

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE CRESPA
PRODUZIDAS EM HIDROPONIA TIPO NFT EM DOIS
AMBIENTES PROTEGIDOS EM RIBEIRÃO PRETO (SP)

Sergio Veraguas Sanchez

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Janeiro de 2007

Sanchez, Sergio Veraguas
S211a Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP) / Sergio Veraguas Sanchez. -- Jaboticabal, 2007
xiii, 63 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientador: Jairo Augusto Campos de Araújo
Banca examinadora: Glauco Eduardo Pereira Cortez, Luiz Vitor Egas Villela Junior
Bibliografia

1. Alface crespa-cultivares. 2. Alface crespa-hidroponia-NFT .
3. Alface crespa-ambientes *de cultivo* I. Título. II. Jaboticabal- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.589:635.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE CRESPA
PRODUZIDAS EM HIDROPONIA TIPO NFT EM DOIS
AMBIENTES PROTEGIDOS EM RIBEIRÃO PRETO (SP)**

Sergio Veraguas Sanchez

Orientador: **Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo**

Co-orientadora: **Dra. Sally Ferreira Blat**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

Jaboticabal -São Paulo - Brasil
Janeiro de 2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Sergio Veraguas Sanchez, nascido em Ribeirão Preto no dia 04 de março de 1958, filho do maquinista Antônio Veraguas Sanchez e da alfabetizadora Hilda Cassiolato Sanchez, concluiu o 2º Grau em Ribeirão Preto pela EEPSPG “Otoniel Mota”, em dezembro de 1976. Iniciou o Curso de Agronomia em fevereiro de 1977, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Câmpus de Jaboticabal, formando-se em janeiro de 1981. Em agosto de 2004 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), na FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Ocupa atualmente o cargo de Diretor substituto do EDR/Ribeirão Preto-CATI/SAA-SP, e atua como monitor do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMH).

*Na multidão de conselhos está a sabedoria.
(Eclesiastes).*

Analisaí tudo, retende o que é bom. (Paulo).

*Eu plantei, Apollos regou, mas o crescimento veio de
Deus (Paulo em 1ª Coríntios 3:6).*

*Observai os lírios; eles não fiam nem tecem. Eu,
contudo, vos afirmo que nem Salomão, em toda a sua
glória, se vestiu como qualquer deles.*

*Ora se Deus veste assim a erva que hoje está no
campo e amanhã é lançada no forno, quanto mais
tratando-se de vós, homens de pequena fé. (Jesus
Cristo, em Lucas 12: 27, 28).*

Aprendeí de mim que sou manso e humilde de
coração, e achareis descanso para as vossas
almas. (Jesus Cristo).

Ofereço

Aos meus pais Antônio e Hilda (In Memoriam), pela formação, compreensão, conselhos e exemplos de vida.

Dedico

À minha esposa Márcia, a qual com muito amor tem procurado construir, durante dezoito anos, o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

HOMENAGEM ESPECIAL

Ao ***Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo***, professor, colega e amigo, com quem pude contar, no decorrer dos anos, com a sua valiosa experiência na plasticultura, tanto nesses experimentos do meu mestrado, quanto em palestras a produtores, consultas, dias de campo, publicações e vídeos, como prática da extensão rural; levando a plasticultura como ciência e sistema de produção, com agregação de valor, para a grande região de Ribeirão Preto, São Paulo e Brasil.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao pesquisador *Dr. Denizart Bolonhezi* pela cessão das estufas, laboratório e equipamentos e idéias para a realização dos experimentos, sem os quais não seria possível a realização desse trabalho.

À pesquisadora *Dra. Sally Ferreira Blat*, co-orientadora, com quem dividi as responsabilidades e o trabalho no dia a dia na condução dos experimentos, pelas idéias e soluções no decorrer do ensaio e pela correção dos manuscritos.

Ao *Prof. Dr. Paulo Affonso Bellingieri*, pelas idéias, incentivo e apoio de longa data, e pelas análises químicas dos experimentos de alface, no Laboratório do Departamento de Tecnologia.

À pesquisadora *Dra. Carla Léa Vianna Cruz*, pelas idéias, sugestões, e ajuda no ensaio.

À *Bióloga M.Sc. Sheila Bolonhezi Verdade*, pelas idéias, sugestões, e apoio durante as pesquisas.

Ao meu amigo e sogro, *Sr. João Alfredo Muller*, pela ajuda na implementação dos experimentos.

Ao colega e amigo *Eng^o Agr^o Carlos Alberto Patriarcha*, pela montagem da estufa convencional, pelo conserto de moto-bombas, pelo acerto dos filtros e outros equipamentos, em momentos cruciais, para o bom desenvolvimento dos experimentos.

Ao *Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa / ESALQ - USP*, pela doação das sementes de alface utilizadas no presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

À *CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral*, na pessoa do Sr. Coordenador, Eng^o Agr^o José Carlos Rossetti, que apoiou a realização deste trabalho, e o curso de mestrado.

A *Srta. Beatriz Cantusio Pazzinato*, nutricionista, Diretora do CETATE (Centro de treinamento da CATI), pelo apoio, estímulo e encaminhamento do projeto de pesquisa viabilizando nosso objetivo.

Aos *companheiros e funcionários* da CATI/Regional de Ribeirão Preto, na pessoa do Sr. Diretor Eng^o Agr^o Carlos Gaeta Filho, que muito nos apoiou e incentivou em toda essa jornada.

À *Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da UNESP, Jaboticabal*, pelas condições indispensáveis para o sucesso do curso, na Pós-graduação em Produção vegetal (Agronomia).

À *coordenação da Pós-graduação (Produção Vegetal)* e aos seus funcionários, na pessoa do seu coordenador Prof. Dr. Jairo Osvaldo Cazetta, amigo de longa data e conselheiro durante todo o curso de mestrado.

Aos *Profs. Drs. José Carlos Barbosa e Dilermando Perecin*, pelas análises estatísticas, sugestões e interpretação dos resultados, e também pela amizade e atenção nos momentos mais difíceis.

Aos *Profs. Drs. Dilermando Perecin e Renato Mello Prado*, pelas participações e valiosas sugestões apresentadas no exame geral de qualificação, e posteriormente em consultas realizadas.

Aos *Profs. Drs. Glauco Eduardo Pereira Cortez e Luiz Vitor Egas Villela Junior.*, pelas valiosas contribuições e correções realizadas na dissertação.

Aos *professores e funcionários* do Departamento de Engenharia Rural, em especial a Sra. Míriam, pelo apoio e atenção durante a realização do curso de mestrado.

Aos *professores e funcionários* do Departamento de Produção Vegetal, em especial ao Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, que muito

colaborou com sugestões, material didático, e valiosas idéias durante o curso de mestrado, e para o presente trabalho.

A *todos os funcionários* do EDR-Ribeirão Preto e do Pólo Centro-Leste (IAC/APTA/SAA-SP), que auxiliaram na condução e apoio na realização dos experimentos, em especial ao Srs. Antonio Galasso, Nilton Pataquini, e Ernesto Maracia, Euclides Perruco e a Sra. Hilda, e aos técnicos da UNESP, José Carlos, Plínio e Maurícia, pelas análises químicas, os quais foram fundamentais no apoio às atividades de campo e laboratoriais, essenciais na realização do presente trabalho.

Á *Maria*, secretaria da Diretoria do EDR/Ribeirão Preto, e aos estagiários de Agronomia: Mariana, Otávio e Victor, pelo estímulo e ajuda na realização dos manuscritos.

Aos *colegas de trabalho*, Álvaro José Mussolin, Paulo Henrique Pereira, Luiz Fernando Zanetti Seixas e Luiz Fernando Zorzenon, pelo apoio e auxílio nos textos da dissertação.

Aos colegas *Clodoaldo e Patrícia Pizetta* pelo apoio e estímulo durante todo o período do mestrado.

Ao *Prof. Dr. Nelson Moreira Carvalho*, pela correção e sugestões no Summary.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	X
SUMMARY.....	XI
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Situação atual da cultura	03
2.2. Botânica e grupos de alface	05
2.3. Influência das condições ambientais na produção de alface	06
2.4. Consumo de água em alface hidropônica	08
2.5. Extração de nutrientes em alface hidropônica	09
2.6. Sistemas de cultivo hidropônico	12
2.6.1. A técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT)	14
2.7. Comportamento de cultivares em ambiente hidropônico (NFT)	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização dos experimentos	18
3.2. Cultivares	18
3.3. Caracterização dos ambientes e sistemas hidropônicos de Cultivo	19
3.4. Preparo e manejo de solução nutritiva	21

3.5. Instalação e condução dos experimentos	22
3.6. Delineamento experimental	23
3.7. Características avaliadas	23
3.7.1. Massa da matéria fresca da parte aérea	23
3.7.2. Massa da matéria fresca das folhas, caules e raízes	23
3.7.3. Massa da matéria seca da parte aérea, folhas, caules e raízes	24
3.7.4. Número total de folhas	24
3.7.5. Número de folhas com comprimento superior a 10 centímetros	24
3.7.6. Estimativa de consumo de água por alface hidropônica	24
3.7.7. Absorção e acúmulo de nutrientes nas folhas de alface hidropônica	24
3.8. Análise estatística	25
3.9. Dados meteorológicos	26
4. RESULTADOS E DICUSSÃO	28
4.1. Análise das características agronômicas da planta	28
4.2. Estimativa do consumo de água em alface hidropônica (NFT).....	33
4.2.1. Consumo de água em estufa climatizada	34
4.2.2. Consumo de água em estufa convencional	35
4.3. Avaliação do estado nutricional das cultivares de alface em cultivo hidropônico (NFT).....	37
5. CONCLUSÕES	47
6. REFERÊNCIAS	48

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE CRESPA PRODUZIDAS EM HIDROPONIA TIPO NFT EM DOIS AMBIENTES PROTEGIDOS EM RIBEIRÃO PRETO (SP)

RESUMO - Devido a mudanças no hábito alimentar o consumo de alface vem aumentando, sendo seu fornecimento diário, o ano todo. Sendo assim, o cultivo hidropônico tem sido adotado por muitos produtores. Apesar disso, muitas cultivares ainda não são adaptadas a essa tecnologia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cinco cultivares de alface em dois ambientes de cultivo no sistema hidropônico, tipo NFT, no período de 06/02 a 07/04 de 2006 em Ribeirão Preto, estado de São Paulo, Brasil. Para isso as cultivares Pira Roxa, Pira Vermelha, Locarno, Crespona gigante e Verônica foram avaliadas em casa de vegetação convencional e climatizada em sistema NFT (Técnica do fluxo laminar de nutrientes). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo cinco cultivares em três blocos. A colheita foi realizada aos 61 dias da semeadura sendo avaliadas a massa fresca e seca da parte aérea, caule e raízes; número de folhas maiores que 10 cm e número total de folhas. A cultivar Crespona gigante não diferiu da cv. Verônica em massas fresca e seca da parte aérea, mas foi superior às cultivares Pira Vermelha, Pira Roxa e Locarno. As cultivares Pira Roxa e Pira Vermelha sugeriram melhor adaptação, indicando maior resistência ao pendoamento. Não houve efeito significativo para a interação, cultivares e ambientes, mostrando que as cultivares comportaram-se de forma semelhante nos dois ambientes. Houve um maior consumo de água pelas plantas de alface na casa de vegetação convencional em relação à climatizada, provavelmente devido às maiores temperaturas e à menor umidade relativa do ar. A extração de nutrientes pelas folhas de alface (média de cinco cultivares) obedeceu a seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>Cu.

Palavras-chave: ambientes, cultivares, cultivo sem solo, *Lactuca sativa* L., sistema hidropônico-NFT

EVALUATING CRISPY LETTUCE CULTIVARS PRODUCED UNDER THE NFT-HYDROPONIC SYSTEM IN TWO TYPES OF ENVIRONMENTALS IN RIBEIRÃO PRETO, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

SUMMARY - Due to changes in feeding habits, lettuce consumption has been increasing and must be supplied daily throughout the year. As a result, many producers have adopted hydroponics' cultivation. In spite of this, many cultivars are not yet adapted to this technology. The objective of this study was to evaluate the performance of five lettuce cultivars grown in two environmentals in NFT ("Nutrient Film Technique") hydroponic system in the period from Feb/06 to Apr/07 2006 in Ribeirão Preto, state of São Paulo, Brazil. To accomplish this, cultivars Pira Roxa, Pira Vermelha, Locarno, Crespona gigante, and Verônica were evaluated in conventional and climatized greenhouse in the NFT system. A randomized-block experimental design was used, consisting of five cultivars in three blocks. Harvest was performed 61 days after seeding. Evaluations were made for fresh and dry mass of the aerial part, stem, and roots; number of leaves larger than 10 cm; and total number of leaves. Cultivar Crespona gigante in fresh weight and dry matter of the aerial part did not differ from cultivar Verônica, but it was superior to them cultivars Pira Roxa, Pira Vermelha and Locarno. The cultivars Pira Roxa and Pira Vermelha suggested a better adaptation, showing better resistance to bolting. There was no significant effect of the cultivars × environments interaction, demonstrating that the cultivars had similar behaviors in both environments. There was a larger consumption of water by the lettuce plants under the conventional greenhouse conditions in comparison to the acclimated one, probably due to their higher temperatures and lower air relative humidities. The extraction of nutrients by leaves lettuce plants (average five to cultivate) obeyed to the following decreasing order: K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>Cu.

Keywords: cultivars, environments, *Lactuca sativa* L., NFT-hydroponic system, soilless cultivation.

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a folhosa de maior importância no Brasil com uma área plantada de aproximadamente 35mil ha. Seu cultivo é intensivo e atualmente o mercado de sementes de alface é estimado em torno de US\$ 2 milhões.ano⁻¹ (COSTA & SALA, 2005).

A alface predominante no Brasil é do tipo crespa, liderando com 70% do mercado. O tipo americana detém 15%, a lisa 10%, enquanto outras (vermelha, mimosa, etc) correspondem a 5% do mercado (SALA & COSTA, 2005). É uma hortaliça que merece especial interesse, não só pela sua importância alimentar como também pelo seu valor nutracêutico, apresentando elevados teores de vitaminas e sais minerais, e com baixo teor calórico (RICK, 1978; KATAYAMA, 1993; CASALI et al., 1979; OSHE et al., 2001), sendo a hortaliça folhosa de maior aceitação pelo consumidor brasileiro (YURI, 2000).

Devido às mudanças no hábito alimentar do consumidor que vem preocupando-se mais com a saúde, o consumo de alface vem aumentando a cada ano sendo necessário sua produção diária durante todo o ano. Desta maneira, nos últimos anos têm sido desenvolvidos e adotados sistemas de cultivo protegido (SOUZA et al., 1994), principalmente o hidropônico. Essas técnicas viabilizam a produção durante o ano todo, facilitam o manejo da cultura, melhoram o aproveitamento dos insumos, controlam parcialmente as condições ambientais adversas. Além disso, o produto final é muito mais limpo, proporcionando ao consumidor maior praticidade na limpeza do produto antes do consumo (CASTELLANE & ARAÚJO; 1994, LOPES et al., 2002). O cultivo hidropônico no Brasil é bastante recente e tem crescido, principalmente, nos cinturões verdes das capitais, interior e em regiões próximas aos grandes centros consumidores (SEDIYAMA et al., 2000).

Com a utilização de diversos ambientes de cultivo torna-se necessário avaliar o desempenho produtivo de cultivares nos diversos sistemas de cultivo para auxiliar os produtores nas tomadas de decisões (FIGUEIREDO et al., 2002).

Além disso, a própria existência de inúmeras cultivares de alface no mercado de sementes no Brasil, o freqüente lançamento e introdução de novas cultivares, com comportamentos desconhecidos, torna necessária a avaliação desses materiais em diversos locais e ambientes de cultivo. Os ensaios de competição de cultivares efetuados sob as mais diversas situações têm demonstrado uma considerável diversidade de comportamento.

Algumas cultivares no mercado já estão adaptadas ao cultivo protegido, enquanto para outras não existem recomendações, principalmente, para cultivo hidropônico (GUALBERTO et al., 2002). A ausência de cultivares selecionadas ou melhoradas para ambiente protegido, aliada à falta de climatização do ambiente de cultivo e, conseqüentemente, às temperaturas elevadas, tem-se constituído em fatores limitantes ao desenvolvimento dessa modalidade de exploração em determinadas regiões (OLIVEIRA et al., 2004; CAETANO et al., 2000).

A alface é a espécie mais difundida entre os produtores hidropônicos, provavelmente devido ao seu pioneirismo como cultura hidropônica no país, bem como, por se tratar de cultura de manejo mais fácil e por ser de ciclo curto (45 a 60 dias) garantindo assim retorno de capital mais rápido.

Ribeirão Preto situa-se no Nordeste do estado de São Paulo. No verão, a temperatura média mensal é de cerca de 33°C com um índice pluviométrico mensal superior a 200 mm e umidade relativa do ar em torno de 80% (INFRAESTRUTURA, 2005). Sendo assim, o conhecimento do comportamento de cultivares sob cultivo protegido principalmente nas épocas mais quentes do ano nessa região é de grande importância.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo (casa de vegetação convencional e climatizada) cultivadas em sistema hidropônico-NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes), no verão, em Ribeirão Preto (SP).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Situação atual da cultura

A alface (*Lactuca sativa* L.), segundo RYDER & WITAKER (1976) tem como provável centro de origem o sul da Europa e o oeste da Ásia. Depois de ser difundida por toda Europa, foi introduzida nas Américas, sendo então trazida ao Brasil, no ano de 1647, com a vinda dos portugueses.

Nos Estados Unidos a alface é considerado o vegetal mais importante para ser consumido em forma de salada, tendo uma demanda per capita de 11,3 kg.ano⁻¹. Atualmente, mais de 95% da produção de alface nos Estados Unidos estão concentrados nos estados da Califórnia e Arizona, que participam com 70,67% e 28,51%, respectivamente, das receitas com alface produzida nos E.U.A.

Estes valores não computam a agregação de valor posterior com o processamento, “fresh cut”, e embalagens diferenciadas para o consumo final.

Nestes estados são cultivados aproximadamente 80mil ha, produzindo cerca de 3.480.000 toneladas.ano⁻¹, com produtividade média de 43,5 t.ha⁻¹ e movimentando uma receita de mais de 1,18 bilhões de dólares (RHODES, 1999; USDA, 2006).

Na região do cinturão verde, nas proximidades da capital do Estado de São Paulo, os municípios de Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim, Salesópolis e Suzano, são os maiores produtores desta hortaliça. No ano de 2.000 estes municípios apresentaram uma produção diária de 1,5 milhões de pés, 141.000 t.ano⁻¹ e uma produtividade média de 30 t.ha⁻¹ em uma área de 4.700 ha. No ano de 2005 estas áreas totalizaram 3.400,6 ha cultivados, revelando uma redução de 27,65 % na área plantada (CARDOSO, 2000; IEA/CATI, 2006).

Os municípios de Piedade, Ibiúna e São Miguel Arcanjo formam outra região de destaque na produção de alface, onde são cultivados aproximadamente 4.000 ha (BRANCO, 2001). No entanto, em levantamento do IEA/CATI (2006) verifica-se que o panorama destes municípios mudou, passando a ter em 2005,

uma área cultivada de 330 ha, com redução de 92,33 % da ocupação do solo com a cultura, demonstrando uma provável substituição por outras hortaliças de maior rentabilidade.

Seu consumo “per capita” anual ainda é relativamente baixo sendo que na região metropolitana de São Paulo este índice fica em torno de 3,1 kg. De acordo com os dados da CEAGESP-SP, esse volume de comercialização de alface no ano de 1997 ficou em torno de 9.780 toneladas (AGRIANUAL, 2000). O volume comercializado para o ano de 2004 foi de 26.407 toneladas, sendo que a alface crespa foi responsável pela produção de 12.364 toneladas, correspondendo a 46,82% do volume comercializado no estado (AGRIANUAL, 2006).

No entanto, neste valor não é contabilizado o volume comercializado diretamente entre produtor e varejo, que é uma rota de comercialização de alface que tem tido um ganho significativo nos últimos anos (BRANCO, 2001).

Até o início da década de oitenta, o cultivo da alface no Brasil era restrito às regiões de clima ameno, próximas aos grandes centros urbanos, as quais possibilitavam o cultivo durante todo ano (BRANCO, 2001).

O melhoramento genético da alface possibilitou a adaptação da espécie ao clima tropical, com plantas resistentes a temperaturas mais elevadas, sem acarretar prejuízos ao crescimento e ao sabor (NAGAI, 1980).

Outra tecnologia que proporcionou aumento da produção dessa folhosa foi o cultivo protegido, possibilitando a oferta do produto nos períodos de entressafra.

Devido a essas duas grandes evoluções técnicas que ocorreram na cultura da alface, aliadas ao aumento de consumo no país, seu cultivo se expandiu para todo o território nacional, principalmente, próximo aos grandes centros urbanos como Belo Horizonte, Brasília, Curitiba, capitais do nordeste e grandes cidades do interior de São Paulo que no passado dependiam da produção do cinturão verde da capital do estado (BRANCO, 2001).

A limitação do cultivo de verão são as altas temperaturas associadas à pluviosidade intensa, o que promove o aparecimento e grande disseminação de

pragas e doenças, induzindo a produtos de baixa qualidade que elevam o preço nesse período (DELISTOIANOV, 1997).

A vantagem de se plantar alface em cultivo protegido, em especial na hidroponia-NFT, está na redução de mão de obra, precocidade de produção, custo de produção e na qualidade do produto final, com uma padronização adequada, limpeza, gerando uma maior agregação de valor. A época onde se obtém os melhores preços para venda de alface crespa é no verão. A primavera é a pior época do ano para a alface, onde os preços caem demasiadamente, e no outono-inverno é uma época intermediária quanto a preços (AGRIANUAL, 2006)

2.2. Botânica e grupos de alface

A alface pertence à classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichorioideae, tribo Lactuceae, e gênero *Lactuca* (WIKISPECIES, 2006).

É uma planta anual e de porte herbáceo, caule reduzido e não ramificado com folhas grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma cabeça. Possui um sistema radicular pivotante de ramificações finas e curtas, podendo atingir até 60 cm de profundidade, explorando efetivamente de 15 a 20 cm do perfil do solo (CAMARGO, 1984; MAROUELLI et al., 1994; GOTO, 1998)

Espécie típica de inverno, desenvolve e produz melhor sob condições de temperaturas amenas. Seu ciclo é anual, encerrando a fase vegetativa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas. A fase reprodutiva consiste na emissão do pendão floral, sendo favorecida pelas épocas de elevadas temperaturas e dias longos (FILGUEIRA, 1982).

As cultivares comercialmente utilizadas podem ser didaticamente agrupadas, considerando-se as características das folhas, bem como o fato destas se reunirem ou não, formando uma cabeça repolhuda (FILGUEIRA, 2000). Assim, obtêm-se seis grupos ou tipos de alface, a seguir apresentados:

Repolhuda-manteiga: apresentam folhas lisas, muito delicadas, “amanteigadas”, formando uma típica cabeça repolhuda, bem compacta. A cultivar típica é a tradicional White Boston, que já foi considerada padrão de excelência em alface, porém com a diversificação nos hábitos de consumo dos brasileiros ela foi substituída por outras cultivares, como Brasil 303, Carolina e Elisa.

Solta-lisa: possui folhas lisas e soltas, mais ou menos delicadas, não formando uma cabeça compacta. A cultivar típica é a tradicional Babá de Verão, sendo que atualmente, existem novas cultivares, entre elas ‘Monalisa’ e ‘Regina’.

Repolhuda-crespa (Americana): as folhas são caracteristicamente crespas, bem consistentes, com nervuras destacadas, formando uma “cabeça” compacta. É uma alface altamente resistente ao transporte e adequada para o preparo de sanduíches. A cultivar típica é a tradicional Great Lakes, da qual há várias seleções. Outras cultivares têm sido desenvolvidas, ou introduzidas como a Tainá, Iara, Madona, Lucy Brown e Lorca.

Romana: As folhas são alongadas e consistentes, com nervuras protuberantes, formando “cabeças” fofas. Alguns exemplos são as cultivares Romana Branca de Paris e Romana Balão.

Mimosa: As folhas são delicadas e com aspecto “arrepido”. Alguns exemplos são as cultivares Salad Bowl e Greenbowl.

Solta-crespa: as folhas são bem consistentes, crespas e soltas, não formando cabeça. A cultivar típica é a tradicional Grand Rapids. Entre as cultivares modernas destacam-se Verônica, Vera, Marisa e Vanessa. Este grupo foi escolhido para teste no presente trabalho, por ser líder de mercado.

2.3. Influência das condições ambientais na produção de alface

A alface é uma planta muito sensível às condições climáticas. Fatores como fotoperíodo, intensidade de luz, concentração de dióxido de carbono (CO₂), e, particularmente, a temperatura influenciam acentuadamente no crescimento e no desenvolvimento da planta de alface (PANDURO,1986; MULLER,1991). Para

KNOTT (1962), a faixa de temperatura mais adequada ao crescimento e produção da alface situa-se entre 15 e 24°C, sendo a mínima de 7°C. O melhor desenvolvimento tem sido observado em temperaturas oscilando entre 15 e 20 °C (BRUNINI et al., 1976; CÁSSERES, 1980).

Temperaturas acima de 20°C estimulam o pendoamento que é acelerado à medida que a temperatura aumenta. Dias longos associados às temperaturas elevadas, aceleram o processo, o qual é também dependente da cultivar (NAGAI, 1980; RYDER, 1986; CERMEÑO, 1996). A planta nestas condições emitirá o pendão floral precocemente, tornando-se imprópria para comercialização e consumo. A origem mediterrânea da alface explica este comportamento, já que nesta região as temperaturas médias são mais amenas que nos países tropicais.

Segundo ROSENBERG et al. (1989), o aumento de temperatura afeta primeiramente a evapotranspiração, com o aumento da capacidade do ar para receber vapor de água. Para CERMEÑO (1990), os processos metabólicos das plantas possuem temperaturas críticas que os impedem ou dificultam, sendo que para a maioria das espécies, a temperatura ótima para germinação, brotação, desenvolvimento, floração, fecundação e frutificação, situa-se entre 20 e 30 °C.

MALORGIO et al. (1990) verificaram um aumento no peso da matéria fresca de alface em NFT, com temperatura de 25 °C na área do sistema radicular, comparado com temperaturas mais baixas.

Segundo SGANZERLA (1990) a temperatura máxima tolerável pela cultura do alface, está em torno de 30 °C e a mínima por volta dos 6 °C. ZONTA et al. (1997), afirmam que o aumento de temperatura acima dos 40 °C retarda gradativamente a absorção de nutrientes, enquanto que a maior absorção é conseguida entre 25 e 35 °C. Baixas temperaturas noturnas (inferiores a 15°C) são mais importantes, em relação às diurnas (FILGUEIRA, 1982).

Com relação à temperatura no sistema hidropônico de cultivo, BLISKA JÚNIOR & HONÓRIO (1996), recomendam que a temperatura da solução nutritiva não deva ultrapassar os 30 °C sob pena de causar danos às plantas e que as temperaturas diurna e noturna devem ficar próximas de 16 °C e 10 °C,

respectivamente, durante a época fria e 24 °C e 15 °C na época quente, fazendo uma ressalva que deve ocorrer variação com a espécie e cultivar usada.

O fotoperíodo também afeta a cultura da alface, pois esta exige dias curtos para se manter na fase vegetativa e dias longos para que ocorra o pendoamento (ROBINSON et al., 1983). Sabe-se que os valores críticos, para temperatura e fotoperíodo, variam amplamente, entre as diferentes cultivares.

WAYCOTT (1995), trabalhando com diferentes genótipos de alface, condições fotoperiódicas e temperaturas verificou que a temperatura isoladamente não é suficiente para induzir o pendoamento, ao contrário do fotoperíodo. Concluiu também que existe uma série de respostas genéticas para vários comprimentos de dia entre genótipos de alface.

MELÉM et al. (1999) obtiveram baixa produção em número de folhas por planta e massa fresca da parte aérea para a cultivar Great Lakes devido às altas temperaturas da região Macapá (AP), no período da condução do experimento.

Segundo CONTI (1994) o comprimento do dia não é problema para o cultivo de verão no Brasil, pois as cultivares européias importadas já estão adaptadas a dias mais longos do que os que ocorrem no país. Entretanto, em condições de menores latitudes, verifica-se o aumento da temperatura.

2.4. Consumo de água em alface hidropônica

O consumo médio de água no planeta é de $644 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1} \cdot \text{habitante}^{-1}$. Com as expectativas de que a população mundial dobre até 2025, a demanda por recursos naturais, e principalmente hídrico, será de grande preocupação. (VERDADE et al., 2006).

Já para a América do Sul este consumo anual por habitante é estimado em 478 m^3 , com a produção agrícola representando 59% dos requerimentos de água. O uso indiscriminado e a escassez no futuro, sugere a utilização de sistemas de produção mais intensivos, e que reduzam o consumo de água pelas culturas (STANGUELLINI, 2003).

VAN OS (1999) verificou que a hidroponia possibilita a economia de 15 %, 21 %, 29 % na água requerida para a produção de crisântemo, pepino e rosas, respectivamente, em comparação com a produção no solo. LORENZO (2003) conseguiu reduzir em 32% o consumo de água no tomateiro, através do uso de cortinas de sombreamento de alta reflexão, instaladas sobre a casa de vegetação.

Pode-se reduzir ainda mais o consumo hídrico com o uso individual e/ou conjunto de instalação de sistemas de resfriamento, telas de sombreamento externo, exaustores, entre outros, no cultivo de plantas em ambiente protegido (VERDADE et al., 2006).

O cultivo sem solo, principalmente o sistema NFT, vem colaborar com estas expectativas de sustentabilidade dos sistemas de produção através da redução do consumo de água, eficiência no uso de nutrientes e agrotóxicos.

Além disso, controlam-se os efeitos de descarte de solução nutritiva (efluentes), e o acúmulo de nitrato no produto final através do manejo das soluções nutritivas e momento da colheita. Estes últimos fatores considerados negativos tem sido motivo de inúmeras pesquisas em nossos institutos e universidades.

A técnica NFT promove a recirculação da solução nutritiva e possibilita uma maior eficiência na utilização da água (MONTEZANO et al., 2002). LÓPEZ-GALVEZ & PEIL (2000) compararam a produção de frutos e resíduos na cultura de tomate em sistema NFT e em substrato, concluindo que a técnica NFT melhorou a eficiência no uso da água em 62%. Nas pesquisas com as culturas de pepino e feijão-vagem (PEIL et al., 1998; PEIL et al., 1999) observaram alta eficiência no consumo da água em sistema NFT.

2.5. Extração de nutrientes em alface hidropônica

A alface é considerada uma hortaliça exigente em nutrientes, mesmo absorvendo pequenas quantidades, quando comparada às outras culturas.

O período de maior consumo é na fase final de produção, devido ao seu ciclo curto e à pequena exigência em nutrientes pelas cultivares disponíveis no mercado (TERRA et al., 2001).

Esta intensificação de absorção de macronutrientes, principalmente, está relacionada com a produção de matéria seca, a qual é lenta no início de desenvolvimento das plantas, ocorrendo uma aceleração no processo a partir do trigésimo dia do ciclo cultural, chegando a valores elevados na época da colheita GARCIA et al. (1982). Os mesmos autores verificaram que a partir do quadragésimo dia do ciclo cultural, a alface apresenta a tendência de acumular mais rapidamente matéria seca, conseqüentemente com uma maior absorção de nutrientes.

Segundo FURLANI et al. (1978) a alface é dentre as folhosas, a que apresenta teores mais elevados de nitrogênio e cálcio sendo que, a extração destes nutrientes por tonelada produzida de alface é de, respectivamente, 2,51 kg e 0,82 kg. De acordo com SHEAR (1975), o nitrogênio é o nutriente que mais interfere no crescimento vegetativo da alface, sendo que a sua falta inibe a absorção de cálcio. A alface responde mais ao fornecimento de nitrogênio, pois é basicamente composta por folhas. Entretanto, a fisiologia da planta não é eficiente na utilização deste macronutriente, tendo uma taxa de utilização sempre menor que 50% (ALEXANDER, 1965). ALVARENGA (1999) observou que diversos trabalhos, sob as mais variadas situações, têm mostrado, invariavelmente, uma resposta quadrática à aplicação de nitrogênio e que a partir de uma determinada dose há um decréscimo na produção. Segundo KATAYAMA (1993) a absorção de aproximadamente 80% do N-total se dá nas últimas semanas do ciclo da cultura.

O nutriente mais exigido por esta cultura é o potássio, que embora não faça parte de nenhuma substância é o mais importante elemento em quantidade absorvida. O potássio age na planta principalmente como ativador enzimático, regulador da abertura e fechamento dos estômatos, resistência dos vegetais às geadas, regulador do turgor celular e responsável pela qualidade dos produtos agrícolas em geral. Em experimentos conduzidos em hidroponia este nutriente foi

o mais absorvido. VERDADE et al. (2003) observaram que a extração de macronutrientes seguiu a seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > P > Mg$, concordando com as pesquisas conduzidas em condições de solo (GARCIA et al., 1982) e em hidroponia (FURLANI, 1995; CORTEZ, 1999).

O cálcio é fundamental para a estrutura e funcionamento de membranas celulares, absorção iônica, constituinte do pectato (lamela média) e como constituinte ou ativador enzimático, como na ATPase (apirase). É um eventual causador do “tip burn” (queima dos bordos das folhas) na cultura de alface (quando constatada a sua deficiência), descrito por MALAVOLTA et al. (1997).

Os mesmos autores relatam a importância do macronutriente fósforo como fundamental para o crescimento das plantas, principalmente do sistema radicular, constituinte da molécula de ATP, transportadora de solutos pelas membranas das células, do DNA, RNA, nucleotídeos, ácido fólico, coenzimas e participa também da fotossíntese, respiração, sínteses, absorção iônica, multiplicação e divisão celular, na fixação biológica do nitrogênio e no armazenamento e transferência de energia.

O magnésio é fundamental para a fotossíntese, sendo constituinte da molécula de clorofila, participa de inúmeras reações como ativador enzimático, da respiração, absorção iônica e transporte de energia, balanço eletrolítico e confere estabilidade aos ribossomos (MALAVOLTA et al., 1997).

MALAVOLTA et al. (1997), consideram o enxofre fundamental para as plantas e seres humanos, pois, é constituinte dos aminoácidos cistina, metionina e cisteína, presente também em proteínas, sulfolipídeos, coenzimas e também age como ativador enzimático.

Os micronutrientes avaliados no presente trabalho são participantes do grupo ativo de enzimas, da fotossíntese e exercem outras funções importantes como: transportadores de elétrons, biossíntese de clorofila e proteínas (Fe), metabolismo de ácidos orgânicos e redutase de nitrito (Mn), sínteses protéica, do ácido indol acético (AIA) e componente dos ribossomos (Zn), constituinte /ativador enzimático da polifenol oxidase que atua na respiração e da plastocianina que

atua na fixação de nitrogênio (Cu), conforme descrição de MALAVOLTA et al. (1997).

2.6. Sistemas de cultivo hidropônico

O termo hidroponia significa o cultivo de plantas em meio líquido. É derivado de duas palavras de origem grega: hydro, que significa água, e ponos que significa trabalho. Esta definição foi proposta pelo Professor William Frederick Gericke, da Universidade da Califórnia, nos E.U.A., nos anos 30, quando utilizou esta técnica em escala comercial. Posteriormente, com o advento da II Guerra Mundial, foi usada para fins militares (RESH, 1985).

Fazendo uma retrospectiva da hidroponia, RESH (1985) cita como exemplos de cultivo de plantas sem solo os jardins suspensos da Babilônia, os jardins flutuantes dos Astecas e da China, todos datados como anteriores à era cristã. Os experimentos com cultivo hidropônico iniciaram-se na França e Inglaterra durante o século XVII, sendo que os estudos científicos relacionados ao ajuste da solução nutritiva tiveram início na Alemanha, por volta de 1699 (JENSEN, 1997).

No século XX muitos pesquisadores dedicaram-se aos estudos de soluções nutritivas através da dissolução de sais em água destilada. Entre eles podemos destacar HOAGLAND (1920) e ARNON (1950), citados por BLISKA JÚNIOR (1998), cujas soluções propostas são utilizadas até os dias de hoje, com pequenas alterações.

No entanto, o grande marco no desenvolvimento da hidroponia econômica e comercial foi o conceito de NFT (“Nutrient Film Technique”), traduzido como Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes, por Allen Cooper em 1965 (JONES JÚNIOR, 1983; SANTOS, 1998).

No Brasil, o cultivo hidropônico tem sido utilizado como ferramenta por diversos pesquisadores: CARDOSO (1975), SARRUGE (1975), MALAVOLTA (1980) e HAAG (1982), citados por BLISKA JÚNIOR (1998).

Com o pioneirismo do engenheiro Shigueru Ueda, entre 1985 e 1987, quando utilizou a cultura de morango e posteriormente a de alface, em sistema hidropônico-NFT, esta tecnologia de produção ganhou grande destaque e posteriormente outros pesquisadores como CASTELLANE & ARAÚJO (1987), FURLANI (1994), CARMELLO (1994) e MARTINEZ (1995), citados por BLISKA JÚNIOR (1998), voltaram suas atenções para a aplicação comercial desta tecnologia.

O cultivo hidropônico possui diversas vantagens como: possibilidade de aproveitamento de áreas inaptas ao cultivo convencional, tais como zonas áridas e solos degradados (TEIXEIRA, 1996); independência do cultivo às intempéries tais como veranico, geadas, chuvas de granizo, ventos, encharcamentos, e às estações climáticas, permitindo o cultivo durante todo o ano (FAQUIN et al., 1996); redução do uso de mão-de-obra nas atividades “braçais” tais como, capina e preparo de solo, além das atividades na hidroponia possam ser consideradas mais suaves (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994). Além disso, ocorre a antecipação da colheita devido ao encurtamento do ciclo da planta (FAQUIN et al., 1996); rápido retorno econômico (FAQUIN et al., 1996) dispensa a rotação de culturas (TEIXEIRA, 1996) e economia de água (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994).

Por outro lado, possui algumas desvantagens como: o alto custo de instalação dos sistemas (SANTOS, 1998; TEIXEIRA, 1996; FAQUIN et al., 1996); necessita acompanhamento permanente do funcionamento do sistema, principalmente do fornecimento de energia elétrica e controle da solução nutritiva (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994; FAQUIN, 1996); necessidade de mão-de-obra e assistência técnica especializada (SANCHEZ, 1996; TEIXEIRA, 1996; SANTOS, 1998); e novos produtos e técnicas adequadas no controle de pragas e doenças, pois, os agrotóxicos convencionais podem diminuir a qualidade biológica do produto (TEIXEIRA, 1996). Torna-se essencial, portanto, para elaboração de projetos, a consulta a técnicos especializados, sejam das universidades e/ou consultores experientes, tendo em vista os custos e o grau de complexidade do empreendimento (SANCHEZ, 1996).

2.6.1. A técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT)

Esta técnica desenvolvida por Allen Cooper em 1965 e originalmente denominada “Nutrient Film Technique” (NFT) consiste na passagem de uma lâmina de solução nutritiva por uma canaleta contendo as plantas (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994; FURLANI, 1995; JONES JÚNIOR, 1983). Os sistemas de produção hidropônica comercial sem substratos sólidos, em sua maioria, usam atualmente a técnica NFT.

O sistema consiste em uma canaleta (bancada), em geral suspenso (em torno de 1,0 m), podendo ser fabricado com diversos materiais: telha de cimento amianto ou fibrocimento; tubos de PVC; entre outros (ZANOTELLI & MOLINO, 1997). As bancadas têm uma inclinação de 2 % para permitir a circulação normal da solução (FAQUIN, 1996; JONES, 1983). Os canais (canaletas) podem conter substratos, usualmente pedra brita ou argila expandida, para sustentação das plantas. No entanto, estes substratos não estão sendo utilizados devido à necessidade de uma limpeza trabalhosa que se faz necessária após cada cultivo.

Atualmente os canais de cultivo não utilizam substratos e a sustentação das plantas é feita através de uma cobertura com orifícios (isopor, lona plástica de dupla face e “tetrapack”) que também previne contra a entrada de luz e aquecimento do sistema radicular das plantas (TEIXEIRA, 1996). Algumas empresas têm colocado no mercado canais de cultivo em forma de tubos de polipropileno achatados com orifícios para a fixação das plantas.

Hoje o sistema NFT é o mais utilizado comercialmente, e dentre as vantagens proporcionadas além das anteriormente descritas para os sistemas hidropônicos e temos ainda: redução de custos, em relação aos que utilizam substratos; maior rapidez e custo de implantação; e possibilidades de ajuste para a cultura. Permite o acompanhamento do crescimento do sistema radicular e a injeção de substâncias reguladoras de crescimento, bem como a aplicação de inseticidas e fungicidas via solução nutritiva.

Cuidados especiais devem ser tomados quanto à energia elétrica, devendo, se possível, possuir um conjunto gerador para suprimento automático nas emergências. O controle de doenças deve ser bem planejado tomando-se medidas profiláticas preventivas, ou, logo que as plantas apresentem os sintomas, para que não ocorra uma rápida disseminação dos patógenos na solução nutritiva.

O uso de luz ultravioleta (CARRUTHERS, 1998), ozônio (JONES JÚNIOR, 1983), a ultra filtração e o tratamento térmico podem ser utilizados para a eliminação dos patógenos, no entanto, são inviáveis pelos seus altos custos para o hidroponicultor.

A praticidade no manejo, limpeza, higiene e versatilidade desta modalidade de cultivo conferem ótimas condições para ocorrer uma diminuição na utilização de produtos químicos usados no controle das principais doenças que afetam as hortaliças, principalmente as folhosas. Também ocorre aumento do rendimento da mão-de-obra na operação de colheita (PAIVA, 1998).

2.7.Comportamento de cultivares em ambiente hidropônico - tipo NFT

Atualmente existem dados relativos à cultura de alface cultivada em sistemas hidropônicos, principalmente para o tipo NFT.

MONDIN (1996) verificou que a cultivar Verônica só foi superior a cultivar Elisa, obtendo um valor de 225,75 g para massa fresca da parte aérea (MFPA).

VAZ & JUNQUEIRA (1998) não encontraram diferença para a característica MFPA, entre as cultivares Elisa, Verônica e Tainá no cultivo hidropônico em Brasília. Em relação ao número de folhas, a cultivar Elisa foi superior.

Em Viçosa (MG), SEDYIAMA et al. (2000) não encontraram diferença de MFPA entre cultivares do grupo crespa em cultivo hidropônico no verão-outono. No grupo das crespas, 'Salad Bowl' e 'Brisa' emitiram maior número de folhas.

Também em cultivo hidropônico no município de Viçosa (MG), 'Brisa' foi a cultivar do grupo crespa que emitiu maior número de folhas sem se diferenciar das

cultivares Elba e Marisa (crespas). Dentro do grupo das lisas e das crespas não ocorreu diferença entre as cultivares para massa fresca da parte aérea e no grupo das americanas 'OGR', 'Madona', 'Tainá' e 'Iara' foram superiores à 'Lucy Brown' e 'Great Lakes' (CAETANO et al., 2000).

Entre cultivares de alface avaliadas na hidroponia em Santa Maria (RS) no inverno, SCHIMIDT et al. (2000) verificaram que as cultivares Aurora, Regina, Elisa, Brisa e Deisy foram superiores à cultivar Vera em massa fresca e massa seca das folhas. A cultivar Regina apresentou maior número de folhas sem diferir das cultivares Aurora e Elisa. Também em Santa Maria, no mesmo sistema de cultivo. BONNECARRÈRE et al. (2000) verificaram que a cultivar Maravilha de Inverno foi superior em massa fresca sem diferir da 'Aurora', 'Elisa', 'Regina', 'Deisy', 'Hortência' e 'Verônica'. Com relação à massa seca, apenas a cultivar Quatro Estações apresentou-se inferior às demais e para número de folhas 'Regina' foi superior sem diferir apenas da cultivar Elisa.

De acordo com os resultados apresentados por VASCONCELOS et al. (2000), em experimento de avaliação de cultivares de alface em cultivo hidropônico em Rio Branco (AC), a cultivar Verônica foi superior às cultivares Great Lakes, Elisa e Regina nas características massa fresca da parte aérea e número de folhas por planta.

Em Santa Maria (RS) as cultivares avaliadas mostraram desempenhos diferenciados com relação às variáveis massa fresca da planta e número de folhas. As cultivares Hortência, Verônica e Great Lakes destacaram-se quando se analisou a massa fresca da planta. Quando foi analisado a massa seca, a cultivar Verônica obteve melhor resultado em relação às demais. Quanto ao número de folhas a cultivar Regina, foi a que apresentou maior número. Quando se comparou as médias de massa fresca, massa seca e número de folhas colhidas aos 25 e 30 dias, não se constatou diferença significativa (PILAU et al., 2000).

GUALBERTO et al. (2002) observaram os valores de 128,1 a 173,8 (g.planta⁻¹) para o grupo das alfaces crespas, em hidroponia-NFT, no período de outono. A cultivar Verônica obteve 167,5 g.planta⁻¹ de MFPA e 195,41 g.planta⁻¹

de MFPA, na média geral para nove épocas de plantio. GUSMÃO et al. (2004) em Belém do Pará (PA), região de clima tropical úmido, obtiveram os valores de 95,3 g.planta⁻¹ para peso fresco da planta e 14,7 para número total de folhas (NTF), para a cultivar Verônica que superou as cultivares americanas nestas características. No ensaio de 12/02/04 a 03/03/04, obtiveram 90,6 g.planta⁻¹ para peso fresco da planta (PFP) e 27,38 para NTF. Essas colheitas foram realizadas de 21 a 25 dias após o transplante, para que as plantas adaptadas às altas temperaturas não tivessem um aumento dos níveis de ácido lacturônico, o qual produz um sabor amargo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização dos experimentos

Os experimentos foram instalados no Pólo Regional Centro-Leste /APTA (Antiga Estação Experimental do IAC) em Ribeirão Preto (SP), localizado geograficamente a 21°15'22" de latitude sul e 48°1'58" de longitude oeste, com uma altitude de 544,800m, situando-se na região Nordeste do Estado de São Paulo, com precipitação média anual de 1.463,9 mm e temperatura média anual de 22,8°C. O tipo climático é Tropical-AW, pela classificação de KÖPPEN, caracterizado pelo verão chuvoso e inverno seco.

3.2. Cultivares

As cultivares do grupo de folhas crespas utilizadas foram:

Verônica: Apresenta boa produtividade; líder e padrão de mercado; pode ser cultivada durante o ano todo, em especial no verão; pois apresenta resistência ao pendoamento precoce. Empresa produtora: Agroflora Sakata (SHOW ROOM, 1997). O comportamento da cultivar tem sido bastante estudado em condições hidropônicas, sendo portanto, incluída neste experimento como cultivar padrão.

Pira Roxa: Cultivar de alface desenvolvida pelo melhorista Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa, da ESALQ/USP, recém lançada no mercado. Possui plantas vigorosas, com folhas crespas, semi-eretas, de coloração vermelho amarronzada (magenta) e brilhante na parte superior. Apresenta pendoamento lento nas condições de cultivo de verão. Seu ciclo é de 35 a 45 dias, após o transplante, dependendo da região e da época de cultivo. Apresenta resistência ao vírus do

mosaico da alface (patótipo II), à raça de *Bremia lactucae* (míldio) de ocorrência no Brasil e à *Thielaviopsis basicola* (murchadeira).

Pira Vermelha: Progenie irmã da cultivar Pira Roxa, cultivar de alface desenvolvida pelo melhorista Dr. Cyro Paulino da Costa, da ESALQ/USP, e que difere apenas no tom da coloração avermelhada. Possui plantas vigorosas, com folhas crespas, semi-eretas e de coloração vermelha intensa e brilhante na parte superior. Apresenta pendoamento lento nas condições de cultivo de verão. Seu ciclo é de 35 a 45 dias, após o transplante, dependendo da região e da época de cultivo. Apresenta resistência ao vírus do mosaico da alface (patótipo II), à raça de *Bremia lactucae* de ocorrência no Brasil e à *Thielaviopsis basicola* (murchadeira).

Crespona gigante: Material experimental avançado, geração F7, resultado do cruzamento da cultivar Vera com uma alface americana de nome Niner. Alface tipo crespa, de porte grande, plantas vigorosas de coloração verde.

Locarno: variedade da empresa Rijk Zwaan, possui pendoamento lento, recomendada para cultivo no campo. Possui folhas verdes claras, brilhantes, intensamente recortadas e com alto grau de crespicidade. Suas plantas são uniformes sob condições de temperatura elevada. Possui resistência a *Bremia lactucae*, raças: 1-16, 21, 23.

3.3. Caracterização dos ambientes e sistemas hidropônicos de cultivo

Os cultivos hidropônicos foram instalados e conduzidos em duas casas de vegetação, denominadas: convencional e climatizada. As duas casas de vegetação foram instaladas com o eixo longitudinal no sentido leste - oeste, para reduzir o sombreamento interno.

O ambiente convencional consistiu de uma casa de vegetação modelo Hidrogood®, confeccionada com arcos de polipropileno, filme plástico na cobertura

(150 μ , aditivada contra raios ultravioleta) e tela tipo sombrite na lateral, tendo as seguintes dimensões: pé direito de 2,8 m de altura, largura de 7,0m e comprimento de 8,0m (Figura 1).

A casa de vegetação climatizada é de fabricação da Van der Hoeven, modelo Poly House, com área de 140,80 m², com cobertura e fechamentos laterais em filme de polietileno duplo e inflado por micro-ventilador, antecâmara com sistema automático de resfriamento, exaustores e cortina de sombreamento externo com fechamento e abertura motorizados (Figura 2).

Em cada casa de vegetação foram construídas três bancadas de plantio com declividade de 2%, nas quais foram posicionados sete canais de cultivo espaçados em 0,25m e com comprimento de 6,00m. Nos canais foram transplantadas 22 plantas de alface, seguindo espaçamento de 0,25m entre plantas.

Cada canal era interligado a um reservatório de plástico rígido com capacidade de 50 litros e um conjunto moto-bomba. As eletro bombas de ½ HP foram instaladas na casas de vegetação convencional e climatizada, o que permitia uma vazão de no mínimo 1,5 L.minuto⁻¹,

Os conjuntos foram completados com mangueiras, emissores e um temporizador, que foi regulado para o período de 15 minutos de circulação das soluções nutritivas e 15 minutos desligados durante o período diurno. No período noturno eram desligados. O sistema NFT (“Nutrient Film Technique”) foi individualizado para cada um dos canais de cultivo, constituídos por tubos de polipropileno específicos fabricados pela empresa Hidrogood®.



Figura 1. Vista interna da casa de vegetação convencional modelo Hidrogood®.



Figura 2. Vista interna da casa de vegetação climatizada modelo Van der Hoeven®.

3.4. Preparo e manejo da solução nutritiva

O preparo e manejo da solução nutritiva foram efetuados conforme recomendação de FURLANI et al. (1999), com monitoramento diário da condutividade elétrica (CE) e respectiva correção com uma solução de ajuste.

A análise da solução nutritiva inicial preparada apresentou as seguintes concentrações dos nutrientes em (mg.L⁻¹): P (54,6), K (240,0), Ca (142,2), Mg (19,8), S-SO₄⁻² (28,9), Fe (0,96), Mn (0,98), Cu (0,55), Zn (0,25), B (0,54) e pH de 6,3. Na fase de desenvolvimento das mudas foi adotada a condutividade elétrica das soluções nutritivas de 1,4 mS, e depois do transplante para a bancada definitiva, utilizou-se 1,7 mS. Estas condutividades elétricas das soluções nutritivas foram determinadas com condutivímetro portátil modelo CON 100 (OAKTON®).

Diariamente foram retiradas alíquotas da solução nutritiva para determinação de pH (peagâmetro modelo GEHAKA®) e a condutividade elétrica.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar (máximas e mínimas) foram anotados diariamente nas duas casa-de-vegetação, utilizando-se de termo higrômetros digitais.

3.5. Instalação e condução dos experimentos

O comportamento das cinco cultivares em dois ambientes de cultivo foram avaliados no período de verão - outono de 2006.

A semeadura foi realizada no dia 06/02/06 em espuma fenólica, previamente lavada e irrigada com água até completa emergência das plântulas.

Quando as mudas obtiveram de 6 a 8 folhas definitivas, no dia 10/03/06, foram transplantadas para as bancadas definitivas. Em cada bancada havia sete canais, sendo que os cinco centrais foram utilizados para cada uma das cinco cultivares ou tratamentos, e os dois periféricos deixados como bordadura. Além desses foram deixadas como bordadura duas plantas de cada canal, das parcelas úteis, sendo estas a primeira e a última de cada canal. Pretendeu-se com isso que as plantas tivessem o mesmo nível de competição por luz e espaço para o seu crescimento normal. Em cada parcela (canais centrais) foram transplantadas 22 plantas de cada tratamento. Não foi necessária a aplicação de agrotóxicos (inseticidas e fungicidas) durante o período de condução do experimento.

3.6. Delineamento experimental

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (cultivares Pira Vermelha, Pira Roxa, Locarno, Crespona gigante e Verônica), e três repetições.

Cada parcela foi composta por um canal hidropônico contendo 22 plantas, e cada uma das três bancadas caracterizou-se como uma repetição.

3.7. Características avaliadas

As plantas foram colhidas aos 61 dias após a semeadura, quando atingiram o máximo desenvolvimento vegetativo, antes de iniciarem o processo de pendoamento. Foram coletadas três plantas centrais de cada parcela, onde foram tomadas as seguintes características:

3.7.1. Massa da matéria fresca da parte aérea

A parte aérea de cada planta foi separada das raízes e pesada em balança digital. Portanto, foram considerados as folhas e os caules, como usualmente é vendido no comércio. Removeram-se apenas as folhas exteriores em processo de senescência.

3.7.2. Massa da matéria fresca das folhas, caules e raízes

Folhas, caules e raízes foram separados e cada parte foi pesada individualmente, por planta.

3.7.3. Massa da matéria seca da parte aérea, folhas, caules e raízes

Foram obtidos pela pesagem das partes individualizadas após secagem em estufa com circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas. Para se obter a massa da matéria seca da parte aérea foram apenas somadas as massas secas de folhas e caules.

3.7.4. Número total de folhas

O número total de folhas foi obtido pela contagem do número de folhas de cada planta.

3.7.5. Número de folhas com comprimento superior a 10 centímetros

O número de folhas com comprimento superior a 10 centímetros foi obtido pela contagem dessas folhas dentro do total.

3.7.6. Estimativa de consumo de água por alface hidropônica

A quantificação da água consumida pelas plantas, de cada canal de cultivo, foi efetuada diariamente, completando o volume do reservatório até o nível de 50 litros, utilizando uma proveta graduada em mililitros. Considerou-se o consumo a cada cinco dias (5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias) após o transplante como uma variável quantitativa para estabelecer uma análise de regressão polinomial.

3.7.7. Absorção e acúmulo de nutrientes nas folhas de alface hidropônica

Após a secagem das folhas em estufas realizou-se a moagem das mesmas para determinar a concentração de macro e micronutrientes. Em seguida determinaram-se os teores de nutrientes seguindo metodologia proposta por BATAGLIA et al. (1992).

3.8. Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, de acordo com o delineamento em blocos casualizados, utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS).

Para a comparação das médias obtidas, foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Foi realizada a análise conjunta dos experimentos visando a possibilidade de interação entre os fatores ambiente de cultivo e cultivares. Para análise do efeito de ambientes utilizou-se do esquema de análise de variância para grupos de experimentos (Tabela 1).

Tabela 1. Esquema de análise de variância para grupos de experimentos conduzidos em casas de vegetação convencional e climatizada, com cinco cultivares de alface crespa.

Fontes de variação	GL
Experimentos	1
Tratamentos	4
Experimentos x Tratamentos	4
Blocos dentro de casas de vegetação	4
Resíduos dentro de casas de vegetação	16
Total	29

3.9. Dados meteorológicos

Os dados de temperaturas mínimas e máximas diárias, temperatura às 10 horas e umidade relativa do ar nas duas casas de vegetação onde foram conduzidos os experimentos estão apresentados nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

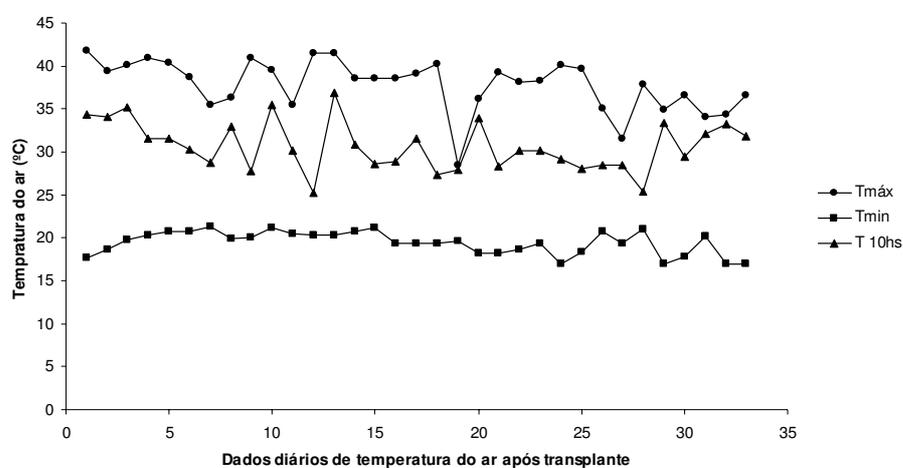


Figura 3. Dados de temperatura do ar em casa de vegetação convencional, durante o período experimental. Pólo Centro-Norte/APTA/SAA, Ribeirão Preto (SP), 2006.

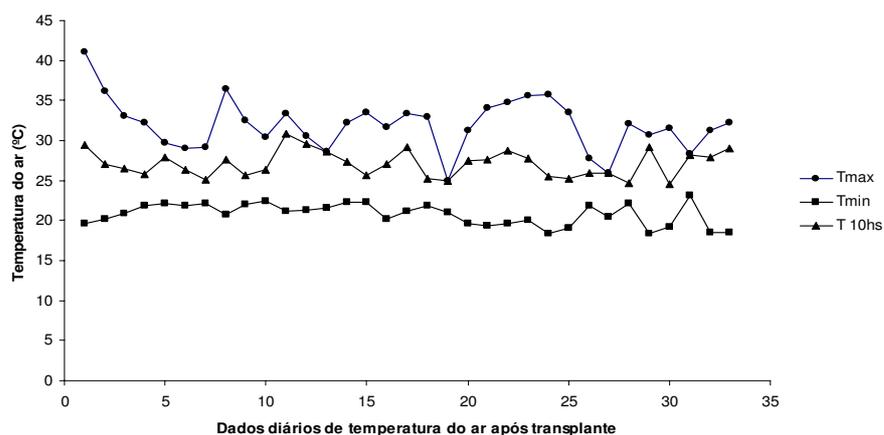


Figura 4. Dados de temperatura do ar em casa de vegetação climatizada, durante o período experimental. Pólo Centro-Norte/-APTA/SAA, Ribeirão Preto (SP), 2006.

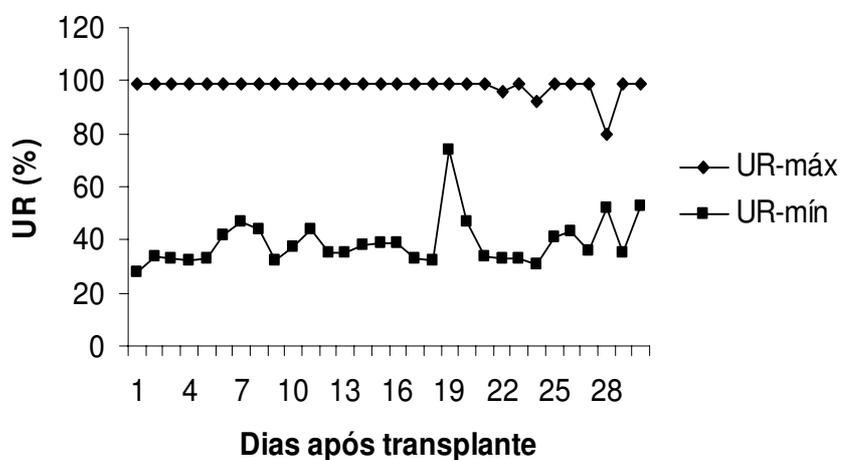


Figura 5. Dados de umidade relativa do ar em casa de vegetação convencional, durante o período experimental. Pólo Centro-Norte/-APTA/SAA, Ribeirão Preto (SP), 2006.

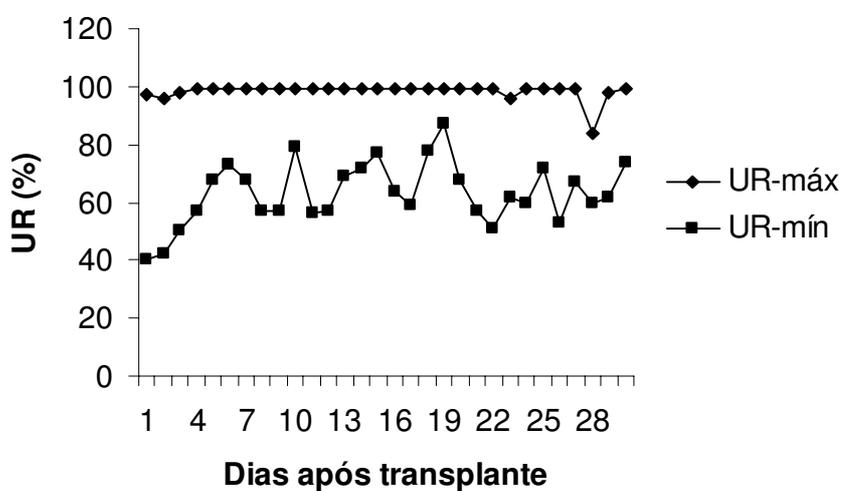


Figura 6. Dados de umidade relativa do ar em casa de vegetação climatizada, durante o período experimental. Pólo Centro-Norte/-APTA/SAA, Ribeirão Preto (SP), 2006.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise das características agronômicas da planta

Pelas Tabelas 2 e 3 observou-se efeito significativo do fator cultivar sobre todas as características avaliadas, exceto para número total de folhas. Da mesma forma, o fator ambiente de cultivo só não foi significativo para as características massa fresca e seca de caule e número de folhas maior que 10 cm. Já para a interação cultivares e ambientes de cultivo não houve efeito significativo, mostrando que as cultivares comportaram-se de forma semelhante nas duas casas de vegetação.

Tabela 2. Valores em (g.planta⁻¹) médios de massas fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA), folhas (MFF e MSF) e caule (MFC e MSC) de cultivares de alface em dois ambientes de cultivo no sistema hidropônico-NFT, Ribeirão Preto (SP), 2006.

Características agronômicas	MFPA	MSPA	MFF	MSF	MFC	MSC
Ambientes (A)						
Ambiente convencional	130,66a	6,51a	115,83a	5,6293a	14,829a	0,8773a
Ambiente climatizado	74,59b	3,91b	61,64b	3,0280b	12,951a	0,8867a
Teste F	10,79**	14,88**	13,43**	21,68**	0,51 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D.M.S. (5%)	36,186	1,4245	31,349	1,1843	5,5879	0,3385
Cultivares (C)						
Pira vermelha (C ₁)	65,61b	3,47b	57,11b	2,9283b	8,502b	0,545b
Pira roxa (C ₂)	60,41b	3,91b	53,43b	3,2917b	6,983b	0,6233b
Locarno (C ₃)	89,22b	3,95b	77,38b	3,2883b	11,848ab	0,66b
Crespona gigante (C ₄)	179,17a	8,31a	161,52a	7,3917a	17,65ab	0,9167ab
Verônica (C ₅)	118,72ab	6,41ab	94,25ab	4,7433ab	24,467a	1,665a
Teste F	6,49**	7,67**	7,05**	8,76**	5,96**	6,62**
D.M.S. (5%)	82,687	3,2551	71,634	2,7062	12,769	0,7736
Interação (AxC)						
Teste F p/ int. A X C	0,47 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,51 ^{ns}
CV (%)	45,55	35,31	45,64	35,34	51,97	49,58

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ** :significativo ao nível de 1% de probabilidade. * : significativo ao nível de 5% de probabilidade. NS: não significativo.

Verifica-se pelas Tabelas 2 e 3 que o ambiente de cultivo casa de vegetação convencional apresentou melhores resultados para o cultivo de alface crespa se comparado ao climatizado para todas as características significativas, principalmente no que se refere à produção de massa fresca. Este fato provavelmente ocorreu pela maior transpiração das plantas na casa de vegetação convencional e em virtude da maior incidência da radiação solar e temperaturas (Figura 3), traduzindo em maior fotossíntese e conseqüentemente maior produção de biomassa.

Tabela 3. Valores em (g.planta⁻¹) médios de massas fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA), de raízes (MFR e MSR), número de folhas maiores que 10 cm e total de folhas (NF 10 e NTF) de cultivares de alface em dois ambientes de cultivo no sistema hidropônico-NFT, Ribeirão Preto (SP), 2006.

Características agrônômicas	MFPA	MSPA	MFR	MSR	NF 10	NTF
Ambientes (A)						
Ambiente convencional	130,66a	6,51a	33,368a	1,6407a	11,287a	28,914a
Ambiente climatizado	74,59b	3,91b	16,987b	0,8427b	9,954a	21,648b
Teste F	10,79**	14,88**	39,59**	40,40**	1,04 ^{ns}	12,17**
D.M.S. (5%)	36,186	1,4245	5,519	0,2662	2,7699	4,4146
Cultivares (C)						
Pira vermelha (C ₁)	65,61b	3,47b	16,908b	0,8917b	7,888b	22,307a
Pira roxa (C ₂)	60,41b	3,91b	18,922b	0,795b	10,498ab	27,62a
Locarno (C ₃)	89,22b	3,95b	29,47ab	1,3783ab	8,553b	22,477a
Crespona gigante (C ₄)	179,17a	8,31a	33,417a	1,7817a	16,442a	30,208a
Verônica (C ₅)	118,72ab	6,41ab	27,172ab	1,3617ab	9,722b	23,793a
Teste F	6,49**	7,67**	5,84**	8,21**	5,44**	2,24 ^{ns}
D.M.S. (5%)	82,687	3,2551	12,611	0,6082	6,3293	10,088
Interação (A x C)						
Teste F p/ int. A X C	0,47 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,68 ^{ns}	2,87 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,02 ^{ns}
CV (%)	45,55	35,31	28,32	27,69	33,69	22,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). **:significativo ao nível de 1% de probabilidade. *: significativo ao nível de 5% de probabilidade
NS: não significativo.

Na casa de vegetação climatizada o filme de polietileno duplo faz com que a radiação solar seja menor. Esses resultados concordam com os obtidos por VERDADE et al. (2003), os quais obtiveram em seu experimento, em época de verão, média de massa fresca de folhas de $133 \text{ g.planta}^{-1}$ em casa de vegetação convencional e $112 \text{ g.planta}^{-1}$ na climatizada.

Percebe-se pela tabela 2 que as cultivares que mais se destacaram em massa fresca e seca da parte aérea, indicando uma produção dentro dos padrões comerciais para a espécie, foram as cultivares Crespona gigante, com $179,17 \text{ g.planta}^{-1}$ e $8,31 \text{ g.planta}^{-1}$ e Verônica com $118,72 \text{ g.planta}^{-1}$ e $6,41 \text{ g.planta}^{-1}$ respectivamente. Entretanto, a única cultivar que diferiu estatisticamente das demais para esses parâmetros foi Crespona gigante. GUALBERTO et al. (2002) também verificaram em seus experimentos que a cultivar Verônica destacou-se entre as demais apresentando uma das melhores massas da matéria fresca da parte aérea, classificando-a ainda como a de maior adaptabilidade geral nos ambientes de cultivo. Já nos experimentos realizados por SCHMIDT et al. (2006) a cultivar Verônica apresentou os piores resultados com uma massa fresca de $99,41 \text{ g.planta}^{-1}$ e seca $4,41 \text{ g.planta}^{-1}$.

Analisando-se separadamente os componentes da parte aérea (Tabela 2) quando se refere à massa fresca e seca de folhas, mais uma vez as cultivares Crespona gigante e Verônica apresentaram os melhores desempenhos, sendo que somente a cultivar Crespona gigante diferiu estatisticamente das cultivares Pira Vermelha, Pira Roxa e Locarno, apresentando valores de $161,52 \text{ g.planta}^{-1}$ para massa fresca e $7,39 \text{ g.planta}^{-1}$ para massa seca. Resultados semelhantes para a cultivar Verônica foram obtidos por OLIVEIRA et al. (2003), e CHURATA-MASCA & GOMES (2004).

Em relação à massa fresca e seca do caule a cultivar Verônica apresentou as maiores massas, $24,47 \text{ g.planta}^{-1}$ e $1,66 \text{ g.planta}^{-1}$, respectivamente, diferindo das cultivares Pira Vermelha e Pira Roxa (Tabela 2). Esses resultados concordam com os obtidos por SEDIYAMA et al. (2000), OLIVEIRA et al. (2003) e CHURATA-MASCA & GOMES (2004). No caso do caule, esse maior valor torna-se um

aspecto negativo, sugerindo que a cultivar possa ter maior susceptibilidade ao pendoamento. Sendo assim, inferindo-se com base no peso do caule, as cultivares que sugeriram maior resistência ao pendoamento foram, principalmente, as cultivares Pira Vermelha e Pira Roxa, concordando com os resultados obtidos por SALA & COSTA (2005).

Pela tabela 3 percebe-se que as cultivares mesmo tendo diferido em massa de folhas, o número total de folhas foi estatisticamente igual para todas elas, em média 25 folhas. Pode-se inferir pelos resultados, que “Crespona gigante” tem folhas maiores que “Pira Vermelha”, “Pira Roxa” e “Locarno”. Esse fato pode ser confirmado pelo número de folhas maiores que dez centímetros, sendo na cultivar Crespona gigante significativamente maior que nas demais, em média 16 folhas. O tamanho exagerado de folhas muitas vezes é indesejável pela dificuldade de embalagem pelos danos causados às folhas (SEDIYAMA et al. 2000).

O presente trabalho apresentou como melhores resultados obtidos para massa fresca da parte aérea, os da cultivar Crespona gigante que obteve a maior massa fresca e seca de raiz, apresentando $33,42\text{g.planta}^{-1}$ de massa fresca e $1,78\text{g.planta}^{-1}$ de massa seca. OLIVEIRA et al. (2003) também avaliando a cultivar Verônica obteve uma das maiores matérias frescas de raízes em relação as demais cultivares avaliadas. Para matéria seca, os autores não observaram diferenças significativas diferindo dos resultados do presente experimento.

Concordando com os resultados obtidos por SCHIMIDT et al. (2006) avaliando cultivares no estado de Rondônia, observa-se que as médias de massa fresca e seca alcançadas neste experimento estão abaixo das médias obtidas em experimentos desse mesmo tipo verificadas por outros autores já citados. Deve-se considerar que as condições climáticas nesses locais são extremamente elevadas prejudicando o crescimento da cultura da alface. Segundo BRANCO et al. (2000) comparando-se as melhores épocas do ano para o plantio, verifica-se que as plantas de alface acumulam menos matéria seca na parte aérea nas épocas mais

quentes, principalmente no plantio de verão devido ao estresse térmico por altas temperaturas.

Se a escolha da melhor cultivar for analisada apenas levando-se em consideração os resultados de massa seca de parte aérea e raiz, pode-se afirmar que as cultivares Crespona gigante e Verônica foram as que apresentaram melhores rendimentos. Porém é interessante levarmos em consideração também a constituição genética da cultivar em si. As cultivares Pira Roxa e Pira Vermelha são naturalmente de constituição menor, mais compactas que Crespona gigante e Verônica. Nas condições ambientais de Ribeirão Preto, onde o calor é excessivo e especificamente da época de realização do experimento, uma característica importante é a resistência ao pendoamento. Nesse aspecto no ato da colheita observou-se que as cultivares Pira Roxa e Pira Vermelha destacaram-se para essa característica.

4.2. Estimativa do consumo de água em alface hidropônica - NFT

O verão na região de Ribeirão Preto é caracterizado por um clima úmido e por altas temperaturas, condições observadas no período de condução dos experimentos.

Durante o experimento, observou-se que na casa de vegetação convencional, as médias de temperaturas máximas foi de 37,01°C e das mínimas foi de 19,81°C. Na casa de vegetação climatizada, as médias de temperaturas máximas foi de 30,55°C e das mínimas foi de 20,36°C.

A média da umidade relativa mínima do ar, na casa de vegetação convencional não atingiu 39 %, enquanto na casa de vegetação climatizada a média registrada foi de 63 %. Estes valores segundo VERDADE et al. (2006), que em ensaios com alface, cultivar Verônica, obtiveram valores semelhantes, indicam que o sistema de nebulização foi eficiente para manutenção da umidade relativa do ar em patamares aceitáveis.

Os valores de temperatura do ar mostraram expressivo contraste entre os dois ambientes de cultivo, principalmente, quanto às temperaturas máximas atingidas, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4. Os dados de temperatura mínima foram sempre mais baixos na casa de vegetação convencional, pois, na climatizada o calor armazenado não se perde para a atmosfera no período noturno, pois esta permanece fechada com os seus exaustores desligados.

Pela análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa SAS (Statistical Analysis System), verificou-se o comportamento diferenciado das cultivares testadas quanto ao consumo de água, tanto na casa de vegetação convencional, como na climatizada. Os dados de significância obtidos pelo teste F para médias de consumo médio de água a cada cinco dias são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Teste F para análise de regressão para o consumo médio estimado de água de alface hidropônica – NFT em ambientes convencional (A.conv.) e climatizado (A.clim.), Ribeirão Preto (SP), 2006.

Ambientes	Cultivares	Teste F		
		Linear	Quadrática	Cúbica
A. conv.	Pira Vermelha	97,53**	0,08 ^{NS}	0,02 ^{NS}
A. conv.	Pira Roxa	991,69**	0,21 ^{NS}	0,37 ^{NS}
A. conv.	Locarno	1191,23**	14,66**	0,04 ^{NS}
A. conv.	Crespona gigante	635,74**	5,38*	0,02 ^{NS}
A. conv.	Verônica	203,07**	0,51 ^{NS}	0,02 ^{NS}
A. clim.	Pira Vermelha	203,71**	1,34 ^{NS}	0,33 ^{NS}
A. clim.	Pira Roxa	213,01**	0,18 ^{NS}	0,00 ^{NS}
A. clim.	Locarno	180,27**	1,31 ^{NS}	0,02 ^{NS}
A. clim.	Crespona gigante	103,39**	0,30 ^{NS}	0,01 ^{NS}
A. clim.	Verônica	204,73**	0,91 ^{NS}	0,09 ^{NS}

4.2.1. Consumo de água em casa de vegetação climatizada

Na casa de vegetação climatizada, devido à existência da cortina de Aluminet[®], a média da temperatura máxima foi cerca de 6,5°C mais baixa que a observada na convencional (Figuras 3 e 4). Nos ensaios conduzidos por VERDADE et al. (2006) este valor foi de 5°C mais baixa.

O consumo de água, pelas cultivares, neste ambiente de cultivo, apresentou um crescimento linear, ou seja, com aumentos proporcionais ao longo do tempo (Figura 7).

O consumo médio em L.pl⁻¹.dia⁻¹, no período de 28 dias após o transplante, de cada cultivar, em ordem decrescente foi: Verônica (0,102), Pira Roxa (0,102), Pira Vermelha (0,098), Crespona gigante (0,095) e Locarno (0,089).

Estes dados foram ligeiramente superiores aos verificados por VERDADE (2005), com um consumo acumulado de 2.416 mL.planta⁻¹, ou 0,097 L.pl⁻¹.dia⁻¹,

em 25 dias após o transplante para a cultivar Verônica no plantio de primavera e 2451 mL.planta⁻¹ ou 0,098 L.pl⁻¹.dia⁻¹, para o plantio de verão.

4.2.2. Consumo de água em casa de vegetação convencional

O consumo de água pela planta está relacionado com o acúmulo de matéria seca, e apresentou os maiores valores para este ambiente de cultivo aos 28 dat para todas as cultivares.

As cultivares Crespona gigante e Verônica atingiram, no período de 5 a 15 dat aproximadamente 0,20 L.pl⁻¹.dia⁻¹, e um outro grupo composto pelas cultivares Pira Vermelha, Pira Roxa e Locarno, com valores próximos a 0,13 L.pl⁻¹.dia⁻¹ (Figura 8).

No período de 20 e 28 dat onde houve um aumento significativo no consumo, caracterizando bem a diferença entre as cultivares testadas, atingindo uma faixa situada entre 0,47 a 0,63 L.pl⁻¹.dia⁻¹, para as cultivares Locarno e Crespona gigante (Figura 8).

O consumo médio (L.pl⁻¹.dia⁻¹), no período de 28 dat, de cada cultivar em ordem decrescente foi: Crespona gigante (0,327), Verônica (0,242), Locarno (0,215), Pira Vermelha (0,165) e Pira Roxa (0,149).

Estes resultados foram superiores aos citados por ANTÔNIO (1998), que encontrou 0,128 L.pl⁻¹.dia⁻¹ para a cv. Verônica. Já VERDADE et al. (2003) obtiveram valores de consumo médio (L.pl⁻¹.dia⁻¹), para as cultivares de alfaces crespas: Rubra (0,22), Hortêncica (0,22) e Vera (0,21). Estes valores foram semelhantes aos observados no presente trabalho, só superados pela cv. Crespona gigante, devido às suas características genéticas (maior porte).

VERDADE (2005) relatou um valor de 0,169 L.pl⁻¹.dia⁻¹, como consumo médio, para a cv. Verônica, no cultivo de verão, valor este inferior ao obtido pela mesma cultivar no presente trabalho.

FERNANDES et al. (2002) obtiveram como consumo de água para a cv. Regina (alface lisa), o valor de 11,9 litros por planta, aos 35 dat. Isto dá em média

0,34 L.pl⁻¹.dia⁻¹, valor compatível com os dados obtidos de MFPA, de 233,33 g.pl⁻¹, comparando-se com outros relatados na literatura.

As Figuras 7 e 8, apresentam as curvas de tendência para as cultivares de alface, nos dois ambientes de cultivo, para o consumo estimado de água.

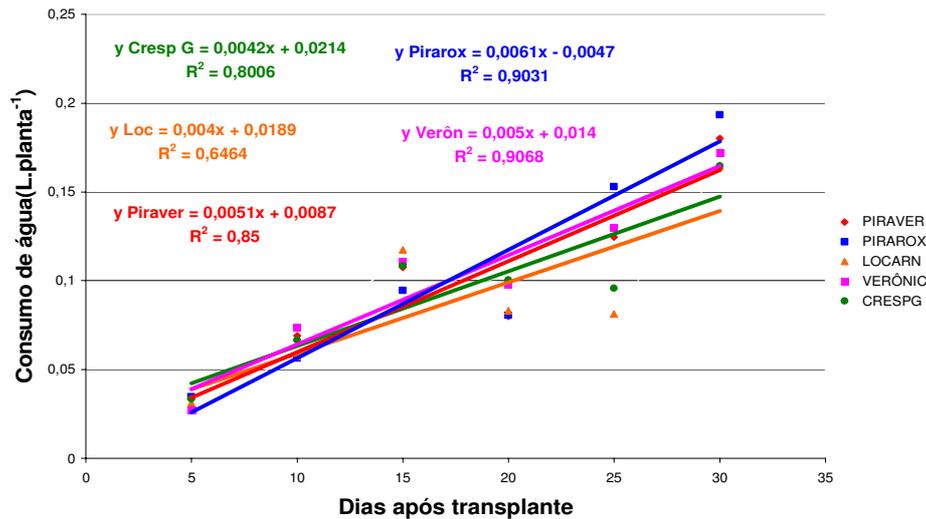


Figura 7. Consumo médio de água, a cada cinco dias para as cultivares de alface crepa, em casa de vegetação climatizada, em Ribeirão Preto (SP), 2006.

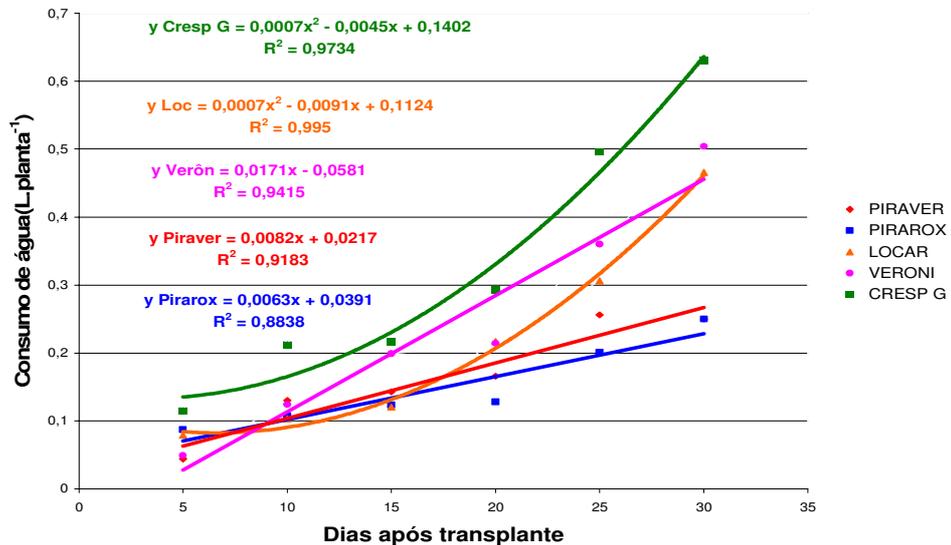


Figura 8. Consumo médio de água, a cada cinco dias para as cultivares de alface crepa, em casa de vegetação convencional, em Ribeirão Preto (SP), 2006.

As equações de regressão linear (para as cultivares. Verônica, Pira Vermelha e Pira Roxa), e quadrática (para as cultivares. Crespona gigante e Locarno) foram as que melhor explicaram a variação no consumo médio de água a cada 5 dias. O maior consumo de água na casa de vegetação convencional indica uma maior evapotranspiração, com aumento da taxa fotossintética e uma maior produção de fitomassa.

4.3. Avaliação do estado nutricional das cultivares de alface em cultivo hidropônico - NFT

Após a análise conjunta dos dois experimentos, observou-se que o fator ambiente de cultivo proporcionou diferenças nos teores dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e cálcio, e para os micronutrientes cobre, manganês e zinco.

Para o fator cultivar houve efeito significativo para todos os macronutrientes. Não houve, porém, diferença significativa entre as cultivares testadas quanto às concentrações dos micronutrientes avaliados.

Os dados referentes às concentrações de macronutrientes, e micronutrientes em folhas de alface do tipo crespas, testadas no presente ensaio, estão descritos nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Valores médios dos teores de macronutrientes em (g.kg^{-1}), nas folhas de cultivares de alface, em dois ambientes de cultivo, no sistema hidropônico-NFT, Ribeirão Preto (SP), 2006.

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S
Ambientes (A)						
Ambiente convencional	35,77a	3,58b	74,75a	12,21a	11,287a	1,37a
Ambiente climatizado	34,09b	4,15a	62,90a	9,57b	4,09a	1,21a
Teste F	7,06*	29,27**	2,56 ^{NS}	9,66**	2,26 ^{NS}	1,67 ^{NS}
D.M.S. (5%)	1,11	0,18	12,93	1,48	0,39	0,21
Cultivares (C)						
Pira vermelha (C ₁)	33,40b	3,46c	61,97ab	8,42b	3,75ab	0,90cd
Pira roxa (C ₂)	33,30b	4,44a	50,72b	9,38b	3,72b	0,76d
Locarno (C ₃)	35,40ab	3,63c	71,83ab	11,70ab	4,58ab	1,30bc
Crespona gigante (C ₄)	36,13a	3,67bc	92,00a	13,15a	4,53ab	1,58ab
Verônica (C ₅)	36,42a	4,10ab	67,62ab	11,80ab	4,70a	1,93a
Teste F	4,41*	11,62**	3,36*	4,17*	3,63*	12,23**
D.M.S. (5%)	2,70	0,45	31,51	3,60	0,96	0,52
Interação (A x C)						
Teste F p/ int. A X C	1,62 ^{NS}	12,46**	1,49 ^{NS}	0,59 ^{NS}	1,41 ^{NS}	0,35 ^{NS}
CV (%)	4,98	7,47	29,47	21,31	14,55	25,90

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

** :significativo ao nível de 1% de probabilidade. * :significativo ao nível de 5% de probabilidade
NS: não significativo.

Nota-se pela Tabela 5 que a cultivar Crespona gigante apresentou valor superior a cultivar Pira Roxa, em relação ao macronutriente potássio (K), diferindo estatisticamente também das cultivares Pira Vermelha e Pira Roxa, quanto ao elemento cálcio (Ca). Já “Crespona gigante”, e “Verônica” diferiram estatisticamente das cultivares Pira Vermelha, e Pira Roxa quanto ao macronutriente nitrogênio (N). “Verônica” diferiu estatisticamente apenas da cv. Pira Roxa, quanto ao macronutriente magnésio (Mg), e das cultivares Pira Vermelha, Pira Roxa e Locarno em relação ao elemento enxofre (S).

Tabela 6. Valores médios dos teores de micronutrientes em (mg.kg^{-1}), nas folhas de cultivares de alface, em dois ambientes de cultivo, no sistema hidropônico-NFT, Ribeirão Preto (SP), 2006.

Nutrientes	Fe	Cu	Mn	Zn
Ambientes (A)				
Ambiente convencional	183a	19,40b	231,40a	107,53a
Ambiente climatizado	2.025a	43,33a	153,53b	89,33b
Teste F	2,37 ^{NS}	9,92**	7,23*	3,39 ^{NS}
D.M.S. (5%)	2.088,5	13,27	50,57	17,25
Cultivares (C)				
Pira vermelha (C ₁)	2.317a	45,67a	153,67a	90,83a
Pira roxa (C ₂)	107a	26,33a	130,83a	86,50a
Locarno (C ₃)	1.085a	30,83a	208,83a	111,17a
Crespona gigante (C ₄)	1.841a	27,33a	220,50a	112,50a
Verônica (C ₅)	168a	26,67a	248,50a	91,17a
Teste F	0,54 ^{NS}	0,93 ^{NS}	2,26 ^{NS}	1,26 ^{NS}
D.M.S. (5%)	5.088,50	32,33	123,22	42,03
Interação (A x C)				
Teste F p/ int. A X C	0,53 ^{NS}	0,52 ^{NS}	1,38 ^{NS}	0,20 ^{NS}
CV (%)	296,82	66,36	41,22	27,49

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

** :significativo ao nível de 1% de probabilidade. *significativo ao nível de 5% de probabilidade

NS: não significativo.

A cultivar Pira Roxa foi superior em relação às cultivares Pira Vermelha, Locarno e Crespona gigante em relação ao elemento fósforo (Tabelas 5 e 7).

Quanto à interação cultivar x ambiente, constatou-se diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade, para o macronutriente fósforo. Apresentou-se, então, o desdobramento desta interação estudando o efeito de cultivares dentro de cada ambiente, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7. Concentração do macronutriente fósforo (P) na massa seca das folhas de alface, com o desdobramento cultivares dentro de cada ambiente.

Cultivares	Ambiente convencional	Ambiente climatizado
Pira Vermelha	3,49 b	3,43 c
Pira Roxa	3,56 ab	5,32 a
Locarno	3,65 a	3,62 bc
Crespona gigante	3,65 a	3,69 bc
Verônica	3,54 b	4,67 ab
Teste F	9,86 **	12,06 **
DMS (5%)	0,1078	1,146
CV (%)	1,07	9,79

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Os resultados do desdobramento revelaram que a cultivar Pira Roxa foi superior à maioria das cultivares testadas, excluindo-se a cv. Verônica na casa de vegetação climatizada, quanto ao acúmulo do nutriente fósforo. No entanto, na casa de vegetação convencional, os teores de fósforo nas cultivares Locarno e Crespona gigante, superou as cultivares Pira Vermelha e Verônica, quanto ao acúmulo do mesmo nutriente.

Os teores de nitrogênio obtidos no presente trabalho, podem ser considerados baixos, quando comparados aos obtidos por GARCIA et al. (1982), para as cultivares Brasil 48 e Clause's Aurélia, que obtiveram valores entre 40 e 50 g.kg^{-1} para amostragens entre 20 e 62 dias após a semeadura e aos de HAAG & MINAMI (1988), que encontraram valores próximos a 48 g.kg^{-1} aos 50 dias após a semeadura.

No entanto, estes mesmos resultados estão dentro da faixa de 30 a 50 g.kg^{-1} , considerada adequada por TRANI & RAIJ (1996), e de 30 g.kg^{-1} preconizada por MALAVOLTA et al. (1997). NOGUEIRA FILHO et al. (2003)

obtiveram $40,25 \text{ g.kg}^{-1}$, em experimento realizado com aquaponia, no período de primavera, em Santa Maria (RS).

Os teores de fósforo podem ser considerados baixos se comparados aos recomendados por TRANI & RAIJ (1996), que estão na faixa de 4 a 7 g.kg^{-1} , no entanto, são considerados adequados por MALAVOLTA et al. (1997) que recomendam $3,5 \text{ g.kg}^{-1}$. NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram para este macronutriente o valor de $4,12 \text{ g.kg}^{-1}$.

Quanto aos teores de potássio, os valores estão dentro da faixa encontrada por GARCIA et al. (1982), que citam teores de 70 a 84 g.kg^{-1} , sendo semelhantes aos obtidos pelas cultivares Crespona gigante e Locarno, e dentro da faixa recomendada por HAAG & MINAMI (1988) que estão entre 40 e 65 g.kg^{-1} , como ideal para a cultura de alface. Já para TRANI & RAIJ (1996), os resultados obtidos estão dentro da faixa preconizada que está entre 50 a 80 g.kg^{-1} , e estes mesmos valores estão bem acima dos recomendados por MALAVOLTA et al. (1997) que é de 50 g.kg^{-1} . NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram o valor de $91,1 \text{ g.kg}^{-1}$.

O cálcio tem uma faixa de recomendação adequada para folhas que está entre 15 a 25 g.kg^{-1} , segundo TRANI & RAIJ (1996). Os resultados obtidos no presente trabalho foram inferiores aos verificados por estes pesquisadores, mas para a cultivar Crespona gigante com valor de $13,15 \text{ g.kg}^{-1}$, o teor deste elemento nas folhas está próximo à faixa considerada adequada, e superior ao valor de $12,5 \text{ g.kg}^{-1}$ recomendado por MALAVOLTA et al. (1997). No entanto, comparando com os resultados obtidos pelos autores GARCIA et al. (1982) e HAAG & MINAMI (1988) os valores podem ser considerados baixos. NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram $10,4 \text{ g.kg}^{-1}$.

O magnésio teve valores observados entre os limites $3,7 \text{ g.kg}^{-1}$ para a cv. Pira Roxa e $4,7 \text{ g.kg}^{-1}$ para a cv. Verônica, que concordam com os encontrados por GARCIA et al. (1982) e HAAG & MINAMI (1988) que estão situados entre 3 e 5 g.kg^{-1} . As cultivares Verônica, Locarno e Crespona gigante, estão na faixa considerada adequada para TRANI & RAIJ (1996), que situa-se entre 4 e 6 g.kg^{-1} .

As cultivares Pira Vermelha e Pira Roxa com um valor de $3,7 \text{ g.kg}^{-1}$ estão próximas à faixa de referência. NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram $2,4 \text{ g.kg}^{-1}$.

O enxofre foi encontrado em valores considerados baixos segundo TRANI & RAIJ (1996), que tem como faixa adequada os valores entre $1,5$ e $2,5 \text{ g.kg}^{-1}$, e MALAVOLTA et al. (1997) que preconizam o teor de $2,5 \text{ g.kg}^{-1}$ para a cultura de alface. As cultivares Crespona gigante e Verônica com os teores de $1,58 \text{ g.kg}^{-1}$ e $1,92 \text{ g.kg}^{-1}$, respectivamente, foram as que se enquadraram dentro dos limites propostos como adequados por estes autores. NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram $3,12 \text{ g.kg}^{-1}$.

Com relação aos micronutrientes, observou-se neste trabalho que o cobre, o ferro, o manganês e o zinco ficaram dentro das faixas recomendadas por TRANI & RAIJ (1996). No entanto algumas cultivares apresentaram valores bem acima da faixa recomendada. Não foram observados sintomas de fitotoxicidade nas folhas de alface, durante o período de condução do presente trabalho, para os micronutrientes.

O ferro teve valores entre 107 a 2.317 mg.kg^{-1} , sendo superiores aos observados por GARCIA et al. (1982), com teores entre 200 e 500 mg.kg^{-1} e HAAG & MINAMI (1988), com a faixa de 300 a 1.600 mg.kg^{-1} .

Os valores altos, bem acima da faixa recomendada podem ser explicados pela contaminação das amostras em uma das repetições, por um erro na análise, por um erro na leitura dos resultados, ou outro distúrbio qualquer que tenha levado as plantas a tais valores. No entanto há registros na literatura de valores altos para o elemento ferro em cultivos de alface hidropônica como os observados pelos autores CORTEZ (1999), com valores entre 227 a 5.015 mg.kg^{-1} e ANTÔNIO (1998) com valores entre 900 e 1.150 mg.kg^{-1} . Há registros de valores menores como os observados por BEZERRA NETO et al. (2003), com teores entre 137 e 139 mg.kg^{-1} , para um pH entre $5,5$ e $6,5$. NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram 146 mg.kg^{-1} . Deve-se ressaltar que as plantas no presente ensaio não apresentaram sintomas de excesso de ferro.

No caso do micronutriente cobre os resultados variaram na faixa de 26,33 a 45,67 mg.kg⁻¹, sendo superiores aos recomendados por TRANI & RAIJ (1996), que fica na faixa entre 7 a 20 mg.kg⁻¹ e também aos obtidos por GARCIA et al. (1982) e HAAG & MINAMI (1988). Estes dados foram também superiores aos observados por BEZERRA NETO et al. (2003), com teores entre 34 a 44 mg.kg⁻¹, para um pH entre 5,5 e 6,5. NOGUEIRA FILHO et al. (2003) que obtiveram 8,5 mg.kg⁻¹.

Quanto ao micronutriente manganês observou-se no presente trabalho valores de 130,83 a 248,5 mg.kg⁻¹, teores que são superiores aos considerados como adequados para TRANI & RAIJ (1996), com valores entre 30 a 150 mg.kg⁻¹. Foram também superiores aos observados por BEZERRA NETO et al. (2003) com valores entre 82,7 a 86,7 mg.kg⁻¹, para um pH de 5,5 a 6,5. NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram 158 mg.kg⁻¹.

O micronutriente zinco teve valores na faixa de 86,5 a 112,5 mg.kg⁻¹, valores estes dentro da faixa recomendada por TRANI & RAIJ (1996) com valores entre 30 e 100 mg.kg⁻¹. Deve-se ressaltar que as cultivares Verônica e Locarno ultrapassaram o limite superior da faixa proposta por aqueles pesquisadores.

BEZERRA NETO et al. (2003) obtiveram valores entre 111 e 121 mg.kg⁻¹ para um pH entre 5,5 e 6,5. Já NOGUEIRA FILHO et al. (2003) obtiveram 54,8 mg.kg⁻¹.

Os dados observados para macro e micronutrientes no presente trabalho sugerem que haja uma diferenciação na absorção e acúmulo destes nutrientes nas alfaces do grupo crespas. Isto poderia ser confirmado por meio de curvas de resposta para nível crítico e estudos de eficiência nutricional.

FURLANI (2003) relata os dados nutricionais obtidos em análise foliar por RAIJ et al. (1997), os quais fornecem um equilíbrio nutricional para as plantas por uma correlação direta dos macronutrientes com o potássio, sendo este fixado como valor de referência (1,00). Comparou-se, portanto, estes dados com os do presente ensaio. A única cultivar que apresentou uma relação N/K satisfatória foi a

cv. Pira Roxa, com o índice 0,66, superior ao obtido por RAIJ et al. (1997), citado por FURLANI (2003) que é de 0,62.

Com relação ao fósforo, repetiu-se o fato, ou seja, somente a cv. Pira Roxa atingiu o mesmo índice da relação P/K satisfatório de 0,09. Os valores do potássio obtidos pelas cultivares testadas aos 28 dias após o transplante, foram em ordem decrescente, em g.kg^{-1} : 92,00, 71,83, 67,62, 61,97 e 50,72, para as cultivares Crespona gigante, Locarno, Verônica, Pira Vermelha e Pira Roxa, respectivamente.

O cálcio que tem uma relação Ca/K considerada satisfatória, com um índice de 0,31, não foi observado pelas cultivares testadas, no entanto, a cultivar que obteve o valor mais próximo foi a cv. Pira Roxa com 0,185. Quanto ao macronutriente magnésio, a relação Mg/K de 0,08 não foi atingida por nenhuma das cultivares, mas as cultivares Pira Roxa e Verônica obtiveram 0,07, valores bem próximos ao índice considerado ideal. Todas as cultivares testadas obtiveram índices menores em relação ao apresentado por RAIJ et al. (1997) para a relação S/K, que é de 0,03. A cultivar Verônica foi a que obteve um índice mais próximo, que foi de 0,028 (0,03).

Nestas considerações sobre as relações dos macronutrientes com o potássio, deve-se lembrar que os dados obtidos no presente ensaio foram das coletas de amostras utilizando-se todas as folhas de três plantas por cultivar, aos 28 dias após o transplante, ou seja, na colheita do ensaio; e não uma análise foliar com parâmetros bem definidos a serem seguidos, ou seja, folhas recém-desenvolvidas, de metade a 2/3 do ciclo, e amostras de 15 plantas, conforme recomendações de RAIJ et al. (1996), para a cultura de alface. Portanto os valores obtidos foram comparados para se ter visão geral do estado nutricional das plantas testadas no momento da colheita. Este é um dos fatos que provavelmente explica as diferenças encontradas no presente trabalho em relação aos citados na literatura.

Com respeito à possível variação na relação de absorção entre nutrientes em função da idade das plantas, estudos relativos à marcha de acúmulo de

nutrientes em plantas cultivadas em hidroponia realizados por FAQUIN et al. (1996), citado por FURLANI (2003), com a cultura de alface, obteve para os 30 dias após o transplante, os seguintes valores: N/K= 0,85, P/K= 0,14, Ca/K= 0,29, Mg/K= 0,11 e S/K= 0,06.

Compararam-se também os dados obtidos no presente ensaio com colheita realizada aos 28 dias após o transplante, e observou-se que os índices obtidos para as cultivares de alface estudadas foram inferiores aos obtidos por FAQUIN et al. (1996) aos 30 dias após o transplante. Vale aqui a mesma consideração feita com relação aos dados obtidos por RAIJ et al. (1996), quanto à metodologia de amostragem e sua avaliação.

Em soluções nutritivas com relações constantes entre os nutrientes, mas com concentrações salinas diferentes, a relação entre os nutrientes acumulados na planta não sofre muitas mudanças (FURLANI, 2003).

Os dados obtidos no presente trabalho tiveram como valor adotado a condutividade elétrica de $1,7 \text{ mS.cm}^{-1}$, recomendada para regiões quentes, proposta por FURLANI et al. (1999), ou seja, situa-se no intervalo entre $1,5$ e $2,0 \text{ mS.cm}^{-1}$ observados por FURLANI (2003), que utilizou a cv. Verônica. A cultivar Verônica foi também testada no presente trabalho e obteve como resultados os seguintes índices: 0,53, 0,06, 0,17 e 0,07 para as relações N/K, P/K, Ca/K, Mg/K, respectivamente, com valores próximos aos obtidas por este autor.

No cultivo hidropônico as quantidades totais absorvidas pelas plantas apresentam importância secundária, porque neste sistema deve-se proporcionar soluções nutritivas diluídas e procurar manter relativamente constantes as concentrações dos nutrientes no meio de crescimento (FURLANI, 2003).

As relações entre os teores de potássio e demais macronutrientes devem ser consideradas com cautela, necessitando outros estudos, pois, a variação nas concentrações encontradas em outros experimentos é grande (FERNANDES et al., 1981; GARCIA et al., 1982; GARCIA et al., 1988), citados por MENEZES JÚNIOR et al. (2004).

As cultivares testadas obedeceram a seguinte ordem decrescente quanto ao seu acúmulo nas folhas: K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>Cu.

Os dados obtidos por FURLANI (1995) e CORTEZ (2000), ambos cultivando em sistema hidropônico-NFT obedeceram a seguinte ordem para a extração de macronutrientes: K>N>Ca>P>Mg, sendo esta mesma sequência também obtida por GARCIA et al. (1982), só que em condições de solo. Percebe-se pelos dados que as sequências são semelhantes as do presente trabalho, com exceção para a posição entre o magnésio e o fósforo, que estão invertidas. Somente a cv. Pira Roxa é que seguiu a mesma ordem citada pelos autores que trabalharam com hidroponia, para os macronutrientes.

Quanto aos micronutrientes VERDADE et al. (2003) informam que a sequência: Fe>Zn>Mn>Cu é a mais comumente mencionada na literatura. No entanto, no presente trabalho as cultivares Pira Roxa e Verônica apresentaram a seguinte sequência: Mn>Fe>Zn>Cu. Estas diferenças podem ser explicadas por cultivos realizados em diferentes épocas, locais e cultivares testadas.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições de realização desta pesquisa é possível concluir que:

As cultivares comportaram-se de forma semelhante quanto às características agronômicas avaliadas.

As cultivares obtiveram os melhores resultados na casa de vegetação convencional em relação à climatizada para as características: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de folha (MFF), massa seca de folha (MSF), massa fresca de raízes (MFR), massa seca de raízes (MSR) e número total de folhas (NTF), provavelmente devido à uma maior demanda evapotranspiratória ocorrida nesse ambiente, resultando em maior taxa fotossintética.

A cultivar Crespona gigante foi superior às cultivares Pira Vermelha, Pira Roxa e Locarno quanto às características massas fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA).

Houve um maior consumo de água pelas plantas de alface no ambiente convencional em relação ao climatizado, provavelmente devido às maiores temperaturas e à menor umidade relativa do ar.

A extração de nutrientes pelas folhas de alface (média de cinco cultivares) obedeceu a seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>Cu.

6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2000: **anúário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2000.

AGRIANUAL 2006: **anúário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2006.

ALEXANDER, M. Nitrification. In: BARTHOLOMEN, W.V.; CLARK, F.E. (Ed.). **Soil nitrogen**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.307-343.

ALVARENGA, M.A.R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e níveis de cálcio aplicados via foliar**. 1999. 117 f. Tese (doutorado em fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

ANTÔNIO, I.C. **Análise do comportamento da cultura da alface em sistema hidropônico, tipo NFT, com e sem o uso de nutrientes quelatizados na solução nutritiva**. 1996. 88f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

ARAÚJO, J.A.C. de BLISKA JUNIOR, A.; MARTINEZ, H.E.P. **Cultivo hidropônico da alface**. Brasília - DF: SENAR, 1999. 136 p. (Trabalhador em hidroponia, 2).

BERNARDI, J.B.; LISBÃO, R.S.; IGUE, T. Comportamento de cultivares de alface na região de Campinas. VII: Cultura de março a maio de 1974. **Revista de Olericultura**, Botucatu, v.15, p. 127-129, 1975.

BEZERRA NETO, E.; MENDONÇA, I.F.; MARROCOS, N.R.M.; BARRETO, L.P. Teores de micronutrientes em plantas de alface, em função do pH da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 2003. Suplemento. CD-ROM.

BLISKA JÚNIOR; A. **Alface (*Lactuca sativa* L.): distintos sistemas de produção, conservação e avaliação pós-colheita**. 1998. 103 f. Dissertação (mestrado)-Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1998.

BLISKA JÚNIOR, A.; HONÓRIO, S.L. **Cartilha tecnológica: hidroponia**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1996. 51p.

BONNECARRÈRE, R.A.G.; LONDERO, F.A.A.; SANTOS, O.S.; SCHIMIDT, D. Desempenho de cultivares de alface em hidroponia, no inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40. 2000, São Pedro. **Resumos...**São Pedro: SOB, 2000, p. 283-284.

BRANCO, R.B.F. **Avaliação de cultivares e épocas de cultivo de alface nas condições de solo e hidroponia, em ambiente protegido**. 2001. 80f. Dissertação (mestrado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BRAZ, L.T. Comportamento de cultivares de alface nas condições de verão em Jaboticabal - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31.1991,Belo Horizonte. **Resumos...**Belo Horizonte: SOB, 1991.

BRUNINI, O.; LISBÃO, R.S.; BERNARDINI, J.B.; FORNASIER, J.B.; PEDRO Jr., M.J. Temperaturas básicas para alface, cultivar Withe Boston, em sistemas de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v.19, n.35, p.213-219, 1976.

CAETANO, L.C.S.; FERREIRA, J.M.; RIBEIRO, L.J.; SILVA, M.F.V. Avaliação de cultivares de alface em condições de cultivo protegido no período de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. **Resumos...**São Pedro: SOB, 2000. p.211-213.

CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seu cultivo**. 2ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 448p.

CARDOSO, F. Alface atinge limite de excelência. **Frutas e Legumes**, São Paulo, v.1, n.6, p.7-11, 2000.

CARRUTHERS, S. Ultraviolet light disinfection. **Practical Hydroponics & Greenhouses**, Meulbourne, v.38, p.44-45, 1996.

CASALI, V.W.D.; SILVA, R.F.; RODRIGUEZ, J.J.V.; SILVA, J.F. da; CAMPOS, J.P. de. **Anotações de aula teórica sobre produção de alface**. Viçosa: UFV, 1979. mimeografado.21p.

CÁSSERES, E. **Producción de hortalizas**. S José-Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1980. 387p.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 43p.

CERMEÑO, S. Z. **Estufa, instalação e manejo**. Lisboa. Litexa Editora, 1990. 355p.

CERMEÑO, Z. S. **Veinte cultivos de hortalizas en invernadero**. Sevilla: 1996. 639p.

CHURATA-MASCA, M.G.C.; GOMES, J.A. Acúmulo de matéria seca em genótipos de alface sob cultivo hidropônico-NFT, nas condições de Jataí-GO. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, 2004. Suplemento. CD-ROM.

CONTI, J.H. **Caracterização de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adaptadas aos cultivos de inverno e verão**. 1994. 103 f. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

CORTEZ, G.E.P. **Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes**. 1999. 75f. Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

CORTEZ, G.P.; ARAÚJO, J.A.C.; BELLINGIERI, P.A. Cultivo de alface em hidroponia associada à criação de peixes. I. qualidade da água. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, supl. 7, p. 192-193, 2000.

COSTA, C.P.; SALA, F.C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, 2005 (Artigo de capa).

COSTA, A.S.V.; SILVA, N.F.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G. Utilização de fontes comerciais de fertilizantes no cultivo hidropônico da alface. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.252, p.169-179, 1997.

DELISTOIANOV, F. **Produção, teores de nitrato e capacidade de rebrota de cultivares de alface, sob estufa, em hidroponia e solo, no verão e outono**. 1997. 76f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996. 50p.

FARIA JUNIOR, M.J.de A. Avaliação de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) e de dois modelos de estufas com cobertura plástica durante o verão, em Ilha Solteira-SP. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.1, n.1, p. 111-118. 1993.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, O.; MARTIN, S.R. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p.51-62, 1993.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, O.; MARTIN, S.R. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p. 31-36, 1993b.

FIELD DAY **Semeando o futuro**. Bragança Paulista: SAKATA, 1999. p.1. Catálogo.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G.; FONSECA, M.C.M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p. 195-199, 2002.

FIGUEIREDO, E.B. DE; MALHEIROS E. B.; BRAZ L.T. Avaliação de cultivares de alface em casa de vegetação, na região de Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, julho, 2002. Suplemento 2.

FILGUEIRA, F.A.R. Cichoriáceas. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1982. n.2, p.77-86.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. 2.ed. São Paulo: editora Agronômica Ceres, 1982. 338p.

FILGUEIRA, F.A.R. Asteráceas – alface e outras hortaliças herbáceas. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: editora Ceres, 2000. v.1, p.289-295.

FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC, 1995. 18p.

FURLANI, P.R. Nutrición mineral de plantas en sistemas hidropónicos. In: boletim informativo. **Rede hidroponia**, Lima, n.21, 2003.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R.; GALLO, J.R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v.37, p.33-37, 1978.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52p.

GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; DECHEN, A.R. Nutrição mineral de hortaliças. XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes pela alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clausess Aurélia. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.39, n.1, p. 455-484, 1982.

GOTO, R. A cultura de alface. In: **Produção de hortaliças em ambiente protegido**: condições subtropicais. São Paulo: editora Unesp, 1998. v.1, p.137-159.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P.S.R.; GUIMARÃES, A.M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de diversas cultivares de alface do grupo crespa, em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, julho, 2002. Suplemento 2.

GUALBERTO, R.; RESENDE, F.V.; BRAZ, L.T. Competição de cultivares de alface sob cultivo hidropônico 'NFT' em três diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p. 155-158, 1999.

GUSMÃO, S.A.L.; GUSMÃO, M.T.A.; SILVESTRE, W.V.D.; LOPES, P.R.A.; NUNES, K.N.M.; MAIA, P.R.; FONSECA, E.M.S. dos. Cultivo de alface hidropônica em condições do trópico úmido, em Belém-PA. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, julho, 2004. Suplemento CD-ROM.

IEA-CATI. Levantamento de safra. 2001-2005. **Cultura de alface**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/mapa.php>>. Acesso em: 25 out. 2006.

INFRAESTRUTURA. **Portal da cidade de Ribeirão Preto**. Disponível em: <<http://www.infraestrutura.ribeiraopreto.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 out. 2005.

JENSEN, M.H. Hydroponics. **Hortscience**, Tucson, v.32, n.6, p. 1018-1021, 1997.

JONES JÚNIOR., J.B. **A guide for the hidroponic & soilless culture grower**. Portland: Timber Press, 1983. 124p.

JUNQUEIRA, H. Hortaliças: Novos caminhos no ambiente protegido. **anúário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 1999. 435p

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 141-148.

KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable grower's**. 2nd. ed. New York: John Wiley e Sons, 1962. 245p.

LÉDO, F.J.S.; SOUZA, J.A.; SILVA, M.R. Desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, 225-228, 2000.

LOPES, M.C.; FREIER, M.; MATTE, J.D.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.; CASIMIRO, E.L.N.; SEVIGNANI, A. Absorção de nutrientes por diferentes cultivares de alface em cultivo hidropônico no período de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, supl. 2, 2002.

LÓPEZ-GALVEZ, J.; PEIL, R.M.N. La modernidad del sistema de producción hortícola en el sudeste español. **Plasticulture**, Almeria. v.119, n.44-8, 2000.

LORENZO, P.M. El sombreado móvil exterior : efecto sobre el clima del invernadero , la producción y la eficiencia en el uso del agua y la radiación. In: MILAGROS, F.F.; PILAR, L.M.; CUADRADO GÓMEZ, I. (Eds.) **Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos**. Almeria: F.I.A.P.A., 2003. p. 207-230.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MALORGIO, F.; PARDOSSI, A. ; LISHU, W. Contenido di nitrati in sedano e lattuga coltivati in NFT. **Coltivo Prottegido**. Palermo, n.7, p.14-18. 1990.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W.L.C.S.; SILVA, H.R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI / EMBRAPA-CNPQ, 1994. 60p.

MELÉM JR., N.J.; ALVES, R.M.M. ; GOES, A..C.P. Produção de alface em função da época de cultivo em Macapá/ AP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. **Resumos...**Tubarão: SOB, 1999.

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em "NFT" com soluções nutritivas de origem química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, julho, 2004.

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; NICOLA, M.C.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; MENDEZ, M.E.G. Crescimento e avaliação nutricional de macronutrientes da alface em NFT com soluções nutritivas de origem mineral e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, julho, 2003-Suplemento CD-ROM.

MONDIN, M. **Efeito de sistemas de cultivo na produtividade e acúmulo de nitrato em cultivares de alface**. 1996. 88f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

MONTEZANO, E.M.; PEIL, R.M.; FERREIRA, A.A.F.; FERNANDES, H.S. Concentração salina da solução nutritiva para a cultura da alface em hidroponia NFT. Parte I : consumo hídrico e eficiência no uso da água. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, supl. 2, 2002.

MULLER, A.G. **Comportamento térmico do solo e do ar em alface em diferentes tipos de cobertura do solo**. 1991. 77f. Dissertação (mestrado) -

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

NAGAI, H. Obtenção de novos cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistentes ao mosaico e ao calor. II – Brasil 303 e 311. **Revista de Olericultura**, São Paulo, v.18, p.14-21, 1980.

NAGAI, H.; LISBÃO, R.S. Observação sobre resistência ao calor em alface (*Lactuca sativa* L.), **Revista de Olericultura**, Campinas, v. 18, p. 7-13, 1980.

NOGUEIRA FILHO, H.; SANTOS, O.; BORCIONI, E.; SINCHAK, S.; PUNTEL, R. Aquaponia: Interação entre alface hidropônica e criação superintensiva de Tilápias. **Horticultura Brasileira**, Brasília, supl. 2, v.21, n.2, julho, 2003.

OLIVEIRA, C.E.P.; LUZ, J.M.Q.; MARTINS, S.T.; DINIZ, K.A.; CARLIS, G.C.; SILVA, A.M. Produção de cultivares de alface em sistema hidropônico com perfis parciais ou totalmente pintados de branco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 2003. Suplemento CD-ROM.

OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.; OSHE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P.A.; DOS SANTOS, O.S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.1, p. 181-185, 2001.

PAIVA, M.C. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. Cuiabá: Sebrae-MT, 1998.78p.

PANDURO, A.M.R. **Análise do comportamento da alface, *Lactuca sativa* L., sob diferentes condições de iluminamento**. 1986. 129f. Dissertação

(mestrado)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GALVEZ, J.; MARTÍN, A. Cultivo de pepino com técnica de solución nutritiva recirculante. In : CONGRESSO IBÉRICO SOBRE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DE ÁGUAS, 208, 1998, Zaragoza. **Actas...** p.9. CD-ROM.

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GALVEZ, J.; VITA QUESADA, G. .Nuevas técnicas de producción em invernadero: cultivo de la judia verde em sistema NFT. In: FITECH, JORNADAS SOBRE PLASTICULTURA / CEPLA / IBERFLORA, 5., 1999, Valencia. **Anales...** p. 1-13.

PILAU, F.G.; SCHIMIDT, D.; NOGUEIRA, H.; SANTOS, O. Desempenho de cultivares de alface em hidroponia, na primavera. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, São Pedro. **Resumos...**São Pedro: SOB, 2000, p. 284-286.

RAIJ, B VAN.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de calagem e adubação para a cultura da alface. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. 1997. **Reconendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed.ver.atual. Campinas, Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico 100).

RESH, H.M. **Hydroponic food production**. Woodbridge: Press Publishing Company, 1985.

RHODES, D.U.S. **Head lettuce production statistic**. Disponível em: <http://www.newcrop.hort.produce.edu/rodocv/hort_410/lettuce/le_00002.htm>. Acesso em: 05 nov. 2006.

RICK, C.M. **The tomato**. Scientific.Americam, New York, v.239, n. 2, p. 76-87, 1978.

RIJK ZWAAN. **Descrição da cultivar Locarno, alface crespa**. Disponível em: <www.paramount.seeds.com/paramountonline/greenhouse_lettuce.htm>. Acesso em: 12 set. 2006.

ROBINSON, R.W.;McGREIT, J.D.; RYDER, J.E. The genes of lettuce and closely related species. In: JANICK, J. (Ed). **Plant breeding reviews**. Westport: AVI, 1983. v.1, 397 p.

ROSENBERG, N. J.; McKENNEY, M. S.; MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.47, p. 303-320, 1989.

RYDER, E.J. Lettuce breeding. **Breeding vegetables crops**, Westport, v.6, p.433-474, 1986.

RYDER, E.J.; WHITAKER, T.N. **Lettuce**. In: evaluation of crop plants. New York: Longman Group, 1976. p. 39-41.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. 'Piraroxa': Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p. 158-159, 2005b.

SANCHEZ, S.V. **Produção de hortaliças pelo método Hidropônico**: balcão de tecnologias alternativas para as propriedades rurais. Campinas: SEBRAE-CATI, 1996. 13p.

SANTOS, O.S. dos. Conceito e histórico. In: SANTOS, S. dos S. (Ed). **Hidroponia da alface**. Santa Maria: UFSM, 1998. p.1-3.

SCHIMIDT, D.; SANTOS, O.S.; FAGAN, E. B.; LONDERO, F.A.A. Eficiência de soluções hidropônicas em cultivo de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, São Pedro. **Resumos...**, p.269-271.

SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; GARCIA, S.R.L. Seleção de cultivares de alface para cultivo hidropônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, São Pedro. **Resumos...** p. 244-245.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura**. Porto Alegre: Petroquímica Triunfo, 1990. 303p.

SHEAR, C.B. Calcium related disorders of fruits and vegetables. **Horticultural Science**, Alexandria, v.10, n.4, p. 361-365, 1975.

SHOW ROOM. Bragança Paulista: Sakata Agroflora, 1997. p.3. Catálogo.

SILVA, E.C.; LEAL, N.R.; MALUF, W.R. Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região Nortefluminense. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v.23, n.3, p. 491-499, 1999.

SILVEIRA, M.A.; ANDRÉ, C.M.G.; NOGUEIRA, S.R.; MOMENTÉ, V.G. Comportamento de cultivares de alface de verão (*Lactuca sativa* L.) na região de

Palmas - Estado do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39, 1999, Tubarão. **Resumos...** Tubarão: SOB, 1999. p.360.

SOUZA, J.A. de; SOUZA, R.J. de; COLLICCHIO, E.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, H.S. **Instruções práticas para construção de estufas “modelo Ana Dias”**. Lavras: UFLA: 1994. 22P. (Circular Técnica, 17).

STANGUELLINI, C. Água de riego: uso, eficiencia y economia. In: MILLAGROS, F.F.; PILAR, L.M.; CUADRADO GÓMEZ, I. (Ed). **Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos**. Almeria, F.I.A.P.A. 2003. p. 25-36.

TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia**: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86p.

TERRA, S.B.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; DUARTE, G.B. Exportação de macronutrientes em alface cultivada no outono-inverno e na primavera com adubação orgânica em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, supl. julho, 2001. CD-ROM.

TONIOLLI, C.B.; BARROS, I.B.I. Performance de 12 cultivares de alface durante o verão no município de Porto Alegre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 36, 1996, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SOB, 1996. p.125.

USDA: Economic Research Service. **Estatísticas da Commodity-alface**. Disponível em: <www.loc.gov/rr/news/stategov/ca-gov.html>. Acesso em: out. 2006.

VAN OS, E. Closed soilless growing systems: a sustainable solution for dutch greenhouse horticulture. **Water Science and Technology**, Colchester, v. 39, n.5: 105-112, 1999.

VASCONCELOS, U.M., ARAÚJO NETO, S.E.; FERREIRA, R.L.F. Cultivares de alface para cultivo hidropônico em Rio Branco – AC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: SOB, 2000. p. 215-216.

VAZ, R.M.R.; JUNQUEIRA, A.M.R. Desempenho de três cultivares de alface sob cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p. 178-180, 1998.

VECCHIA, P.T.D.; TAKAZAKI, P. E.; KIKUCHI, M.; SOBRINHO, P.T. “Elisa”: nova cultivar de alface para verão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n.1, p. 44, 1992.

VERDADE, S.B. Aplicação de imidacloprid e thiamethoxan via solução nutritiva para controle de insetos sugadores e avaliação de resíduos em alface cultivada no sistema hidropônico. UNESP, 2005, 60 p. (Dissertação de Mestrado).

VERDADE, S.B.; BOLONHEZI, D.; FERREIRA, W.M.; MACHADO NETO., J.G. Consumo de água hidropônica cultivada em estufa convencional e climatizada. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA. 2006, Ribeirão Preto. **Resumos...**CD-ROM.

VERDADE, S.B.; BOLONHEZI, D.; FURLANI, P.R.; OLIVEIRA, M.V. Estimativa de consumo de água e extração de nutrientes em cultivares de alface no sistema hidropônico NFT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** CD-ROM.

VIGGIANO, J. Produção de sementes de alface. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.M.; HASEGAWA, M. (Coord.) **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p. 1-13.

YURI, J.E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas Épocas de cultivo em dois locais do Sul de Minas Gerais.** 2000. 51f. Dissertação (mestrado em fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

ZANOTELLI, M.F. ; MOLINO, L.A. **Hidroponia básica:** treinamento. In: encontro de produtores rurais, 6., 1997. Colatina : EAF-Colatina., 1997. 6p. (Apostila).

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. SANEST - **Sistema de análise estatística para microcomputadores.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1984. Um disquete, 3 ¹/₂ pol.

WAYCOTT, W. Photoperiodic response of genetically diverse lettuce accessions. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount, v.120, n.3, p.460-467, 1995.

WIKISPECIES. Classificação taxonômica da cultura de alface. Disponível em: <"<http://species.wikimedia.org/wiki/Lactuca>">. Acesso em: out. 2006.