

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUTIVIDADE DA ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) EM  
TRÊS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO**

**CRISTINA MIRANDA DE ALENCAR**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP– Campus de Botucatu,  
para obtenção do Título de Doutora em  
Agronomia - Área de Concentração: Irrigação e  
Drenagem

BOTUCATU-SP

Dezembro– 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUTIVIDADE DA ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) EM  
TRÊS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO**

**CRISTINA MIRANDA DE ALENCAR**

**Orientador: Prof. Dr. RAIMUNDO LEITE CRUZ**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP– Campus de Botucatu, para obtenção do Título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP

Dezembro – 2003

## DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA

A presente Declaração Universal da Água foi proclamada tendo como objetivo atingir todos os indivíduos, todos os povos e todas as nações para que todos os homens, tendo esta Declaração constantemente presente no espírito, se esforcem através da educação e do ensino em desenvolver o respeito aos direitos e obrigações nela anunciados e assumam, com medidas progressivas de ordem nacional e internacional, o seu reconhecimento e a sua aplicação efetiva.

*Art.1º – A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada nação, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos.*

*Art. 2º – A água é a seiva do nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou agricultura. O direito a água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal é estipulado no Art. 3º da Declaração Universal dos Direitos do Homem.*

*Art. 3º – Os recursos naturais de transformação da água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.*

*Art. 4º – O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a terra. Este equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.*

*Art. 5º – A água não é somente uma herança de nossos predecessores: ela é sobretudo um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.*

*Art. 6º – A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.*

*Art. 7º – A água não deve ser desperdiçada nem poluída nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.*

*Art. 8º – A utilização da água implica o respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.*

*Art. 9º – A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.*

*Art. 10º – O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a terra*

**OFEREÇO A**

*Deus e meus Protetores pela presença constante, e por todas as graças concedidas durante o curso e minha vida.*

**DEDICO**

*A meus pais Zenaide e Alexandrino pela minha formação pessoal, profissional, amizade e apoio em todos os momentos.*

*Minha irmã Flávia pelo incentivo e amizade.*

*A minha tia Suerli, meu tio Carlos e minhas primas Caroline e Beatriz, por toda amizade e incentivo, durante minha estadia em São Paulo.*

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Raimundo Leite Cruz, pela oportunidade de realização do curso de doutorado na FCA-UNESP, orientação, ensinamentos, apoio nas adversidades, incentivo, amizade e confiança em todos os momentos no meu curso de doutorado, meu muito obrigada.

Ao Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem da FCA-UNESP, pela oportunidade a mim concedida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal do Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. Edmar José Scaloppi, pela amizade, incentivo e apoio no desenvolvimento desse projeto.

Ao meu orientador de mestrado, Prof. Dr. José Antonio Frizzone, meu agradecimento especial, pela oportunidade de realização do curso de mestrado, pela orientação, conhecimento dispensado, apoio e contribuição na minha formação acadêmica.

Aos professores doutores, João Domingos Rodrigues, José Figueiredo Pedras, Carmen da Silva, João Carlos Cury Saad, Roberto Vilas Boas, Antonio de Pádua, e Norberto Silva pela amizade e contribuição na minha formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Rogério Vieites, os Eng. Agr. André Campos e Luciana Manoel, do Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, pela colaboração e auxílio nas análises na parte de Pós – colheita.

Ao técnico agrícola, Nilton Aparecido de Moraes, pela amizade, incentivo e auxílio em todos momentos do desenvolvimento deste trabalho

A técnica agrícola Susana Raquel Beraldo, minha ex-estagiária e amiga por toda colaboração na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda São Manuel, Zico, Sr. Adélio, Qualinho, Zanella, Luís, Lorençon, Pascotto, Cido, Donizete, Galo, Emivaldo, Pilombeta, Ludimar, Tavio, Colla, Qualhio, Bernardo, Zinho, Geraldo, Vicente Cipriano, Luiz Claro, Vicente Alves Cavalheiro, José Pintor, Mário e Zé Roberto pela amizade e colaboração na realização dos experimentos.

Aos funcionários da FCA-UNESP, Bahia, Jairo, Carlinhos, Sérgio, Vitor, Norberto, Gilberto, Rita, Fátima, Ismael, Sílvio, Nilson, Cida, Denise, Eliana, Marilena, pela amizade e por todos os momentos deste curso.

Ao Eng. Agr. Dr. Pesquisador da EMBRAPA Semi-Árido Luís Henrique Bassoi pelo incentivos e apoio nos meus cursos de mestrado e doutorado.

Aos amigos e colegas de curso, os Eng. Agr. MSc. Ieoshua Katz e Egon de Herdani pela inestimável amizade e apoio, em todos os momentos deste curso e auxílio na realização deste trabalho.

Ao meteorologista Dr. Antonio Ricardo Santos de Andrade pela amizade e colaboração na parte final deste trabalho.

Ao membros da banca Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, Antonio Ricardo S. de Andrade, Márcia de Moraes Echer e Edmar José Scaloppi pela contribuição na parte final deste trabalho.

A meus amigos, Heraldo Cardoso e Darci Crotti pelos momentos felizes e apoio em todos os momentos.

A meus amigos Edi, Regina, Rodrigo, Raul, Marizélia, D. Nanci, Eber, Janaína, André, Teresinha, Zeca, João, D. Neli, D. Ester e Sr. Raul, Danilo, Ivo, Cláudia, Isaque, Cleonice (Ni), Sr. Pilan, Beto e outros que involuntariamente não coloquei aqui, muito obrigada pela amizade em todos os momentos, que ajudaram que minha pós-graduação em Botucatu se tornasse melhor e mais agradável.



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VII
1 RESUMO.....	1
2 SUMMARY.....	2
3 INTRODUÇÃO.....	3
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
4.1 A cultura da alface.....	5
4.2 A irrigação.....	6
4.2.1 A irrigação por gotejamento.....	7
4.2.2 A irrigação por microaspersão.....	8
4.2.3 A irrigação por sulco.....	8
4.3 Análise de crescimento.....	9
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	11
5.2 Clima.....	11
5.3 Solo.....	12
5.4 Delineamento experimental e caracterização do experimento.....	13
5.5 Instalação e condução do experimento.....	15
5.5.1 Produção de mudas.....	15
5.5.2 Preparo dos canteiros e transplante.....	16
5.6 Adubação e tratos culturais.....	16

5.7	Instalação e manejo da irrigação e fertirrigação.....	17
5.7.1	Instalação dos sistemas.....	18
5.7.2	Manejo da fertirrigação.....	19
5.7.3	Manejo da irrigação.....	19
5.7.3.1	Cálculo da altura (H) no tensiômetro para irrigação.....	20
5.7.3.2	Cálculo da lâmina de irrigação.....	20
5.7.4	Avaliação da uniformidade de distribuição de água dos sistemas de irrigação.....	22
5.8	Características agronômicas avaliadas.....	22
5.8.1	Dados morfo-fisiológico.....	23
5.8.1.1	Massa fresca (MF) e seca (MS).....	23
5.8.1.2	Área foliar (AF).....	23
5.8.2	Índices morfo-fisiológico.....	23
5.8.3	Colheita e pós – colheita.....	25
5.8.3.1	Análises físicas.....	26
5.8.3.2	Análises químicas.....	26
5.9	Épocas das avaliações.....	27
5.10	Análise estatística.....	27
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
6.1	Avaliação dos sistemas de irrigação.....	28
6.2	Manejo da fertirrigação.....	28
6.3	Manejo da irrigação.....	29
6.4	Dados morfo- fisiológicos.....	29

6.4.1 Massa fresca total.....	29
6.4.2 Massa fresca da cabeça e saia.....	32
6.4.3 Massa seca total.....	34
6.4.4 Massa seca da cabeça e saia.....	36
6.4.5 Área foliar.....	38
6.5 Índices morfo-fisiológicos.....	41
6.5.1 Razão do Peso Foliar – RPF .....	41
6.5.2 Taxa de Crescimento Absoluto- TCA.....	43
6.5.3 Índice de Área Foliar- IAF.....	45
6.5.4 Taxa de Crescimento da Cultura- TCC.....	48
6.5.5 Taxa de Assimilação Líquida- TAL.....	50
6.6 Colheita.....	52
6.7 Produtividade comercial e não comercial.....	55
6.8 Pós - Colheita.....	57
7 CONCLUSÕES.....	61
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1 - Análise química do solo, classificado como Latossolo Vermelho – Amarelo da área experimental na profundidade de 0-20 cm, São Manuel /SP, 2003.....	13
Tabela 2 - Cronograma do EXP 1 e EXP 2, São Manuel/SP, 2003.....	16
Tabela 3 - Acúmulo de massa fresca total (g planta <sup>-1</sup> ) da parte aérea da alface americana irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.....	31
Tabela 4 - Acúmulo de massa fresca total (g planta <sup>-1</sup> ) da parte aérea da alface americana irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	32
Tabela 5 - Médias de massa fresca das folhas da cabeça (g planta <sup>-1</sup> ) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	33
Tabela 6 – Acúmulo de massa secas total (g planta <sup>-1</sup> ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.....	35
Tabela 7 – Acúmulo de massa secas total (g planta <sup>-1</sup> ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	35
Tabela 8- Acúmulo da massa seca (g planta <sup>-1</sup> ) das folhas da cabeça em alface americana , irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel /SP, 2003.....	37
Tabela 9 – Acúmulo de massa seca (g planta <sup>-1</sup> ) das folhas externas (saia) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	37
Tabela 10– Médias da área foliar (dm <sup>2</sup> ) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.....	39

Tabela 11 - Médias da área foliar ( $\text{dm}^2$ ) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	40
Tabela 12 – Médias da razão do peso da folha – RPF ( $\text{g g}^{-1}$ ), em folhas da Cabeça (C) e Saia (S) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	43
Tabela 13 – Médias da Taxa de Crescimento Absoluto – TCA ( $\text{g dia}^{-1}$ ), em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.....	44
Tabela 14 – Médias da Taxa de Crescimento Absoluto – TCA ( $\text{g dia}^{-1}$ ), em alface americana , irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	45
Tabela 15 - Médias do Índice de Área Foliar- IAF, em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.....	46
Tabela 16 - Médias do Índice de Área Foliar- IAF, em alface americana , irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	47
Tabela 17- Médias da Taxa de Assimilação Líquida –TAL ( $\text{g dm}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ ), em alface americana , irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/ SP, 2003.....	51
Tabela 18- Médias da Taxa de Assimilação Líquida –TAL ( $\text{g dm}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ ), em alface americana , irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/ SP, 2003.....	51
Tabela 19 - Médias de comportamento de dados morfo- fisiológico, medidos na colheita da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2, São Manuel/SP, 2003 .....	54
Tabela 20 - Médias de produtividade da parte comercia (Cabeça - C) e não comercial (Saia - S) ( $\text{t ha}^{-1}$ ) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2 São Manuel/SP, 2003.....	57

Tabela 21 – Médias da perda de massa (%) nas folhas cabeça da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), durante 20 dias após a colheita no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	58
Tabela 22 – Médias de medidas feitas após a colheita da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), durante 20 dias no EXP 2. São Manuel – SP, 2003.....	60

## FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1 - Dados diários de evaporação (mm), medida no tanque Classe “A” da estação meteorológica da Fazenda Experimental São Manuel, FCA/UNESP no período de 20/02/03 a 17/04/03 (EXP 1) e 30/05/03 a 21/07/03 (EXP 2). São Manuel/SP, 2003.....	12
Figura 2 - Representação da área experimental e distribuição dos tratamentos, São Manuel/SP, 2003.....	14
Figura 3 - Detalhe dos túneis utilizado no experimento de alface americana, São Manuel/SP,2003.....	15
Figura 4 - A) Cabeçal de controle de irrigação, B) Linha principal e laterais de irrigação, SãoManuel/SP, 2003.....	17
Figura 5 - Vista parcial dos sistemas de irrigação A) Gotejamento B) Sulco, São Manuel/SP, 2003.....	18
Figura 6 - Vista parcial dos sistema de microaspersão, São Manuel/SP, 2003.....	19
Figura 7 - Dados diários da evaporação (mm) medida no tanque Classe “A” da área experimental e estação meteorológica da Fazenda experimental São Manuel, FCA-UNESP, no período de 09/06/03 a 21/07/03 (EXP 2), São Manuel/SP, 2003.....	29
Figura 8 - Curva de crescimento da massa fresca total (g planta <sup>-1</sup> ) de alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	30
Figura 9 - Massa fresca da cabeça e saia (%) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel, 2003.....	34
Figura 10 - Curva de crescimento da massa seca total (g planta <sup>-1</sup> , em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	36
Figura 11 - Curva de crescimento da área foliar (dm <sup>2</sup> ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.....	40

- Figura 12 - Comportamento da razão do peso da folha – RPF ( $\text{g g}^{-1}$ ), em folhas da cabeça e saia em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003..... 42
- Figura 13 - Curvas de variação da Taxa de Crescimento Absoluto- TCA média ( $\text{g dia}^{-1}$ ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003..... 44
- Figura 14 - Comportamento gráfico do Índice de Área Foliar - IAF em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003..... 48
- Figura 15 - Curva de variação da Taxa de Crescimento da Cultura- TCC ( $\text{g dm}^{-2}$  semana $^{-1}$ ), média em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003..... 49
- Figura 16- Comportamento da Taxa de Assimilação Líquida- TAL ( $\text{g dm}^{-2}$  semana $^{-1}$ ), em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003..... 52
- Figura 17 - Comportamento de dados morfo-fisiológico, medidos na colheita da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S) no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003..... 54
- Figura 18 – Produtividade da parte comercial e não comercial ( $\text{t ha}^{-1}$ ) da alface americana, irrigadas por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003..... 56
- Figura 19 - Curva da perda de massa (%) das cabeças da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), durante 20 dias após a colheita no EXP 2 São Manuel/SP, 2003..... 58



## 1 RESUMO

Este trabalho teve por finalidade avaliar o desenvolvimento da alface tipo americana em três sistemas de irrigação. Foram conduzidos em campo dois experimentos, com a cultivar tipo americana em túneis baixos de 2 m de altura, 2,4 m de largura e 8 m de comprimento, onde foram instalados 12 parcelas com espaçamento de 0,35 X 0,35 m para o primeiro experimento (EXP 1) e 0,30 X 0,30 m para o segundo experimento (EXP 2), em uma área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção, Fazenda experimental São Manuel, UNESP, Campus Botucatu, SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três sistemas de irrigação e duas época de cultivo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram analisadas e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para avaliar o crescimento foram feitas coletas semanais de plantas e avaliadas as seguintes medidas: massa fresca, seca e área foliar, onde baseado nos dados de massa seca e área foliar foram aplicados índices-morfo-fisiológicos. No primeiro experimento (20/02/03 a 16/04/03), as plantas não tiveram boa formação de cabeça, sendo o melhor resultado de produtividade de cabeça para as plantas irrigadas por sulco, 37  $\text{tha}^{-1}$ . No segundo experimento (30/05/03 a 21/07/03), obteve-se melhores resultados, sendo as plantas irrigadas por sulco com os melhores resultados, com produtividade de 56  $\text{tha}^{-1}$ , seguido pelo gotejamento com 54  $\text{tha}^{-1}$ . As plantas irrigadas por microaspersão não apresentaram boa formação de cabeça, apresentando uma produtividade de 18  $\text{tha}^{-1}$  (EXP 1) e 26  $\text{tha}^{-1}$  (EXP 2).

**LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) YIELD IN THREE IRRIGATION SYSTEMS, BOTUCATU, 2003.** 68 p. Thesis (Doctor Degree in Agronomy/ Irrigation and Drainage) – Agronomy School, São Paulo State University (UNESP).

**Author: Cristina Miranda de Alencar**

**Adviser: Prof. Dr. Raimundo Leite Cruz**

## **2. Summary**

This study aimed to evaluate the development of lettuce in three irrigation systems. Two field trials were accomplished with lettuce cultivar in low tunnels with 2m of height, 2.4m of width and 8m of length, where 12 treatments were installed in spacing: 0.35 x 0.35m for the first experiment (EXP 1) and 0.30 x 0.30 m in the second experiment (EXP 2), in an experimental area of São Manuel Education, Research and Production Farm, UNESP, Botucatu Campus, SP, Brazil. Trial design was totally randomized with three irrigation systems and two cultivation seasons. The obtained data were subjected to variance analysis and the obtained averages were scanned and compared with Tukey test, at 5% probability. To evaluate growth, plants were weekly collected and green mass, dry mass, and foliar area were evaluated, where morpho-physiological indexes were applied based on mass dry mass and foliar area data. In EXP 1 (20/02/03 to 16/04/03), the plants did not have good head formation, although the best results for head production were presented by the plants irrigated by furrow system, (37 t ha<sup>-1</sup>). In EXP 2 (30/05/03 to 21/07/03), better results were obtained: furrow-irrigated plants had the best results (56 t ha<sup>-1</sup>), followed by drip (54 t ha<sup>-1</sup>). The plants irrigated with sprinklers did not present good head formation: 18 t ha<sup>-1</sup> (EXP 1) and 26 t ha<sup>-1</sup> (EXP 2).

## INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma planta anual pertencente a família das Asteraceae, cultivada desde a antigüidade. É considerada a hortaliça herbácea ou folhosa mais conhecida para consumo como salada.

No Brasil a alface é a principal hortaliça folhosa produzida e consumida, destacando-se como cultura de grande importância econômica, com uma área de cultivo de 31 mil hectares e 2 milhões de toneladas, movimentando 2 bilhões de reais por ano.

A região sudeste é responsável por 65 % da produção nacional, destacando-se os Estados de São Paulo e Minas Gerais como os maiores produtores IBGE (1996) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Segundo Alface, 2003, a estimativa é que 1.800 hectares tenham sido cultivados e o volume comercializado na CEAGESP (Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo) por ano (média de 1998 a 2001) é de, aproximadamente, 22.000 toneladas.

A alface americana é do tipo que forma cabeça compacta, suas folhas internas de coloração amarela ou branca, imbricada (semelhante ao repolho), e crocância, que é mantida, mesmo quando em contato com alimentos quentes, sendo por isso muito utilizada em sanduíches. Por essas razões vem ganhando espaço e tem sido plantada, principalmente, para atender as redes “fast foods”. O sul do Estado de Minas Gerais tem se destacado, tomando-se o polo produtor dessa hortaliça com cerca de 1.000 toneladas brutas por mês (YURI, citado por BUENO, 1998; MOTA et al., 2003).

No século XX, a população mundial aumentou três vezes enquanto o consumo de água multiplicou-se por seis. A perspectiva é que o consumo deste recurso dobre nos próximos 25 anos. A agricultura irrigada é um dos grandes consumidores desse recurso natural. Diante disto o reconhecimento que este recurso natural é cada vez mais finito, impõe a necessidade de sistemas de produção mais eficientes com manejo adequado para garantir a sustentabilidade da agricultura irrigada. Principalmente, quando se fala em cobrança do uso da água, pois se esta água for usada de forma racional de maneira que se obtenha máxima produção e qualidade, a agricultura além de se tornar mais competitiva estará cumprindo seu papel ecológico. Neste sentido a irrigação juntamente com a drenagem se dimensionadas, garantem o enriquecimento do ciclo hidrológico, retornando praticamente 100% do volume em água melhorada, seja pela ETc, seja pela recarga de aquíferos subterrâneos, utilizando-se assim desses filtros perfeitos que a natureza proporciona nas relações água-solo-planta (ITEM, 2001).

As hortaliças, em geral, são exigentes em água, particularmente a alface, que constitui mais de 90 % do peso fresco da parte comercial, contendo 94 % de água numa cultivar lisa e 95,6 % numa tipo americana, devendo-se manter o teor de água no solo superior a 80 % da capacidade da água disponível durante o ciclo da cultura, pois se convenientemente irrigada, consegue-se plantas bem desenvolvidas e de melhor qualidade. Caso contrário, o crescimento é prejudicado resultando plantas com folhas menores e rijas, cabeças pequenas e mal formadas (MURAYAMA, 1999).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento da alface tipo americana em três sistemas de irrigação, através de manejo adequado da irrigação, buscando informações sobre o procedimento mais adequado para seu crescimento.

## **4.REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 A Cultura da alface**

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertence a família botânica Asteraceae, da ordem Asterales e da classe Magnoliatae (SONNENBERG, 1985). É uma planta herbácea, anual e uma excelente fonte de vitamina A, possuindo ainda as vitaminas B1, B2 e C, além de cálcio e ferro. Pelo fato de ser consumida crua, conserva todas as suas propriedades nutritivas. De agradável paladar, é aconselhada nas dietas de baixas calorias, devido ao seu pequeno valor energético (LISBÃO et al., 1990; CAMARGO, 1992; MURAYAMA, 1999).

De acordo com Murayama (1999) e Filgueira (2000), o caule é diminuto, não ramificado, ao qual se fixam as folhas. As variedades se agrupam em cinco tipos: cabeça crespa, cabeça lisa, romana, de haste e folha. Apesar do modo de cultivar ser a mesma para todos os tipos, eles diferem bastante entre si quanto a sua adaptação as condições ambientais, resultando em produtos comerciais distintos para cada tipo. A melhor época para a semeadura da alface em São Paulo vai do princípio de março a julho, quando haverá bom desenvolvimento das plantas e formação de boas cabeças ou de folhas tenras e viçosas. Fora desses meses, obtém-se cabeça, mais esta não se fecha bem.

Segundo Mota (1999) a alface aumenta de peso linearmente até os 30 dias após o transplante, depois o peso é acentuado até a colheita. Apesar de absorverem quantidades relativamente pequenas de nutrientes quando comparadas a outras culturas, seu ciclo rápido (50 a 70 dias) a torna muito exigente quanto a esses elementos

Por ser uma hortaliça de ciclo curto e crescimento rápido, é muito exigente às condições climáticas, disponibilidade de água e nutrientes para que tenha acelerado incremento de peso. A adubação da cultura da alface deve observar a saturação em bases no solo, elevando-se a 70 % sempre que inferior a 60 % (GOMES, 1998).

Quanto ao solo a alface prefere terras com acidez entre 6,0 a 6,8. Por possuir sistema radicular superficial não pode explorar grande extensão do solo em busca de fertilizantes, preferindo terras soltas e férteis e com humos, que devem ser previamente bem preparadas e adubadas (MURAYAMA, 1999). Planta de inverno, a alface é capaz de resistir à baixas temperaturas e à geadas leves. Todos os seus cultivares produzem melhor sob temperatura amena, sendo que temperaturas mais elevadas (20 a 30 °C) aceleram seu ciclo vegetativo, favorecem o florescimento em plantas menores, diminuindo a produtividade (KALIL, 1992).

No Brasil, as variedades de alface americana que estão sendo mais plantadas são 'Lorca', 'Raider', 'Lucy Brown' e 'Mesa 659'. A cultivar Lucy Brown apresenta um ciclo de 48 a 65 dias após o transplante dependendo da época do transplante. A planta apresenta tamanho grande, tem excelente compacidade e peso médio entre 750 e 1300 g. As folhas são grossas, o que dá uma ótima proteção à cabeça e boa resistência ao apodrecimento de cabeça provocado por *Erwinia spp*, possibilitando seu plantio no verão (GROW citado por MOTA 1999; YURI, 2000).

## 4.2 Irrigação

Irigar é repor a água consumida pelas culturas, por essa razão, a resposta de uma cultura à disponibilidade de água depende, de uma forma mais ampla, de como se dá o movimento da água através do sistema solo-planta e qualidade do crescimento da planta. Por isto há muitos séculos, o homem entendeu que a reposição de água é fundamental para obter boas colheitas. Mas a técnica da irrigação somente começou a se

aperfeiçoar nas última décadas, principalmente quando se intensificou a agricultura em zonas áridas como no sul da Califórnia, nos Estados Unidos, a costa da Almeria, na Espanha, alguns desertos e muitas outras. No entanto, as pesquisas sobre irrigação só se fundamentaram diante do alto custo de implantação. Em Israel, por exemplo o insumo agrícola mais caro para o agricultor é a água (US\$ 0,15 por metro cúbico). Por isto, tornou-se objetivo irrigar com o máximo de economia, aproveitamento e rendimento (SGANZELA, 1997).

Experimentos realizados com irrigação controlada, demonstram que o peso da planta e a produtividade aumentam, linearmente com a quantidade de água aplicada. O teor de água no solo condiciona a absorção de água e nutrientes minerais para o desenvolvimento das plantas, devendo-se conservar um bom teor de umidade, o que se consegue com o controle de irrigação, quer por aspersão ou sulcos de infiltração (FILGUEIRA, 2000; PEREIRA e LEAL 1989, MURAYAMA, 1999).

#### **4.2.1 Irrigação por gotejamento**

A irrigação por gotejamento compreende a aplicação de água no solo diretamente sobre a região radicular, através de tubos perfurados com orifícios de diâmetro reduzido ou por meio de pequenos dispositivos denominados de gotejadores, com aplicação pontual d'água, com vazão de até  $12 \text{ L h}^{-1}$ , trabalha com pressões variando entre 50 a 250 kPa, sendo normalmente para a maioria dos gotejadores de 100 kPa, com alta frequência (turno de 1 a 4 dias) para que a umidade do solo na zona radicular fique sempre próxima a "Capacidade de Campo". Em consequência, a planta metaboliza continuamente em seu potencial máximo. (AZEVEDO, 1986; GOMES, 1998; BERNARDO, 2002).

Este sistema de irrigação está se tornando cada vez mais popular em áreas com escassez de água e problemas de sais. Entre as vantagens desse método, incluem-se o aumento da produtividade, melhor qualidade de plantas, o aumento na eficiência dos fertilizantes, redução na competição de ervas daninhas. Por outro lado por ser um sistema fixo, seu custo de implantação se eleva a medida que diminui o espaçamento entre plantas e aumenta o número de emissores, e ainda, a exigência de sistema de filtragem e água de boa qualidade, pois por possuir pequenos orifícios cujo diâmetro varia entre 0,5 e 1,5 mm são

muitos susceptíveis a entupimento com partículas orgânicas e minerais e acumulação de sais com o tempo. Uma vez entupido um gotejador, dificilmente ele é recuperado, exceto nos modelos com dispositivos próprios para desentupir (AL-KARAGOULII e MINASIAN, 1992; BERNARDO, 2002).

#### **4.2.2 Irrigação por microaspersão**

A microaspersão surgiu devido a problemas de entupimento dos gotejadores, que tem como finalidade transformar a água aplicada em pequenas gotas, por emissores rotativos ou fixos, tendo como meio de propagação o ar, sendo a área molhada definida pelo emissor independente do tipo do solo, trabalha com vazão que varia de 20 a 140 Lh<sup>-1</sup>, pressão de 50 a 300 kPa e diâmetro acima de 6 mm. Existem no comércio vários tipos de microaspersores, desde os mais complexos até os constituídos por uma simples “espátula” na extremidade do microtubo (AZEVEDO, 1986; SGANZELA, 1997, BERNARDO, 2002).

É um sistema muito importante para o cultivo de alface e outras folhosas nos períodos de calor e também na produção de mudas, principalmente nos períodos mais quentes por manter o ambiente com temperatura amena, não há risco de lixiviação do solo. A névoa formada pela irrigação, permite o cultivo de alface em pleno rigor do verão, época que praticamente não há produção a céu aberto, devido o excesso de calor e baixa umidade relativa do ar (SGANZELA, 1997).

#### **4.2.3 Irrigação por sulco**

São pequenos canais construídos entre linhas de plantio, que conduz e distribui a água diretamente sobre a superfície a ser irrigada. O fornecimento de água ao sistema radicular das culturas é realizado através do movimento lateral da água infiltrada. Por isso, os sulcos mais próximos às linhas de plantas cultivadas são capazes de fornecer água com maior eficiência as culturas (SCALOPPI, 1986a). Frizzone (1993), complementa afirmando que em pomares este método pode ser considerado como uma das formas de irrigação localizada, sendo possível molhar somente uma fração da superfície do solo (20 a 40 %). Com



isto, maior flexibilidade operacional deste sistema permite elevar a eficiência de irrigação, isto é ajustar a vazão aplicada às variações da taxa de infiltração do solo durante um evento de irrigação.

Em contraste com os outros métodos de irrigação, Bernardo (2002) comenta que por ele não molhar toda a superfície do solo, normalmente de 30 a 80% da superfície total diminui a evaporação, reduzindo assim a crosta na superfície total dos solos argilosos, tornando possível cultivar o solo e realizar colheitas logo após as irrigações, o que não ocorre com outros métodos, exceto o gotejamento. O mesmo autor finaliza afirmando que, além disso, em virtude da condução de água ser feita por meio de sulco, o que não exige tubulações e pressão de serviço este método de irrigação é um dos sistemas com menor custo de implantação e operação.

Sobre as vantagens ainda, Scaloppi, 1986<sup>a</sup> destaca que em relação aos outros sistemas, o sulco é adaptável a um grande número de tipos de solo e culturas, não apresentando dependência do porte da cultura e da ocorrência de ventos. Quanto a qualidade, a água pode ser de baixa qualidade física, química ou biológica não representando sérias restrições a utilização deste sistema, uma vez que, em geral a água não entra em contato direto com as partes vegetais consumida “in natura”.

#### **4.3. Análise de crescimento**

Segundo Goto et al. (2001) para atender às exigências hídricas das hortaliças, principalmente em cultivo protegido, é de grande importância o conhecimento dos modelos de crescimento e acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos. Dependendo da espécie, do ciclo e da parte da planta, ou seja, parte vegetativa ou reprodutiva que seja de interesse econômico, o estudo para o atendimento de exigências hídricas pode ser bem distinto. Antes de se pensar num adequado manejo de irrigação, estes aspectos devem ser considerados, o que pode auxiliar de forma decisiva na viabilidade técnica e econômica em relação ao fornecimento e manejo da água para as plantas.

Independente da dificuldade inerente ao nosso conhecimento sobre a complexidade que envolve o crescimento das plantas, a análise de crescimento deve ser usada por ser um meio acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal. Estes processos são interpretados pelo uso de algoritmos para ajuste de funções não lineares, viabilizando o uso de modelos matemáticos para análise de crescimento. Entretanto, estes modelos tendem a ser excessivamente simplificados, para representar adequadamente as curvas de crescimento. Usualmente, modelos envolvendo maior número de parâmetros são mais flexíveis e possibilitam melhor ajuste (CAUSTON e VENUS, 1981). No entanto para Calbo et al. (1989), as funções matemáticas tais como Hoerl e polinômio do terceiro grau apresentam estimativas de crescimento relativo absurdas, que indicam claramente que a estimativa deste índice depende da escolha da função empregada no ajuste matemático. Portanto a escolha do modelo inadequado pode levar a conclusões errôneas.

Para Benincasa (1988), como o crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, em função do acúmulo de material resultante da fotossíntese, esta passa a ser o aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Localização e caracterização da área experimental**

O presente trabalho foi realizado, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção, Fazenda Experimental São Manuel, pertencente a Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Botucatu, localizado no município de São Manuel, estado de São Paulo. A altitude de 740 m acima do nível do mar e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude de 22° 46' Sul, Longitude 48° 34' Oeste do meridiano de Greenwich.

### **5.2 Clima**

A estação meteorológica da Fazenda Experimental São Manuel, segundo os critérios adaptados por Köppen, baseados nas observações meteorológicas, apresenta clima temperado Mesotérmico, Cfa, onde “C” é a zona climática, “f” é a variedade climática específica em termos de umidade e “a” é o subtipo térmico: esta região é constantemente úmida, com temperatura média anual de 21 °C, temperatura média do mês

mais quente 23,8 °C e temperatura média mensal mais fria de 17 °C. No período de condução dos experimentos de fevereiro a julho de 2003, foram registradas as, evaporação, representados na Figura 1.

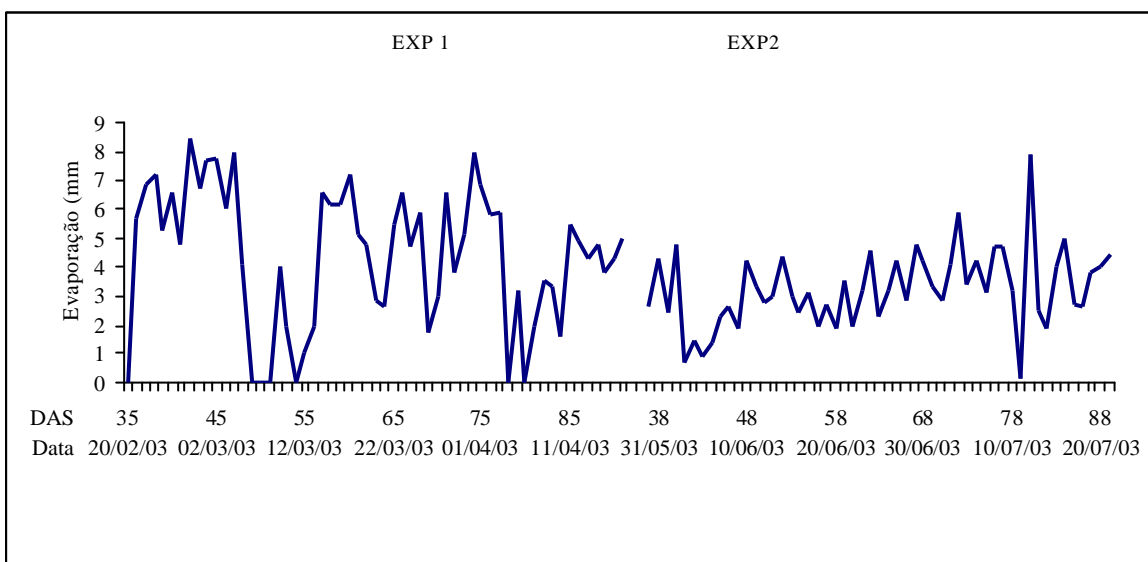


Figura 1. Dados diários de evaporação (mm), medida no tanque Classe “A” da estação meteorológica da Fazenda Experimental São Manuel, FCA/UNESP, no período de 20/02/03 a 17/04/03 (EXP 1) e 30/05/03 a 21/07/03 (EXP 2). São Manuel/SP, 2003.

### 5.3 Solo

O solo onde foi instalado o experimento está classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura média com relevo ondulado a suave, de acordo com critérios da EMBRAPA (1999) e foi corrigido com base na análise química realizada pelo laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais da FCA (Tabela 1), de acordo com a metodologia de Raij e Quaggio (1983).

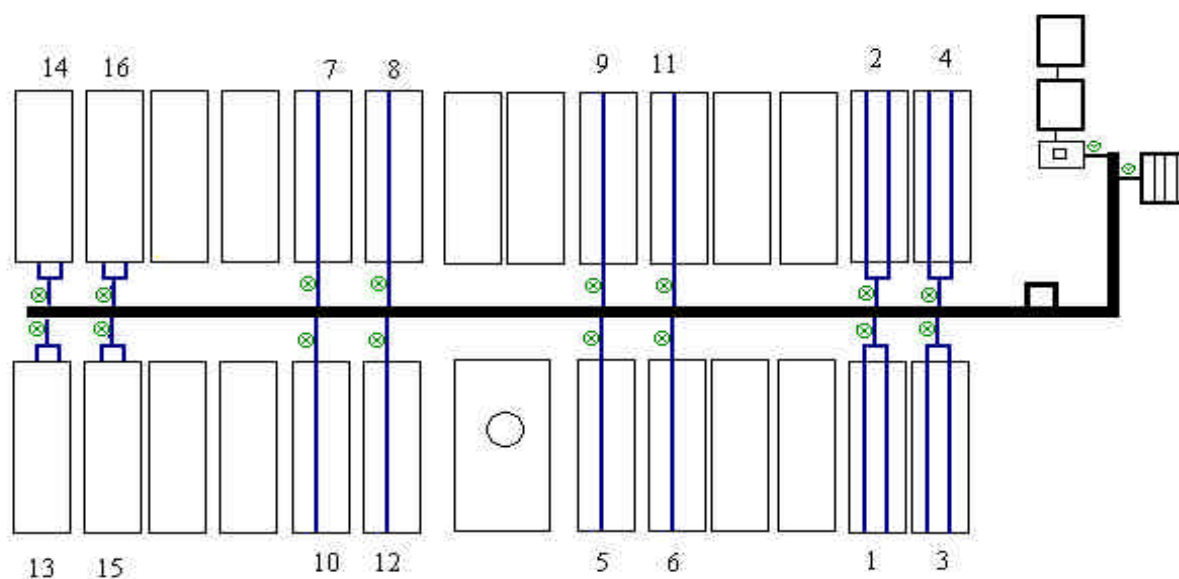
Tabela 1. Análise química do solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. São Manuel/SP, 2003.

pH (CaCl <sub>2</sub> )	MO (g dm <sup>-3</sup> )	P <sub>resina</sub> -----	K	Ca	Mg	CTC	V
			-----mg dm <sup>-3</sup> -----				%
5,5	15	15,1	4,4	24	9	61	61

#### 5.4 Delineamento estatístico e tratamento

O experimento 1 (EXP 1) e o experimento 2 (EXP 2), foram instalados em túneis baixos em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (os sistemas de irrigação: gotejamento, microaspersão e sulco) e quatro repetições, compostas por parcelas experimental (unidade), onde a área de cada parcela representada pelos sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão e sulco. As unidades experimentais dos sistemas por gotejamento e sulco foram constituídas por um canteiro para cada repetição e para o sistema de microaspersão, dois canteiros para cada repetição. Cada canteiro teve dimensões de 1 m de largura por 8 m de comprimento e constituído de quatro linhas de planta, totalizando 104 plantas por canteiro (Figura 2).

A cada dois canteiros foram cobertos por filmes plásticos de 75 micra de espessura e instalados a 2 m de altura, tendo, 2,4 m de largura e 8 m de comprimento, os filmes plásticos foram suportados por arcos metálicos espaçados entre si de 2,6 m, conforme mostra a Figura 3.



### Legenda

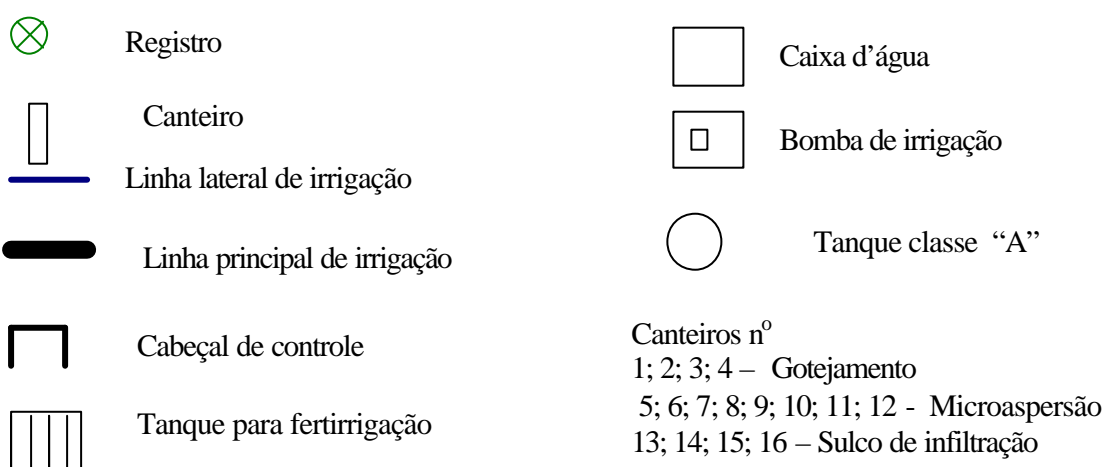


Figura 2. Representação da área experimental e distribuição dos tratamentos, São Manuel/SP, 2003.



Figura 3. Detalhe dos túneis utilizados no experimento de alface americana. São Manuel/SP, 2003.

## 5.5 Condução do experimento e instalação

### 5.5.1 Produção das mudas

Utilizou-se duas cultivares de alface americana (*Lactuca sativa* L.) Lucy Brown (EXP 1) e Raider (EXP 2).

No dois experimentos a produção de mudas foi realizada no viveiro da Fazenda Experimental São Manuel. As sementes tipo peletizadas foram colocadas em bandejas de isopor (polimetano expandido) com 128 células, colocando-se uma semente por célula. O substrato utilizado para o enchimento das bandejas foi uma mistura de terra de barranco, esterco bovino peneirado e substrato comercial (Plantmax) e 400 g de fertilizante 0-8-28. Após ter sido colocada as sementes nas bandejas, estas foram cobertas por palha de arroz carbonizado. O suprimento de água no período de viveiro foi efetuado 3 vezes ao dia, com um regador de crivo fino. Nesta fase foi feita adubação foliar com 1 g de nitrocálcio; No EXP 2 foi feita aplicação de 1 g de fungicida sistêmico Azoxystrobin (Amistar) por 20 litros de água, como tratamento preventivo contra míldio (*Bremia lactuca*).

### 5.5.2 Preparo dos canteiros e transplante

O solo foi arado, gradeado e posteriormente para a formação dos canteiros, passou-se um rotocanteirador e adubou-se os canteiros (descrito no item 5.6)

As mudas foram transplantadas quando atingiram 4-5 folhas definitivas, seguindo o cronograma da Tabela 2.

Após o transplante, antes de serem irrigadas pelo sistemas de irrigação definitivos, para um melhor pegamento as mudas foram irrigadas durante 5 dias por aspersão convencional

Tabela 2. Cronograma dos EXP 1 e EXP 2, São Manuel/SP, 2003.

EXPERIMENTO N <sup>o</sup>	ESPAÇAMENTO cm	SEMEADURA	TRANSPLANTE	COLHEITA
1	35 x 35	15/01/03	20/02/03	17/04/03
2	30 x 30	23/04/03	30/05/03	21/07/03

### 5.6 Adubação e tratos culturais

A adubação foi feita com base na recomendação do Instituto Agronômico de Campinas (TRANI et al., 1996), a partir dos 8 dias após o transplante e a cada 8 dias foi aplicado através de fertirrigação 6 g de N e 4 g de K<sub>2</sub>O por metro linear, utilizando-se como fonte de nitrogênio a uréia (45 % de N) e de potássio o cloreto de potássio (60 % de K<sub>2</sub>O) divididos em 5 aplicações. A eliminação das ervas daninha nos canteiros foi feita manualmente sempre que necessário.

Durante o EXP 2 foram feitas 3 aplicações, usando 0,5 g de Amistar 10 L<sup>-1</sup> de água para o controle de míldio.



### 5.7 Instalação dos sistemas e manejo da fertirrigação e da irrigação

O suprimento de água para a irrigação proveio de duas caixas de polietileno de 1000 litros cada, interligadas e acopladas a uma bomba centrífuga com motor de 750 W. As caixas eram abastecidas com água proveniente de uma mina e uma represa localizadas na Fazenda Experimental de São Manuel.

Após os reservatórios de água e na entrada dos sistemas de irrigação foi instalado uma derivação na forma de cavalete com registro de esfera seguido de um manômetro, filtro de tela de 120 MESH, regulador de pressão, manômetro tipo Bourbon com glicerina e um hidrômetro (Figura 4A). Após o cabeçal de controle foi utilizado uma linha única de tubo de PVC com 50 mm de diâmetro externo para os três sistemas, e nas linhas laterais, tubo de PVC de 25 mm de diâmetro externo, com um registro para cada canteiro (Figura 4B).



Figura 4. A) Cabeçal de controle da irrigação, B) Linha principal e laterais da irrigação, São Manuel/SP 2003

### 5.7.1 Instalação dos sistemas

No sistema de gotejamento foi utilizado o Tubogotejador de marca CHAPIN, modelo 6100, espessura 200  $\mu$ , pressão de 100 kPa, com espaçamento de 20 cm para o EXP 1 e 10 cm para o EXP 2, com uma linha de irrigação para cada duas linhas de cultivo (Figura 5 A).

Para o sistema de sulco com o auxílio de um nível ótico, foi estabelecido um gradiente de declive de 0,5 % na direção do escoamento da água. Para a condução da água da linha principal para os sulcos foi utilizado 30 cm de tubo de polietileno preto de diâmetro interno de 16 mm, com uma linha de irrigação para cada duas linhas de cultivo (Figura 5 B).

No sistema de microaspersão foi utilizado microaspersores da DAN SPRINKLERS com vazão de 70 L h<sup>-1</sup>, a pressão de 200 kPa raio irrigável de 1,7 m, conectados a um tubo de polietileno preto com diâmetro interno de 16 mm, com espaçamento de 75 cm entre microaspersores, com 1 linha de microaspersores para cada 4 linhas de cultivo (Figura 6).



Figura 5. Vista parcial dos sistemas: A) Gotejamento, B) Sulco, São Manuel/SP, 2003.



Figura 6. Vista parcial do sistema de microaspersão. São Manuel/SP, 2003.

### 5.7.2 Manejo da fertirrigação

A fertirrigação no primeiro experimento foi feita utilizando um injetor tipo Venturi, no segundo foi feita com uma bomba ANAUGER, submersa com potência de 750 W, a qual foi instalada em uma caixa de cimento amianto de 1000 litros. Para fertirrigar foi utilizado sempre água da mina com uma condutividade  $0,1583 \text{ dS m}^{-1}$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . A fertirrigação era feita a cada 8 dias com nitrogênio e potássio como descrito no item 5.6.

### 5.7.3. Manejo da irrigação

No EXP 1 foi utilizado turno de irrigação de 3 dias, com reposição de água baseado na evaporação de Tanque Classe “A” da Fazenda Experimental São Manuel da FCA-UNESP.

Para o EXP 2 experimento foram instalados 4 tensiômetros, às profundidades de 0-20 e 20-40 cm, para cada sistema de irrigação, sendo que a hora de reposição da água era feita com base na médias das leituras dos tensiômetros de 20 cm de cada sistema, e o Tanque Classe “A” instalado na área experimental, para a quantidade de água

evapotranspirada a ser reposta. Nos dois experimentos aplicou-se a mesma lâmina nos três sistemas.

O Tanque Classe “A” foi colocado em dois dos canteiros das entrelinhas, coberto por túnel, em local representativo, em solo nu sobre o canteiro, de maneira que representasse a evaporação do tanque para todos os sistemas

### 5.7.3.1. Cálculo da altura (H) no tensiômetro para a irrigação

O cálculo para a altura foi feito através da Equação 1 (MAROUELLI et al., 1996).

$$H = \frac{10,2T_s + h_1 + h_2}{12,6} \quad (1)$$

Sendo:

H = Leitura da colunas de mercúrio, em cm;

$T_s$  = Tensão da água do solo em kPa;  $T_s = 10$  kPa

$h_1$  = Altura do nível de mercúrio na cuba, em relação a superfície do solo, em cm;

$h_2$  = Profundidade de instalação do tensiômetro, em cm.

### 5.7.3.2. Cálculo da lâmina de irrigação

A lâmina de irrigação foi aplicada segundo o método do Tanque Classe “A” de acordo com Marouelli et al. (1996), seguindo as seguinte equações:

A evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ,  $\text{mmdia}^{-1}$ ) foi calculada pela expressão:

$$E_{To} = K_p E_{ca} \quad (2)$$

em que:

$K_p$  = Coeficiente do tanque, adimensional;

$E_{ca}$  = Evaporação do tanque classe A,  $\text{mmdia}^{-1}$ ;

Para o cálculo da Evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ,  $\text{mmdia}^{-1}$ ) utilizou-se o seguinte cálculo:

$$ET_c = K_c E_{To} \quad (3)$$

Em que :

$K_c$  = Coeficiente de cultura, adimensional;

Foram utilizados os diferentes coeficientes ( $K_c$ ) de acordo com cada estágio de desenvolvimento da cultura ( $K_c = 0,65$  a  $0,75$ ) (MAROUELLI et.al 1996).

A lâmina real ( $L_r$ ,  $\text{mmdia}^{-1}$ ) foi calculada pela expressão:

$$L_r = \frac{ET_c}{E_a} \quad (4)$$

Em que:

$E_a$  = Eficiência de aplicação, adimensional.

Foi considerado uma eficiência de aplicação média para os três sistemas, de 0,85 (BERNARDO, 2002).

O volume de água aplicado ( $V_a$ ,  $\text{L dia}^{-1}\text{canteiro}^{-1}$ ) foi calculada por :

$$V_a = L_r A_c \quad (5)$$

Em que:

$A_c$  = Área do canteiro,  $\text{m}^2$ .

#### 5.7.4 Avaliação da uniformidade de distribuição de água dos sistemas de irrigação

Foram feitas duas avaliações, uma a cada final de experimento, onde avaliou-se o sistema de gotejamento e microaspersão. O procedimento utilizado para esta avaliação foi o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), em que se utiliza a equação proposta por J.E. Christiansen, recomendada pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos, a qual foi determinado segundo Bernardo (2002), sendo escolhido três linhas laterais ao acaso, sendo então a média dos CUC das linhas. A uniformidade é determinada pela Equação 6.

$$CUC = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|}{n \cdot \bar{q}} \right) \quad (6)$$

em que:

$q_i$  = Vazão de cada aspersor ou gotejador,  $l \ h^{-1}$ ;

$\bar{q}$  = Vazão média dos aspersores ou gotejadores,  $l \ h^{-1}$ ;

$n$  = Número de aspersor ou gotejador.

#### 5.8 Características agronômicas avaliadas

Avaliou-se os efeitos dos tratamentos (os três sistemas de irrigação) sobre as medidas que analisam o crescimento da planta: dados Morfo-fisiológicos e índices-morfo-fisiológicos.

## **5.8.1 Dados morfo-fisiológicos**

### **5.8.1.1 Massa fresca (MF) e massa seca (MS)**

No laboratório as massas frescas total, da saia (folhas externas, verdes) e da cabeça (folhas internas imbricadas e esbranquiçadas ou amareladas) foram obtidas em balança eletrônica com precisão de 0.01g; a massa seca, pelo processo de secamento em estufa com circulação forçada à temperatura de 70 °C, até atingir massa constante, sendo em seguida utilizada a balança eletrônica para a obtenção das massas secas: saia e cabeça.

No EXP 1 dos 64 aos 85 dias após a semeadura (DAS) foi considerado uma única massa fresca e seca, e aos 92 DAS foi separadas as massas fresca das folhas da cabeça e as massas fresca das folhas da saia. No EXP 2 dos 56 aos 71 DAS foi considerado uma única massa fresca e seca e partir dos 78 DAS, foi separadas as massa fresca das folhas da cabeça e massa fresca das folhas da saia.

### **5.8.1.2 Área foliar (AF)**

A área foliar foi determinada por meio de um integrador digital, Automatic Área Meter, modelo LI-3100 (LI- COR).

## **5.8.2 Índices morfo- fisiológicos**

Os índices fisiológicos foram calculados a partir da MS e AF das folhas total (até 84 DAS – EXP 1 e até 71DAS - EXP 2) e saia (aos 92 DAS – EXP 1 e 78 a 90 DAS – EXP 2) de acordo com metodologia descrita em Benincasa (1988).

a) Razão de Peso da Folha (RPF),  $g\ g^{-1}$

$$RPF = \frac{MSF}{MST} \quad (7)$$

em que:

MSF= Massa seca da folha (saia e cabeça);

MST= Massa seca total.

O RPF foi calculado duas vezes, uma para as folhas da saia e outra para as folhas da cabeça.

b) Taxa de Crescimento Absoluto (TCA),  $g\ dia^{-1}$

$$TCA = \frac{MS_2 - MS_1}{T_2 - T_1} \quad (8)$$

em que:

$MS_2 - MS_1$  = Diferença da massa seca (g) entre duas amostragens;

$T_2 - T_1$  = Intervalo de tempo entre duas amostragens, dia

c) Índice de Área Foliar (IAF),

$$IAF = \frac{AF}{A} \quad (9)$$

em que:

AF = Área foliar,  $dm^2$ ;

A = Área total cultivada (espaçamento) por planta,  $dm^2$

Foi utilizado para o EXP 1:  $9,0\ dm^2$  ( $3,0 \times 3,0\ dm^2$ ) e para o EXP 2:  $12,25\ dm^2$  ( $3,5 \times 3,5\ dm^2$ )



e) Taxa Assimilatória Líquida (TAL),  $\text{g dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$

$$\text{TAL} = \frac{\text{MS}_2 - \text{MS}_1}{\text{AF}_2 - \text{AF}_1} \times \frac{\text{LnAF}_2 - \text{LnAF}_1}{T_2 - T_1} \quad (10)$$

em que:

$\text{AF}_2 - \text{AF}_1$  = Áreas foliares no intervalo das amostragens;

Ln = Logaritmo neperiano.

d) Taxa de Crescimento da Comunidade (TCC),  $\text{g dm}^{-2}$

$$\text{TCC} = \text{IAF} \times \text{TAL} \quad (11)$$

### 5.8.3 Colheita e pós-colheita

As colheitas foram realizadas aos 92 DAS, para o EXP 1 e 90 DAS para o EXP 2, onde foram colhidas cinco plantas por parcela e medidos o diâmetro da cabeça, altura da cabeça, comprimento do caule, compacidade e “tipburn”.

A pós-colheita foi realizada somente no EXP 2, foram coletadas cinco plantas de cada parcela no mesmo dia em que foi feita a colheita. Logo após a coleta, estas foram transportadas para o laboratório do Departamento de Gestão e Tecnologia Agro-industrial da FCA/UNESP. Ao chegar no laboratório, as folhas da saia, foram retiradas, em seguida as “cabeças” das alfaces foram armazenadas em câmara de BOD a  $0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . As avaliações foram realizadas a cada 4 dias, onde foram avaliadas suas características físicas, como perda de massa, clorofila e textura, e características químicas, como, pH, acidez total titulável e sólidos solúveis.

### 5.8.3.1 Análises físicas

**Perda de massa** – determinada em gramas com auxílio da balança eletrônica Gehaka modelo BG 440, precisão de 0,001 g

**Clorofila** – utilizou-se o clorofilometro Minolta modelo SPAD, foram feitas três leituras em cada folha amostrada.

**Textura** – determinada com auxílio de um texturômetro Stevens modelo LFRA, realizando as medições transversalmente da cabeça da alface. Os resultado são expressos em grama-força.

### 5.8.3.2 Análises químicas

As folhas da cabeça foram trituradas e homogenizadas e retirado o extrato aquoso para as avaliações de:

**pH** – determinado através de um potenciômetro Digimed, conforme técnicas desenvolvidas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

**Acidez total titulável (ATT)** – medida por titulação do homogenato, com NaOH 0,1 N, expressa em porcentagem de ácido cítrico (gramas de ácido málico por 100 gramas de tecido fresco), conforme técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

**Sólidos solúveis total (SST)** – medido através do refratômetro digital ATAGO PR-32, expressos em porcentagem conforme recomendação feita pela A. O. A. C. (1992) (Association of official analytical chemmistry)

## **5.9 Épocas das avaliações**

As avaliações foram realizadas semanalmente, sempre pela manhã coletando-se duas plantas por parcela, com exceção da colheita, onde foram retiradas cinco plantas. A cada coleta cortou-se a planta logo abaixo das folhas basais, bem rente ao solo, como recomenda Filgueira (2000). Após a coleta as plantas eram conduzidas para o laboratório para a realização das avaliações previstas. Para o EXP 1 as coletas iniciaram-se a partir dos 64 DAS (dias após a semeadura), sendo realizadas 5 coletas durante o desenvolvimento (64, 71, 78, 85 e 92 DAS) e no EXP 2 iniciaram-se aos 57 DAS, em um total de 6 coletas durante o desenvolvimento (57, 64, 71, 78, 85, 90 DAS).

## **5.10 Análise estatística**

Os efeitos dos diferentes tratamentos (três sistemas de irrigação) nas variáveis que analisam o crescimento da alface americana foram avaliadas através de análise de variância (Teste F) conforme Gomes (1984). As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## **6.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Avaliação dos sistemas de irrigação**

Para o sistema de gotejamento, para cada experimento foi utilizado um tipo de tubogotejador, o valor do Coeficiente de CUC foi 95 % (EXP 1) e 90 % (EXP 2). Na microaspersão, foi utilizado os mesmos microaspersores nos dois experimentos, com CUC de 87 % (EXP 1) e 82 % (EXP 2).

### **6.2 Manejo da fertirrigação**

A fertirrigação no EXP1 foi feita utilizando um injetor tipo Venturi, apresentando um bom desempenho para as fertirrigações dos sistemas de microaspersão e sulco, no entanto, este não apresentou bom funcionamento no sistema de irrigação por gotejamento, possivelmente isto ocorreu devido a este não apresentar boa operação a baixas pressões, como era o caso da irrigação por gotejamento, que funcionava a uma pressão de 80 kPa, concordando com Bettini (1999); Zanini e Olitta (1989) e Scaloppi (1986b), por esta razão no EXP 2 foi utilizado a bomba submersa, tendo esta apresentado bom desempenho durante todo o período do experimento, e em todos os sistemas.

### 6.3 Manejo de irrigação

Na Figura 7, comparando-se os valores de evaporação medida na estação meteorológica da Fazenda Experimental São Manuel, FCA-UNESP com os medidos no EXP 2, observa-se que a evaporação nesse experimento (sob túneis semi fechados) foi sempre menor, o que evidência um menor consumo de água pelas plantas nesse experimento, esses resultados foram encontrados também por Santos (2002). A diferença média entre as duas evaporações dos dois ambientes foi de 3,5%.

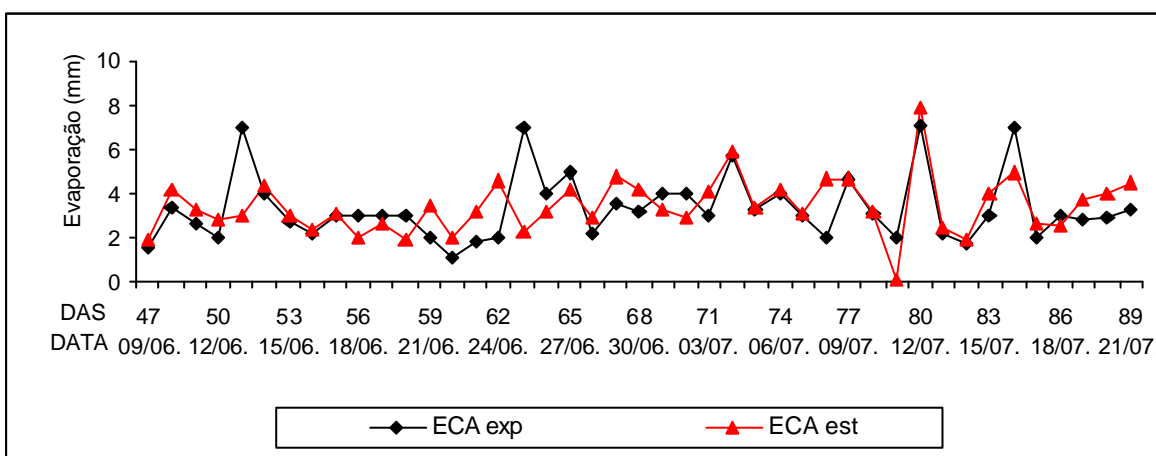


Figura 7. Dados diários da evaporação (mm), medida na área experimental e na estação meteorológica da Fazenda Experimental São Manuel, FCA/UNESP no período de 09/06/03 a 21/07/03 (EXP 2). São Manuel/SP, 2003.

### 6.4 Dados morfo- fisiológico

#### 6.4.1 Massa fresca total

A Figura 8 mostra o comportamento da massa fresca total, nos dois experimentos, para os três sistemas de irrigação o maior incremento de massa fresca nos dois experimentos ocorreram entre 85 e 92 dias após a semeadura (DAS). Nas plantas irrigadas

por sulco com 292,57 g planta<sup>-1</sup>semana<sup>-1</sup> para a cv. Lucy Brown (EXP 1) e 206 g planta<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup> para a cv. Rayder, (EXP2), o que está de acordo com Zink e Yamaguchi (1962), em que afirmam que mais de 50 % da massa fresca é produzida na semana anterior a colheita.

Neste mesmo período, semelhantemente ao incremento de massa fresca, a maior massa produzida no EXP 1, foram das plantas irrigadas por sulco, que apresentou em média de 669,87 g planta<sup>-1</sup>, que foi semelhante ao resultado encontrado por Mota (2003), em estudo com 17 cultivares de alface americana, com semelhantes condições de cobertura em Santana da Vargem, MG, encontrou para a cultivar Lucy Brown 668,3 g planta<sup>-1</sup>. No EXP 2 também as plantas irrigadas por sulco tiveram em média a maior massa 853,72 g planta<sup>-1</sup>, que por sua vez foi superior aos resultados encontrados pelo mesmo autor para a Cultivar Raider, 650 g planta<sup>-1</sup>. Thompson e Best citado por Yuri (2000), em estudo sobre competição de cultivares, no Canadá, no inverno, encontraram o melhor desempenho com uma massa fresca média de 826 g planta<sup>-1</sup> e Thompson e Best (1992) também citado pelo mesmo autor, avaliando sete cultivares de alface americana nos meses de maio a julho encontraram o melhor resultado para a cultivar Genini com 770 g planta<sup>-1</sup> em média.

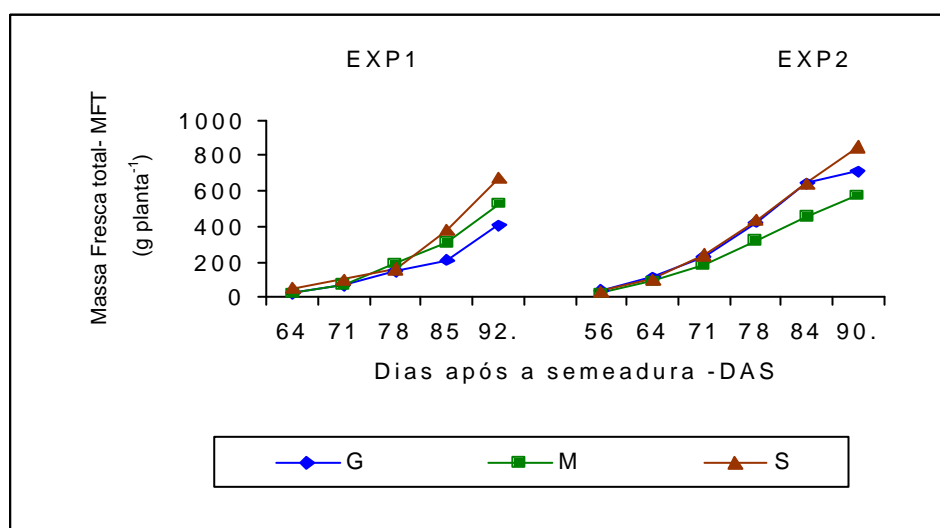


Figura 8. Curva de crescimento da massa fresca total (g planta<sup>-1</sup>) de alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Observa-se na Tabela 3, no EXP 1, que dos 64 aos 78 DAS não houve diferença significativa a nível de 5% entre as plantas irrigadas pelos diferentes sistemas. A partir dos 85 DAS houve diferença significativa, onde observa-se que as plantas irrigadas por microaspersão e sulco obtiveram maiores valores. As plantas irrigadas por gotejamento apresentaram as menores médias diferindo estatisticamente das plantas irrigadas por microaspersão e sulco. Já para o EXP 2, Tabela 4, dos 56 aos 71 DAS não houve diferença significativa, entre as plantas irrigadas pelos diferentes sistemas. Somente a partir dos 78 DAS, surgiram significância entre os tratamentos, onde diferente do EXP 2 os maiores valores de massa fresca total da parte aérea foram para as plantas irrigadas por sulco e gotejamento, nos três períodos (78, 84 e 90 DAS), apresentando as plantas irrigadas por microaspersão, valores de massa fresca inferiores estatisticamente às plantas irrigadas por sulco e gotejamento. Aos 90 DAS houve diferença significativa nas plantas irrigadas pelos três sistemas, sendo as plantas irrigadas por sulco com a maior massa fresca total da parte aérea.

Tabela 3. Acúmulo de massa fresca total (g planta<sup>-1</sup>) da parte aérea da alface americana irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1				
	Dias após a Semeadura (DAS)				
	64	71	78	85	92
G	23,69a*	66,76a	149,89a	204,66a	405,34a
M	21,15a	70,71a	187,64a	305,68ab	520,60b
S	51,00b	97,71a	159,86a	377,30b	669,87c

As médias seguida da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Tabela 4. Acúmulo de massa fresca total (g planta<sup>-1</sup>) da parte aérea da alface americana irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 2					
	Dias após a Semeadura (DAS)					
	56	64	71	78	84	90
G	37,10a*	111,59a	229,39a	421,20a	638,91a	713,26a
M	21,48a	87,69a	182,08a	317,56b	455,05b	569,60b
S	29,25a	98,70a	242,20a	436,65a	647,66a	853,72c

\* As médias seguida da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

#### 6.4.2 Massa fresca da cabeça e saia

Na Tabela 5, no EXP 1 as plantas irrigadas por sulco apresentaram maior massa fresca de cabeça diferindo estatisticamente das plantas irrigadas por gotejamento e microaspersão, com 450, 289 e 223 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. No entanto, estes resultados foram superiores ao encontrado por Verdial et al. (2000), em condições semelhantes em São Manuel, SP, estudando diferentes coberturas de solo, em que encontraram peso médio de cabeça de 148,50 g e semelhante para as plantas irrigadas por gotejamento e sulco. Mota (2003), trabalhando com diferentes cultivares com irrigação por gotejamento, em Santana da Vargem, MG, encontrou para a cultivar Lucy Brown, 266,6 g e Reghin et al. (2000), trabalhando com a cultivar Lucy Brown, em túneis baixos no período de verão, em Ponta Grossa, PR, encontrou peso fresco de cabeça de 258,35 g. No EXP 2, em média a massa fresca da cabeça das plantas irrigadas por sulco (514 g planta<sup>-1</sup>) e das plantas irrigadas por gotejamento (494 g planta<sup>-1</sup>) não diferiram estatisticamente. Já as plantas irrigadas por microaspersão obtiveram os menores resultados (348,81 g planta<sup>-1</sup>) e diferiram estatisticamente com as plantas irrigadas pelos outros sistemas. Estes foram superiores a Mota (2003) citado anteriormente para a cultivar Raider, 333,8 g, e Biscaro (2003), em estudo de



utilização de águas receptoras de efluentes urbanos em sistemas localizados, em canteiro com água tratada, com a cultivar Tainá em campo aberto, irrigada por gotejamento, 453 g.

Tabela 5. Médias de massa fresca das folhas da cabeça (g planta<sup>-1</sup>) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1		EXP 2	
	Dias após a semeadura -DAS			
	92	78	84	90
G	289,06a*	103,94a	281,51a	494,73a
M	223,70a	25,04b	163,33b	348,81b
S	450,00b	65,64a	268,76a	514,56a

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% probabilidade no Teste de Tukey.

A Figura 9 mostra em porcentagem, a massa fresca de cabeça e saia, nos três sistemas de irrigação. No EXP 1 as plantas irrigadas por gotejamento e sulco tiveram semelhantes porcentagens de plantas com cabeça, não diferindo estatisticamente, 70,33% (gotejamento) e 69,18% (sulco). No EXP 2, pode-se observar que aos 78 DAS as plantas irrigadas por gotejamento possuem menos massa fresca de saia, mas aos 85 DAS, houve um “aceleramento” na formação das plantas irrigadas por microaspersão, onde estas superaram em massa fresca de cabeça (54,46%) em relação às plantas irrigadas pelos outros sistemas, 44,06% para as plantas irrigadas por gotejamento e 41,5% para as plantas irrigadas por sulco. No entanto ao final (90 DAS) onde se completou a formação das cabeças, as plantas irrigadas por gotejamento tiveram maior porcentagem de cabeças formadas (69,57%), diferindo estatisticamente das plantas irrigada pelos outros sistemas, 60,54%, sulco e 59,49%, microaspersão.

No entanto as plantas irrigadas por microaspersão nos dois experimentos tiveram poucas cabeças formadas, com uma maior porcentagem de saia no EXP 1 (53,28%), época quente, ou com pouca diferença no EXP 2 (40,51%). O que pode ter ocorrido é que o molhamento direto das folhas pode ter prejudicado a formação destas plantas, o que não ocorreu nas plantas irrigadas pelos outros sistemas, onde não houve um molhamento direto nas folhas como ocorrem nas planta irrigadas por microaspersão.

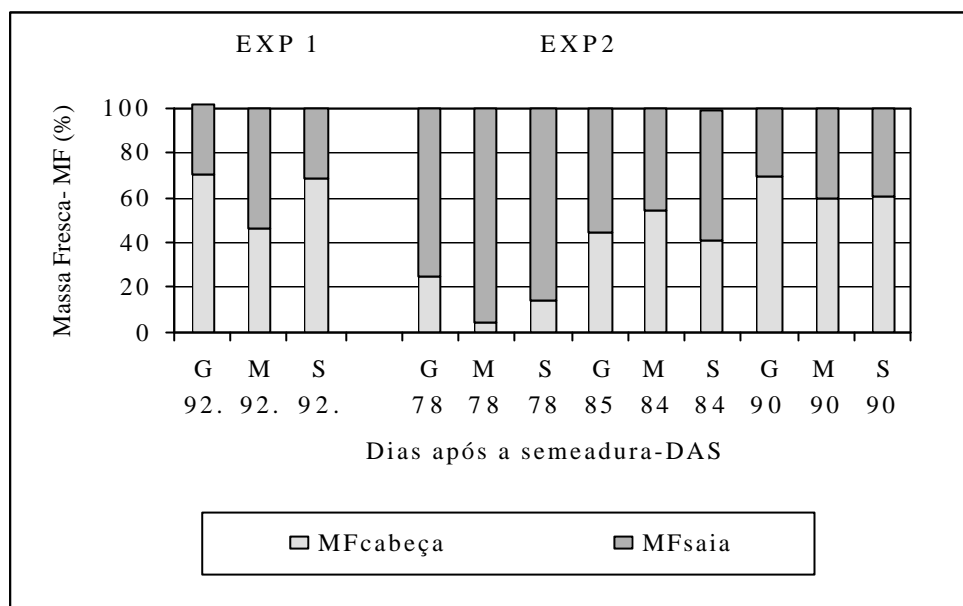


Figura 9. Massa fresca das folhas da cabeça e saia (%) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

### 6.4.3 Massa seca total

Na Tabela 6, observa - se o acúmulo de massa seca total, onde, no EXP 1 pode-se observar que semelhante ao que aconteceu na massa fresca total, exceto pelo 85 DAS entre os períodos 64 a 85 DAS, não diferiram estatisticamente, diferindo apenas aos 90 DAS, onde as plantas irrigadas por sulco tiveram as maiores massas. Por sua vez, neste mesmo período, as plantas irrigadas por microaspersão e gotejamento tiveram suas massas semelhantes. No EXP 2, Tabela 7, semelhante ao EXP 1 dos 56 a 71 DAS não houve diferença estatística, havendo esta diferença apenas partir dos 78 DAS, onde as plantas irrigadas por sulco apresentaram maiores massas secas total, diferindo significativamente a nível de 5% das massas secas total das plantas irrigadas por gotejamento e microaspersão nos períodos de 78 e 90 DAS e quanto as plantas irrigadas por gotejamento e microaspersão diferiram estatisticamente apenas aos 78 DAS. No entanto, pode-se observar que mesmo não diferindo

estatisticamente as plantas irrigadas por gotejamento sempre tiveram maiores massas que as plantas irrigadas por microaspersão.

Tabela 6. Acúmulo de massa seca total ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP1. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1				
	Dias após a Semeadura (DAS)				
	64	71	78	85	92
G	2,26a*	4,88a	7,05a	9,11a	38,34a
M	1,74a	5,08a	12,71a	13,71a	38,92a
S	3,42a	6,86a	9,00a	15,71a	54,57b

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Tabela 7. Acúmulo de massa secas total ( $\text{g planta}^{-1}$ ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 2					
	Dias após a Semeadura (DAS)					
	56	64	71	78	84	90
G	2,06a*	4,89a	9,71a	24,46a	21,67ab	22,98a
M	1,33a	3,84a	9,67a	17,26b	18,51a	18,91a
S	1,88a	3,89a	10,84a	31,21c	24,82b	31,66b

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

A Figura 10 mostra o comportamento da massa seca total, onde no EXP 1 comparando-se com a massa fresca total, observa-se que as duas massas tiveram comportamentos semelhantes. Diferentemente, no EXP 2 a massa seca não se assemelhou muito com a massa fresca, observando-se que aos 84 DAS houve uma diminuição na massa

seca, em todos os sistemas, nesta mesma época houve o início da formação de cabeça que apresenta um maior teor de água.

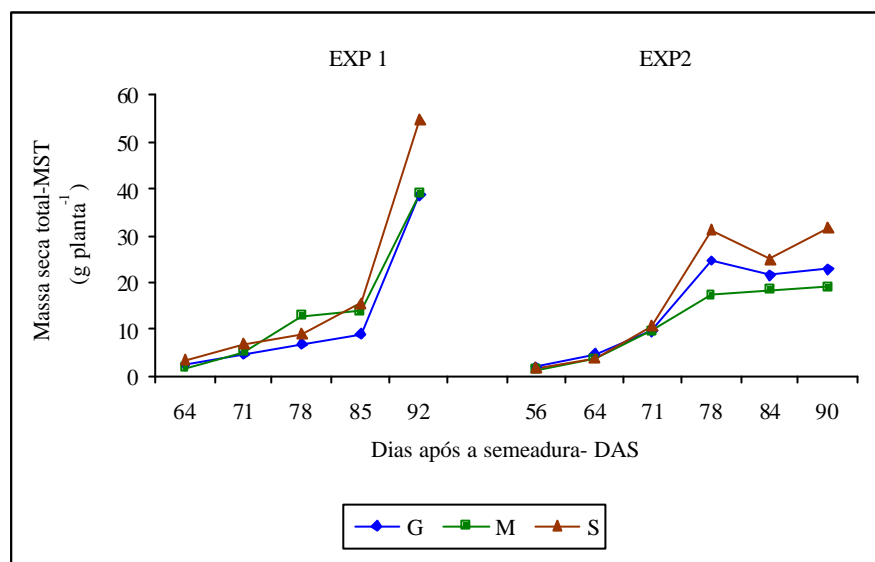


Figura 10. Curva de crescimento da massa seca total (g planta<sup>-1</sup>) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

#### 6.4.4. Massa seca da cabeça e saia

Na Tabela 8, verifica-se que as plantas irrigadas por sulco apresentam a maior massa seca de cabeça, que não diferiu estatisticamente com as plantas irrigadas por gotejamento, apenas diferindo das plantas irrigadas por microaspersão. Já no EXP 2, nota-se inicialmente que aos 78 DAS as plantas irrigadas por gotejamento apresentaram maior massa (4,51 g), o que demonstra o maior desenvolvimento de cabeça. No entanto, aos 85 DAS os três sistemas tiveram o desenvolvimento semelhantes e não diferiram estatisticamente. Diferenciando novamente aos 90 DAS, as plantas irrigadas por sulco obteve a maior massa (15,7 g), mas sem diferença significativa com as plantas irrigadas por gotejamento (14,41 g).

Tabela 8. Acúmulo de massa seca das folhas cabeça (g planta<sup>-1</sup>) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1		EXP 2	
	Dias após a semeadura (DAS)			
	92	78	85	90
G	33,65ab*	4,51a	6,54a	14,41a
M	29,34a	1,39b	4,84a	10,07b
S	45,19b	3,98a	6,85a	15,70a

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Pode ser observado na Tabela 9 que no EXP 1 diferentemente do que ocorreu na massa seca das folhas de cabeça, a massa seca das folhas da saia nas plantas irrigadas por microaspersão e sulco tiveram massa semelhantes, diferindo estatisticamente das massas secas das folhas saia das plantas irrigadas por gotejamento, que por sua vez teve sua massa seca das folhas da saia menor. Já no EXP 2, o comportamento das plantas irrigadas por gotejamento e microaspersão se assemelharam nos três períodos, diferindo estatisticamente das plantas irrigadas por sulco, com exceção do período de 85 DAS onde as plantas irrigadas pelos três sistemas se assemelharam.

Tabela 9. Acúmulo de massa seca das folhas da saia (g planta<sup>-1</sup>) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1		EXP 2	
	Dias após a semeadura (DAS)			
	92	78	85	90
G	5,31a	19,95a	15,13a	8,57a
M	9,58b	15,88a	13,67a	8,84a
S	9,38b	27,23b	17,97a	15,96b

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no

#### 6.4.5. Área foliar

As Tabela 10 e 11 e a Figura 11 mostram o crescimento da área foliar durante o período de desenvolvimento das plantas. O EXP 1 e EXP 2 demonstram tendências semelhante às massas frescas e secas, com o crescimento até 85 DAS (EXP 1) e 78 DAS (EXP 2) concordando com Dantas (1997), o qual trabalhando com alface em ambiente natural e protegido em Botucatu/SP, encontrou correlação linear entre a área foliar e massa fresca. No EXP 1, observou-se que o maior incremento de área foliar para as plantas irrigadas por gotejamento e microaspersão foi aos 78 DAS com aproximadamente 14 g e 16 g, respectivamente. Mas para as plantas irrigadas por sulco o maior incremento foi aos 85 DAS com 22 g. Observa-se ainda que, o período entre 85 e 92 DAS, nas plantas irrigadas por sulco e gotejamento apresentaram uma diminuição no crescimento da área foliar, isto ocorreu devido à formação da cabeça no alface. No entanto nota-se que nas plantas irrigadas por microaspersão isto não acontece, porque nas plantas irrigadas por microaspersão formaram mais folhas da saia do que folhas de cabeça.

No entanto, no EXP 2 as plantas irrigadas por gotejamento apresentaram um incremento constante de 10 g em média dos 57 DAS até os 78 DAS. Já para as plantas irrigadas por microaspersão e sulco estes incrementos foram maiores entre 64 e 71 DAS, com 22 g em média. Observou-se ainda, que após 78 DAS, houve uma diminuição leve até os 90 DAS, verificando-se que esta diminuição foi menor nas plantas de sulco. Na mesma Figura observa-se nos dois experimentos, que inicialmente até os 71 DAS (EXP 1) e 64 DAS (EXP 2), o aumento da área foliar foi pequena e com um maior aumento entre 78 e 85 DAS (EXP1) e 71 a 84 DAS (EXP 2), semelhante ao encontrado por Hamada (1993), que trabalhando com alface em diferentes lâminas de água, através de irrigação por gotejamento, também observou pequenos aumentos da área foliar no início (11-22 Dias após o transplântio-DAT) e ganhos acentuados a partir dos 22 a 32 DAT.

Nas plantas irrigadas por microaspersão, relacionando a área foliar com a formação de cabeça, nota-se que no EXP 1 não houve boa formação de cabeça o que pode ser verificado a maior massa fresca da saia na Figura 9. Para o EXP 2, observa-se que aos 90 DAS houve uma diminuição da área foliar, podendo relacionar-se isto a formação de cabeça (ver Figura 9).

Apesar das plantas irrigadas por sulco apresentarem uma diminuição da área foliar, isto não ocorreu pela não formação de cabeça e sim por possuir maior massa de cabeça.

Na Tabela 10, no EXP 1 verifica-se que não houve diferença significativa dos 64 a 78 DAS entre as áreas das folhas das plantas irrigadas pelos três sistemas, somente ocorrendo uma diferença significativa entre os 85 e 92 DAS, sendo que aos 85 DAS a maior área foliar foi nas plantas irrigadas por sulco. No entanto, estas não apresentaram diferenças significativas com as plantas irrigadas por microaspersão. Aos 92 DAS a maior área foi para as plantas irrigadas por microaspersão, a qual não diferiram estatisticamente das plantas irrigadas por sulco e gotejamento, no entanto as plantas irrigadas por sulco, diferiu significativamente das plantas irrigadas por gotejamento. No EXP 2 (Tabela 11) semelhante ao EXP 1, dos 57 a os 71 DAS não houve diferença significativa entre os sistemas, relacionando-se à formação de cabeça com a área foliar, observa-se que até a formação desta (aos 78 DAS), as plantas tiveram comportamentos semelhantes, independente do sistema de irrigação, sendo que, somente depois do período de formação de cabeça (85 DAS), o sistema de irrigação começaram a se diferenciarem.

Tabela 10. Médias de área foliar (dm<sup>2</sup>) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1				
	Dias após a Semeadura (DAS)				
	64	71	78	85	92
G	6,20a*	10,80a	24,11a	27,60a	17,60a
M	5,59a	13,89a	29,34a	38,90b	39,27ab
S	9,43a	18,66a	26,29a	49,19b	26,99b

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Tabela 11. Médias de área foliar ( $\text{dm}^2$ ) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 2					
	Dias após a Semeadura (DAS)					
	56	64	71	78	84	90
G	6,69a*	17,88a	38,23a	48,41a	48,62ab	31,92a
M	3,85a	12,95a	34,05a	38,31ab	41,79a	34,18a
S	5,69a	14,95a	36,62a	58,13b	56,15b	53,89b

\*As médias seguida da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

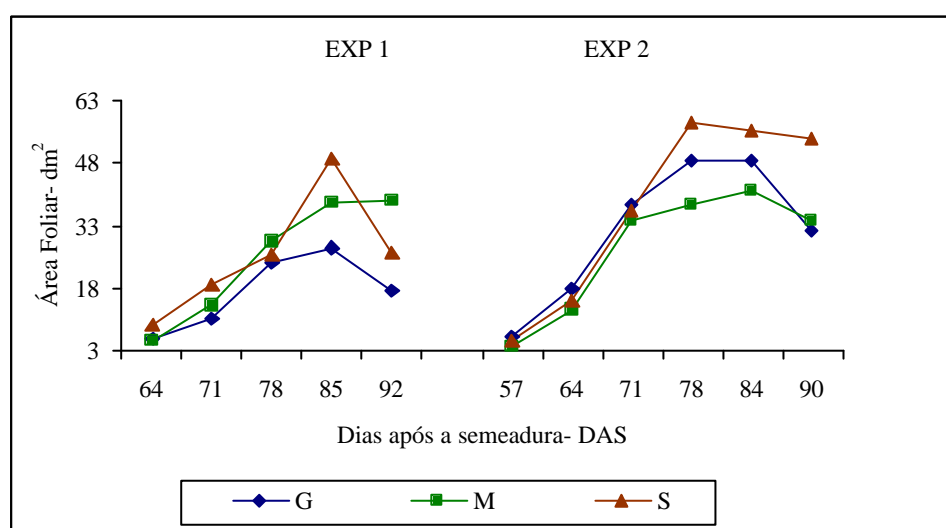


Figura 11. Curva de crescimento da área foliar ( $\text{dm}^2$ ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.



## 6.5 – Índices morfo-fisiológicos

### 6.5.1 – Razão do Peso Foliar – RPF

De acordo com Benincasa (1988), a razão do peso da folha, ao longo do ciclo dá uma idéia de translocação de compostos fotossintetizados para outras regiões da planta, que são diretamente dependentes da exportação deste material. Complementando esta afirmação, Larcher (2000) diz que nas plantas, os produtos assimilados nos sítios de produção (tecidos fotossinteticamente ativos, “fontes”) são transportados continuamente para outros locais, onde serão consumidos ou estocados (zonas de crescimento, sementes, frutos, e tecidos de deposição, “drenos”). Diante do exposto pode-se observar na Figura 12, no EXP 2 que as folhas da saia tiveram um comportamento semelhante a “fontes”, tecidos fotossinteticamente ativos e as folhas de cabeças a “drenos”, tecidos de deposição, devido ao aumento gradativo das folhas da cabeça, o que pode representar o transporte dos fotoassimilados para este órgão da planta.

De maneira geral os dados obtidos são concordante com Rodrigues (1990), em plantas de estilosas, onde ocorreu uma elevada razão de peso foliar na fase inicial de desenvolvimento vegetativo, decrescendo posteriormente, quando as folhas atingem a maturação em função da translocação de compostos fotossintetizados para outros órgãos da planta.

No EXP 1 não se tem a idéia de direcionamento de fotoassimilados, no entanto, mostra a maior concentração de massa nas folhas da cabeça e saia aos 90 DAS. Nos sistemas, observa-se que as plantas irrigadas por microaspersão apresentam a maior massa das folhas da saia porém é a que apresenta menor massa das folhas da cabeça, no caso das plantas irrigadas por gotejamento e sulco, revelaram menores massas para as folhas da saia, porém maiores massas das folhas da cabeça. Já para o EXP 2 aos 78 DAS as plantas irrigadas por gotejamento tiveram maiores massas das folhas da cabeça, seguidas pelas plantas irrigadas por sulco, sendo as plantas irrigadas por microaspersão as que apresentaram a menor massa. No entanto, aos 84 DAS as massas das folhas da cabeça foram semelhantes em todos os sistemas, porém aos 90 DAS esta diferença se acentuou novamente para as plantas irrigadas por gotejamento

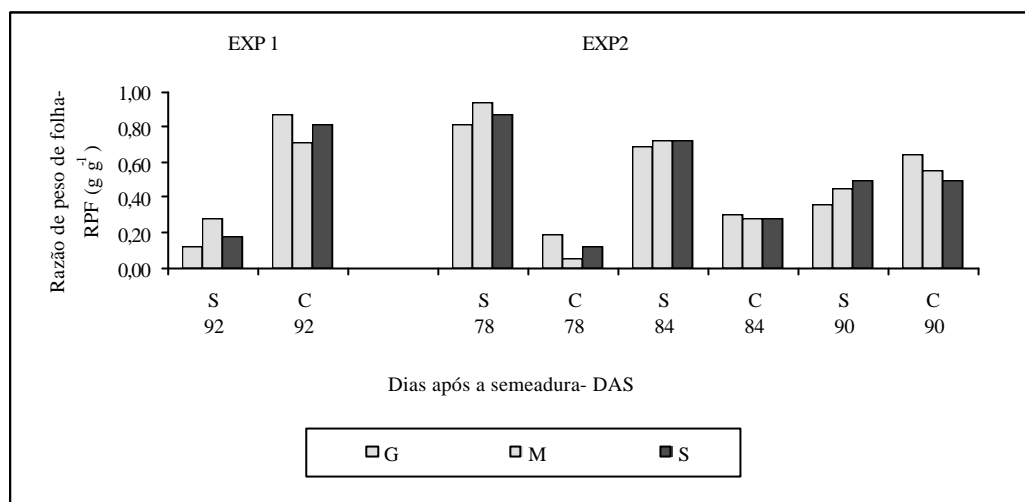


Figura 12. Comportamento da razão do peso da folha – RPF ( $g\ g^{-1}$ ), em folhas da cabeça e saia em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Complementando o que foi observado na Figura 12, na Tabela 12, no EXP 1 pode-se observar que tanto nas massas das folhas da saia como nas massas das folhas da cabeça, as plantas irrigadas por microaspersão apresentaram diferenças significativas em relação às plantas irrigadas por gotejamento, e não significativas em relação às plantas irrigadas por sulco. Por sua vez, as plantas irrigadas por sulco e o gotejamento não apresentaram diferenças significativas. Em relação ao EXP 2, aos 78 e 84 DAS tanto as massas das folhas da saia e cabeça, não apresentaram diferenças significativas entre os três sistemas, só havendo diferença aos 90 DAS, entre as plantas irrigadas por gotejamento e sulco e por sua vez as plantas irrigadas por microaspersão não apresentaram diferenças significativas entre as plantas irrigadas por gotejamento e sulco.

Tabela 12. Médias da razão do peso da folha – RPF ( $\text{g g}^{-1}$ ), em folhas da Cabeça (C) e Saia (S) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1		EXP 2					
			Dias após a semeadura- DAS					
	92		78		84		90	
	S	C	C	S	C	S	C	S
G	0,12a	0,88a	0,19a	0,81a	0,31a	0,69a	0,64a	0,36a
M	0,29b	0,71b	0,06a	0,94a	0,28a	0,72a	0,55ab	0,45ab
S	0,18ab	0,82ab	0,12a	0,88a	0,28a	0,72a	0,50b	0,50a

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

### 6.5.2 Taxa de Crescimento Absoluto- TCA

Segundo Benincasa (1988), este índice pode ser usado para indicar a velocidade média de crescimento ao longo do ciclo. A Figura 13 mostra as curvas de variação da TCA, no EXP 1, observa-se um crescimento constante nas plantas irrigadas por gotejamento dos 64 DAS aos 78 DAS e as plantas irrigadas por microaspersão tiveram seu maior crescimento no período entre 71 e 78 DAS. No caso das plantas irrigadas por sulco, as plantas revelaram o maior incremento no período que compreende 78 e 85 DAS, diferindo estatisticamente das plantas irrigadas por gotejamento e microaspersão (Tabela 13). Já no EXP 2, as plantas tiveram seu maior crescimento entre 71 e 78 DAS em todos os sistemas. Por sua vez as plantas irrigadas por sulco revelaram as maiores TCA entre 71-78 DAS diferindo estatisticamente das plantas irrigadas por gotejamento e microaspersão, que se apresentaram inferiores (Tabela 14).

Tanto na Tabela 13 como na Tabela 14, pode-se observar que, as taxas negativas entre o período 85 e 92 DAS (EXP1) e 78 a 90 DAS (EXP 2), respectivamente, estão relacionadas ao período da formação de cabeça da alface, pois neste período as folhas foram separadas em folhas da cabeça e folhas da saia, utilizando-se neste caso apenas as folhas da saia.

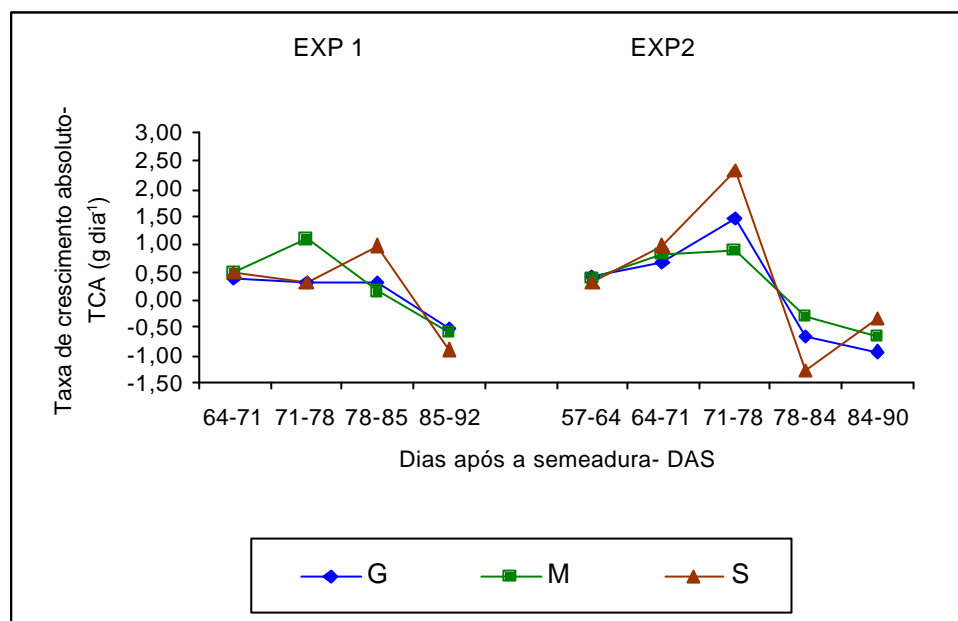


Figura 13. Curvas de variação da Taxa de Crescimento Absoluto - TCA ( $\text{g dia}^{-1}$ ) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Tabela 13. Médias da Taxa de Crescimento Absoluto – TCA ( $\text{g dia}^{-1}$ ), em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1			
	Dias após a Semeadura (DAS)			
	64-71	71-78	78-85	85-92
G	0,37a*	0,31a	0,29a	-0,54a
M	0,48a	1,09b	0,14a	-0,59a
S	0,49a	0,31a	0,96b	-0,90a

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Tabela 14. Médias da Taxa de Crescimento Absoluto – TCA ( $\text{g dia}^{-1}$ ), em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 2				
	Dias após a Semeadura (DAS)				
	57-64	64-71	71-78	78-84	84-90
G	0,40a*	0,69a	1,46ab	0,69ab	-0,94a
M	0,36a	0,83a	0,89a	-0,31a	-0,69a
S	0,29b	0,99a	2,34b	-1,28b	-0,33a

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

### 6.5.3 Índice de Área Foliar (IAF)

Na Tabela 15, observa-se os valores de IAF, no EXP 1 somente diferenciaram estatisticamente a partir dos 85 DAS, tendo as plantas irrigadas por sulco apresentado a maior área foliar aos 64 e 71 DAS. A partir dos 85 DAS as plantas irrigadas por sulco continuam a ter um maior IAF, mas somente diferiram estatisticamente das plantas irrigadas por gotejamento, onde estas tiveram um IAF menor. No entanto, aos 92 DAS o maior índice de área foliar foi alcançada para as plantas irrigadas por microaspersão, que por sua vez não diferiram significativamente das plantas irrigadas por sulco e gotejamento (o qual teve o segundo maior índice). Em relação aos sistemas pode-se observar que as plantas irrigadas por microaspersão e sulco atingiram primeiro o maior IAF aos 71 DAS e as plantas irrigadas por gotejamento somente entre os 71-78 DAS. Em todos sistemas de irrigação, houve desenvolvimento semelhante até os 78 DAS e a partir, dos 85 DAS as plantas conduzidas no sistema de irrigação por sulco apresentaram o maior IAF, mas aos 92 DAS as plantas irrigadas por microaspersão passaram a ser superiores, mas não diferindo estatisticamente das plantas irrigadas por sulco. Por sua vez, as plantas irrigadas por gotejamento, a partir dos 78 DAS sempre tiveram as menores IAF.

Tabela 15. Médias do Índice da Área Foliar – IAF, em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1				
	Dias após a Semeadura (DAS)				
	64	71	78	85	92
G	0,51a*	0,81a	1,97a	2,25a	1,44a
M	0,46a	1,13a	2,40a	3,18b	2,63b
S	0,77a	1,52a	2,15a	4,02b	2,20ab

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

No EXP 2 (Tabela 16), o crescimento da área foliar foi maior e mais rápido que no EXP 1, o que difere dos resultados obtidos por Dantas (1997), em estudo com alface, em duas épocas, observando que no verão houve um maior e mais rápido IAF que no inverno, no entanto concordando com, Pereira e Machado (1987) que afirmam que quanto mais rápido a cultura atingir o máximo IAF e quanto maior o tempo de permanência da área foliar ativa maior será a produtividade biológica da cultura.

As plantas de todos os sistemas de irrigação, tiveram desenvolvimento semelhante até os 71 DAS e a partir dos 78 DAS as plantas começaram a se diferenciarem, com maior IAF para as plantas irrigadas por sulco mas sem diferença estatística para as plantas irrigadas por gotejamento, somente diferenciando aos 90 DAS, onde por sua vez as plantas irrigadas por microaspersão e gotejamento assemelharam-se. No entanto, estes valores são superiores ao encontrado por Segovia (1997) em Santa Maria, RS, em condições semelhantes de temperatura e umidade, comparando o crescimento das cultivares de alface Brasil – 202, White Boston e Regina, no interior e exterior de estufa, onde encontraram 3,23 (interior da estufa) e 2,03 (exterior).

Tabela 16. Médias do Índice da Área Foliar – IAF, em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 2					
	Dias após a Semeadura (DAS)					
	57	64	71	78	84	90
G	0,74a*	1,99a	4,25a	5,38ab	5,40ab	3,55a
M	0,43b	1,44a	3,78a	4,26a	4,64a	3,80a
S	0,63a	1,66a	4,07a	6,46b	6,24b	5,99b

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Complementando as Tabela 15 e 16, a Figura 14, mostra o comportamento do IAF no EXP 1 e EXP 2. Onde pode-se observar no EXP 1 desenvolvimento semelhante até os 78 DAS e por sua vez o EXP 2 até os 71 DAS. Nos dois experimentos as plantas irrigadas por sulco tiveram maiores IAF, no entanto, as plantas irrigadas por microaspersão tiveram maior IAF que as plantas irrigadas por gotejamento no EXP 1, e no EXP 2 as plantas irrigadas por gotejamento tiveram IAF maior que as plantas irrigadas por microaspersão.

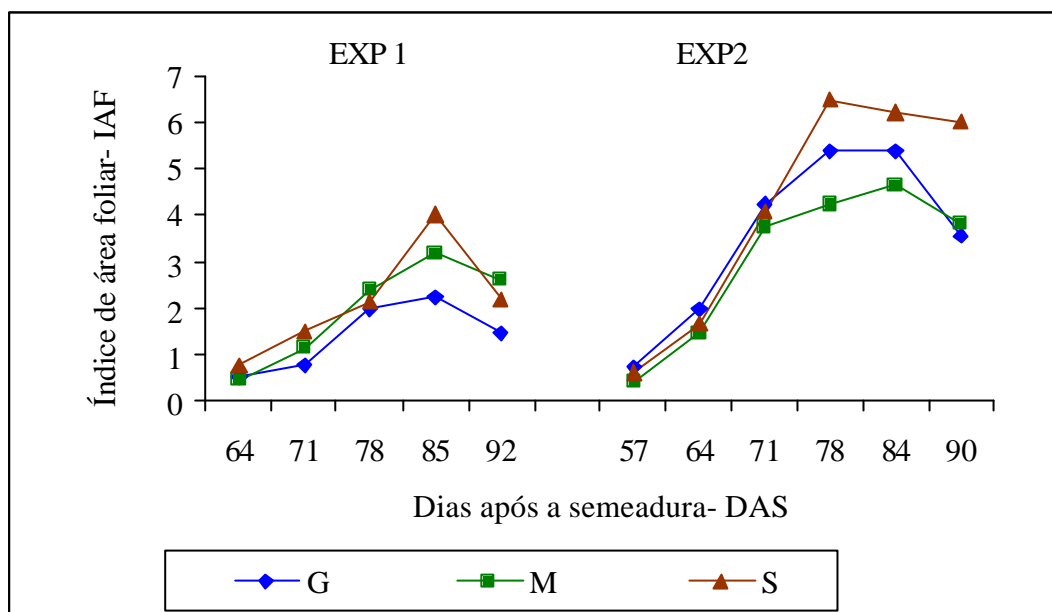


Figura 14. Comportamento gráfico do Índice de Área Foliar – IAF, em alfaca americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

#### 6.5.4 Taxa de Crescimento da Cultura (TCC)

A Figura 15, apresenta as curvas de variação temporal e condicional da TCC, a qual segundo Benincasa (1988) representa a taxa de produção primária (fitomassa) que é similar ao ganho líquido em fotossíntese. Para o EXP 1 as curvas foram semelhantes do início ao final do ciclo, com maiores taxas para as plantas irrigadas por sulco, no geral observa-se maior incremento de crescimento da TCC entre os período de 78 DAS a 85 DAS com diminuição do crescimento a partir dos 85 DAS, época de formação da cabeça do alface. Observa-se ainda que as plantas irrigadas por sulco tiveram acentuada taxa de crescimento entre 71 e 78 DAS. Somente as plantas irrigadas por gotejamento apresentaram uma leve diminuição ao longo do ciclo. No EXP 2 as plantas dos três sistemas tiveram comportamentos semelhantes com maior incremento da TCC entre 71 e 78 DAS, com as plantas irrigadas por sulco com maiores valores. Nas plantas de todos os sistemas ocorreram as mesmas tendências,



crescimento até os 71 e 78 DAS, diminuição, e logo em seguida, uma tendência de crescimento para as plantas irrigadas por sulco, resultados semelhantes a estes foi encontrado por Hamada (1993), no desenvolvimento e produtividade da alface, submetida a diferentes lâminas de água, através da irrigação por gotejamento, em que a TCC aumentou até o período de 27-32 DAT, e em seguida diminuiu até a colheita.

Semelhante a curva de crescimento da TCA no EXP 2, ao comparar ao TCC com a massa seca de cabeça (Tabela 8), observa-se no período de diminuição da TCC, foi o mesmo período em que começou a formação da massa seca da cabeça.

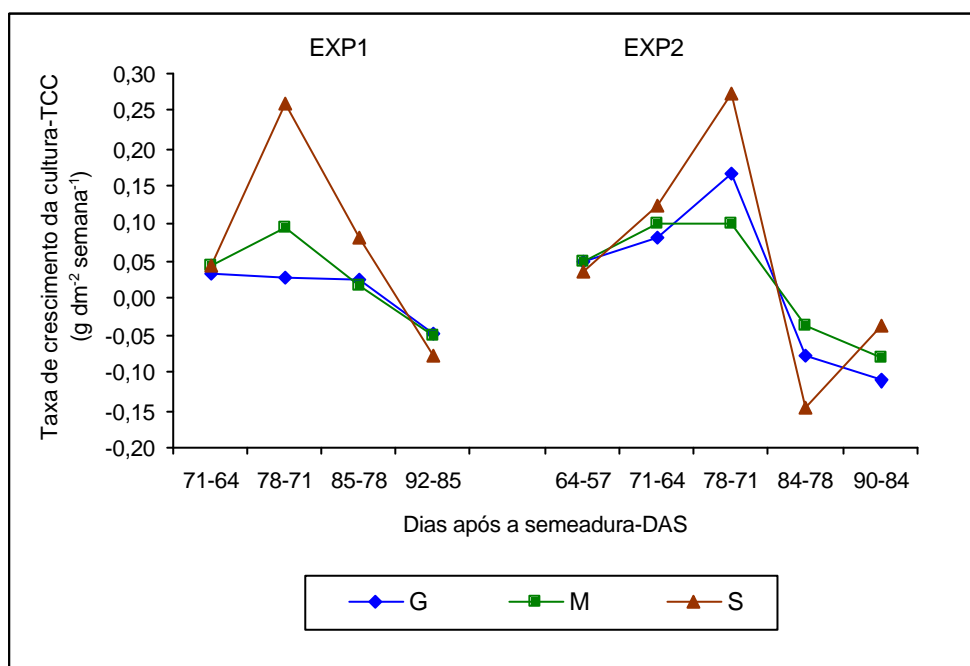


Figura 15. Curvas de variação da Taxa de Crescimento da Cultura – TCC (g dm<sup>-2</sup> semana<sup>-1</sup>) em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

### 6.5.5 Taxa de Assimilação Líquida (TAL)

A Tabela 17, 18 e Figura 16 , mostram a taxa de assimilação líquida (TAL) nos períodos experimentais, que de acordo com Watson (1952), expressa o balanço entre a fotossíntese e a respiração sendo mais influenciada pelas condições ambientais, que pelo potencial genético do vegetal. Acrescenta ainda que, o aumento da produtividade em culturas irrigadas pode ser atribuído, em parte, ao incrementos dos valores da TAL, Diante do exposto, pode-se observar que a maior TCA foi no período de 64–71 DAS (EXP 1) e 78-84 DAS (EXP 2). Nota-se que no geral as plantas irrigadas por microaspersão apresentaram maior TAL, o que correlacionando com a massa fresca de saia, verifica-se que estas plantas possuem mais massa fresca de saia, o que demonstra que estas plantas apresentam maior fotoassimilados, devido a estas não terem que em determinado estágio dividir a produção de fotoassimilados com outro órgão da planta, neste caso as folhas da cabeça.

Na fase inicial de desenvolvimento das plantas, ocorreram os maiores valores de TAL nos dois experimentos e para todos os sistemas, apresentando valores abaixo de zero entre 85 e 92 DAS (EXP 1) e 78 a 90 DAS (EXP 2), devido a formação de cabeça, o que deve ter afetado a taxa de fotoassimilados das folhas saia, por terem que produzir os fotoassimilados e enviá-los para a formação das folhas da cabeça.

No EXP 2, nota-se que houve uma tendência de aumento da TAL entre os intervalos de 84 e 90 DAS para as plantas irrigadas por sulco, este comportamento de crescimento foi encontrado também por Robles (2002), em yacón, Bertani (1998), em batata, Dantas (1997) e Hamada (1993) em alface, Urchei (1992), em cevada e Lopes et al.(1982) , em feijão, em que atribui-se este acontecimento a efeitos dos fatores meteorológicos, condições experimentais e variações intraespecíficas nas taxas de assimilatória líquidas como sugere Watson (1952).

Tabela 17. Médias da Taxa de Assimilação Líquida –TAL ( $\text{g dm}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ ), em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 1			
	Dias após a Semeadura (DAS)			
	71-64	78-71	85-78	92-85
G	0,0480a*	0,0230ab	0,0133a	-0,0240 a
M	0,0580a	0,0530a	0,0120a	-0,0200 <sup>a</sup>
S	0,0380a	0,0169b	0,0265a	-0,0150 <sup>a</sup>

\*As médias seguida da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Tabela 18. Médias da Taxa de Assimilação Líquida–TAL ( $\text{g dm}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ ), em alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	EXP 2				
	Dias após a Semeadura (DAS)				
	64-57	71-64	78-71	85-78	90-84
G	0,0353a	0,0251a	0,0338ab	-0,0145a	-0,0200a
M	0,050a	0,0364a	0,026a	-0,0097a	-0,0200a
S	0,0303a	0,0420a	0,0510b	-0,0227a	-0,0100a

\*As médias seguida da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

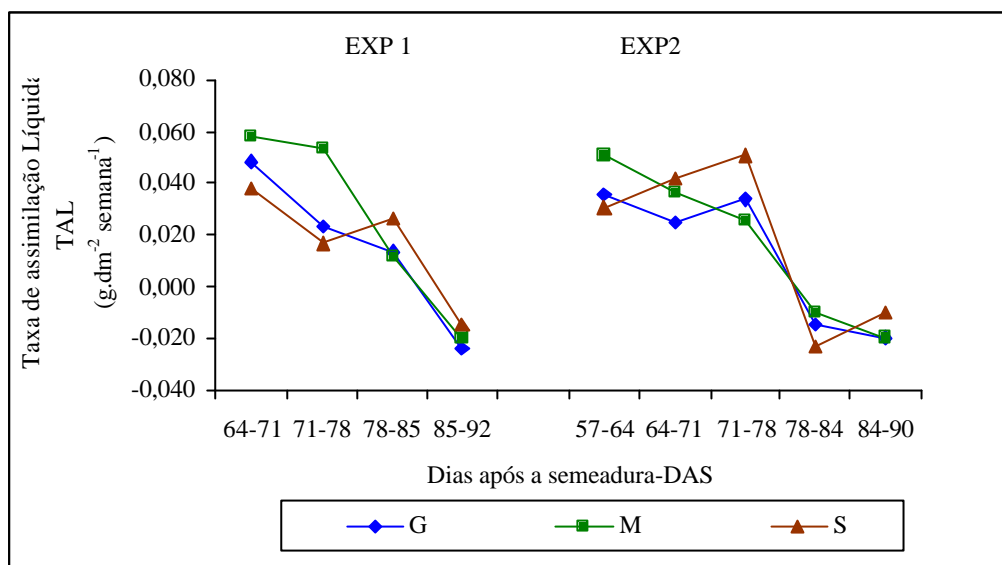


Figura 16. Comportamento da Taxa de Assimilação Líquida –TAL ( $\text{g dm}^{-2} \text{ semana}^{-1}$ ), em alfaca americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

## 6.6 Colheita

A Tabela 19 e Figura 17 e apresenta o comportamento do diâmetro de cabeça, altura de cabeça, comprimento do coração e compacidade entre os três sistemas aos 92 DAS (EXP 1) e 90 DAS (EXP 2). Observa-se que em relação ao EXP 1, que o diâmetro de cabeça nas plantas irrigadas por microaspersão tiveram menor valor seguido das plantas irrigadas por gotejamento. As plantas irrigadas por sulco apresentaram os maiores valores, Já para a altura de cabeça, o menor valor foi para as plantas irrigadas por sulco, seguido das plantas irrigadas por microaspersão. As plantas irrigadas por gotejamento revelaram os maiores valores.

No entanto no comprimento do coração as plantas irrigadas por gotejamento tiveram menor comprimento, seguido das plantas de sulco, no caso das plantas irrigadas por microaspersão, estas apresentaram o maior valor médio de comprimento, entretanto estes valores foram maiores que os encontrados por Mota (2003), 5,3 cm, nas

mesma cultivar Lucy Brown, com exceção das plantas irrigadas por gotejamento. Diante dos resultados, no geral observou-se melhor formação das folhas da cabeça para as plantas irrigadas por gotejamento e sulco. Com relação a compacidade em média os três sistemas tiveram uma compacidade ruim o que indica que não houve no geral uma boa formação de cabeça. Pode ser atribuído a isto a época do EXP 1, onde houve temperaturas elevadas, e de acordo com Kalil (1992) e Murayama (1999), as temperaturas elevadas (20 a 30 °C) aceleram o ciclo vegetativo e favorecem o florescimento em plantas menores e a cabeça não fecha bem e em consequência a uma diminuição de produtividade, podendo ser observada esta ocorrência, no item de produção comercial e não comercial (item 6.6). Ainda na Figura 17, em relação ao comprimento do coração e altura de cabeça, observa-se que o primeiro experimento apresenta valores maiores, que já é esperado em cultivo no verão, isto demonstra a tendência de pendoamento da planta, concordando com a afirmação de Ryder e Whitaker (1976), onde afirmam que a temperatura é o fator que mais influencia na formação de cabeça uma vez que está relacionada com o pendoamento, demonstrando que durante o primeiro experimento como já foi comentado anteriormente, não houve uma boa formação de cabeça.

No EXP 2, ainda na Figura 17 e Tabela 19, nas quatro medidas (diâmetro, altura de cabeça, comprimento do coração e compacidade), as plantas irrigadas por microaspersão tiveram os menores valores, no entanto pode-se observar que estas não apresentaram uma boa compacidade, indicando que não houve uma boa formação de cabeça. Nestas quatro medidas para as plantas irrigadas por gotejamento e sulco foram muito semelhantes, em relação ao comprimento do caule, estes valores foram menores ao encontrado por Mota (2003), em alface americana, cultivar Raider, 7,1. Por sua vez para diâmetro de cabeça o menor valor foi para as plantas irrigadas por microaspersão. Enquanto que para as plantas de gotejamento e sulco tiveram seus diâmetros bem semelhantes. Nos dois experimentos não houve ocorrência “tip burn”.

Tabela 19. Médias de Comportamento de dados morfo-fisiológico, medidos na colheita da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel- SP, 2003.

Sistemas	Diâmetro de cabeça (cm)		Altura de Cabeça (cm)		Comprimento do coração (cm)		Compacidade*	
	EXP 1	EXP2	EXP1	EXP2	EXP 1	EXP 2	EXP 1	EXP 2
G	7,91	8,67	17,81	13,32	6,91	4,73	1	2
M	6,79	6,38	14,20	10,76	9,43	4,29	1	1
S	10,86	8,94	13,12	13,15	8,60	4,95	1	2

\*Notas: 1-Ruim, 2- Bom, 3- Ótima.

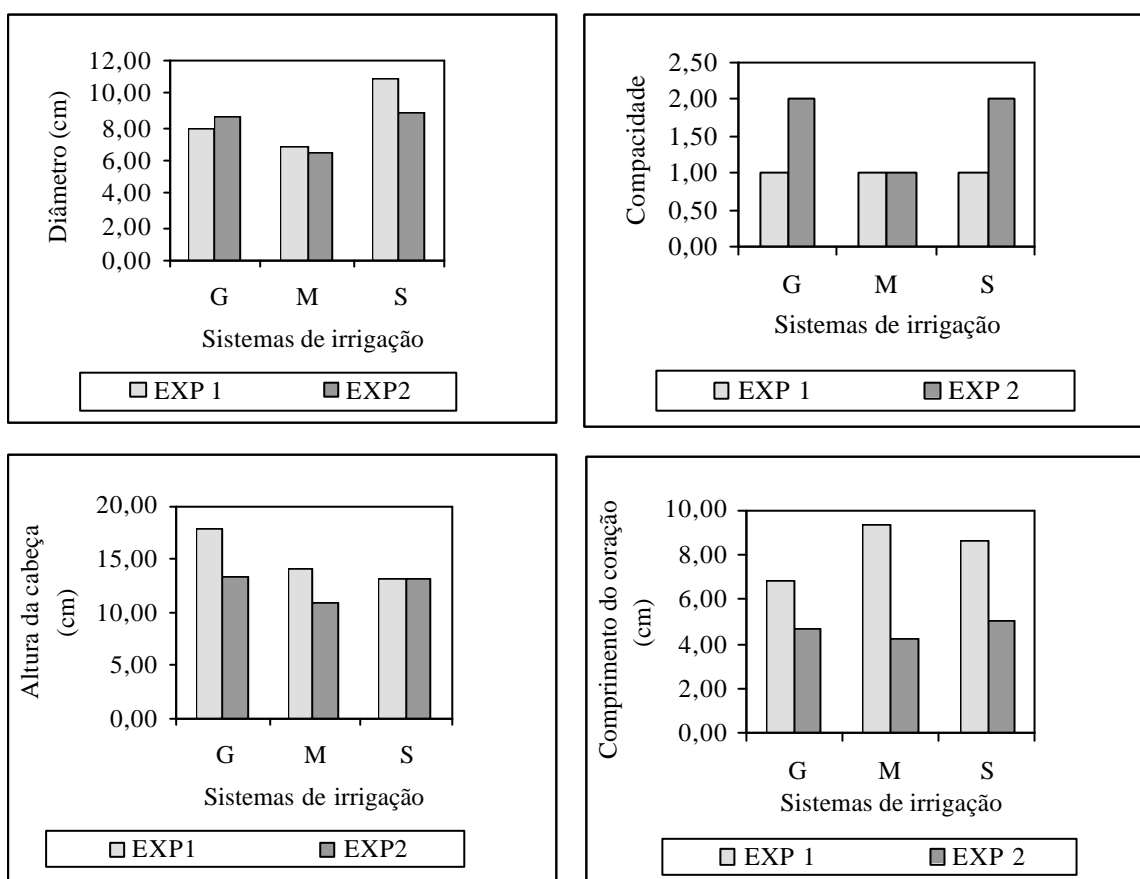


Figura 17. Comportamento de dados morfo-fisiológico, medidos na colheita da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

## 6.7 Produtividade comercial e não comercial

Por intermédio da Figura 18, observa-se a produtividade das folhas da cabeça comercial e não comercial (as folhas da saia). Na produção da alface pode ser visto que ela corrobora com as outras características estudadas. No EXP 1, verifica-se que as plantas irrigadas por sulco obtiveram maior produtividade comercial de  $37 \text{ t ha}^{-1}$ . Nas planta irrigadas por microaspersão a produtividade não comercial foi maior do que a cabeça comercial,  $21 \text{ t ha}^{-1}$  e  $18 \text{ t ha}^{-1}$ . No EXP 2 foram obtidos maiores produtividades de cabeça comercial com  $56 \text{ t ha}^{-1}$  para as planta irrigadas por sulco e  $54 \text{ t ha}^{-1}$  para as plantas irrigadas por gotejamento, não diferindo estatisticamente, estes resultados foram superiores ao encontrado por Mota (2001), proporcionalmente, em estudo do efeito com cloreto de potássio via fertirrigação na alface americana em cultivo protegido atingiu uma produtividade de  $40 \text{ t ha}^{-1}$ .

Santos (2002), em estudos com diferentes tensões em alface americana, encontrou uma produtividade média de cabeça de  $39,7 \text{ t ha}^{-1}$ . Neste as plantas irrigadas por microaspersão obtiveram maior produtividade comercial que o experimento anterior,  $38 \text{ t ha}^{-1}$ , no entanto não diferiu muito das folhas da saia,  $26 \text{ t ha}^{-1}$ , com aproximadamente, 50% para cada parte. Enquanto que as plantas irrigadas por sulco e gotejamento produziram aproximadamente 61% e 69%, com uma produtividade não comercial 39% e 31%, respectivamente.

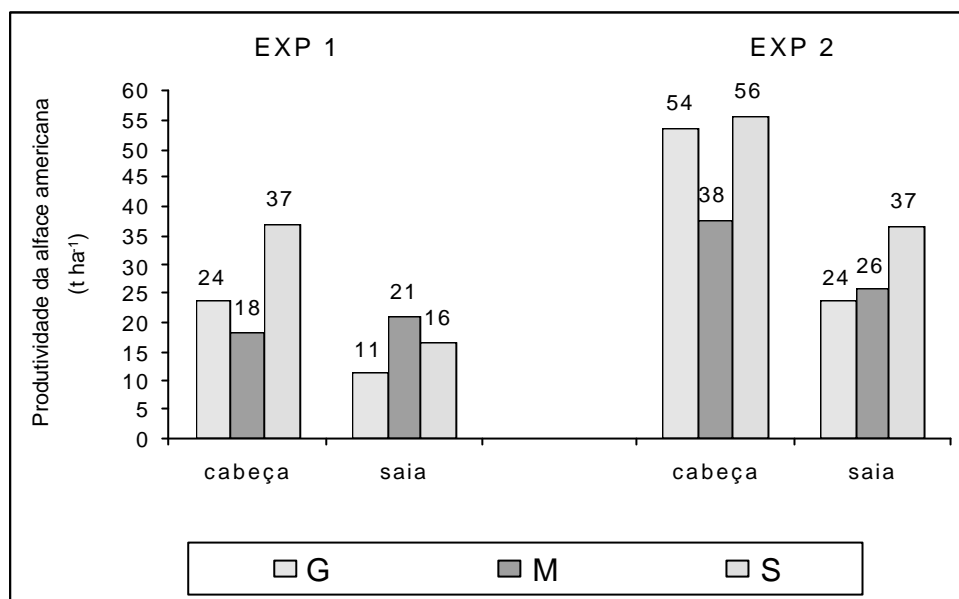


Figura 18. Produtividade da parte comercial e não comercial ( $t\ ha^{-1}$ ) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Pode-se observar na Tabela 20, que tanto no EXP1 como no EXP 2, as plantas irrigadas por sulco apresentaram maior produtividade de cabeça, e que as plantas irrigadas por microaspersão não apresentaram boa formação de cabeça, contrariando Filgueira (2000), em que afirma que a irrigação por sulco não é um sistema favorável em condições tropicais e que a irrigação por aspersão é superior para a cultura da alface, por ter efeito de arrefecimento da planta e solo pela redução da perda de água, no entanto para alface que produz folhas de cabeça a aspersão ou microaspersão, pode não ser o melhor método, como mostra a Figura 18, onde nos dois experimentos as plantas irrigadas por microaspersão, apresentaram produtividade de folhas de saia superior a produtividade das folhas de cabeça ou pouco inferior, isto devido, provavelmente a aplicação de água direto nas folhas, onde este sistema pode ter prejudicado formação adequada das folhas da cabeça.



Tabela 20. Médias da produtividade da parte comercial (Cabeça - C) e não comercial (Saia - S) ( $t\ ha^{-1}$ ) da alface americana, irrigada por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), no EXP 1 e EXP 2. São Manuel- SP, 2003.

Sistemas	EXP 1 92 DAS		EXP 2 90 DAS	
	C	S	C	S
G	24a	11 <sup>a</sup>	54a	24a
M	18a	21b	38b	26a
S	37b	16c	56a	37b

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

## 6.8 Pós- Colheita

A Tabela 21 e a Figura 19, mostram a perda de massa das plantas a cada quatro dias nos três sistemas após a colheita. A perda de água pode acelerar a deterioração, pelo aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólica (FINGER e VIEIRA, 1997). Entre as plantas irrigadas por gotejamento e sulco tiveram uma menor perda de massa durante o período avaliado, não diferindo significativamente a nível de 5 %. Por sua vez as plantas irrigadas por microaspersão, foram as que mais perderam massa durante o período avaliado. A maior perda de massa ocorreu entre 4 e 8 dias após a colheita com 8,8% (plantas irrigadas por gotejamento), 11% (plantas irrigadas por microaspersão) e 7% (plantas irrigadas por sulco), observa-se que as plantas irrigadas por microaspersão perderam mais massa diferindo significativamente em relação as plantas dos outros sistemas, no entanto esta perda de água não é desejável para alface americana, pois segundo Decateau et al. (1995), uma das vantagens da alface americana é a apresentar maior vida pós colheita possibilitando o transporte a longas distâncias.

Tabela 21. Médias da perda de massa (%) nas folhas das cabeças da alface americana, irrigadas pelos sistemas de gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), durante 20 dias após a colheita no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	Dias após a colheita				
	4	8	12	16	20
G	2,95a*	10,78a	15,79a	20,26a	22,81a
M	2,64a	13,57b	20,77b	28,86b	32,67b
S	2,41a	9,47a	14,62a	19,91a	22,78a

\*As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

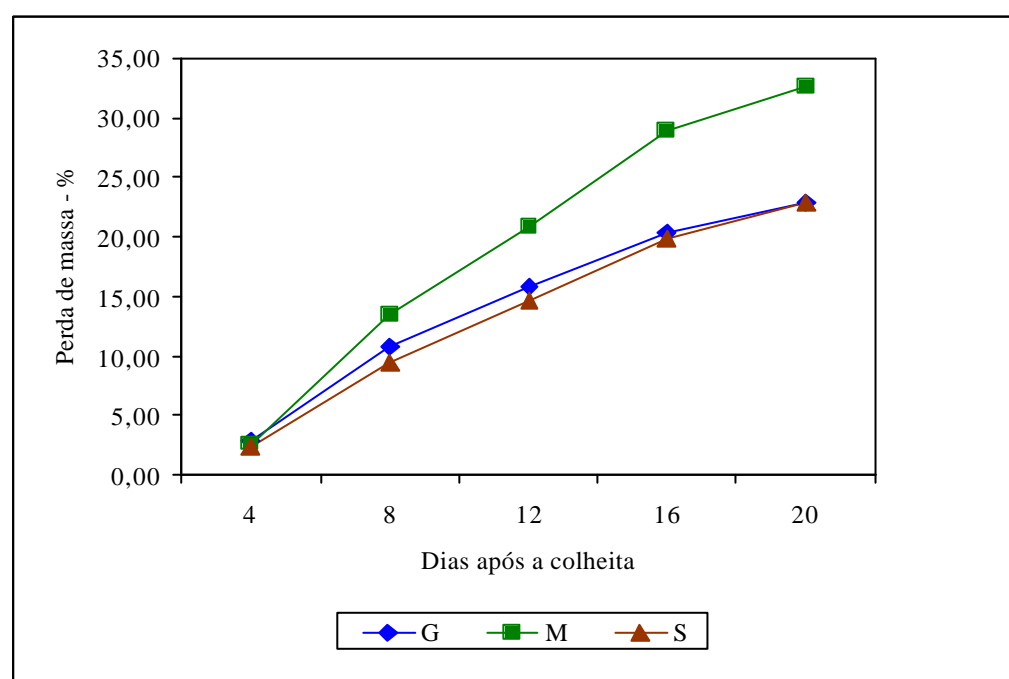


Figura 19. Curva da perda de massa (%) das cabeças da alface americana, irrigadas por gotejamento (G), microaspersão (M) e sulco (S), durante 20 dias, após a colheita no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Em relação a outras medidas feitas na pós - colheita pode-se observar na Tabela 22, que a análise dos resultados de sólido solúveis nas plantas dos três sistemas apresentaram semelhantes e que ao longo do período observado, o sólido solúveis não decresceu, sendo esta uma característica favorável para pós colheita, pois segundo Amarante (1991) e Staley (1989) a recuperação da turgidez e a conservação pós-colheita de folhosas são incrementadas por altos teores de açúcares no momento da colheita. No caso da acidez, observa-se que as plantas irrigadas por gotejamento apresentaram menores valores, seguido das plantas irrigadas por sulco, por sua vez as plantas irrigadas por microaspersão apresentaram maiores valores, neste caso das plantas irrigadas por gotejamento tiveram o melhor resultado, pois o “flavor” (aroma e sabor) está relacionado com a presença de diversos constituintes químicos, sendo os açúcares e ácidos e as suas interações os mais importantes, sendo que, quanto maior o teor de açúcar e ácido, melhor o sabor do fruto (GRIERSON & KARDER,1986). Para o pH, os resultados foram semelhantes nos três sistema, neste caso o pH encontraram-se acima de 4,5, limite estabelecido para separar frutos ácidos de não ácidos (Gould, citado por NANNETTI, 2001). Em relação a clorofila, os valores foram semelhantes para os três sistema, em todo o período analisado, indicando que o sistema de irrigação não interferiu na degradação da clorofila, uma vez que esta está correlacionada ao processo de senescência de folhosas e à perda de suas características comerciais (SILVA, 1980; MEDINA et al., 1982). Para a textura observa-se as plantas irrigadas por gotejamento apresentaram maiores valores, seguido das plantas de sulco, enquanto que as planta de microaspersão apresentaram os menores valores, este é um dos fatores mais importantes na qualidade da alface americana, pois a textura é a crocância, firmeza que é mantida, mesmo quando em contato com alimentos quentes, além de estar associada de acordo com Wann (1996) à boa qualidade culinária, frescor, maior vida de prateleira, resistência ao transporte e manuseio durante a colheita e comercialização.

Tabela 22. Médias de medidas feitas após a colheita da alface americana, irrigadas por gotejamento (G), microaspersão (G) e sulco (S), durante 20 dias no EXP 2. São Manuel/SP, 2003.

Sistemas	Dias após colheita	Sólidos solúveis totais (%)	Acidez %	pH	Clorofila	Textura (gf)
G	1	4,30	0,09	6,25	2,32	267,44
	2	3,57	0,06	6,28	4,02	285,22
	3	3,97	0,09	6,16	7,18	342,45
	4	4,37	0,08	6,24	6,01	313,33
	5	4,57	0,13	6,16	3,12	230,11
M	1	3,30	0,09	6,19	2,13	220,33
	2	5,13	0,12	6,20	4,68	152,67
	3	5,43	0,16	6,07	7,01	167,45
	4	4,73	0,15	6,11	2,68	198,78
	5	5,53	0,18	6,14	3,11	148,89
S	1	3,87	0,09	6,22	4,56	223,67
	2	4,27	0,09	6,22	7,94	244,89
	3	4,43	0,14	6,13	8,77	242,22
	4	4,97	0,12	6,12	7,16	270,22
	5	4,93	0,14	6,16	3,38	250,22

## 7 CONCLUSÕES

Nas duas cultivares estudadas as plantas irrigadas por sulco apresentaram resultados superiores ou semelhantes às plantas irrigadas por gotejamento na análise das variáveis de crescimento.

Nas duas cultivares estudadas as plantas irrigadas por gotejamento e sulco apresentaram as maiores produtividades e melhores características de colheita e pós colheita para a comercialização da alface americana que aquelas irrigadas por microaspersão, que apresentaram cabeças mal formadas e menores produtividade.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

ALFACE. Agriannual 2003: **Anuário da agricultura do Brasil**, São Paulo. P.138-39.. 2003.

AL-KARA GHOULII, A.A.; MINASSIAN. Emission unifomity of drip irrigation systems. **Pasticulture** , n.94, p.33, 1992.

ALMEIDA BERTANI, R. M. **Eficiência agrônômica de fosfatos na cultura de batata (*Solanum tuberosum* ssp *Solanum*)**, 1998 98f. Tese (Doutorado Agricultura) -Faculdade de Ciências Agrônômicas- Universidade Estadual Paulista, Botucatu

**ANUÁRIO ESTÁTISTICO DO BRASIL**, Rio de Janeiro: IBGE, v.56, 1996, p. 1-1 8-32.

AMARANTE, C.V.T. **Relação entre horário de colheita e senescência em folhas de couve (*Brassica olerae* L. variedade acephala)**. 1991 65f. Dissertação (Mestrado em -Horticultura) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa UFV,.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMMISTRY: **Official methods of analysis of the assotion of anlytiical chemistry**. 11. ed. Washington, 1992.

AZEVEDO, H.M. de Irrigação localizada. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n. 139, p.40-62  
1986,

- BENINCASA, M.M.P **Análise de crescimento de plantas** : noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988, 42 p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa 6 Ed., 2002. 656p.
- BETTINI, M. de O. **Equipamentos para irrigação localizada** In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999, p.171-205.
- BISCARO, G. A. **Utilização de águas receptoras de efluentes urbanos em sistema de irrigação localizada superficial e subsuperficial na cultura da alface americana (*Lactuca sativa* L)**, 2003. 113f Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciência Agronômicas Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- BUENO, C.R. **Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para a alface americana em ambiente protegido**, 1998. 54f. dissertação (Mestrado em Fitotecnia).Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargil, 1992. 252 p.
- CALBO, A.G., SILVA, W.L.C., TORRES, A.C. **Comparação de modelos e estratégia para análise de crescimento**. Revista Brasileira de Fisiologia. Vegetal v.1. n.1. p.1-7. 1989.
- CAUSTON, DR; VENUS, J.C. **The biometry of plant growth**. London: Edward Arnold, 1981 307 p.
- DANTAS, R.T. **Parâmetros agrometeorológicos e análise de crescimento (*Lactuca sativa* L) em ambiente protegido e natural**. 1997, tese (Doutorado em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas- Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- DECATEAU, D. R. et al. **The lettuce growing handbook: botany, field procedurs, growing problems, amnd posthavest handiling**. Illinois: Oak Brook, 1995. 60 p.
- EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de solo **Manual de métodos de análise de solo** . Rio de Janeiro. 1999, 212 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.402 p.

FINGUER, L. F.; VIEIRA, G. **Controle de perda pós colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1997 29 p.

FRIZZONE, J.A **Irrigação por superfície**. Piracicaba: Departamento de Engenharia Rural. Escola Superior “Luiz de Queiroz”, USP, 1993 (Serie Didática, n.5).

FRIZZONE, J.A. et al. do. **Fertirrigação mineral**. Ilha solteira: Faculdade de Engenharia, UNESP, 1985. 31 p. (Boletim Técnico, 2).

GOMES, P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, 2000.

GOMES, T.M. **Fertirrigação com diferentes doses de uréia e seu efeito na cultura do alface (*Lactuca sativa* L.)**, 1998. 73p., dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Faculdade de Ciências Agrônomicas- Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GOTO, R.; GUIMARÃES, V.F; ECHER, M de M. Aspecto fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M.V, et al (coord.) **Fertirrigação**. Coordenadores :. Gaíba: Agropecuária, 2001, 336 p.

GRIERSON, D.; KARDER, A.A. Fruit ripening and quality In: ATHERTON,J.G.; RUDICH, J. (ed.) **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1986, Cap. 6, p. 241-280.

HAMADA, E. **Desenvolvimento e produção de alface (*Lactuca sativa* L), submetida a diferentes lâmina de água, através de irrigação por gotejamento**. 1993 Dissertação (Mestrado em Água e Solo), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

USO competitivo da água, preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada. **ITEM-Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, v.50, n. 2, p. 8-9, 2001.



INSTITUTO ADOLFO LUT. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 2 ed. São Paulo, 1985. v. 1, 371 p.

KALIL, A. J. B. **Comparação entre a adubação nitrogenada via fertirrigação por gotejamento e a aplicação convencional na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L )**, 1992 60p Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LARCHER, W **Ecofisiologia vegetal**: Rima, 2000.

LISBÃO, R.S.; NAGAI, H.; TRANI, P.E. Alface. **Boletim técnico: Instituto Agronômico de Campinas**, v.200, p.11-12, 1990.

LOPES, N.I. et al. Análise de crescimento e conversão de energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L), submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante **Revista Ceres**, Viçosa, v.29, p.586-606, 1982.

MAROUELLI, W.A. et al. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5 ed. Revisão ampliada EMBRAPA. Brasília: , Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças- EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.

MEDINA, P.V.L et al. Perda da qualidade da alface (*Lactuca sativa* L) durante o armazenamento I. Relações entre mudanças metabólicas **Revista Ceres** Viçosa, v.29 n.163 p259-267. 1982.

MOTA, J.H. et al. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2 p.234-237 abr/jun, 2003.

MOTA, J. H. et.al. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido **Ciência agrotec.**, v.25, n.3, p.542-549 maio/jun, 2001.

MOTA, J.H. **Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido**, 1999.46p. (Mestrado- Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras

MURAYAMA, S. **Horticultura**. 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola 1999,p.147-152.

NANNETTI, D.C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão**, 2001 184p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa de crescimento de comunidades vegetais **Boletim técnico do Instituto Agrônomo de Campinas** n.114, p1-331, 1987.

PEREIRA, N.N.C., LEAL, N.R.(Coord.) Recomendação para a cultura da alface. **Informe Técnico, PESAGRO. EMATER**, Rio de Janeiro v.21, p.1-12, 1989.

RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A. Método de análise de solo para fins de fertilidade **Boletim Técnico Instituto agrônomo de Campinas**, n.81, p. 1-31, 1983.

RYDER, E.J.; WHITAKER, T.N. Lecttuce. In: evolution of crop plants. New York: Longman Group Limited. p. 39-40. 19976.

REGHIN, M. Y. et al. Produção de alface em túneis baixos no período de verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p.531-533, 2000, Supemento

RYDER, E.J.; WHITAKER, T.N. Lecttuce. In: \_\_\_\_\_ Evolution of crop plants. New York: Longman, 1976, p. 39-40.

ROBLES, J.E.A. **Desenvolvimento de Yacón (*Polumnia sonchifolia* Poep &Endl.) a partir de rizóforos e de gemas axilares, em diferentes espaçamentos**. 2002. 89 f. Tese (Doutorado em Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas- Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

RODRIGUES, J.D. **Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) cv Cook), em cultivo hidropônico**. Botucatu, 1990. 180 f. Tese (Livre Docência em Fisiologia Vegetal) Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SANTOS, S.R. dos **Alface em cultivo protegido sob diferentes tensões de água no solo**, 2002 Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem).Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SCALOPPI, E.J. Sistema de irrigação por superfície. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n. 139, p.40-62 1986a.

SCALOPPI, E. J. Características dos principais sistemas de irrigação. **ITEM-Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.25 p.22-27.1986b.

SEGOVIA, J.F.O. et al. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS **Ciência Rural**, Santa Maria. v.27 n.1 p.37-41, 1997.

SGANZELA, E **Nova agricultura: A fascinante arte de cultivar com os plásticos** 6 ed. Gaíba Agropecuária, 1997. 342 p.

SILVA, V. F. **Modificações bioquímicas e aparentes do processo de senescência em alface (*Lactuca sativa* L) durante o armazenamento.** 1980 Dissertação (Mestrado em Horticultura) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SONNENBERG, P.E. **Olericultura especial.** 5 ed. Goiania: Universidade Federal de Goiais, 1985. v.1, 187 p.

STANLEY, R. Influence of temperature and packaging material on the postharvest quality of iceberg lettuce **Acta Horticulture**, Leuven v. 2 n. 244 p.171-177, 1989.

TRANI, P.E. et al. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo 2 ed. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 100, 173p., 1996.

URCHEI, M.A. **Efeitos de défices hídricos, em três estádios fenológicos, da cultura da cevada (*Hodeum vulgare*. L).** 1992. 165p. Tese (Mestrado em Irrigação e Drenagem) Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VERDIAL, M. F. et al. Comportamento da alface americana sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 486-488, 2000, Suplemento

VIDIGAL, et al. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L) ao efeito da adubação orgânica. Ensaio em casa de Vegetação **Revista Ceres**, v.42 n. 239 p. 89-97, 1995.

WANN, E.V. Physical characteristics of nature green na ripe tomato fruit of normal and firm genotypes Jornal of American Society **Horticultural Science**, Mout Vernon, v.12 n.3 p.380-383 may 1996.

WATSON,D.J. The physiological basis of variation in yield **Advance in Agronomy**, Orlando. v. 4. p. 101-145. 1952.

WONG, C.C.; WILSON, J.R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic in swards in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Austria Agriculture Resue**, Austria. v.31, p.269-85, 1980.

YURI, J.E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio em dois locais do Sul de Minas Gerais**. 2000. 51 f. (Dissertação- Mestrado-Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ZANINI, J.R.; OLITA, A.F.L. Aplicação de fertilizantes com bomba injetora na fertirrigação por gotejamento. **ITEM-Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, v.36, p.21-24, 1989.

ZINK, F.W.; IAMAGUCHI, M. Studies on the growth rate and nutrient absorption of head lettuce. **Hilgardia**, Berkeley, v.32. p.471-500. 1962.