando trabalhos em Pelotas, verificaram que a RFA corresponde a 47% da radiação solar incidente. Da mesma maneira, Pandolfo (1995), para as condições de Eldorado do Sul/RS, encontrou valores correspondentes à RFA de 43% da radiação solar global incidente.

3.2.4 - Cultivos da alface em ambiente protegido

A descoberta do polímero de polietileno, no final da década de 30, e sua posterior introdução na agricultura, no início da década de 50, revolucionaram a produção comercial de algumas hortaliças em diversas regiões do mundo (Lamont Junior, 1996). No Brasil, a introdução desta tecnologia ocorreu na década de 70, através do Instituto Adventista Agroindustrial de Manaus, no Amazonas (Martins, 1996), e dos produtores cooperados da extinta Cooperativa Agrícola de Cotia – Cooperativa Central (CAC-CC), na região do cinturão verde da cidade de São Paulo (Kumagaia, 1991).

Os primeiros experimentos da Embrapa com hortaliças em cultivo protegido foram feitos em 1980 (Cultivo, 2002). Ao longo dos anos, tem aumentado o número de instituições de pesquisa que desenvolvem trabalhos nesses locais.

Apesar desse aumento, ainda representa pouco, frente ao potencial de crescimento dessa atividade, tanto em termos de regiões exploradas no país quanto a culturas envolvidas, bem como a fatores de produção. O cultivo de hortaliças em condições protegidas, utilizando o próprio solo como substrato, é a forma mais utilizada no mundo, principalmente em países em desenvolvimento (Silva & Marouelli, 1998). Dentre as hortaliças mais cultivadas em ambiente protegido no Brasil, destacam-se o pimentão, a alface, o tomate e o pepino (Vecchia & Koch, 1999). No cultivo protegido, as principais finalidades, quando sob estrutura de proteção, são de anular os efeitos negativos das baixas temperaturas, geada, vento, granizo, excesso de chuva, bem como de encurtar o ciclo de produção e, ainda, de aumentar a produtividade e de obterem-se produtos de melhor qualidade (Sganzerla, 1995).

Segovia et al. (1997), comparando três cultivares de alface, no inverno, em Santa Maria (RS), dentro e fora de casa de vegetação com cobertura de polietileno, observaram maiores valores de área foliar, número de folhas por planta, massa fresca da parte aérea, matéria seca de folhas, matéria seca do sistema radicular, matéria seca do caule e matéria seca total nas plantas cultivadas no interior da casa de vegetação. Os autores afirmam que é possível obter-se uma produção mais precoce e de melhor qualidade em ambiente protegido do que aquela obtida com o cultivo tradicional.

Zambolim et al. (1999) afirmam que a temperatura do ar e do solo e a umidade do ar são maiores em ambiente protegido. Scatolini (1996) relata um maior efeito da cobertura plástica sobre as temperaturas máximas, com valores variando de 1,2°C a 4,4°C acima das observadas externamente.

Evangelista & Pereira (2001), obtiveram ligeira diferença entre as temperaturas e umidade relativa do ar no interior e na parte externa de uma casa de vegetação em Lavras. Tanto a temperatura máxima do ar quanto a média e a mínima foram maiores no interior da casa de vegetação. Entretanto, os valores de umidade relativa média e mínima foram inferiores no interior.

Vasquez et al. (2005), observaram acréscimo de 0,99°C no valor médio da temperatura do ambiente protegido em relação ao ambiente externo. O autor explica que essa diferença já era esperada devido à interrupção do processo convectivo pela cobertura plástica, que impede a passagem do ar quente para o exterior; além disso, deve-se considerar o menor volume de ar a ser aquecido. Já a umidade relativa interna manteve-se aproximadamente constante e menor que a do meio externo, em função da não-interferência advectiva de correntes de ventos.

Na análise dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento foi observado que o cultivo em estufa influencia a taxa de crescimento da planta. Os parâmetros de massa seca foliar e da massa específica das folhas é menor no interior da estufa. Isso significa que no interior da estufa as folhas se expandem mais rapidamente, o que pode ser atribuído, principalmente, aos teores mais elevados da umidade relativa do ar existentes no interior da estufa. Essa característica favorece a aparência visual do produto, mas é negativa do ponto de vista da resistência ao transporte e da conservação pós-colheita (Tibbits e Bottemberg, 1976).

Cultivos realizados em ambiente protegido distinguem-se dos sistemas de produção a céu aberto, principalmente pelo uso intensivo do solo e controle parcial de fatores ambientais. Assim, o manejo adequado do sistema água-solo-planta-ambiente é de fundamental importância para o sucesso de empreendimentos neste sistema de produção (Carrijo et al., 1999).

3.3 - Graus – dia

O método dos graus-dia baseia-se na premissa de que uma planta necessita de certa quantidade de energia, representada pela soma de graus térmicos necessários para complementar determinada fase fenológica ou mesmo o seu ciclo total. Admite, além disso, uma relação linear entre acréscimo de temperatura e desenvolvimento vegetal. Cada espécie vegetal ou variedade possui uma temperatura base, que pode variar em função da idade ou da fase fenológica da planta. É comum adotar uma única temperatura base para todo o ciclo da planta por ser mais fácil a sua aplicação (Prett, 1992).

Vários métodos têm sido propostos para determinar o total de Graus-dia exigidos durante as fases fenológicas de culturas. Embora esses métodos tenham sido superiores aos dias do calendário na indicação de datas de estágios fenológicos, têm-se observado diferenças significativas entre esses métodos (Aspiazú, 1971; Fune e Fua, 1964). A seleção do melhor método de cálculo de graus-dia deve ser fundamentada numa avaliação de precisão desses métodos.

A determinação de graus-dia, associada com observações fenológicas, poderá ser útil no estabelecimento de fases e duração dos estágios críticos de desenvolvimento para a maioria das culturas. Na introdução de uma cultura em certa região, a data de semeadura poderá ser prevista com base na constante térmica.

A utilização apropriada de variáveis meteorológicas, que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, permite determinar, com maior precisão, a duração das fases fenológicas das plantas.

4.0 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Localização

A pesquisa foi desenvolvida na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A. – EMEPA, nos períodos de 30/05 a 08/08/2007 e 10/09 a 22/11/2007. A Estação Experimental de Lagoa Seca está localizada no Sítio Imbaúba, rodovia PB município de Lagoa Seca, microrregião de Campina Grande, Agreste paraibano. Está posicionada nas coordenadas, 07°10'15"S e 35°51'13" W, com altitude média de 634 m. Tem uma área de 110 ha constituída de áreas experimentais e reservas florestais. Distante 15,0 km da cidade de Campina Grande, PB, pólo de maior relacionamento comercial, conforme Figura 1.

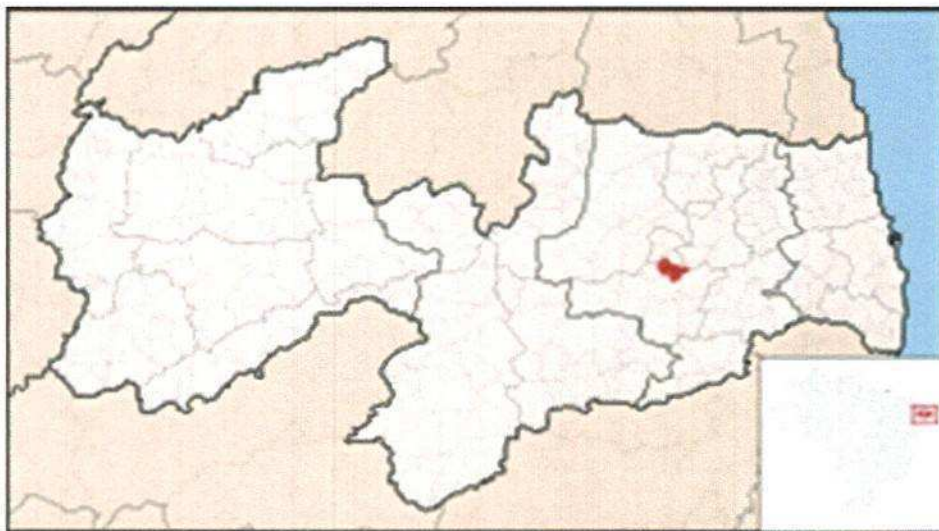


Figura 1. Localização do município de Lagoa Seca.

4.2 - Experimentos

Foram realizados dois experimentos, o primeiro experimento (Exp1) no período de 30/05 a 08/08/2007 (Inverno), e o segundo experimento (Exp2) no período de 10/09 a 22/11/2007 (Primavera). Os ambientes de cultivo foram, ambiente protegido (Estufa plástica) (AE), modelo “teto em arco”, com 200 m² orientado no sentido Leste/Oeste e ambiente natural (AN), em área adjacente à estufa, em ambos os experimentos foram utilizados os mesmos tratamentos e as mesmas variedades. Durante a condução dos experimentos foram feitas capinas manuais para manter-los livres de ervas daninhas. Não sendo observado ataque de pragas e nem doenças. A vista frontal dos experimentos no ambiente protegido (AE) e natural (AN) é apresentada nas Figuras 2 e 3.



Figura 2. Vista frontal do experimento no ambiente protegido (AE). EMEPA – PB, 2007.



Figura 3. Vista frontal do experimento no ambiente natural (AN). EMEPA – PB, 2007.

4.3 - Clima

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 é da ordem de 940 mm, com maior concentração de chuva no período entre março e agosto, com umidade relativa média anual do ar aproximadamente 65% e a temperatura média anual de 21,6°C.

4.4 - Solo

O solo da área experimental é do tipo Neossolo Regolítico, também denominado Regossolo, caracterizado química e fisicamente na EMBRAPA/ Algodão e no laboratório de Irrigação e Salinidade do departamento de engenharia Agrícola

da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), de acordo com a metodologia da (EMBRAPA, 1997).

As características físicas, granulométricas, densidades (aparente e real), porosidade total e conteúdo de água no solo na capacidade de campo e no ponto de murcha são apresentados na Tabela 1. Já as determinações de pH (em água), teor de matéria orgânica, nutrientes disponíveis (Fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg)), nutriente adicional (Sódio, (Na)) e Alumínio trocável (Al), características químicas da área experimental, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Características físicas do solo da área experimental, para uma profundidade de 0,20m, Lagoa Seca, PB. 2008.

Granulometria (g.Kg ⁻¹)			Densidade (g.cm ³)		Porosidade (m ³ .m ⁻³)	Conteúdo de água (Kg.Kg ⁻¹)	
Areia	Silte	Argila	Aparente	Real		CC	PM
750	100	150	15,6	27,2	426,5	160	36
Classificação Textural					Franco Arenoso		

Fonte: Laboratório da EMBRAPA – CNPA, Campina Grande, PB.

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental, para uma profundidade de 0,20m, Lagoa Seca, PB. 2008.

Complexo Sortivo (mmol.dm ⁻³)						P (mg.dm ⁻³)	MO (g.Kg ⁻¹)
Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺³	pH		
17	22	0,5	3,2	0,0	6,7	49,2	13,2

Fonte: Laboratório da EMBRAPA – CNPA, Campina Grande, PB.

4.5 - Variedades

As variedades da alface (*Lactuca sativa* L.) utilizadas nos experimentos foram a Elba e a Americana, cultivadas 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. As variedades da alface (*Lactuca sativa* L.) utilizadas nos experimentos são apresentadas nas Figuras 4 e 5.



Figura 4. Variedade Americana.



Figura 5. Variedade Elba.

4.6 - Escolha das sementes

Nestes experimentos foram utilizadas sementes de alface Elba, da marca Topseed e sementes de alface Americana Irene, da marca Hortevale ambas de grande procura no comercio local.

4.7 - Preparo das Sementeiras e Canteiros

4.7.1 - Sementeiras

As sementeiras para estes experimentos foram preparadas por meio de bom revolvimento, destorroamento e adubação com esterco bovino, bem curtido e peneirado. Tinham dimensões que facilitaram os tratos culturais: largura e comprimento de 1,0 m e altura de 25 cm, e ficaram localizadas próximas as áreas para onde as mudas foram transplantadas, para o Exp1 a semeadura foi feito em 30/05 e transplante das mudas em 27/06/2007, já para o segundo experimento a sementeira foi semeada no dia 10/09 e suas mudas transplantadas no dia 27/09/2007, para ambos os experimentos foram feitas sementeiras das duas variedades de alface, e o transplante das mudas foi feito simultaneamente tanto para o ambiente protegido (AE), quanto para o ambiente natural (AN) quando atingiram comprimento de folha de 10 cm.

4.7.2 - Canteiros

Os cultivos dos experimentos foram realizados em canteiros, construídos após a aplicação de adubo. Foram feitos dois sulcos paralelos de 15 a 20 cm de profundidade, 30 a 40 cm de largura e distanciados de 1,30 a 1,50 m. A terra das bordas dos sulcos foi espalhada uniformemente para nivelar os canteiros.

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 para cada variedade, em cada um dos ambientes.

4.8 - Adubação

A indicação para adubação de hortaliças plantadas em sementeiras, canteiros e leiras é de 15 a 20 litros de esterco bovino ou 5 litros de esterco de galinha por metro quadrado de leira ou canteiro, aplicada antes do plantio (Nóbrega et al., 2005).

Para estes experimentos o adubo utilizado foi 15 litros por metro quadrado de esterco bovino tanto no ambiente natural (AN), quanto no ambiente protegido (AE).

4.9 - Irrigação

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 colocado uma lâmina de 3,7 mm diariamente em cada canteiro do AE, durante todo período do experimento utilizando regadores com capacidade de 10L, obtendo uma lâmina total de irrigação de 130 mm no final do

período do experimento aos 35 dias após o transplante (DAT). Para o experimento 1 (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 mm durante o período do experimento. Para o experimento 2 (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 mm para o AE e 130 mm para o AN, com ainda 21,6 mm de precipitação pluvial ocorrida durante o período do experimento totalizando 151,6 mm para o AN.

4.10 - Amostras e colheitas

Foram retiradas para a realização da amostragem dos experimentos duas plantas de cada variedade em cada ambiente simultaneamente, 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, sendo ainda das folhas maiores que 5,0 cm retirados disco de 1,5 cm de diâmetro coletando no mínimo dois discos por folha. As folhas menores que 5 cm foram descartadas. Após isto apenas as folhas e os discos retirados 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 fitomassa seca das folhas e dos discos das plantas (g.planta^{-1}).

Para o Exp1 a colheita no ambiente estufa (AE), foi realizada aos 35 dias após o transplante (DAT), dia da última amostra realizada, para as duas variedades,

para o ambiente natural (AN), a colheita foi realizada aos 42 DAT, também para as duas variedades.

Para o Exp2 a colheita no AE, foi realizada aos 35 DAT, dia da última amostra realizada, para as duas variedades, para o ambiente natural (AN), a colheita foi realizada aos 35 DAT, para a variedade Elba e aos 42 DAT para a variedade Americana.

4.11 - Avaliações experimentais

Para efeito de avaliações do estudo, foi adotado o princípio de comparação entre as variedades testadas (Elba e Americana) em duas épocas distintas de plantio (Inverno e Primavera), bem como o ambiente o qual foram imposto (ambiente protegido (estufa) e ambiente natural (campo aberto)). Todas as variáveis, tanto meteorológicas como agronômicas foram igualmente comparadas entre si.

4.12 - Variáveis determinadas

4.12.1 - Variáveis meteorológicas

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 colocado no ambiente 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.

4.12.2 - Graus – dia

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_{\max} é a temperatura do ar máxima diária (°C); T_{\min} é a temperatura do ar mínima diária (°C) T_b é a temperatura base (°C) e n é o numero de dias das amostras realizadas.

No Brasil, Brunini et al. (1976), determinaram a T_b da alface em dois períodos, sendo 6°C para o período de produção de mudas, e de 10°C para o período transplante-colheita. Duarte et al. (2005) encontraram valores de T_b , 10°C para a região de Pelotas-RS. Para estes experimentos o valor de T_b considerado foi de 10°C.

4.12.3 - Variáveis das plantas

Foram estudadas as seguintes variáveis das plantas; Área foliar (AF), fitomassa seca total (FST), a taxa de crescimento absoluto (TCA) e o rendimento (peso fresco) da parte aérea das plantas (MMF).

A área foliar foi estimada por meio do método "destrutivo", ou seja, coletaram-se plantas e foram retirados discos de área conhecida do limbo foliar de todas as folhas que apresentaram comprimento maior que cinco centímetros. O número de discos variou de acordo com o número de folhas de cada planta, sempre se coletando no mínimo dois discos por folha. Dessa maneira, foi calculada a área foliar de cada planta pela equação 2:

$$AF = \frac{(N^{\circ} \text{ Folhas} * AD * FST)}{FSD} \quad (2)$$

Em que AF é área foliar em cm²; AD, a área dos discos em cm²; FST, a fitomassa seca das folhas (g) mais a fitomassa seca dos discos(g) e FSD é a fitomassa seca dos discos (g), (Otomar et al., 2003).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) foi calculada pela seguinte expressão:

$$TCA = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} (g \cdot dia^{-1}) \quad (3)$$

Em que $(P_2 - P_1)$ é a diferença de massa de matéria seca (g), em determinada área, $(T_2 - T_1)$ é o intervalo de tempo em (dias) entre as duas amostragens.

5.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Temperatura do ar

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

As temperaturas mínimas atingidas foram 16,7°C Exp1 e 17,5°C Exp2 e as máximas foram 32,8°C Exp1 e 32,0°C Exp2. Também foi verificado um 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.

As temperaturas máximas, mínimas e médias no interior do ambiente protegido (AE), durante os Exp1 e Exp2, são apresentados nas Figuras 6 e 7.

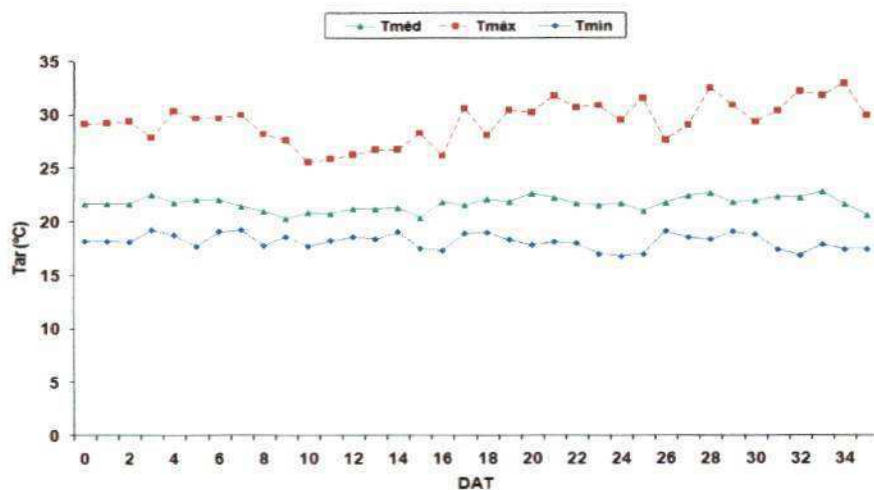


Figura 6. Temperaturas máximas (Tmáx), mínimas (Tmín) e médias (Tméd) no ambiente protegido (AE), ocorridas nos período do Exp1 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.

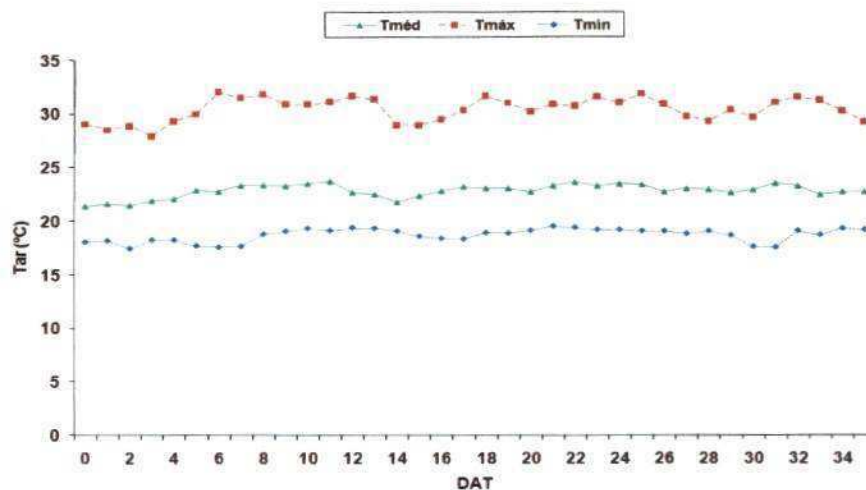


Figura 7. Temperaturas máximas (Tmáx), mínimas (Tmín) e médias (Tméd) no ambiente protegido (AE), ocorridas nos períodos do (Exp2) após o transplante. EMEPA – PB, 2007.

Durante o período do experimento 1 (Exp1) no AN, a temperatura média obtida foi de 19,0°C, enquanto que no Exp2 foi de 20,9°C, obtendo um aumento na temperatura média de 1,9°C em relação a temperatura média do Exp1 também devido a mudança de época de plantio. As temperaturas mínimas atingidas foram 14,5°C Exp1 e 16,8°C Exp2 e as máximas foram 25,1°C Exp1 e 31,4°C Exp2.

Também foi verificado um 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.

Observa-se que houve diferenças entre os dois ambientes e entre as épocas de cultivo apresentando valores de temperaturas médias do ar para o Exp1 19,0°C 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°C 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 que obteve acréscimo 6,3°C em relação ao Exp1 no mesmo ambiente.

As temperaturas máximas foram sempre maiores no AE tanto no Exp1, quanto Exp2 com valores de 7,8°C para o Exp1 e 1,4°C para o Exp2 a cima da verificada no AN.

Scatolini (1996), relata um maior efeito da cobertura plástica sobre as temperaturas máximas, com valores variando de 1,2°C a 4,4°C acima das observadas externamente.

De acordo com Figueira (1982), a temperatura máxima do ar tolerada pela alface é 30°C e a mínima 6° C. Joubert & Coertze (1982), mencionam que a temperatura diurna favorável para o crescimento da alface situa-se entre 17 e 28°C e a noturna entre 2 e 12°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 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.

Para Ambiente Natural (AN), as temperaturas máximas, mínimas e médias, durante os Exp1 e Exp2, são apresentados nas Figuras 8 e 9.

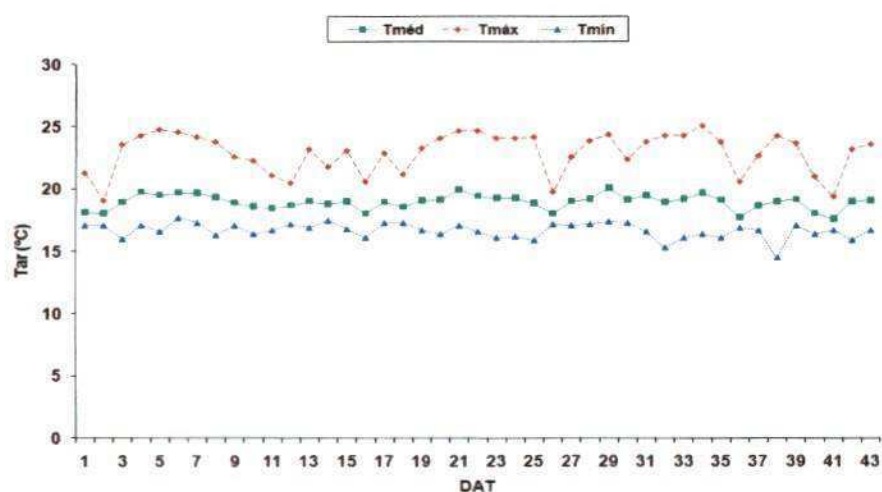


Figura 8. Temperaturas máximas (T_{máx}), mínimas (T_{mín}) e médias (T_{méd}) no ambiente natural (AN), ocorridas nos período do Exp1 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.

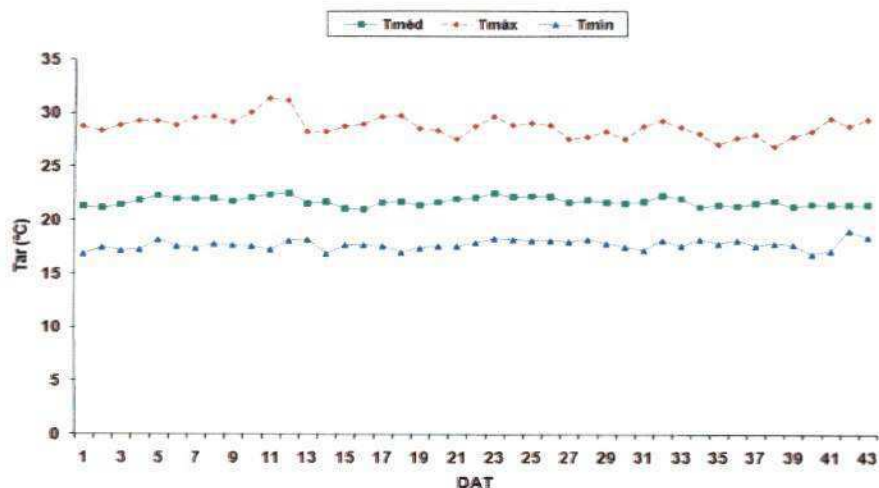


Figura 9. Temperaturas máximas (Tmáx), mínimas (Tmín) e médias (Tméd) no ambiente Natural (AN), ocorrida no período do Exp2 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.

5.2 - Umidade Relativa do ar (UR)

Os valores de umidade relativa do ar variaram muito, e estão intimamente relacionadas à temperatura do ar, numa relação inversa entre ambas. Durante o dia com o aumento da temperatura do ar, a umidade relativa do ar diminui, já durante a noite a umidade relativa aumenta com a diminuição da temperatura do ar e podendo chegar até a 100%. Os valores de umidade relativa média diária para dentro do ambiente protegido (AE) obtiveram valores médios de 78,9% para o experimento 1 (Exp1) e 72,9% no experimento 2 (Exp2). Segundo Cermeño (1990), os valores de umidade relativa mais adequada 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 variação da umidade relativa média diária do ar no AE ao longo dos Exp1 e Exp2 é apresentada na Figuras 10.

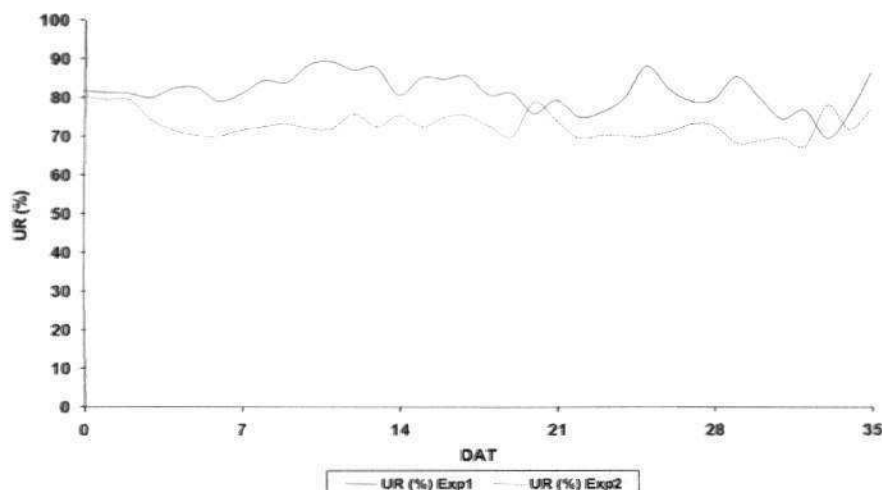


Figura 10. Umidade relativa média diária do ar no AE ocorrida nos períodos do Exp1 e Exp2 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.

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 obtida no ambiente natural (AN) foram maiores que os do AE com valores 92,1% para Exp1 e 81,3% para o Exp2. 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 uma boa produção da cultura da alface.

Para o AN, a variação da umidade relativa média diária do ar ao longo dos Exp1 e Exp2 é apresentada na Figura 11.

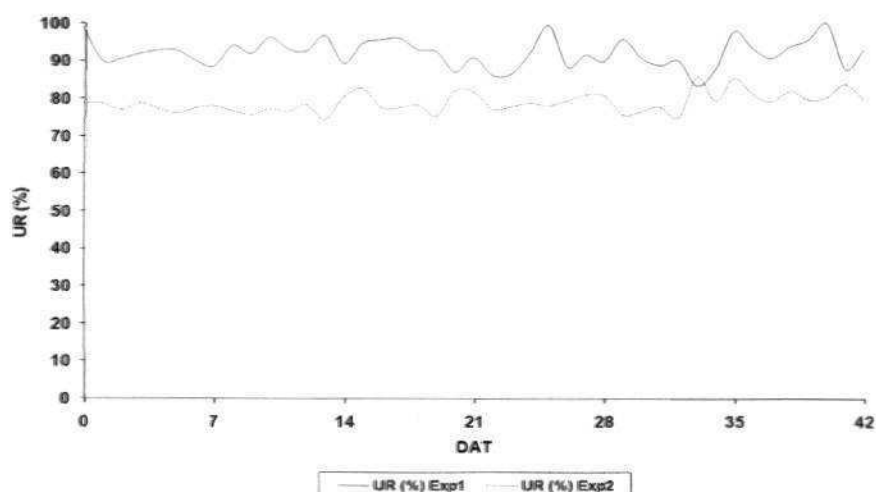


Figura 11. Umidade relativa média diária do ar no AN ocorrida nos períodos dos Exp1 e Exp2 após o transplante. EMEPA – PB, 2007.

5.3 - Precipitação Pluviométrica

Durante o período do experimento 1 (Exp1) a distribuição temporal da precipitação foi suficiente para garantir um bom desenvolvimento da cultura com um total mensal de 166,2 mm. A maior precipitação pluvial ocorrida no período foi de 18,2 mm no 25 DAT, embora um pequeno período sem chuva tenha ocorrido seqüencialmente durante o experimento dos dias 32 a 34 DAT, o rendimento da cultura não foi comprometido.

Um dos fatores responsáveis pelo baixo rendimento das culturas é a distribuição pequena ou irregular das chuvas. Para o experimento 2 (Exp2) 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 período do Exp2 teve que ser irrigada com um total de 176 mm durante o experimento para que não houvesse perdas no seu rendimento.

A distribuição das precipitações pluviais ocorridas durante os Exp1 e Exp2 no ambiente natural (AN) é apresentada na Figura 12.

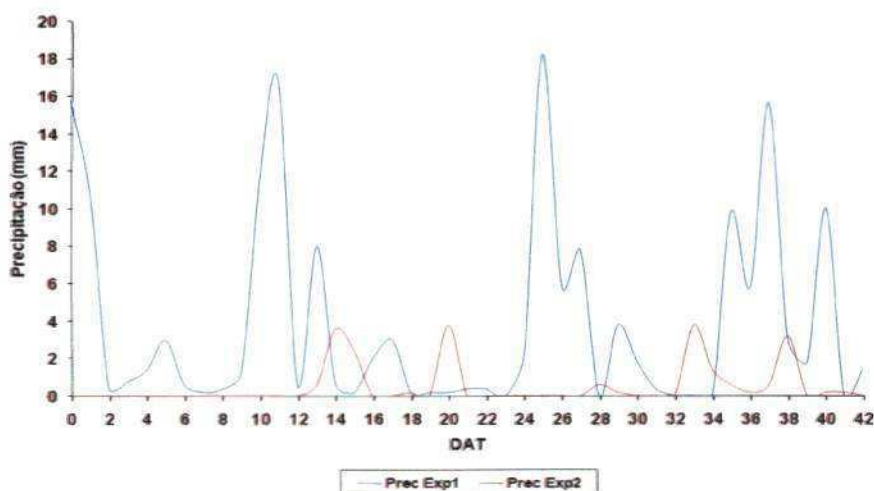


Figura 12. Precipitação pluviométrica ocorrida durante os períodos dos Exp1 e Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

5.4 - Evapotranspiração

O manejo da irrigação requer o conhecimento da transferência de água na forma de vapor, da superfície vegetada para a atmosfera, essa transferência pode ser determinada através da evapotranspiração. Pereira & Machado (1987) definem a evapotranspiração como um elemento climático fundamental, que corresponde ao processo oposto 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, provoca redução na demanda evaporativa.

Para o Exp1 no AN a temperatura média durante o período foi de 19,0°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 um aumento de 79,4 mm na demanda evaporativa.

A diferença entre a evapotranspiração interna e externa da casa de vegetação varia de acordo com as condições meteorológicas. Segundo Montero et al. (1985); 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 um aumento na demanda evaporativa de 73,0 mm para o Exp1 e 10,2 mm para o Exp2 dentro da estufa.

A evapotranspiração ocorrida no período dos Exp1 e Exp2 nos AN e AE é apresentada nas Figuras 13 e 14.

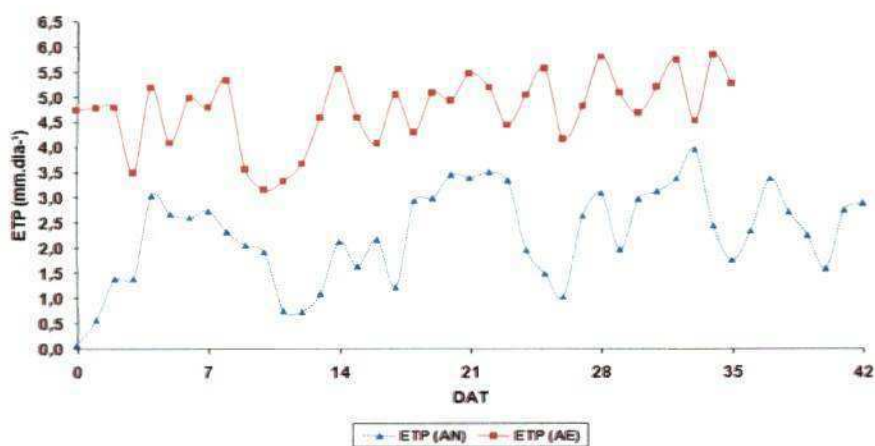


Figura 13. Evapotranspiração potencial ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

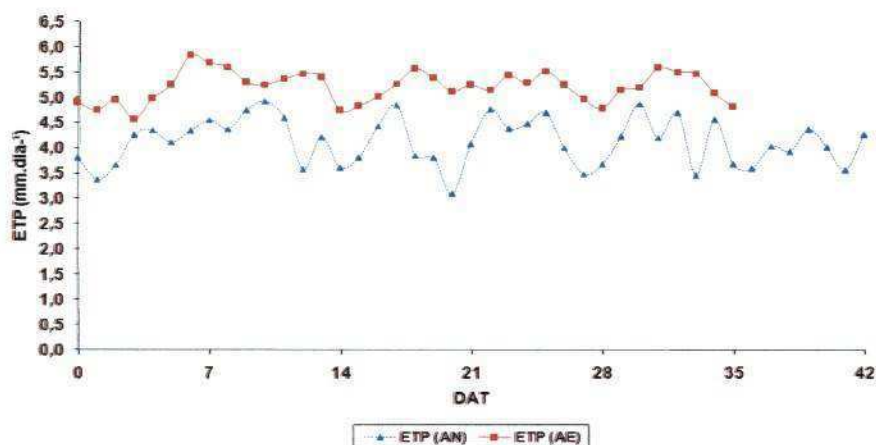


Figura 14. Evapotranspiração potencial ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

5.5 - Radiação Solar Fotossinteticamente Ativa (RFA)

As variações da radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA) observada durante todo o período dos Exp1 e Exp2 nos ambientes natural (AN) e protegido (AE) são apresentadas nas Figuras 15 e 16.

A RFA no ambiente natural no período do Exp1 oscilou entre o valor diário máximo de $1345,0 \text{ W.m}^{-2}$, e mínimo de $500,8 \text{ W.m}^{-2}$. Para o ambiente protegido a RFA oscilou entre o valor diário máximo de $1286,6 \text{ W.m}^{-2}$, e mínimo de $407,6 \text{ W.m}^{-2}$, onde os valores diários máximos ocorreram aos 33 DAT tanto no AN quanto no AE e os valores mínimos aos 15 DAT também para o AN e AE, estes valores estão apresentados na Figura 15.

Na Figura 16 estão apresentados os valores de RFA durante o período do Exp2, os valores da RFA no ambiente natural, oscilou entre o valor diário máximo de $1640,2 \text{ W.m}^{-2}$ e mínimo de $1074,0 \text{ W.m}^{-2}$. Para o ambiente protegido a radiação RFA oscilou entre o valor diário máximo de $1355,8 \text{ W.m}^{-2}$ e mínimo de $439,7 \text{ W.m}^{-2}$, onde

os valores diários máximos ocorreram aos 30 DAT tanto no AN quanto no AE e os valores mínimos aos 20 DAT também para o AN e AE.

Pode ser verificado que tanto no Exp1 quanto no Exp2 os valores diários da RFA obtidos no AE foram menores que os obtidos no AN devido a cobertura plástica da estufa, pois, a cobertura de polietileno retém em torno de 20,4% da radiação solar, havendo assim menores intensidades de irradiações globais e refletidas no interior da estufa (Frisina & Escobedo, 1999). Esta menor radiação sobre a cultura da alface promove produção de folhas maiores, contribuindo para o aumento da quantidade de massa por planta (Radin *et al.*, 2004).

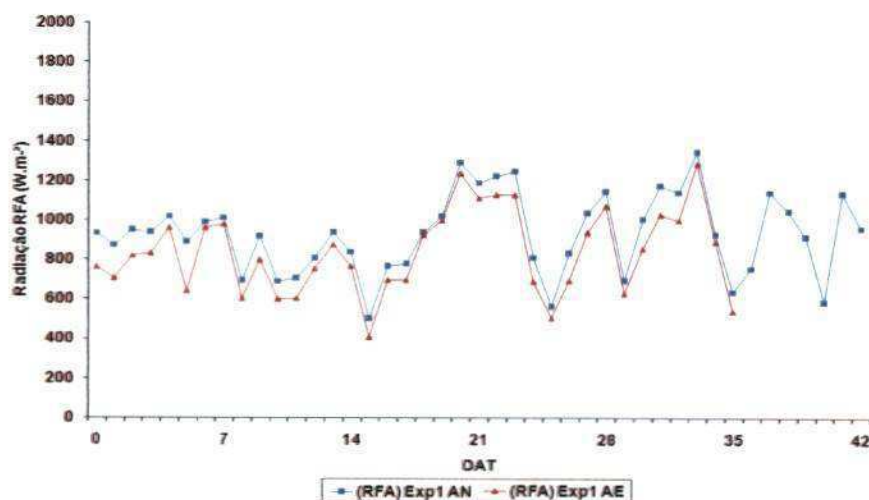


Figura 15. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ao longo de Exp1 nos ambientes natural (AN) e protegido (AE), após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

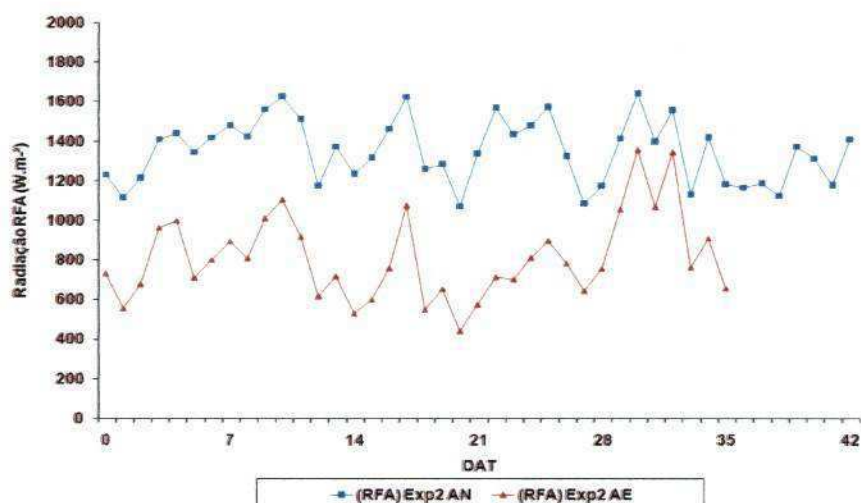


Figura 16. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) ao longo de Exp2 nos ambientes natural (AN) e protegido (AE) após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

5.6 - Área Foliar (AF)

A análise de crescimento permite avaliar o desenvolvimento da planta durante o seu ciclo vegetativo. A partir dos dados de crescimento pode-se estimar de forma precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas que crescem em ambientes diferentes (Benincasa, 1988).

As variações das medidas de crescimento apresentadas pela a alface permitiram a construção de curvas de regressão, que representam o comportamento da cultura durante os seus ciclos vegetativos. As medidas de crescimento foram feitas a partir da área foliar (AF), fitomassa seca total (FST) e taxa de crescimento absoluto (TCA). A Área foliar de uma planta representa a superfície das lâminas foliares capazes de realizarem fotossíntese. Sendo assim, a produtividade de uma cultura está diretamente relacionada com a sua capacidade de armazenar, material metabólico: carboidratos que formarão outros compostos indispensáveis à planta.

A equação de ajuste para a área foliar (AF) seguiu o modelo logarítmico do 2º grau que, para os tratamentos seguem a equação 4, e seus coeficientes são apresentados na Tabela 3.

$$\ln(y) = a + bx + cx^2 \quad (4)$$

Onde: **a**, **b** e **c**, são coeficientes da equação e **R²** é o coeficiente de determinação.

Tabela 3. Coeficientes da equação de ajuste obtidos para área foliar de cada variedade e ambiente durante o Exp1 e Exp2.

Experimento 1 (Exp1)				
Ambiente Natural	a	b	c	R²
Elba	2,5192	0,2450	-0,0029	0,97
Americana	2,2982	0,2444	-0,0030	0,99
Ambiente protegido	a	b	c	R²
Elba	2,3136	0,3103	-0,0048	0,99
Americana	0,5569	0,4102	-0,0063	0,99
Experimento 2 (Exp2)				
Ambiente Natural	a	b	c	R²
Elba	-0,1895	0,4589	-0,0066	0,98
Americana	1,0907	0,3082	-0,0036	0,99
Ambiente protegido	a	b	c	R²
Elba	1,9227	0,3287	-0,0048	0,99
Americana	1,8880	0,2974	-0,0044	0,99

Nas Figuras 17 e 18, estão apresentadas as curvas de desenvolvimento da área foliar da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) ocorrido durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante.

Figura 17, pode ser observada que a alface Elba obteve um menor ciclo durante o Exp2 chegando ao seu máximo desenvolvimento (ponto de colheita) aos 35 DAT e no Exp1 aos 42 DAT, obteve também uma maior área foliar (AF) em relação ao Exp1 com valores de 1160 cm² e 942 cm² nos Exp1 e Exp2, desta forma

e visto que o alongamento do ciclo da alface Elba no Exp1 pode ter ocorrido devido as menores temperaturas ocorridas durante o período do experimento (período de inverno), a ocorrência de menores temperaturas e menor quantidade de radiação solar devido à mudança de época de plantio, interferiu tanto no aumento da área foliar quanto na duração do ciclo da cultura, para a variedade Elba no ambiente natural.

Na Figura 18, é visto que não houve diferença no ciclo da cultura, ambos os experimentos obtiveram seu ponto de colheita aos 42 DAT. A mudança na época de plantio influenciou apenas no valor da área foliar para a alface americana, que foi maior no Exp2, devido a maior disponibilidade de radiação solar e maiores temperaturas no período do experimento, os valores máximos obtidos foram 928 cm² no Exp1 e 697 cm² no Exp2. Tanto a alface Elba, quanto a alface americana obtiveram área foliar maiores durante o início do Exp1 em relação ao Exp2 ocorrendo uma inversão a partir dos 18 DAT para a Elba e 26 DAT para a Americana, onde ambas as variedades obtiveram área foliar maior no Exp2, período de primavera.

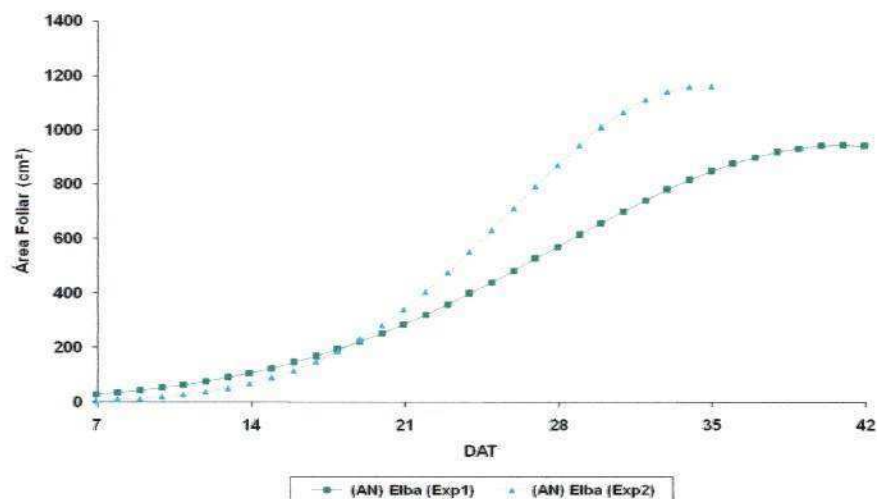


Figura 17. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

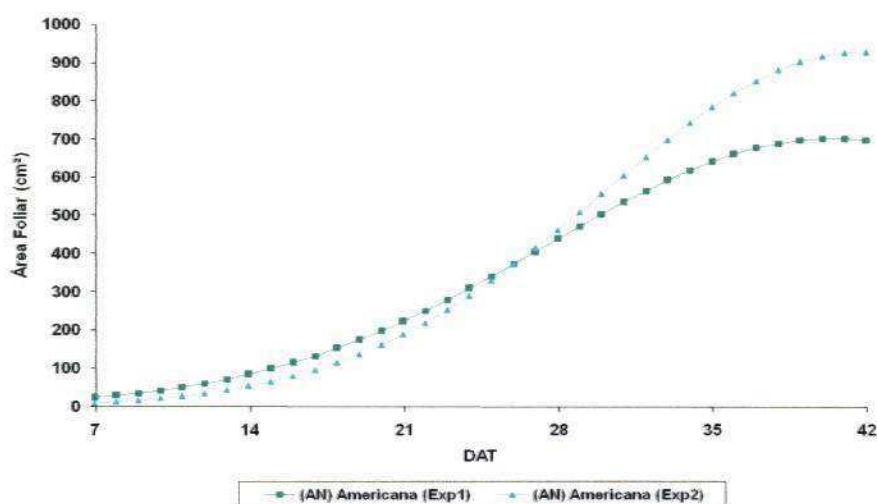


Figura 18. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Nas Figuras 19 e 20, estão apresentadas as curvas de desenvolvimento da área foliar da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) ocorrido durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante.

Na Figura 19, durante o Exp1 é visto que ambas as variedades atingiram o ponto de colheita aos 42 DAT, mas, a variedade Elba obteve uma maior área foliar (AF) em relação à variedade Americana, com valores máximos de 701 cm² para a

Americana e 942 cm² para a variedade Elba que se manteve superior durante todo o ciclo da cultura nos dois experimentos. Para a Figura 20, também é verificado uma maior AF da variedade Elba com valores de 927 cm² para a alface Americana e 1160 cm² para a alface Elba que teve seu ciclo reduzido para 35 DAT, a maior AF da alface Elba nos dois experimentos e a redução do ciclo da cultura com a mudança na época de plantio mostra que a variedade Elba obteve um melhor desenvolvimento com o aumento da temperatura em relação à alface Elba no ambiente natural.

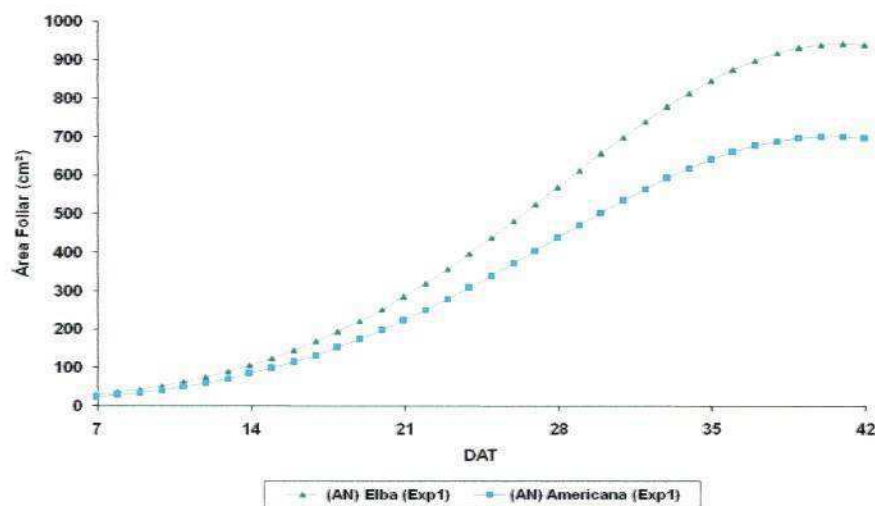


Figura 19. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

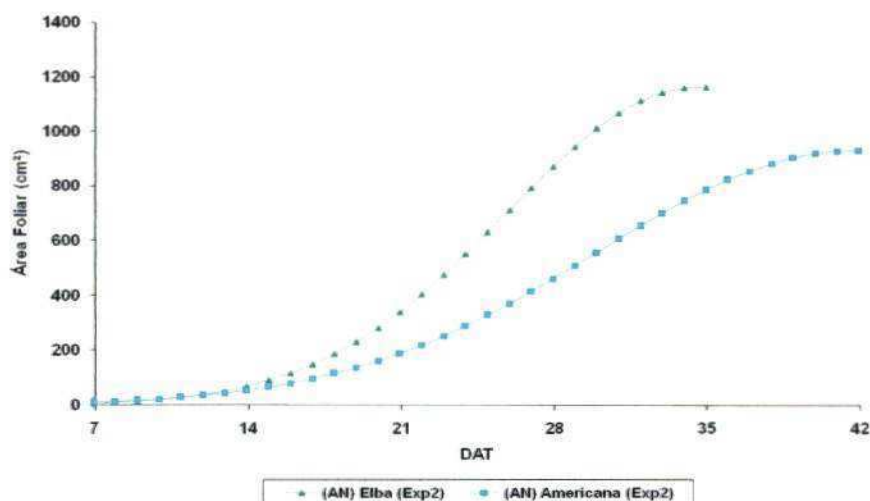


Figura 20. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Para o ambiente protegido (AE), as curvas de desenvolvimento da área foliar da alface Elba e Americana, ocorrido durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante são apresentadas nas Figuras 21 e 22.

No AE para a variedade Elba e visto na Figura 21, que os valores máximos foram 965 cm² aos 34 DAT para o Exp2 e 756 cm² aos 32 DAT para o Exp1, a variedade Elba obteve o ponto de colheita com menos de 35 DAT em ambos os experimentos com maior área foliar verificada no Exp2. Para a variedade Americana os valores máximos para área foliar apresentados na Figura 22, foram 661 cm² aos 32 DAT, para o Exp1 e 461 cm² aos 33 DAT para o Exp2 com maior área foliar obtida no Exp1. A alface Elba, obteve área foliar maior durante o início do Exp1 em relação ao Exp2 ocorrendo uma inversão a partir dos 19 DAT, onde a variedade obteve maior área foliar no Exp2, período de primavera. Já a variedade Americana obteve área foliar maior durante o início do Exp2 em relação ao Exp1 ocorrendo uma inversão a partir dos 16 DAT, onde a variedade obteve maior área foliar no Exp2, período de inverno.

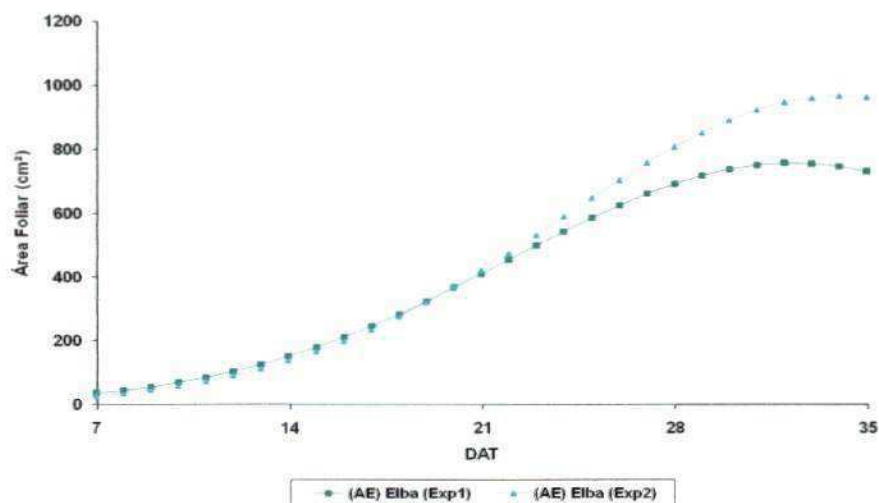


Figura 21. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

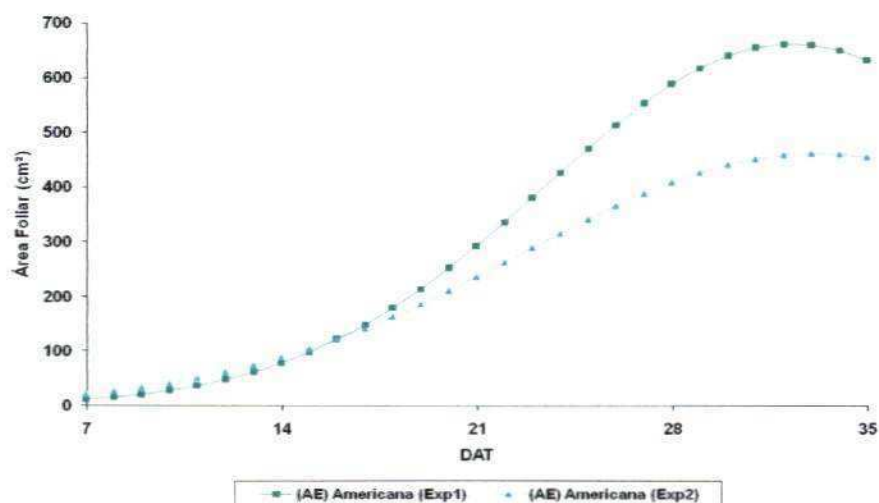


Figura 22. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 e Exp2 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

Nas Figuras 23 e 24, estão apresentadas as curvas de desenvolvimento da área foliar da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) ocorrido durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante. Na Figura 23, durante o Exp1 é visto que ambas as variedades atingiram o ponto de colheita aos 35 DAT, mas, a variedade Elba obteve uma maior área foliar (AF) em relação à variedade Americana, com valores máximos de 632 cm² para a Americana e 730 cm² para a variedade Elba que se manteve superior durante todo o ciclo da cultura.

Para a Figura 24, também é verificada uma maior AF da variedade Elba com valores de 455 cm² para a alface Americana e 961 cm² para a alface Elba que também teve seu ciclo reduzido para 35 DAT no AE. A maior AF da alface Elba nos dois experimentos com a mudança na época de plantio, mostra que a variedade Elba obteve uma melhor adaptação com as temperaturas mais elevadas em relação à variedade Americana no ambiente protegido, e que a variedade Americana não está adaptada a temperaturas mais elevadas como as obtidas no AE no Exp2 período de primavera.

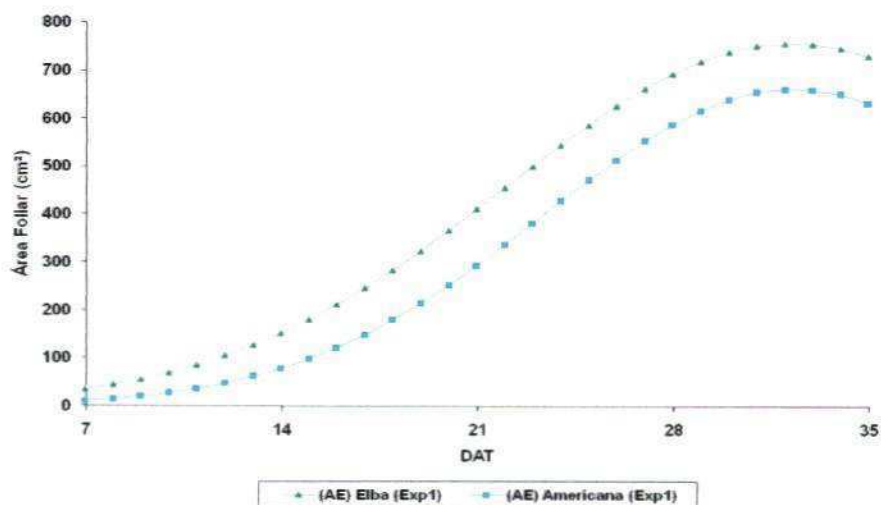


Figura 23. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

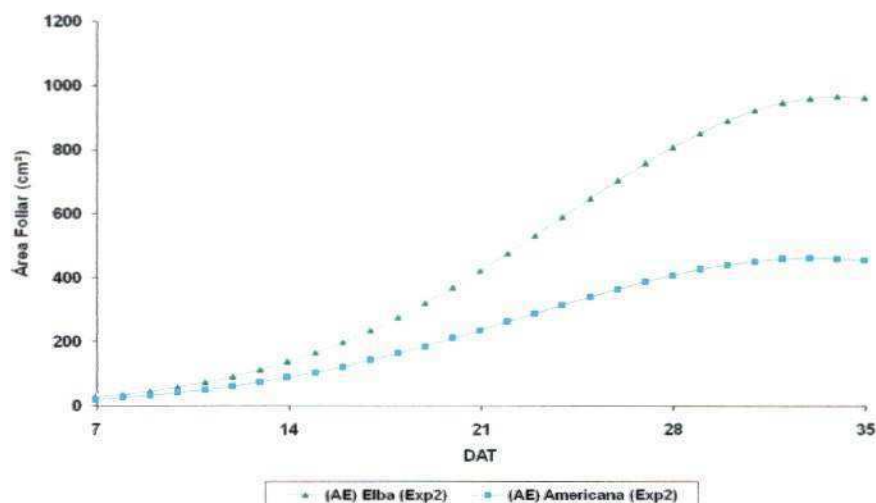


Figura 24. Área foliar da alface Elba e Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

A Figura 25 apresenta a área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, é visto que a alface Americana no ambiente natural (AN) obteve maior área foliar que no ambiente protegido (AE) com um total de 696 cm², mas teve seu ciclo alongado obtendo seu ponto de colheita aos 42 DAT, enquanto que no AE o ponto de colheita foi obtido aos 32 DAT e sua área foliar obteve um total de 661 cm², houve apenas uma diferença de 35 cm² entre as áreas foliares obtidas entre os dois ambientes isso mostrou que no período do Exp1 (inverno) o ambiente protegido tem maior vantagem comercial já que a cultura é colhida com sete dias de antecedência em relação ao AN sem obter grandes perdas.

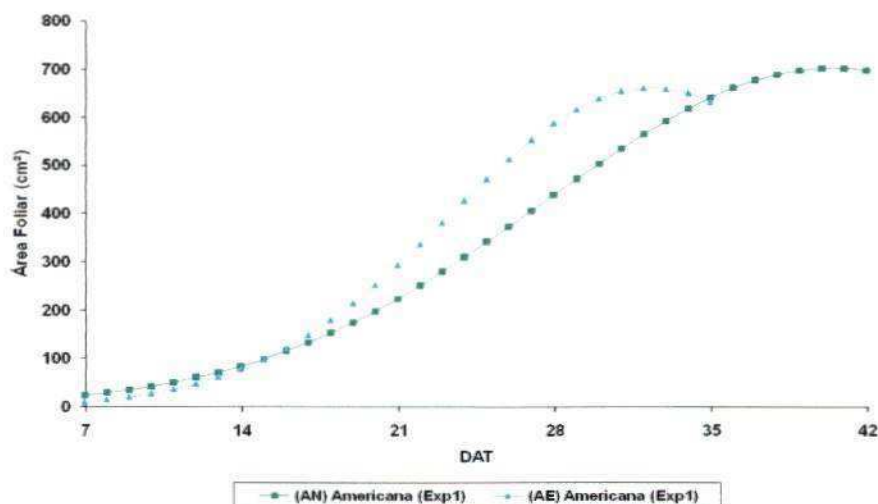


Figura 25. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

A Figura 26 apresenta a área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE. É visto que a alface Americana no AN apesar de ter tido seu ciclo alongado para 42 DAT obteve uma área foliar muito maior que no AE com um total de 927 cm², no AE a cultura alcançou seu ponto de colheita aos 35 DAT, mas obteve uma área foliar máxima de 461 cm² menos da metade da área foliar obtida no ambiente natural, isso mostra que para a época do Exp2 (primavera) a cultura deve ser cultivada no AN visto que a área foliar da cultura no AE obteve uma grande queda com a mudança de estação e elevação da temperatura.

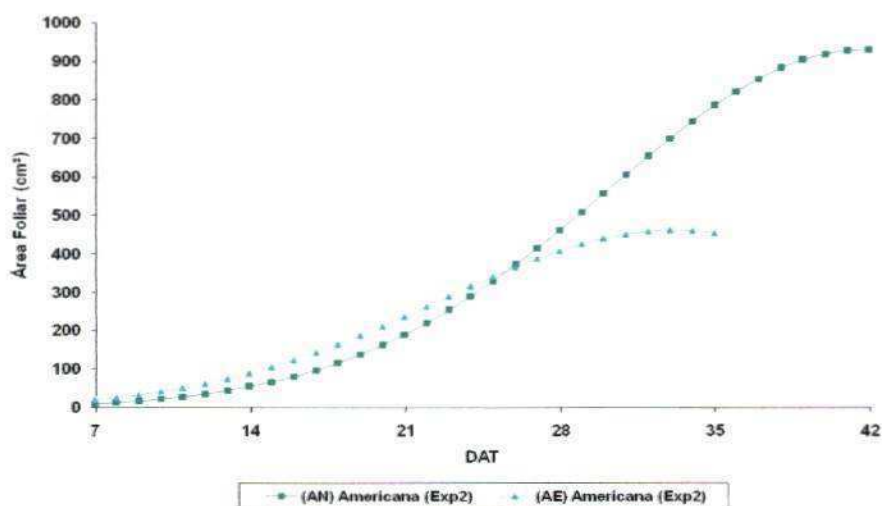


Figura 26. Área foliar da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

A Figura 27 apresenta a área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE. É visto que a alface Elba no AE alcançou o seu ponto de colheita aos 32 DAT com uma área foliar de 756 cm² onde permaneceu com sua área foliar acima da encontrada no AN do início do experimento até o 32 DAT, a partir daí a área foliar da Elba no AN continuou crescendo e obteve aos 42 DAT seu ponto de colheita com uma área foliar de 942 cm².

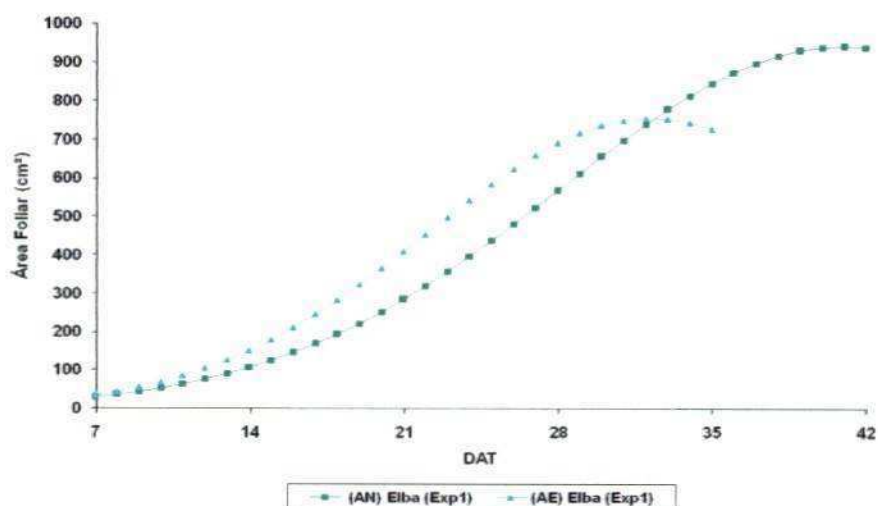


Figura 27. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007.

A Figura 28 apresenta a área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE. Para o Exp2 a alface Elba tanto no ambiente natural (AN) quanto no ambiente protegido (AE) alcançaram seu ponto de colheita aos 35 DAT obtendo uma área foliar de 1160 cm² para o AN e 961 cm² para o AE. Isso mostrou que no período do Exp2 (primavera) a alface Elba teve o seu ciclo reduzido para 35 DAT, mas ainda obteve uma área foliar maior que no AE, tornando o cultivo em ambiente natural mais recomendado para esta época.

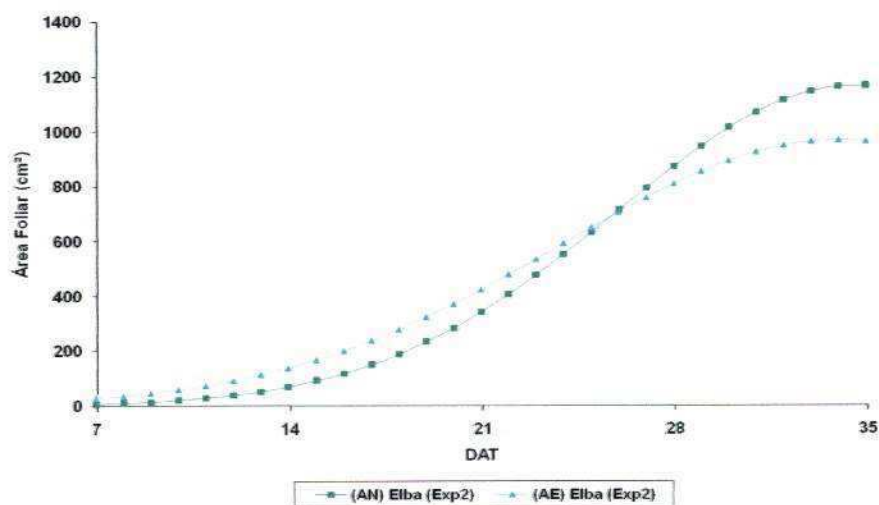


Figura 28. Área foliar da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante, Lagoa Seca – PB, 2007

5.7 - Fitomassa Seca Total (FST)

A equação de ajuste para a fitomassa seca total das folhas seguiu o modelo logarítmico do 2º grau que, para os tratamentos seguem a equação 5, e seus coeficientes são apresentados na Tabela 4.

$$\ln(y) = a + bx + cx^2 \quad (5)$$

Onde: **a**, **b** e **c**, são coeficientes da equação e **R²** é o coeficiente de determinação.

Tabela 4. Coeficientes da equação de ajuste obtidos para fitomassa seca total de cada variedade e ambiente durante o Exp1 e Exp2.

Experimento 1 (Exp1)				
Ambiente Natural	a	b	c	R ²
Elba	-1,3280	0,2000	-0,0022	0,99
Americana	-0,9381	0,1923	-0,0022	0,99
Ambiente protegido	a	b	c	R ²
Elba	-2,2248	0,3089	-0,0046	0,99
Americana	-2,5534	0,3241	-0,0047	0,99
Experimento 2 (Exp2)				
Ambiente Natural	a	b	c	R ²
Elba	-3,5884	0,3952	-0,0056	0,99
Americana	-2,8660	0,3085	-0,0036	0,99
Ambiente protegido	a	b	c	R ²
Elba	-3,6261	0,3987	-0,0058	0,98
Americana	-3,8185	0,3965	-0,0058	0,98

Nas Figuras 29 e 30, estão apresentadas as curvas de fitomassa seca total (FST) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 29, é observado que no ambiente natural (AN) a alface Elba no Exp2 apesar de ter tido o seu ciclo reduzido para 35 DAT obteve uma maior fitomassa seca total (FST) com valores máximos de 13 g.planta⁻¹ aos 35 DAT no Exp1 e 11 g.planta⁻¹ aos 42 DAT para o Exp2. A temperatura média obtida no Exp1 foi de 19,0°C, já no Exp2 foi de 20,9°C, obtendo um aumento na temperatura média de 1,9°C em relação à temperatura média do Exp1 devido à mudança de época de plantio. Sendo assim provavelmente, os maiores valores de temperatura do ar ocorrida durante o período do Exp2 possibilitaram melhores condições térmicas para o crescimento da alface Elba no ambiente natural.

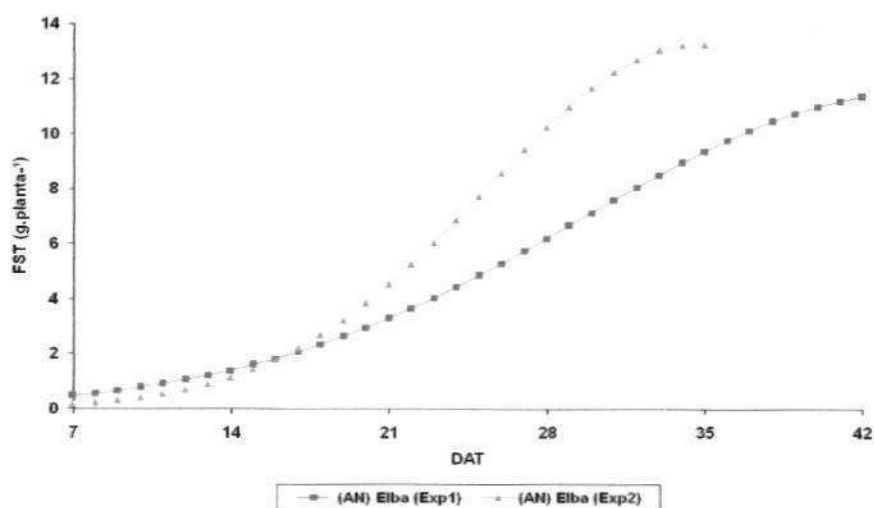


Figura 29. Fitomassa seca total da alface Elba, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 30, é visto que a FST da alface Americana também pode ter sido influenciada pelo aumento da temperatura média ocorrida no Exp2 que teve um aumento de 1,9°C em relação à temperatura média do Exp1, pois os valores da FST da variedade Americana também foram maiores no período do Exp2 obtendo valor máximo de 19,5 g.planta⁻¹. Para o Exp1 o valor máximo foi de 12,0 g.planta⁻¹ obtendo assim um decréscimo de 7,5 g.planta⁻¹ em relação ao Exp2 provavelmente

devido à mudança na época do plantio e as temperaturas ocorridas durante o período do experimento Exp2.

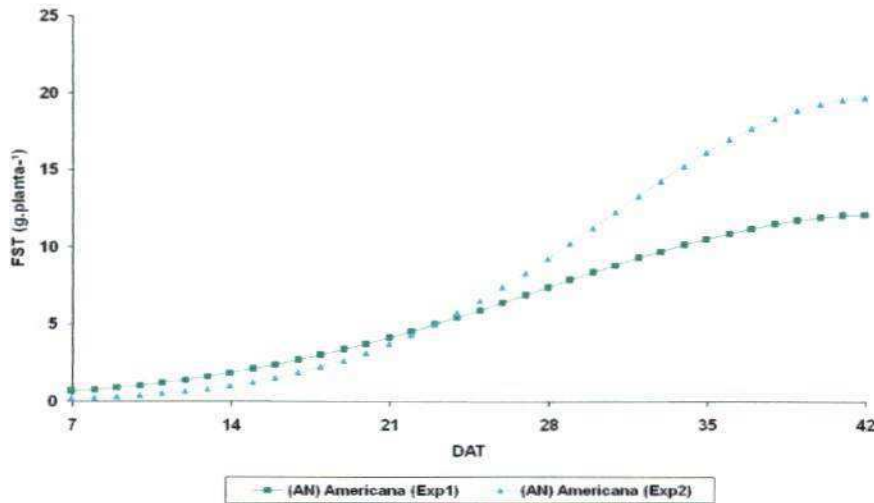


Figura 30. Fitomassa seca total da alface Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Nas Figuras 31 e 32, estão apresentadas as curvas de fitomassa seca total (FST) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) ocorrido durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 31, é observado que durante todo o período do Exp1 os valores obtidos de FST da alface Americana foram maiores que os obtidos para a alface Elba e ambas as variedades alcançaram seu ponto de colheita aos 42 dias após o transplante (DAT), isso se deve provavelmente a maior espessura das folhas da alface americana que foi observado visivelmente maior que a da alface Elba. Os valores máximos obtidos para a FST das variedades foram 12,0 g.planta⁻¹ para a alface Elba e 11,0 g.planta⁻¹ para a alface Americana durante o período do Exp1.

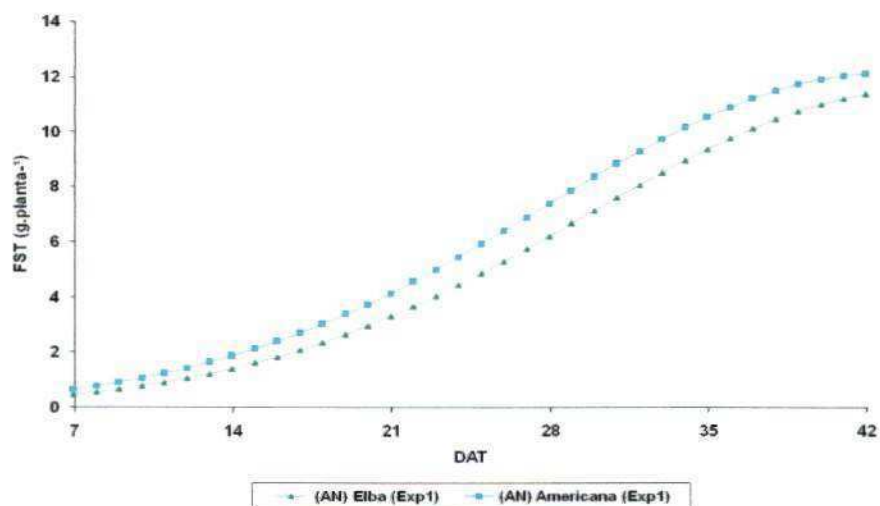


Figura 31. Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

Na Figura 32 é visto que a alface Elba teve o seu ciclo reduzido para 35 DAT no ambiente natural, isso ocorreu devido à mudança na época de plantio o que ocasionou um aumento na temperatura média do ar no período do Exp2. Os maiores valores de FST foram obtidos pela variedade Americana com valor de 19,5 g.planta⁻¹, já para a variedade Elba o valor máximo obtido foi de 13,0 g.planta⁻¹ durante o período do Exp2.

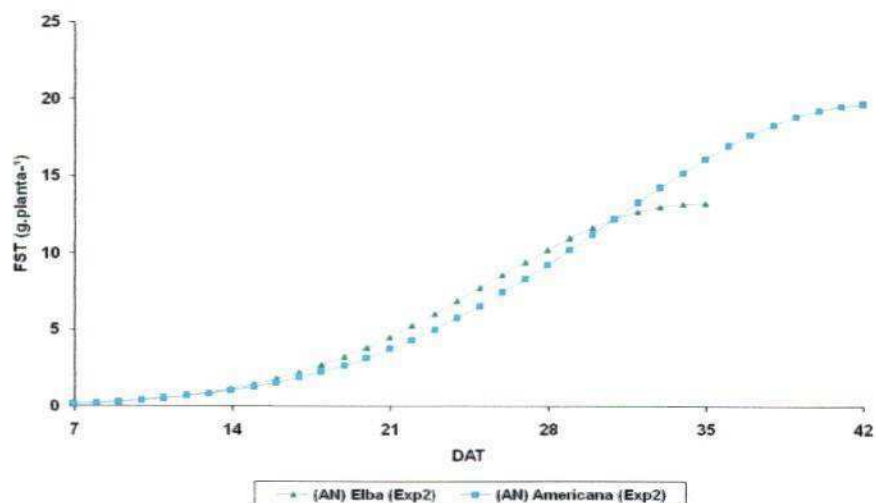


Figura 32. Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

Tanto no Exp1 quanto no Exp2 à variedade Elba obteve uma maior área foliar (AF) em relação à variedade Americana no ambiente natural, com valores máximos de 701 cm² para a Americana e 942 cm² para a variedade Elba no Exp1 e 927 cm² para a alface Americana e 1160 cm² para a alface Elba que teve seu ciclo reduzido para 35 DAT no Exp2. A maior área foliar da alface Elba não ocasionou uma maior FST como pode ser visto nas Figuras 31 e 32, onde a alface Americana obteve uma maior FST com relação à alface Elba tanto no período do Exp1 quanto no período do Exp2 no ambiente natural.

Nas Figuras 33 e 34, estão apresentadas as curvas de fitomassa seca total (FST) da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 33, foi verificado que a alface Elba tanto no Exp1 quanto no Exp2, teve o seu ciclo reduzido para 35 DAT no AE, isso ocorreu devido as melhores condições térmicas dentro do ambiente protegido. É visto que a alface Elba obteve uma maior FST no período do Exp2 com valor máximo de 11,5 g.planta⁻¹, enquanto que, no Exp1 o valor máximo obtido foi de 8,5 g.planta⁻¹ para o ambiente protegido.

Na Figura 34 é observado que o ciclo da alface Americana foi reduzido para 35 DAT e que os maiores valores de FST foram obtidos durante o período do Exp1 com valor máximo de 9,8 g.planta⁻¹, já para o Exp2 o maior valor obtido foi de 8,6 g.planta⁻¹, quando ocorreu uma redução de 1,2 g.planta⁻¹ em relação ao Exp1. No período de condução do Exp1, a temperatura média do ar no AE, foi de 21,6°C, para o e Exp2, foi de 22,8°C. Observou – se que houve um aumento de 1,2°C devido à mudança de épocas de plantio para o mesmo ambiente. Isso mostra que a variedade Americana não se adaptou bem a variação de temperatura decorrida da mudança na época de plantio dos experimentos.

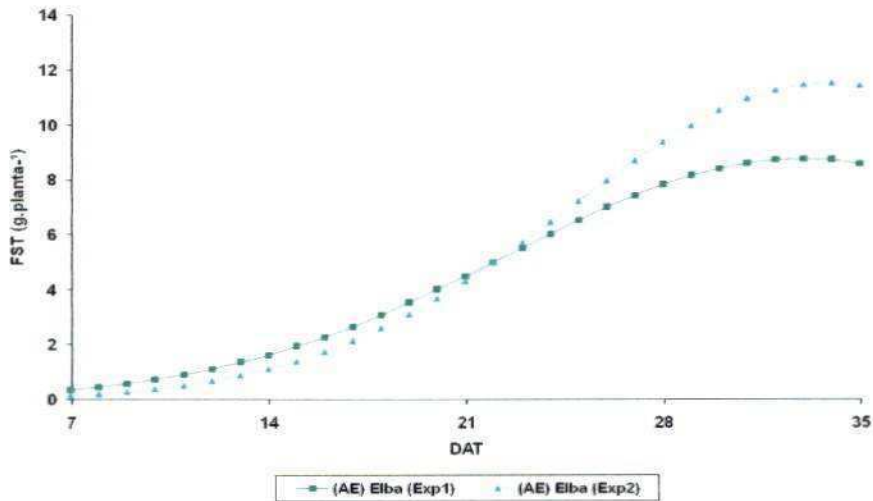


Figura 33. Fitomassa seca total da alface Elba, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

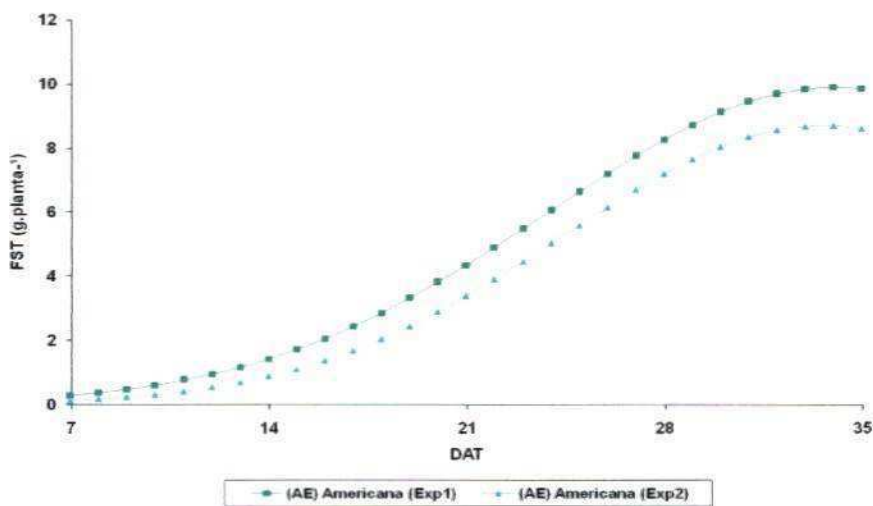


Figura 34. Fitomassa seca total da alface Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 35, é observado que, para o Exp1 a alface Americana obteve uma maior FST com valor máximo de 9,8 g.planta⁻¹, enquanto que a alface Elba obteve um valor máximo de 8,5 g.planta⁻¹, referente à FST nesse período. Na Figura 36, é visto que, no período do Exp2 houve uma inversão com o Exp1, onde agora a alface Elba obteve maior FST com valor máximo de 11,5 g.planta⁻¹, e a alface Americana obteve valor máximo de 8,6 g.planta⁻¹.

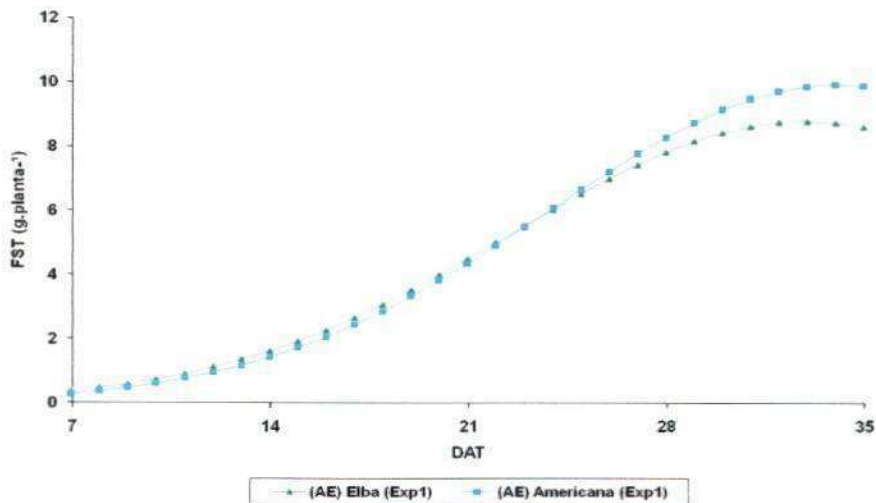


Figura 35. Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

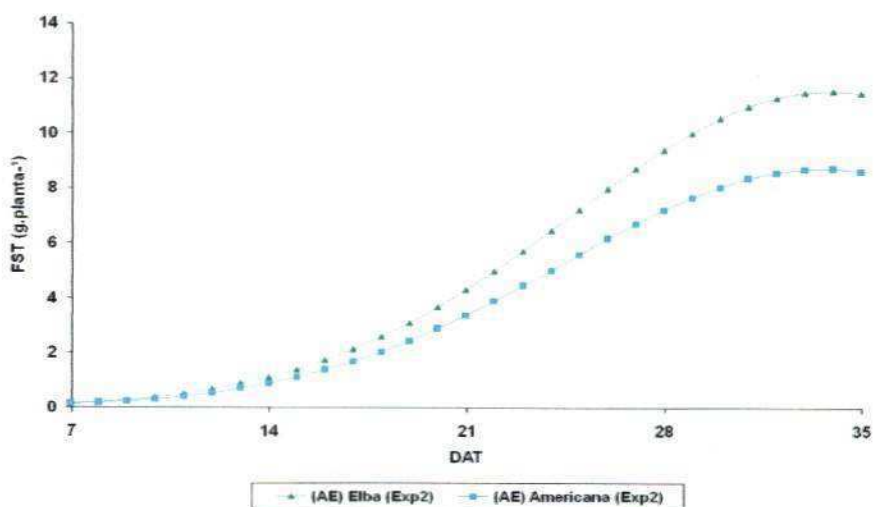


Figura 36. Fitomassa seca total da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

A Figura 37 apresenta a fitomassa seca total da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, pode ser observada, que a alface Americana no AN, teve o seu ciclo alongado obtendo seu ponto de colheita aos 42 DAT e um valor máximo de $12,0 \text{ g.planta}^{-1}$ para sua FST. Já a alface Americana no AE, obteve o seu ponto de colheita aos 34 DAT com valor máximo de $9,8 \text{ g.planta}^{-1}$, desta forma é visto que a alface Americana no AN obteve uma maior FST, mas

também obteve uma maior duração na obtenção do ponto de colheita, o que leva a um maior custo na manutenção do plantio desta variedade no AN tornando o AE uma opção mais viável economicamente, pois a diferença entre os ambientes foi de apenas $2,8 \text{ g.planta}^{-1}$ no valor de FST.

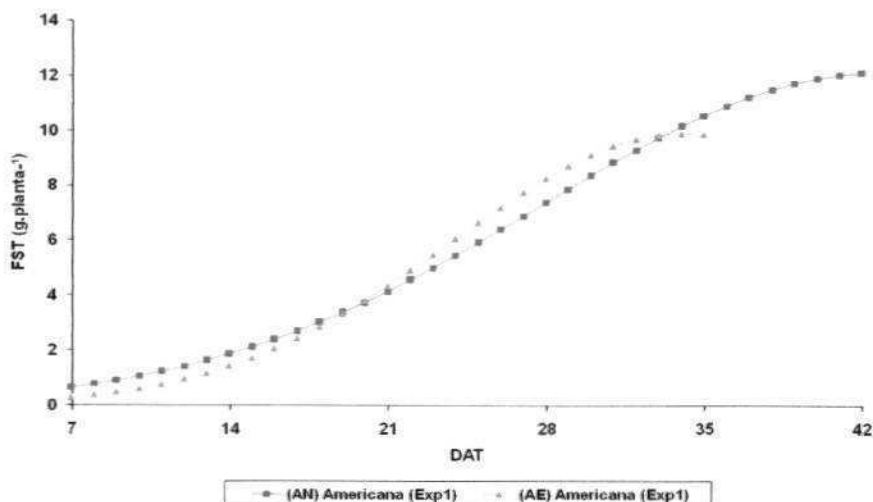


Figura 37. Fitomassa seca total da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.

A Figura 38 apresenta a fitomassa seca total da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, é visto que a alface Americana no AN obteve valor máximo para FST de $19,6 \text{ g.planta}^{-1}$, já para o AE o valor máximo para a FST foi de $8,6 \text{ g.planta}^{-1}$ obtendo um decréscimo de $11,0 \text{ g.planta}^{-1}$ de um ambiente para outro na mesma época de plantio. No cultivo de primavera (Exp2), as temperaturas máximas do ar podem ter influenciado na diminuição do crescimento da cultura ao interferir, conforme cita Andriolo (2000), no mecanismo de abertura e fechamento de estômatos, assimilação do CO_2 para a fotossíntese, distribuição de fotoassimilados e expansão foliar. O que mostra que a alface Americana não se desenvolve bem quando colocada sobre temperaturas mais elevadas, tornando a ambiente natural mais viável para esta variedade no período de primavera (Exp2).

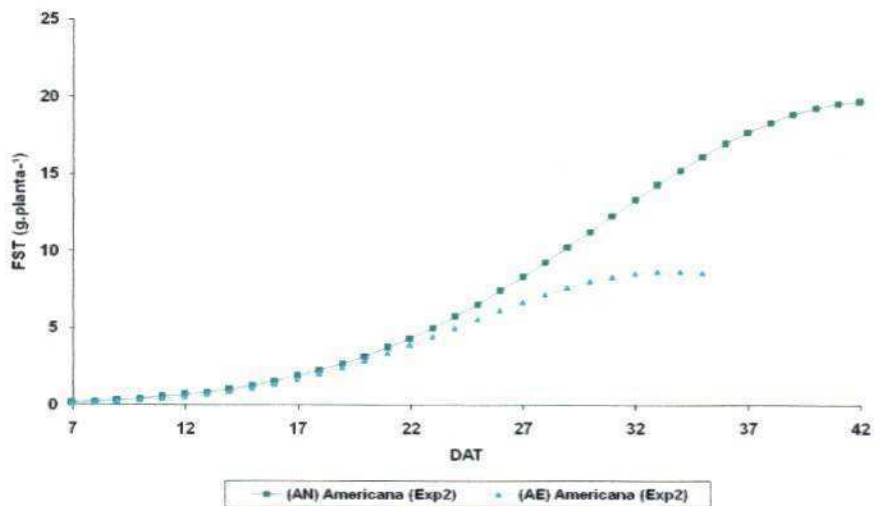


Figura 38. Fitomassa seca total da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.

A Figura 39 apresenta a fitomassa seca total da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE. É observado que a alface Elba no AE teve o seu ciclo reduzido obtendo o seu ponto de colheita aos 33 DAT com valor máximo de 8,6 g.planta⁻¹, onde o maior valor de FST foi obtido no AN que foi de 11,3 g.planta⁻¹, mas este valor só foi obtido aos 42 DAT o que leva a um maior custo na manutenção do plantil no AN, tornando o AE uma opção mais viável economicamente também para a variedade Elba no período de inverno (Exp1).

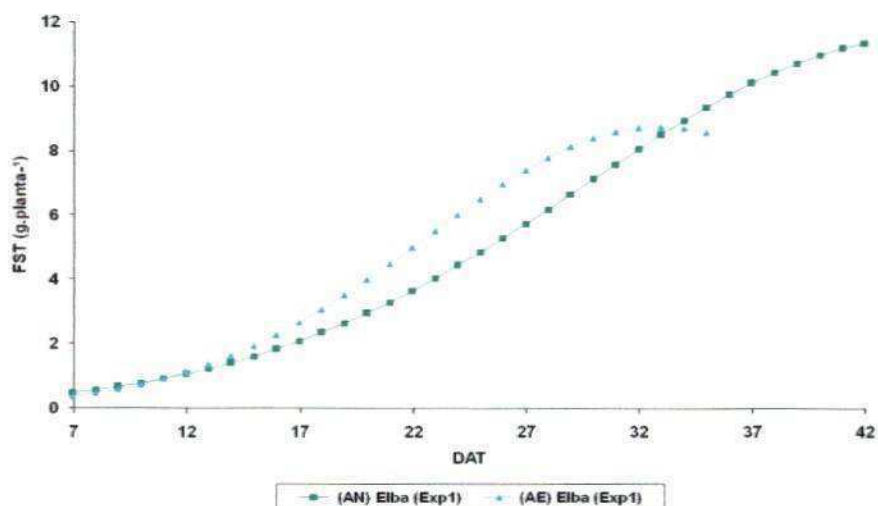


Figura 39. Fitomassa seca total da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.

A Figura 40 apresenta a fitomassa seca total da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE. Verifica-se que tanto no AN quanto AE a variedade Elba obteve seu ponto de colheita aos 35 DAT, com valores máximos de FST para o AN de 13,2 g.planta⁻¹ e para o AE de 11,4 g.planta⁻¹ uma diferença de 1,8 g.planta⁻¹ entre a FST obtida em cada ambiente, o que torna a variedade Elba susceptível a ambos os ambientes visto que a diferença de temperatura entre os ambientes não influenciou tanto na FST obtida no final do experimento.

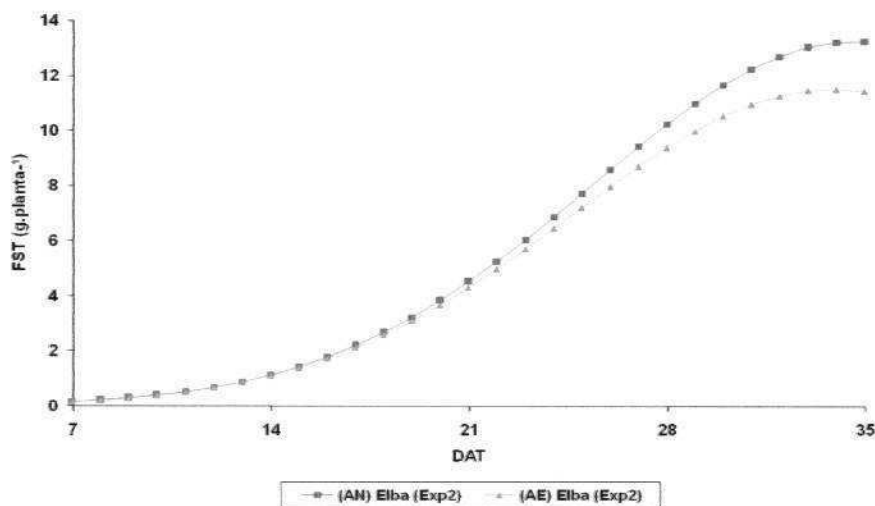


Figura 40. Fitomassa seca total da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.

5.8 - Graus-dia acumulados em relação à Fitomassa Seca Total (FST)

Nas Figuras 41 e 42, estão apresentadas as curvas de fitomassa seca total (FST) em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) e protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 41, pode ser visto que 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 uma maior fitomassa seca total (FST) para as variedades da alface cultivadas no AE, pois os maiores valores de FST foram obtidos no AN. Os valores de FST para o AE foram obtidos aos 35 dias após o transplante das mudas para o campo (DAT) e os valores do AN aos 42 DAT desta forma os maiores valores de Graus-dia acarretaram em uma redução no ciclo das variedades cultivadas no AE e redução nos valores de FST das mesmas devido a maior amplitude térmica obtida dentro do ambiente protegido.

Na Figura 42, é observado que a alface Americana no AN obteve uma maior FST com um acumulo térmico de 557 graus.dia, mas esse valor só foi obtido aos 42 DAT, já para a alface Elba no AN o seu ciclo foi reduzido para 35 DAT, obtendo um valor acumulado de 465 graus.dia. Para o AE o valor máximo obtido foi de 510 graus.dia aos 35 DAT, desta forma é visto que no AE a alface Elba respondeu melhor ao aumento ocorrido na soma térmica.

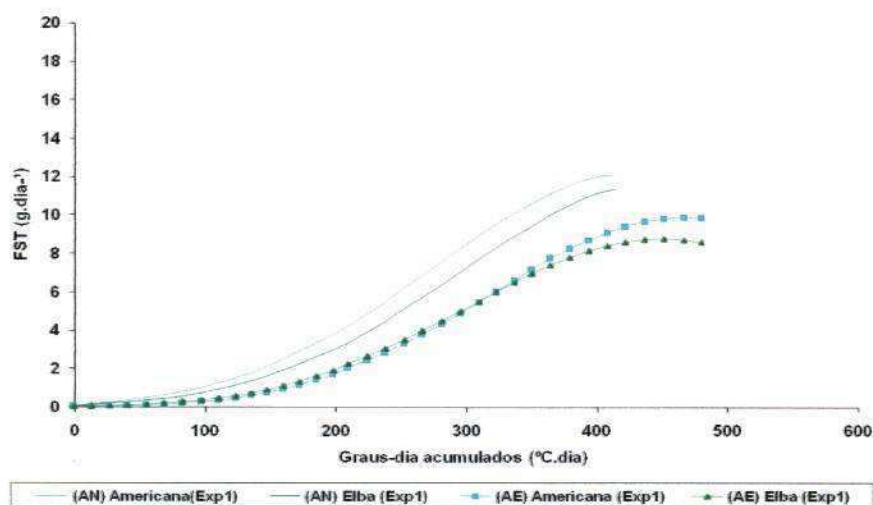


Figura 41. Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no AN e AE obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

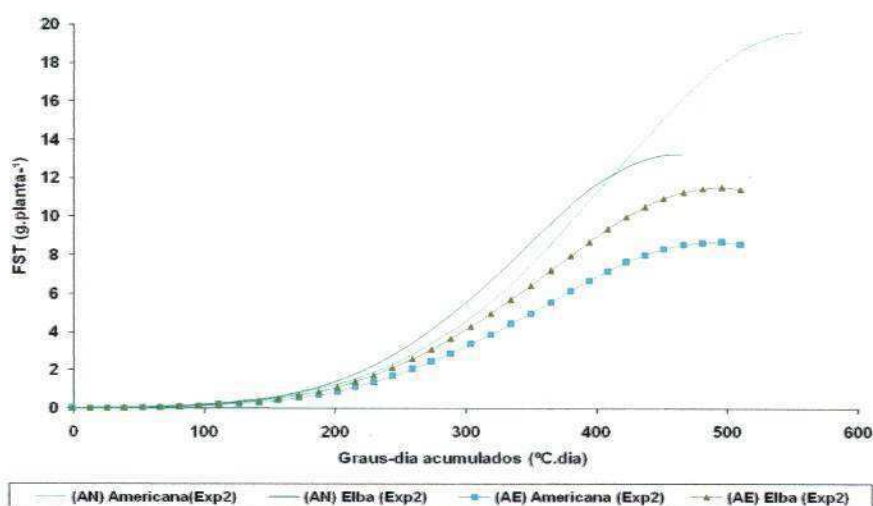


Figura 42. Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no AN e AE obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

Nas Figuras 43 e 44, estão apresentadas as curvas que de fitomassa seca total (FST) em relação aos Graus-dia acumulados (GDA) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) e protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 43, é observado que no ambiente natural (AN) os valores de GDA foram maiores no período do Exp2, onde a variedade Americana no Exp2 que teve um ciclo de 42 DAT obteve também maiores valores para o Graus-dia e FST com valor acumulado de 557 graus.dia. A variedade Elba do Exp2 também obteve maiores valores de FST e Graus-dia em relação às variedades cultivadas no Exp1, mesmo tendo tido seu ciclo reduzido para 35 DAT e as variedades do Exp1 tendo um ciclo de 42 DAT, os valores máximos obtidos para a variedade Elba no período do Exp2 foi de 465 graus.dia. Para as variedades cultivadas no período do Exp1 o valor acumulado térmico foi de 414 graus.dia. Pode ser observado que com a mudança na época de plantio houve um aumento nos valores de Graus-dia no AN o que fez com que fosse possível a observação de modificações ocorridas nas culturas como, diminuição no ciclo e aumento da FST devido ao aumento da soma térmica.

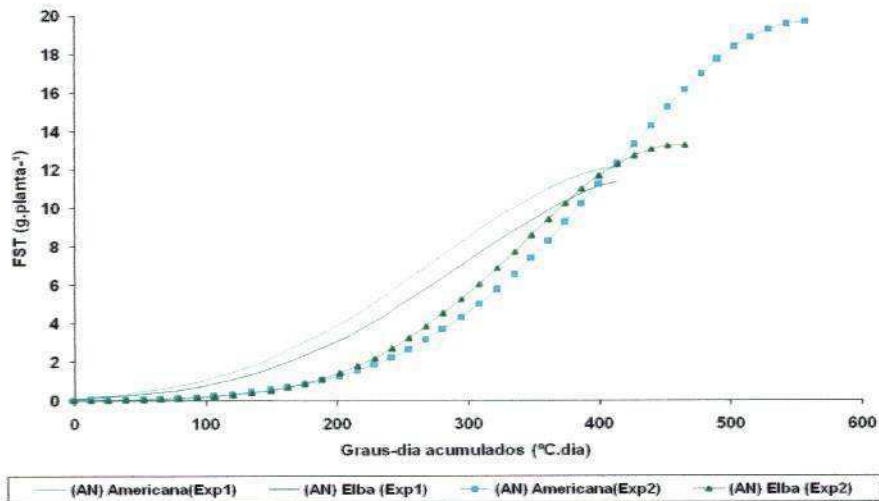


Figura 43. Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alface Elba e Americana, no AN obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 44, pode ser observado que para o AE os maiores valores de Graus-dia ocorreram durante o período do Exp2 com valor máximo de 510 graus.dia, para o Exp1 o valor obtido foi de 480 graus.dia, tanto no Exp1 quanto no Exp2 às variedades cultivadas no AE tiveram um ciclo de 35 DAT. A variedade Elba do Exp2 obteve uma maior FST, enquanto que a alface Americana do Exp2 apesar de ter o mesmo valor de Graus-dia que a variedade Elba do Exp2 obteve um valor de FST inferior. Para o Exp1 os valores máximos de FST obtidos foram maiores para a alface Americana, desta forma é visto que para o Exp1 a alface Americana se adaptou melhor as condições térmicas do AE e para o Exp2 a alface Elba se adaptou melhor as condições térmicas do ambiente.

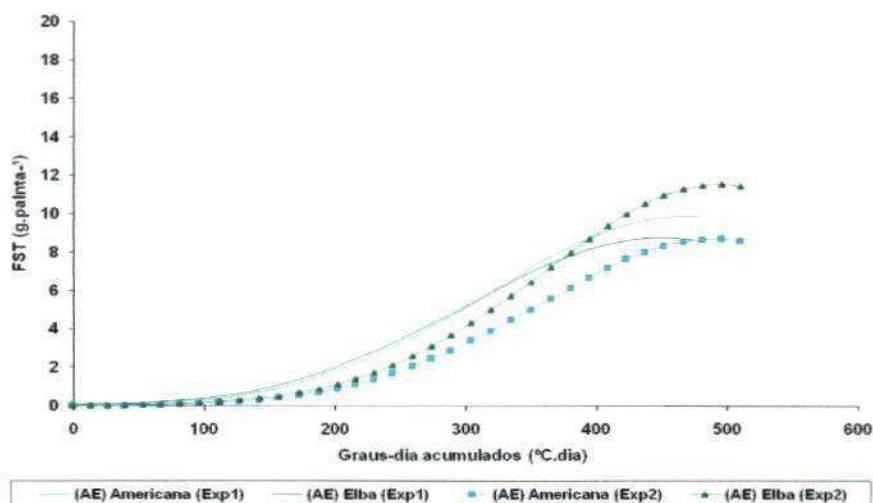


Figura 44. Fitomassa seca total em relação aos Graus-dia acumulados da alfaca Elba e Americana, no AE obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

5.9 - Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

As curvas de ajuste da taxa de crescimento absoluto (TCA) para os tratamentos seguem a equação 4.

Nas Figuras 45 e 46, estão apresentadas as curvas da taxa de crescimento absoluto (TCA) da alfaca Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 45, percebe-se que para a alfaca Elba no AN o valor máximo da taxa de crescimento absoluto (TCA) ocorreu aos 26 DAT no período do Exp2 com valor de $0,85 \text{ g.dia}^{-1}$ onde o ciclo da cultura nesse período foi de 35 DAT, já para a alfaca Elba no período do Exp1 o valor máximo para a TCA foi de $0,46 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 30 DAT.

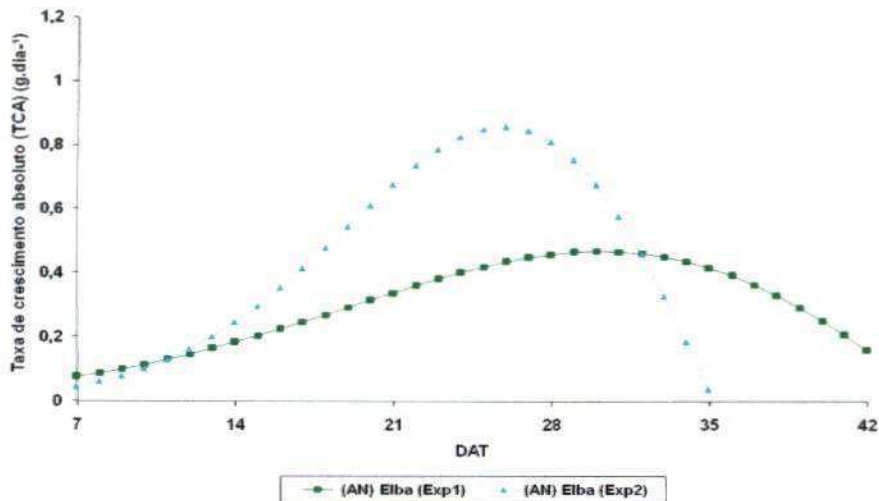


Figura 45. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 46, percebe-se que para a alface Americana no AN tanto no Exp1 quanto no Exp2 à cultura teve um ciclo de 42 DAT e o valor máximo da taxa de crescimento absoluto (TCA) ocorreu aos 31 DAT no período do Exp2 com valor de 1,1 g.dia⁻¹, enquanto que a alface Americana no período do Exp1 o valor máximo para a TCA foi de 0,49 g.dia⁻¹ obtido aos 28 DAT.

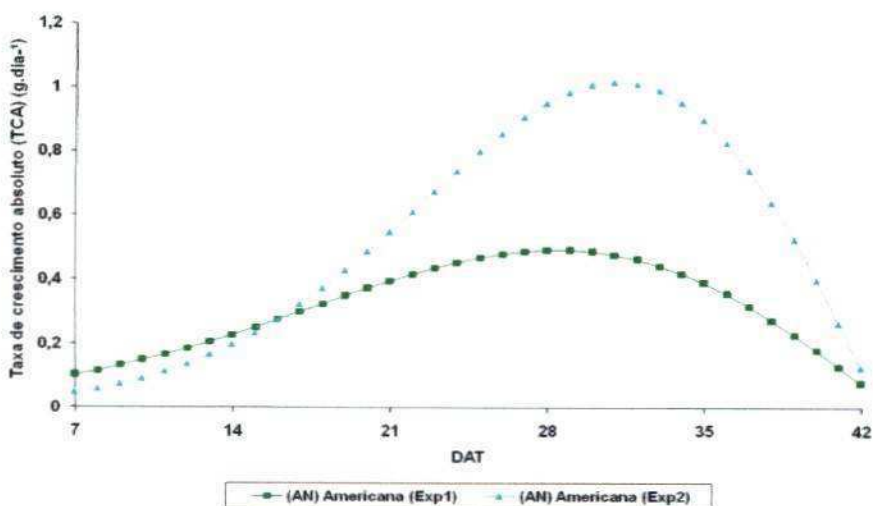


Figura 46. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Nas Figuras 47 e 48, estão apresentadas as curvas da taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) ocorrido durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 47, é visto que para o AN no período do Exp1 o valor máximo da TCA foi superior para a variedade Americana com valor máximo de $0,49 \text{ g.dia}^{-1}$ ocorrido aos 28 DAT, já para a alface Elba o valor máximo da TCA foi de $0,46 \text{ g.dia}^{-1}$ ocorrido aos 30 DAT.

Na Figura 48, pode ser observado que para o AN no período do Exp2 o valor máximo da TCA foi de $1,1 \text{ g.dia}^{-1}$ para a alface Americana ocorrida aos 31 DAT, enquanto que a alface Elba é visto que a cultura teve um ciclo de 35 DAT e que o valor máximo da TCA para essa cultura foi de $0,85 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 26 DAT.

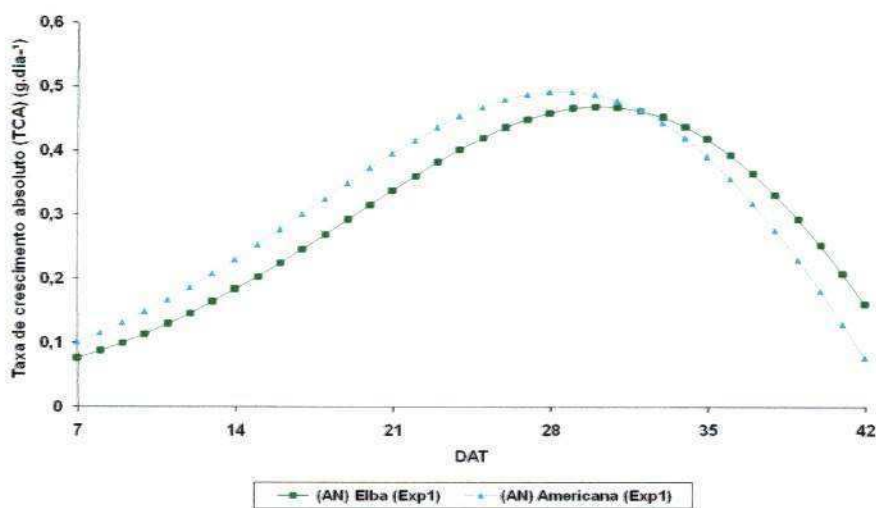


Figura 47. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

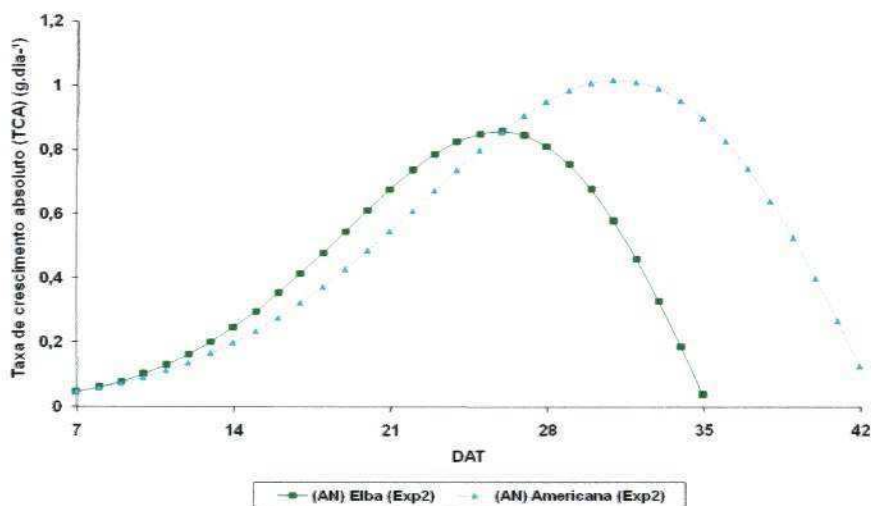


Figura 48. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente natural (AN) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

Nas Figuras 49 e 50, estão apresentadas as curvas da taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 49, percebe-se que para a alface Elba no AE o valor máximo da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi maior no período do Exp2 com valor de 0,75 g.dia⁻¹ ocorrido aos 25 DAT, já para a alface Elba no período do Exp1 o valor máximo para a TCA foi de 0,51 g.dia⁻¹ obtido aos 23 DAT, em ambas as épocas de cultivo a cultura teve um ciclo de 35 DAT.

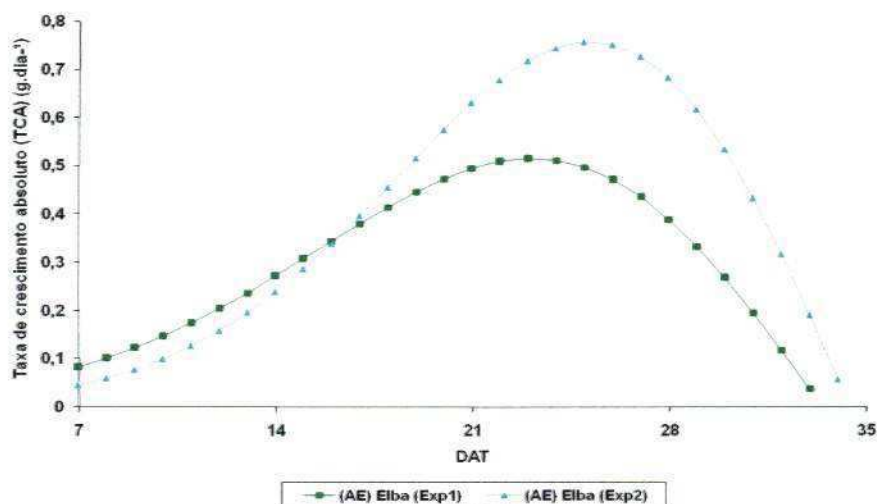


Figura 49. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 50, é visto que para a alface Americana no AE o valor máximo da taxa de crescimento absoluto (TCA) no Exp1 e no Exp2 foi aproximado, com valores máximos de 0,58 g.dia⁻¹ e 0,57 g.dia⁻¹, respectivamente, em ambos os experimentos o valor máximo da TCA ocorreu aos 25 DAT onde tiveram um ciclo de 35 DAT.

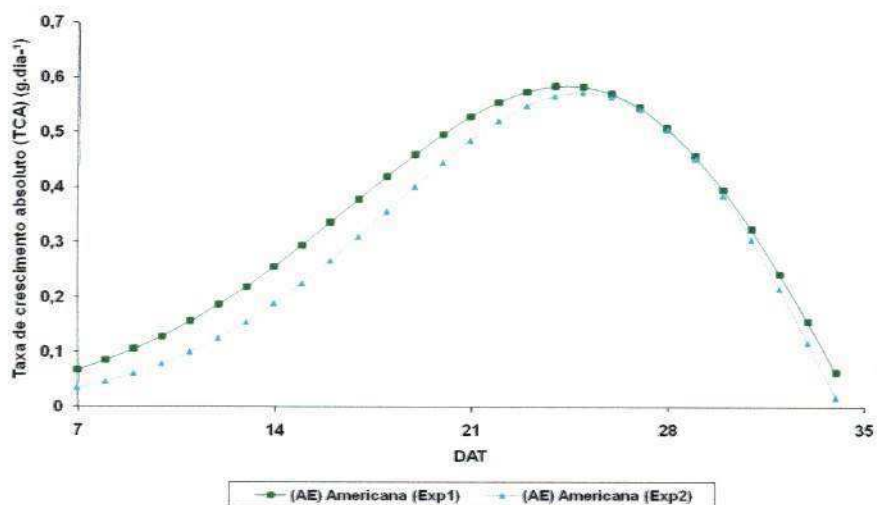


Figura 50. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Nas Figuras 51 e 52, estão apresentadas as curvas da taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) ocorrido durante o período do Exp1 e Exp2, após o transplante das mudas.

Na Figura 51, é visto que para o AE no período do Exp1 o valor máximo da TCA foi um superior para a variedade Americana com valor máximo de $0,58 \text{ g.dia}^{-1}$ ocorrido aos 25 DAT, enquanto que a alface Elba o valor máximo da TCA foi de $0,51 \text{ g.dia}^{-1}$ ocorrido aos 23 DAT.

Na Figura 52, pode ser observado que para o AE no período do Exp2 o valor máximo da TCA foi de $0,75 \text{ g.dia}^{-1}$ para a alface Elba ocorrida aos 25 DAT, enquanto que a alface Americana o valor máximo da TCA foi de $0,57 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 25 DAT.

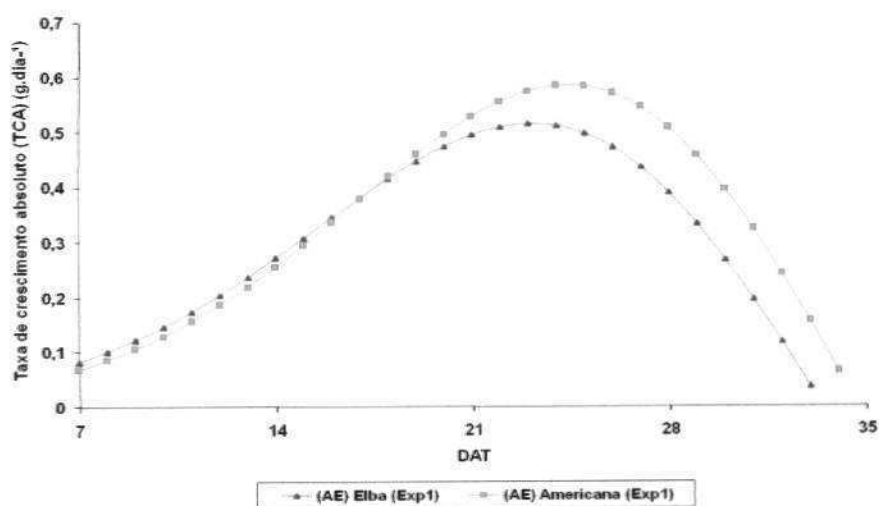


Figura 51. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp1, após o transplante das mudas.

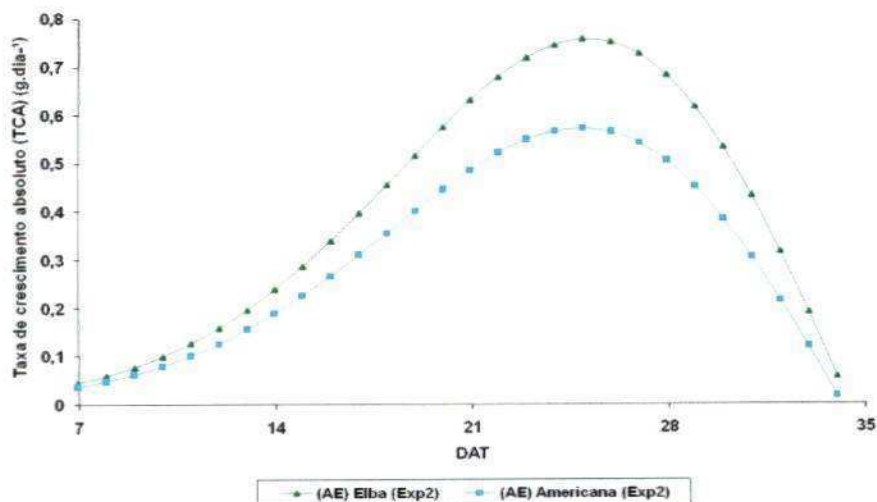


Figura 52. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba e Americana, no ambiente protegido (AE) obtida durante o período do Exp2, após o transplante das mudas.

A Figura 53 apresenta a taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, pode ser observada, que a alface Americana no AE obteve um maior valor de TCA com valor máximo de $0,58 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 25 DAT com ciclo de 35 DAT, já a alface Americana no AN teve um ciclo de 42 DAT com valor máximo para TCA de $0,49 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 28 DAT.

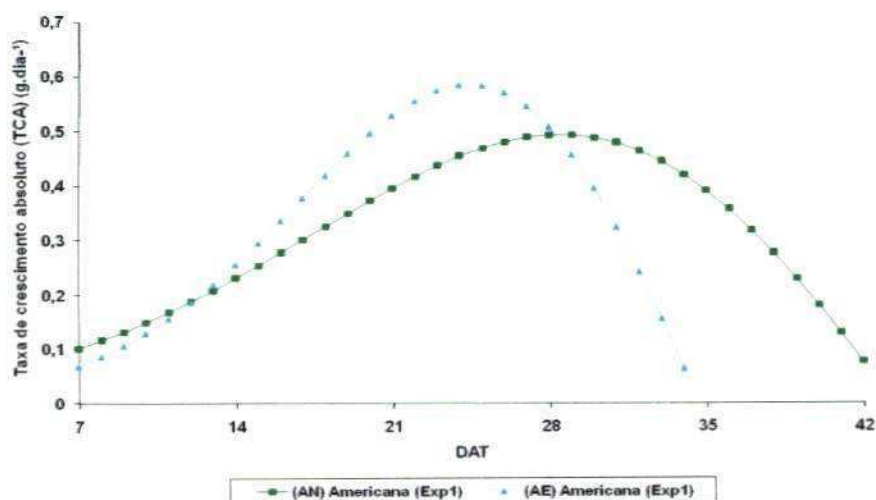


Figura 53. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.

Na Figura 54, é visto que a taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana no AN foi superior que a obtida no AE com valores máximos de $1,1 \text{ g.dia}^{-1}$ para o AN ocorrido aos 31 DAT, e $0,57 \text{ g.dia}^{-1}$ para o AE ocorrido aos 25 DAT. O valor da TCA obtido no AN foi de $0,53 \text{ g.dia}^{-1}$ a mais que o obtido no AE durante o período do Exp2, também pode ser observado que para o Exp2 o ciclo das culturas foi diferente sendo de 35 DAT para o AE e 42 DAT para o AN.

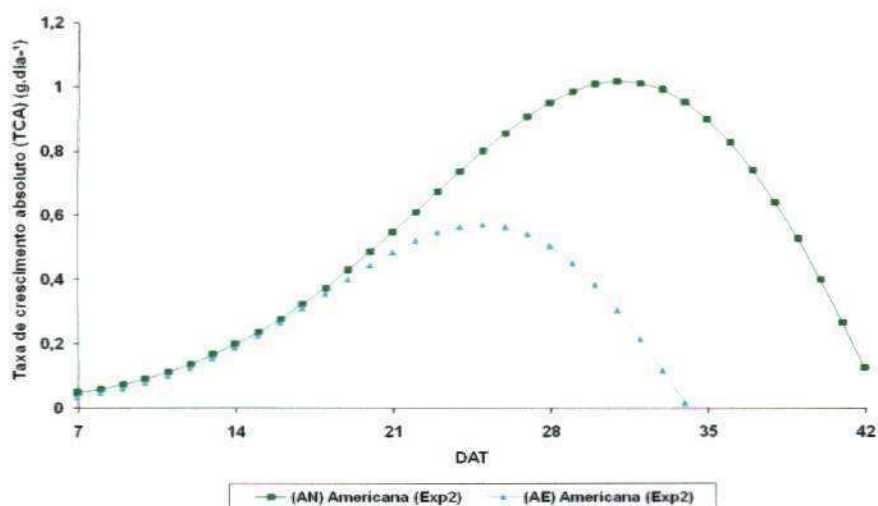


Figura 54. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Americana, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.

Na Figura 55, percebe-se que para a alface Elba no AE o valor máximo da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi um pouco maior que no AN com valor máximo de $0,51 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 23 DAT para o AE e $0,46 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 30 DAT para o AN, onde o ciclo da cultura também foi diferenciado sendo de 34 DAT para o AE e 42 DAT para o AN no período do Exp1.

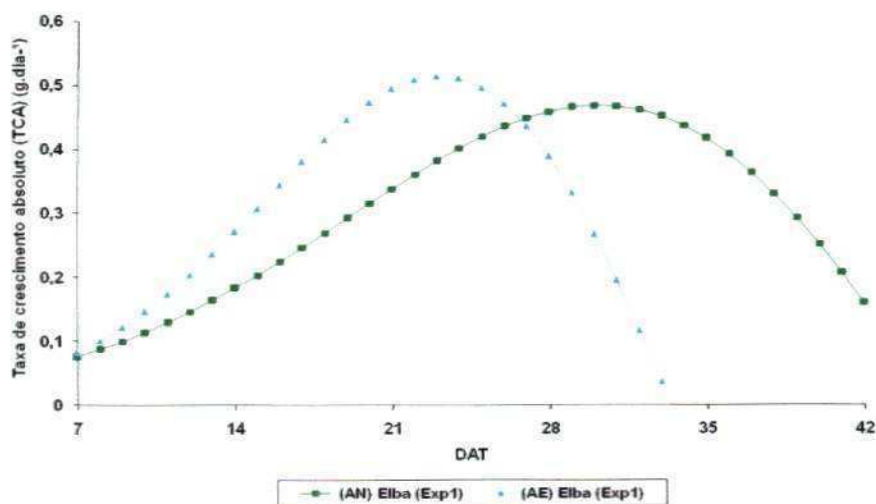


Figura 55. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp1 no AN e AE, após o transplante das mudas.

Na Figura 56, percebe-se que no período do Exp2 para a alface Elba no AN o valor máximo da taxa de crescimento absoluto (TCA) foi um pouco maior que no AE com valor máximo de $0,85 \text{ g.dia}^{-1}$ obtida aos 26 DAT, já para o AE o valor máximo para TCA foi de $0,75 \text{ g.dia}^{-1}$ obtido aos 25 DAT onde a cultura obteve um ciclo de 35 DAT para o AN e 34 DAT para o AE.

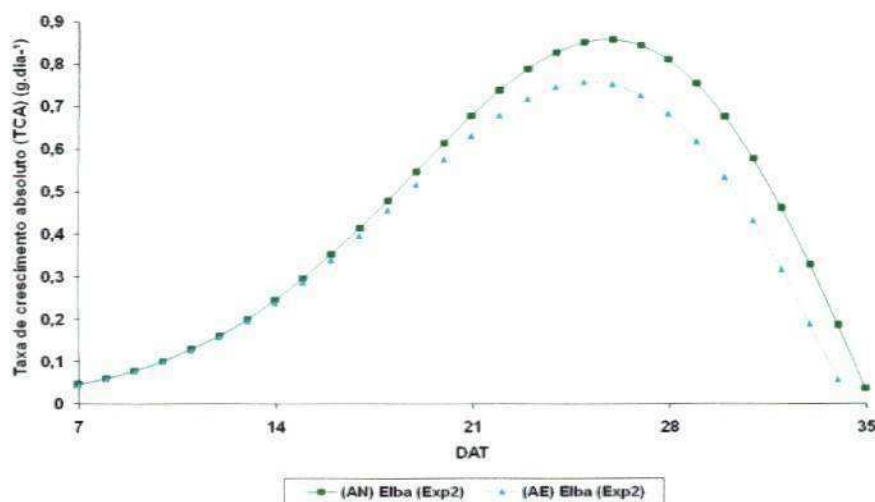


Figura 56. Taxa de crescimento absoluto (TCA) da alface Elba, ocorrida durante o período do Exp2 no AN e AE, após o transplante das mudas.

5.10 - Produção da alface Elba e Americana

Para a análise dos resultados de produção, foram comparadas as médias obtidas pelo teste t de student a 5% de probabilidade entre variedades, ambientes e épocas de plantio.

Na Tabela 5, estão apresentadas as comparações das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) entre variedades pelo teste t, a 5% de probabilidade no AN e AE no período dos Exp1 e Exp2.

Na Tabela 5, pode ser visto que tanto no AN quanto no AE, nos Exp1 e Exp2 houve diferença significativa entre as variedades, com a alface Americana obtendo uma maior MMF no AN e no AE durante os períodos de experimentação. Para o Exp1 observa-se que a variedade Americana no AN é a mais indicada, onde as duas variedades atingiram o ponto de colheita aos 42 DAT, com a variedade Americana obtendo uma MMF 31,7% superior a variedade Elba. Para o AE as variedades atingiram o ponto de colheita aos 35 DAT onde a variedade Americana obteve uma MMF 16,3% superior a variedade Elba, o que mostra que a variedade Americana também se desenvolveu melhor que a variedade Elba no AE.

Para o Exp2 no AN pode ser observado que a variedade Americana obteve uma MMF 31,1% maior que a variedade Elba, mas só obteve o ponto de colheita aos 42 DAT o que torna a variedade Elba mais indicada para esse período, pois o ciclo desta cultura foi reduzido para 35 DAT o que diminui o custo de manutenção da cultura no campo tornando a variedade Elba economicamente mais viável. Para o AE a variedade Americana obteve um MMF 15% maior que a variedade Elba o que torna a variedade Americana a mais indicada no AE para esse período.

Tabela 5. Comparação das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) pelo teste t, a 5% de probabilidade, obtidas entre as variedades nos dois ambientes durante os períodos de Exp1 e Exp2.

Cultivar	Experimento-1 (Exp1)		Experimento-2 (Exp2)	
	MMF (g.planta ⁻¹)		MMF (g.planta ⁻¹)	
	Campo (AN)	Estufa (AE)	Campo (AN)	Estufa (AE)
Elba	348,0*	337,5*	384,0*	336,0*
Americana	510,0*	403,5*	558,0*	395,6*

¹Médias seguidas por (*) na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste t (P > 0,05).

²Médias seguidas por (ns) na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste t (P > 0,05).

Na Tabela 6, estão apresentadas as comparações das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) entre ambientes pelo teste t, a 5% de probabilidade para as duas variedades no período dos Experimentos 1 e 2.

Para a variedade Elba no período do Exp1 é verificado que não houve diferença significativa entre os ambientes, mas o AE torna-se mais viável economicamente visto que a variedade Elba no AN só obteve o seu ponto de colheita aos 42 DAT enquanto que no AE a cultura teve seu ciclo reduzido para 35 DAT o que diminui o custo de manutenção do cultivar. Para a variedade Americana no período do Exp1 pode ser observado que houve diferença significativa entre os ambientes, à variedade Americana no AN obteve o ponto de colheita aos 42 DAT e uma MMF 21% maior no AE, mas, a variedade Americana no AE teve o seu ciclo reduzido para 35 DAT o que diminui bastante os custos com a manutenção da cultura, tornando assim o AE economicamente mais viável para essa época de plantio.

Para a variedade Elba no período do Exp2 é visto que houve diferença significativa entre os ambientes, e nos mesmos os ciclos da variedade Elba ocorreram aos 35 DAT. No AN onde foi obtida a maior MMF torna-se o mais indicado para essa variedade neste período. Para a variedade Americana no período do Exp2 pode ser observado que houve diferença significativa entre os ambientes, no AN a variedade Americana obteve uma MMF 29,1% maior que no AE, mas esse valor de

MMF só foi obtido aos 42 DAT, enquanto que no AE o ponto de colheita foi obtido aos 35 DAT, desta forma é preciso avaliar se o ganho em MMF pode compensar os custos da manutenção do cultivar no campo para que com isso possa ser escolhido o melhor ambiente para essa época de plantio.

Tabela 6. Comparação das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) pelo teste t, a 5% de probabilidade, obtidas entre os ambientes para as duas variedades durante o período do Exp1 e Exp2.

Ambientes	Experimento-1 (Exp1)		Experimento-2 (Exp2)	
	MMF (g.planta ⁻¹)		MMF (g.planta ⁻¹)	
	Elba	Americana	Elba	Americana
Campo (AN)	348,0 ^{ns}	510,0 [*]	384,0 [*]	558,0 [*]
Estufa (AE)	337,5 ^{ns}	403,5 [*]	336,0 [*]	395,6 [*]

¹Médias seguidas por (*) na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste t(P > 0,05).

²Médias seguidas por (ns) na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste t(P > 0,05).

Na Tabela 7, estão apresentadas as comparações das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) entre experimentos pelo teste t, a 5% de probabilidade para as duas variedades nos dois ambientes.

Na Tabela 7, verifica-se que não houve diferença significativa entre os experimentos, tanto no AN quanto no AE, para as duas variedades estudadas, mas pode ser observado que para a variedade Elba no AN, no período do Exp1, o ciclo da cultura foi de 42 DAT enquanto que no Exp2 foi de 35 DAT o que mostra que a época de plantio pode ter influenciado diretamente no alongamento do ciclo da cultura, tornando o plantio no período do Exp2 mais apropriado e economicamente mais viável para essa variedade. Para a variedade Elba no AE, não houve diferenças significativas de MMF, pois tanto no Exp1 quanto no Exp2 o ponto de colheita foi obtido aos 35 DAT tornando o AE viável nas duas épocas de plantio.

Para a variedade Americana no AN, no período do Exp1, não houve diferenças significativas, o ambiente não influenciou no ciclo da cultura, tanto no Exp1 quanto

no Exp2 o ponto de colheita ocorreu aos 42 DAT tornando o AN viável nas duas épocas de plantio para esta variedade. Para variedade Americana no AE, também não foi verificada diferença significativa entre os períodos dos experimentos, pois tanto no Exp1 e Exp2 o ponto de colheita da cultura foi obtido aos 35 DAT tornando o AE viável nas duas épocas de plantio.

Tabela 7. Comparação das médias da massa fresca da parte aérea (MMF) pelo teste t, a 5% de probabilidade, obtidas no período do Exp1 e Exp2, para as duas variedades nos dois ambientes.

Experimentos	Elba		Americana	
	MMF (g.planta ⁻¹)		MMF (g.planta ⁻¹)	
	Campo (AN)	Estufa (AE)	Campo (AN)	Estufa (AE)
Exp1	348,0 ^{ns}	337,5 ^{ns}	510,0 ^{ns}	403,5 ^{ns}
Exp2	384,0 ^{ns}	336,0 ^{ns}	558,0 ^{ns}	395,6 ^{ns}

¹Médias seguidas por (*) na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste t (P > 0,05).

²Médias seguidas por (ns) na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste t (P > 0,05).

6.0 - CONCLUSÕES

- O ambiente protegido proporciona um micro-clima favorável ao desenvolvimento da cultura da alface, antecipando a colheita em oito dias, em diferentes épocas de cultivo;
- O ambiente protegido acarreta uma antecipação na colheita da alface, independente da variedade, e épocas de cultivo;
- As variedades de alface Elba e Americana têm ótimo desempenho sob cultivo protegido, sendo a alface Americana a cultivar mais produtiva;
- O cultivar "Americana" apresenta pendoamento tardio em relação ao cultivar Elba, podendo ficar mais tempo no campo, o que indica uma característica ideal para comercialização
- Os ambientes protegidos no inverno oferecem as melhores condições energéticas para o crescimento e desenvolvimento da alface Elba e Americana.
- O ambiente natural é indicado para a produção da cultivar Elba no período de primavera.
- A cultivar Americana é mais indicada para locais de clima ameno, podendo ser cultivada no período de inverno no ambiente natural.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 26-33, suplemento Julho, 2000.

ASPIAZÚ, C. Prognostico de fases em cultivos de maiz dentado, mediante sumas de temperaturas. **Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires**, 19 (1-2): 61-69, 1971.

ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 7, p. 797- 800, 1989.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988, 42 p.

BRAGA, M.B.; KLAR, A.E. Evaporação e evapotranspiração de referência em campo e estufa orientadas nos sentidos norte-sul e leste-oeste. **Irriga**, Botucatu, v.5, n.3, p.222-8, 2000.

BRUNINI, O., LISBÃO, R.S., BERNARDI, J.B. et al. Temperatura base para a alface (*Lactuca sativa*, L.) cultivar "White Boston", em um sistema de unidade térmicas. **Revista de Olericultura**, Lavras, v. 16, p. 28-29, 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.

CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3. ed. rev. atual. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252 p.

CARRIJO, O. A.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. da. Manejo da água na produção de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 45-51, set./dez. 1999.

CERMEÑO, Z.S. **Estufas, instalações e manejo**. Lisboa. Litexa Editora, Ltda. 355 p. 1990.

CULTIVO protegido: **uma tecnologia que viabiliza alta eficiência de irrigação é aplicável em qualquer região brasileira.** ITEM, Brasília, n. 52/53, p. 10-12, jan./jun. 2002.

DAMANIA, A.B. **Inhibition of seed germination in lettuce at high temperature.** Seed Research, v. 14, p. 177-184, 1986.

DUARTE, G.R.B.; PAULA, V.A. de; DUARTE, L.; ANDRADE, F.F.; MENDEZ, M.E.G.; SCHÖFFEL, E.R. Análise da emissão de folhas e diâmetro de plantas de alface com base na temperatura do ar em cultivo protegido com adubação orgânica. In. Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campinas/SP, 2005. **Anais...** Campinas, 2005. CD-ROM.

EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa do Arroz e Feijão. **Cultivares de feijão recomendados para plantio no ano agrícola 1996/97.** Goiânia, 24p. (Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Feijão, 4), 1997.

EVANGELISTA, A. W. P.; PEREIRA, G. M. Efeito da cobertura plástica de casa-de-vegetação sobre os elementos meteorológicos em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 952-957, jul./ago. 2001

FILGUEIRA, F.A.R. Cichoriáceas: alface, chicórea e almeirão. In: Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 338p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa, 2000. 402 p.

FRISINA, V. de A.; ESCOBEDO, J. F. Balanço de radiação e energia da cultura de alface em estufa de polietileno. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34,n.10,p.1775-1786, out, 1999.

FUNE & FUA. **Climatologia y fenológica agrícolas.** II Fascículo Faculdade de Agronomia y Veterinária. Corrientes, Argentina, 34-68 p. 1964.

GLIESSMAN, R.S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. Universidade Rio Grande do Sul, 2000. 182 p.

GRAY, D. **Effects of temperature on the germination and emergence of lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties.** HortScience, v. 50, p. 349-361, 1975.

HARRINGTON, J.F.; THOMPSON, R.C. **Effect of variety and area of production on subsequent germination of lettuce seed at high temperature.** Proceedings of American Society for Horticultural Science, v. 59, p. 445-450, 1952.

JOUBERT, T.G.G., COERTZE, A.F. **The cultivation of lettuce.** Pretoria: Horticultural Research Institute, Pretoria, 1982. 7 p.

KHAN, A.A. Hormonal regulation of primary and secondary seed dormancy. *Israel Journal of Botany*, v. 29, p. 207-224, 1980/81.

KUMAGAIA, Plasticultura na Cooperativa Agrícola de Cotia – Cooperativa Central. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PLASTICULTURA, 1., 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1991. p. 53-55.

LAMONT JUNIOR, W. J. What are the components of a plasticulture vegetable system? *Hort Technology*, Alexandria, v. 6, n. 3, p. 150-154, 1996.

MALUF, W. R. **Produção de hortaliças I.** Lavras: UFLA, 2001, 70 p, (Apostila).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças.** 5. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.

MARTINS, S. R. Desafios da plasticultura brasileira: limites socio-econômicos e tecnológicos frente as novas e crescentes demandas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 14, n. 1, p. 133-138, maio 1996.

MONTEITH, J. L. Climate and the efficiency of crop production en Britain. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, London, n. 281, p. 277-294, 1977.

MONTERO, J.I.; CASTILLA, N.; GUTIERREZ de RAVÉ, E.; BRETONES, F. Climate under plastic in the Almeria. *Acta Horticulturae*, The Hague, v.170, p.227-34, 1985.

NOBREGA, J. Q. et al. **Como cultivar hortaliças.** João Pessoa, PB: Emepa, 2005.

OTOMAR, B. C., LUIS, S. P. M., AUGUSTO, P. M., SCHMIDTS, D. C. B. FELISBERTO, S. P. **Eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de alface.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 261-268, 2003.

PANDOLFO, C. **Parâmetros básicos para uso na modelagem do rendimento de matéria seca de alfafa (*Medicago sativa* L.).** Porto Alegre: UFRGS, 1995 128 p., Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais.** Campinas: IAC, 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114). 1987.

PRETT, S. Comparison of seasonal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. **Canadian Journal of Plant Science**, v.72, p. 1157-1162, 1992.

RADIN, B; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. *Horticultura brasileira*, Brasília, v.22, n.2, p.178-181, abril-junho, 2004.

ROSENBERG, N.J.; MCKENNEY, M.S.; MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and a simulation. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.47, p.303-20, 1989.

SANCHES, C.A. Growth and yield of crisphead lettuce under various shade conditions. **Journal. Merican 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.** 1996. 71 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. **Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37-41, jan./mar. 1997.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos.** 5. ed. Guaíba: Agropecuária, 1995. 342 p.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Simpósio**. . . Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 311-348.

SOUZA , M. J. H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F. P.; ZOLNIER, S. Variação horária da temperatura do ar e da umidade do ar em sete localidades da região do vale do Rio doce – MG. XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Santa Maria, RS **Anais...** p129-130, 2003.

THOMPSON, P.A.; COX, S.A.; SANDERSON, R.H. **Characterization of the germination responses to temperature of lettuce (*Lactuca sativa* L.) achenes.** Annals of Botany, v. 43, p. 319-334, 1979.

TIBBITS, T.W.; BOTTEMBERG, G. **Growth of lettuce under controlled humidity levels.** Journal of the American Society of Horticultural Science. Mount Vernon, v.101, n.1, p.70-73, 1976.

VASQUÉZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. da S.; SILVA, C. R. da. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-143, jan./abr. 2005.

VECCHIA, P. T. D.; KOCH, P. S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 5-10, set./dez. 1999.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; LOPES, C. A.; VALE, F. X. R. do. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 114-125, set./dez. 1999.

8.0 - ANEXO



Figura 1. Estação automática GorWeatherTM, localizada junto à área experimental.

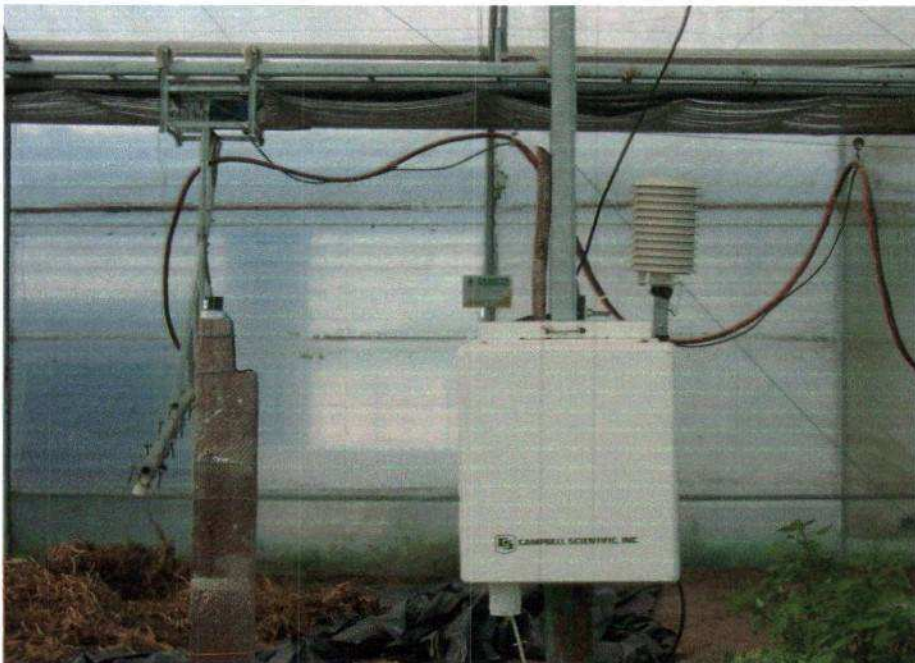


Figura 2. Datalogger, modelo CR10X da Campbell Sci colocado no interior do Ambiente protegido.