



UNESP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

***DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
EM AGRONOMIA***

1210001312



Te. 1312

"EFEITO DE SOLUÇÕES HIDROPÔNICAS NA CULTURA DA ALFACE, CULTIVADA EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO"

LUIZ CARLOS FLORIANO DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

1210001312



Orientador: Prof. Dr. Shizuo Seno

Proc. 071/2002-NRD 073/02

UNESP - "CAMPUS" ILHA SOLTEIRA	
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECAS E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
19.09.02	30.09.02
RECEBIDA POR	TOMBO
Ailza	Te. 1312
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Ilha Solteira Autor R\$ 10,00	S586e

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Sistemas de Produção.

sup - 169800
sup - 54209

ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo
Fevereiro – 2.001

50103016
MANEJO E TRATOS CULTURAIS
S586e

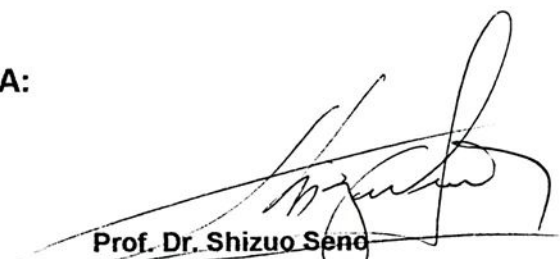


“Efeito de Soluções Hidropônicas na Cultura da Alface, Cultivada em Substrato de Fibra de Coco”

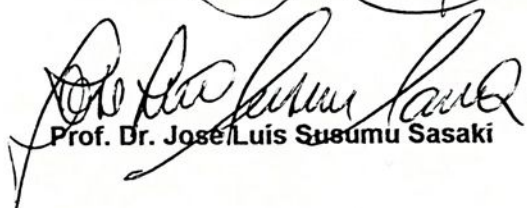
Luiz Carlos Floriano da Silva

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE
ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof. Dr. Shizuo Sano
Orientador


Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecilio Filho


Prof. Dr. Jose Luis Susumu Sasaki

Ilha Solteira – SP
Fevereiro de 2001

BCpIS - FEIS - UNESP

"EFEITO DE SOLUÇÕES HIDROPÔNICAS NA CULTURA DA ALFACE, CULTIVADA EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO"

LUIZ CARLOS FLORIANO DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Shizuo Seno

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo
Fevereiro – 2.001



S586c Silva, Luiz Carlos Floriano da
Efeito de soluções hidropônicas na cultura da alface, cultivada em substrato de fibra de coco / Luiz Carlos Floriano da Silva. -- Ilha Solteira, 2001
xiv, 51p. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de Concentração : Sistemas de Produção, 2001

Orientador: Shizuo Seno

Bibliografia: p.42-48

1. Alface-Soluções hidropônicas 2. Substrato 3. Fibra de coco

Dedico,

À minha esposa Roseli,

Pelo incentivo, paciência e companheirismo

À minha filha Fernanda,

Pelo carinho e compreensão

À minha mãe Maria, meu pai Jorge, pela determinação e esforços
desprendidos em minha formação, minha gratidão.



AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira,
pela oportunidade concedida.

Aos Prof. Dr. Shizuo Seno, pela amizade, incentivo, dedicação, paciência e
orientação.

Aos professores Francisco Maximino Fernandes, Salatier Buzeti, pela
contribuição e apoio.

Aos servidores sediados na horta, biblioteca, laboratórios e secretaria do PPG,
meus sinceros agradecimentos pela ajuda, dedicação e amizade.

Aos amigos ANTONIO AUGUSTO FRACARO, ÉDER YUITY TAKEDA e
NILTON APARECIDO MARQUES DE OLIVEIRA, pelo companheirismo,
incentivo e empenho explícitos nas viagens e desenvolvimento do curso.

Ao Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” – Escola Técnica
Estadual “Dr. José Luiz Viana Coutinho” pela incentivo e apoio.

Ao amigo Fernando José Pereira pelo apoio operacional junto à Escola Técnica
de Jales.

Àos inúmeros amigos que preocuparam-se e oraram por minha saúde e
integridade física por ocasião do gravíssimo acidente automobilístico
ocorrido no desenvolvimento do curso

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a efetivação deste árduo
e exaustivo trabalho.

Especialmente a DEUS, que ilumina minhas ações e concedeu-me o dom da
perseverança no contorno dos obstáculos



ÍNDICE

página

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE FOTOS.....	ix
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 O cultivo hidropônico.....	4
2.2 Considerações sobre soluções nutritivas e seu aproveitamento pela cultura da alface.....	5
2.3 Cultivo em substrato.....	12
3 MATERIAL e MÉTODOS.....	16
3.1 Caracterização da área experimental.....	16
3.2 Caracterização do experimento.....	16
3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	21
3.4 Características avaliadas.....	21
4 RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	23
4.1 Condutividade Elétrica e pH.....	24
4.2 Características Avaliadas.....	26
4.2.1 Massa da parte aérea por planta	28
4.2.2 Número de folhas por planta.....	32
4.2.3 Comprimento do caule.....	33



4.2.4	Diâmetro do caule.....	34
4.2.5	Concentração de nutrientes nas folhas.....	35
5	CONCLUSÕES.....	41
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42



LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 Resultados de análises químicas do solo utilizado no tratamento testemunha (solo).....	18
2 Volume (ml/vaso) total da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo de alface em fibra de coco.....	19
3 Quantidade de macronutrientes fornecidos por vaso (3 plantas), em função das doses de solução nutritiva proposta por Furlani (1998) aplicadas no período de 25 dias de cultivo de alface em fibra de coco.....	20
4 Quantidade de micronutrientes fornecidos por vaso (3 plantas), em função das doses de solução nutritiva proposta por Furlani (1998) aplicadas no período de 25 dias de cultivo de alface em fibra de coco.....	20
5 Valores de Condutividade Elétrica e pH das soluções nutritivas aplicadas e na solução lixiviada.....	25
6 Valores do Quadrado Médio e respectivos níveis de significância das características avaliadas.....	27
7 Massa Fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas por planta (NF), comprimento do caule (CC) e diâmetro do caule (DC), de alface, coletados aos 25 dias após transplante.....	28
8 Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e zinco em folhas de alface, cv. Verônica, em função das doses de solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida durante 25 dias de cultivo em fibra de coco.....	40



LISTA DE FIGURAS

Figura	página
1	Temperaturas (Máxima, Média e Mínima), em °C, registradas no Município de Ilha Solteira (SP), no período de 15/01 a 10/02/2.001 23
2	Massa fresca da parte aérea (MFPA) de alface por parcela (21 plantas), em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias..... 29
3	Número de folhas em plantas de alface (média por planta), em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias, cultivado em substrato de fibra de coco..... 32
4	Comprimento do caule em plantas de alface (média por planta) em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias, cultivado em substrato de fibra de coco..... 33
5	Diâmetro do caule em plantas de alface (média por planta) em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias, cultivado em substrato de fibra de coco..... 35



LISTA DE FOTOS

Foto	página
1 Vista geral do cultivo de alface (10º dia após o transplante). Ilha Solteira, SP.....	50
2 Vista geral do cultivo de alface (17º dia após o transplante). Ilha Solteira, SP.....	50
3 Vista geral do cultivo de alface por ocasião da colheita (25º dia após o transplante). Ilha Solteira, SP.....	50
4 Aspecto geral de três plantas em vaso, referente à dose 6.000 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo.....	50
5 Vista geral das plantas , de parcela cultivada em solo	
6 Vista geral de parcela, por ocasião da colheita (25 dias após o transplante) da dose 300 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo.....	51
7 Vista geral de parcela, por ocasião da colheita (25 dias após o transplante) da dose 750 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo.....	51
8 Vista geral de parcela, por ocasião da colheita (25 dias após o transplante) da dose 1.500 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo.....	51
9 Vista geral de parcela, por ocasião da colheita (25 dias após o transplante) da dose 2.250 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo.....	51



Foto

página

- 10 Vista geral de parcela, por ocasião da colheita (25 dias após o transplante) da dose 3.000 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo..... 51
- 11 Vista geral de parcela, por ocasião da colheita (25 dias após o transplante) da dose 4.500 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo..... 51



SILVA, L.C.F. Efeito de soluções nutritivas na cultura da alface, cultivada em substrato de fibra de coco. Ilha Solteira, 2001. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Câmpus de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

RESUMO

Utilizou-se a alface cv. Verônica em casa de vegetação e em vasos contendo $0,015 \text{ m}^3$ de substrato de fibra de coco, testando a solução nutritiva proposta por Furlani (1998), contendo N-NO_3 (174 g/1000 litros), N-NH_4 (24 g/1000 litros), P (39 g/1000 litros), K (183 g/1000 litros), Ca (142 g/1000 litros) Mg (38 g/1000 litros), S-SO_4 (52 g/1000 litros), B (0,3 g/1000 litros), Cu (0,02 g/1000 litros), Fe (2,0 g/1000 litros), Mn (0,4 g/1000 litros), Mo (0,06 g/1000 litros) e Zn (0,06 g/1000 litros), através de sete doses: 250,8 ml, 627 ml, 1.254 ml, 1.881 ml, 2.508 ml, 3.762 ml e 5.016 ml, aplicados diariamente por vaso, durante 25 dias após o transplante das mudas. Adotou-se como testemunha vaso com solo e fertilização convencional. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 5 repetições. Foram realizadas determinações do pH e condutividade elétrica (solução nutritiva e do lixiviado), matéria fresca da parte aérea, número de folhas, comprimento e diâmetro do caule e determinação dos teores foliares de macro e micronutrientes.

Verificou-se que as maiores doses testadas não foram suficientes para propiciar as maiores médias, em termos de massa total da matéria fresca da parte aérea ($Y = 0,00649 x + 195,47$), massa média de planta ($Y = 0,0036 x +$



10,304) e comprimento do caule ($Y = 0,0002x + 10,304$). O número de folhas e diâmetro do caule ajustaram-se a equações quadráticas $Y = -0,00000023x^2 + 0,0017x + 9,143$ e $Y = 0,00000003x^2 + 0,0002x + 0,6832$, respectivamente.

As concentrações de macro e micronutrientes contidas nos tecidos foliares, demonstraram que os teores de nitrogênio e enxofre foram afetadas pelas doses de solução nutritiva, enquanto que para os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e zinco, não foram observadas diferenças significativas. Os teores de nutrientes variaram de 2,97 a 3,73% para o nitrogênio, 0,30 a 0,41% para o fósforo, 0,90 a 1,16% para o potássio, 0,70 a 1,08% para o cálcio, 0,20 a 0,33% para o magnésio, 0,25 a 0,48% para o enxofre e de 106 a 136 ppm para o zinco.

Palavras-chave: Alface, solução nutritiva, fibra de coco.



SILVA, L.C.F.. Effect of nutritious solutions in the culture of the lettuce, cultivated in substratum of coconut fiber. Ilha Solteira, 2001. 51p. Dissertation (Master of Science in Agronomy)– Faculty of Engineering of Ilha Solteira, State University From São Paulo “Júlio de Mesquita Filho”

SUMMARY

The lettuce cv. Verônica was used. In greenhouse conditions and in vases containing 0,015 m³ of substratum of coconut fiber, evaluating the effect of nutrient solution proposed by Furlani (1998), containing N-NO₃ (174 g/1000 liters), N-NH₄ (24 g/1000 liters), P (39 g/1000 liters), K (183 g/1000 liters), Ca (142 g/1000 liters) Mg (38 g/1000 liters), S-SO₄ (52 g/1000 liters), B (0,3 g/1000 liters), Ass (0,02 g/1000 liters), Faith (2,0 g/1000 liters), Mn (0,4 g/1000 liters), Millstone (0,06 g/1000 liters) and Zn (0,06 g/1000 liters), through seven doses: 300 ml, 750 ml, 1.500 ml, 2.250 ml, 3.000 ml, 4.500 ml and 6.000 ml, applied daily by vase, during 25 days after the transplant of the seedlings. It was adopted as witness vase with soil and conventional fertilization. A complete randomized block design, with five replications was used. Determinations of the pH variation and electrical conductivity were accomplished (nutritious solution and of the leached), fresh matter of the aerial part, number of leaves, length and diameter of the stem and determination of the nutrient concentration of the leaves.

It was verified that the largest tested doses were not enough to propitiate the largest averages, in terms of total mass of the fresh matter of the aerial part



($Y = 0,00649x + 195,47$), medium mass of plant ($Y = 0,0036x + 10,304$) and length of the stem ($Y = 0,0002x + 10,304$). The number of leaves and diameter of the stem were adjusted to quadratic equations $Y = -0,00000023x^2 + 0,0017x + 9,143$ and $Y = 0,00000003x^2 + 0,0002x + 0,6832$, respectively.

The nutrients concentrations in leaves, they demonstrated that the contents of nitrogen and sulfur were affected for the doses of nutrient solution, while for the match contents, potassium, calcium, magnesium and zinc, significant differences were not observed. The contents of nutrients varied from 2,97 to 3,73% to the nitrogen, 0,30 to 0,41% for the match, 0,90 to 1,16% for the potassium, 0,70 to 1,08% for the calcium, 0,20 to 0,33% for the magnesium, 0,25 to 0,48% for the sulfur and from 106 to 136 ppm for the zinc.

Word-key: Lettuce, nutritious solution, coconut fiber.



1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), olerícola mundialmente conhecida, de significativa importância econômica no Brasil, possui relevância na alimentação e saúde humana como fonte de minerais, vitaminas e fibras, constituindo-se na mais popular hortaliça folhosa consumida na dieta brasileira.

Trata-se de espécie herbácea, com folhas finas e delicadas que sob condições de clima tropical e subtropical, desenvolvem-se melhor durante épocas do ano em que a temperatura permanece na faixa de 15 a 20°C. No verão, temperaturas, intensidade de radiação solar e precipitações pluviométricas elevadas, aliam-se, favorecendo a precoce emissão da haste floral, o excessivo acúmulo de látex e a manifestação de pragas e doenças, contribuindo para prejudicar o cultivo desta hortaliça em quase todas as regiões produtoras.

O volume de produção dessa hortaliça varia ao longo do ano em função dos fatores mencionados.



No Brasil, a produção de alface no verão foi viabilizada graças a trabalhos de melhoramento genético, os quais objetivaram incorporar resistência ao pendoamento precoce e ao vírus do mosaico da alface.

O cultivo em casa de vegetação permite a menor dependência das condições climáticas, um melhor aproveitamento de insumos e obtenção de produtos de elevada qualidade. O potencial aumento da salinização, da população de nematóides e agentes patogênicos, configuram-se como fatores limitantes para a continuidade de cultivos intensivos no solo do interior das casas de vegetação, exigindo adoção de técnicas corretivas e comprometendo a regularidade de oferta de produtos para o mercado.

As técnicas do cultivo sem solo buscam substituí-lo por um substrato ou meio, que pode ser natural ou artificial, sólido ou líquido, para o desenvolvimento radicular das plantas, resultando em melhor controle fitossanitário e nutricional, além de propiciar uma melhor programação cultural.

Uma destas técnicas, a hidroponia tem sido utilizada com sucesso no cultivo da alface, aumentando a área cultivada, principalmente próximo aos grandes centros consumidores, devido a obtenção de produtos diferenciados, melhores preços e maiores rendimentos em períodos menores.

A alface é a cultura mais difundida entre os produtores hidropônicos, provavelmente devido ao seu pioneirismo, facilidade de manejo e principalmente o reduzido ciclo, que garante um retorno rápido do investimento. A maior fração dos cultivos hidropônicos de alface no país, é realizada pela técnica do fluxo laminar de nutriente ("NFT" = Nutrient Film Technique).

Por outro lado, a solução nutritiva, desde os primórdios dos cultivos hidropônicos, constitui-se em incógnita, notadamente quanto ao efeito da sua



composição e de seu manejo sobre o crescimento e acumulação de nutrientes da alface.

Diante da relevância atual e futura desta modalidade de cultivo e dos problemas observados, o presente trabalho tem como objetivo verificar o efeito da variação de doses de solução nutritiva na produção e concentração de nutrientes na cultivar de alface Verônica, conduzida em vaso com substrato de fibra de coco.



2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – O cultivo hidropônico

O cultivo em casa de vegetação permite a utilização intensiva da terra e do capital, com também a produção de maneira controlada, com menor dependência das condições climáticas, melhor aproveitamento de insumos, possibilitando a distribuição da produção ao longo do ano (Rodrigues et al., 1997).

Quanto ao cultivo em estufas, Andriolo et al. (1997) afirma que um dos problemas do cultivo no solo é a incidência de pragas e fitopatógenos que atacam o sistema radicular, como os nematóides e as podridões de raízes causadas por fungos e bactérias, os quais tendem a aumentar com o decorrer do tempo, em consequência da alta intensidade dos cultivos que se sucedem e das dificuldades em realizar o manejo correto do teor de água no solo.



Faquin e Furlani (1999) afirmam que o cultivo hidropônico possibilita um uso eficiente e econômico de água e fertilizantes, o sistema é livre da salinização e contaminação por patógenos, comuns em cultivo protegido em solo, dispensa a rotação de culturas e controle de plantas daninhas.

A hidroponia, cultivo de plantas fora do solo e em solução nutritiva, vem se tornando uma alternativa promissora para diversificação do agronegócio, pois gera um produto diferenciado, de boa qualidade e de grande aceitação no mercado (Costa e Junqueira, 2000).

Segundo Zito et al. (1994), a alface vem ganhando cada vez mais espaço na produção hidropônica por ocupar pouco espaço, atingir rapidamente o ponto de comercialização e proporcionar rápido retorno financeiro.

O uso de hidroponia em ambientes protegidos possibilita elevar a produção em até três vezes, aumentar o número de colheitas por ano, sem a necessidade de rotação de cultura, reduzir gastos com inseticidas e fungicidas, e obter produtos de qualidade comercial superior (Morgan e Tan, 1983; Castellane e Araújo, 1995).

2.2 – Considerações sobre soluções nutritivas e seu aproveitamento pela cultura da alface.

Mengel e Kirkby (1987) afirmam que embora todas as plantas necessitem dos mesmos nutrientes, se diferenciam as quantidades extraídas pelas diversas espécies e pelas cultivares dentro das mesmas espécies.

O estágio de desenvolvimento, fotoperíodo, intensidade luminosa e temperatura também influenciam nas exigências nutricionais (Furlani, 1998).



Uma adequada solução nutritiva deve, pelo menos, apresentar as seguintes características: a) conter todos os nutrientes de plantas; b) ser equilibrada, de acordo com a cultura; c) ter potencial osmótico entre 0,5 e 0,8 atm, podendo-se admitir até 1,0 atm e, d) ter pH entre 5,8 e 6,2, (Teixeira, 1996).

Ainda de acordo com Teixeira (1996), para se formular uma solução nutritiva adequada é necessário se basear na exigência nutricional da cultura a ser explorada.

As exigências nutricionais da alface se referem às quantidades de macro e micronutrientes que a cultura retira do solo ou da solução nutritiva (no caso de hidroponia), para atender às suas necessidades, crescer e produzir adequadamente. De maneira geral, a extração total de nutrientes pela cultura da alface obedece a seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > Mn > B > Cu$. Pode-se destacar a alta exigência da alface em K, N e Ca, quando comparada com outras culturas (Faquin et. al., 1996).

Conforme a época do ano, ocorre variação na extração de nutrientes pela alface, deslocando-se entre 8,0 e 16,0 mg de nitrogênio; 2,5 e 5,0 mg de fósforo e 11,5 e 13,0 mg de potássio por planta por dia e, durante o ciclo completo, tem-se: 0,45 g de nitrogênio; 0,15 g de fósforo e 0,7 g de potássio (Shippers, 1980).

Furlani (1995), obteve a produção de $22,24 \text{ g planta}^{-1}$ de massa seca com o cultivo em "NFT" da cultivar "Grand Rapids", extraíndo $930 \text{ mg planta}^{-1}$ de nitrogênio, $120 \text{ mg planta}^{-1}$ de fósforo, $1400 \text{ mg planta}^{-1}$ de potássio, $310 \text{ mg planta}^{-1}$ de cálcio, $60 \text{ mg planta}^{-1}$ de magnésio, $0,57 \text{ mg planta}^{-1}$ de boro, $0,25$



mg planta⁻¹ de cobre, 9,03 mg planta⁻¹ de ferro, 1,47 mg planta⁻¹ de manganês e 2,2 mg planta⁻¹ de zinco, durante o ciclo. Faquin et al. (1996) em cultivo "NFT" obteve produção de 385,5 g de massa fresca e 18,24 g de massa seca aos 30 dias pós-transplante, com a cultivar Verônica, verificando a extração de 398,05 mg planta⁻¹ de nitrogênio, 70,8 mg planta⁻¹ de fósforo, 475,45 mg planta⁻¹ de potássio, 162,25 mg planta⁻¹ de cálcio, 47,85 mg planta⁻¹ de magnésio, 30,2 mg planta⁻¹ de enxofre, 0,22 mg planta⁻¹ de boro, 0,39 mg planta⁻¹ de cobre, 2,45 mg planta⁻¹ de ferro, 1,01 mg planta⁻¹ de manganês e 0,53 mg planta⁻¹ de zinco.

Hamilton e Bernier (1955), no Canadá, determinaram as quantidades totais extraídas pela parte aérea de alface, foram: 88,5 kg/ha de nitrogênio, 16,7 kg/ha de fósforo, 166,4 kg/ha de potássio, 40,8 kg/ha de cálcio, 18,0 kg/ha de magnésio, 172,7 g/ha de manganês, 229,6 g/ha de zinco, 25,6 g/ha de cobre e 61,5 g/ha de boro.

Garcia (1982) mencionando trabalho desenvolvido por Zink e Yamaguchi (1962) em que determinaram os teores e as quantidade de macronutrientes acumuladas por culturas de alface em diversas épocas, relacionando-as com o crescimento, verificaram por ocasião da primeira colheita, que as quantidades acumuladas foram equivalentes a 106,5 kg/ha de nitrogênio, 13,2 kg/ha de fósforo, 193,5 kg/ha de potássio, 37 kg/ha de cálcio, 13,5 kg/ha de magnésio e 10 kg/ha de sódio.

Fernandes et al. (1971) estudaram o crescimento e estimaram as quantidades de nutrientes acumulados pela cultura de alface em 23,2 kg/ha de nitrogênio, 4,4 kg/ha de fósforo, 50,9 kg/ha de potássio, 13,3 kg/ha de cálcio,



3,2 kg/ha de magnésio e 3,0 kg/ha de enxofre, para uma produção de 969 kg/ha de massa seca.

Vaz e Junqueira (1998), estudando a produção da cultivar Verônica em condições de hidroponia, obtiveram peso médio de 183,40 gramas por planta e número médio de folhas igual a 13,31. Já Horino et al. (1993) observaram para a cultivar Verônica, peso de 169,2 g e 17,8 folhas por planta.

Shon e Compton (1997) relatam o cultivo em substratos com lã de rocha e perlita em bolsas, afirmando que é comum neste modelo de cultivo a lixiviação de nutrientes por ocasião da prática de irrigação, a qual previne o acúmulo de sais solúveis no meio e mantém um equilíbrio nutritivo aceitável.

Durante muito tempo a maior preocupação das pesquisas no campo da olericultura foi aumentar o rendimento das culturas. No entanto, nas últimas décadas, as pesquisas se voltaram mais para a qualidade do produto final, atentando para suas características nutricionais, sanitárias, comerciais, organolépticas e concentrações de nutrientes que possam ser tóxicas ao ser humano, dentre os quais, encontra-se o nitrato.

Ohse (1999), citando Scharpf (1991), afirma que em países como a Alemanha e Grã Bretanha, tem-se verificado que 70% do nitrato ingerido pela população origina-se de hortaliças.

O acúmulo de nitrato é resultado de excesso de absorção em relação a redução e acumulação. Vários fatores influenciam a concentração de nitrato nos tecidos vegetais, tais como: espécie, variedade, órgão, estado nutricional da planta, luz, temperatura, horário da colheita e, principalmente, a concentração de nitrato no meio de crescimento (Delistoianov, 1996).



Diversas soluções nutritivas já foram propostas na literatura havendo, em alguns casos, diferenças marcantes entre elas com relação às concentrações dos macronutrientes, enquanto que para micronutrientes, as diferenças são bem menores (Furlani, 1998).

Hewit, citado por Jones Jr. (1982) listou 160 soluções nutritivas que variam em termos quantitativos, qualitativos e quanto aos sais utilizados no preparo.

Santos et al. (1998), citado por Olse (1999), estudando seis soluções nutritivas: Castellani & Araújo (1994), Castelani & Araújo modificada, Ueda (1990), Furlani & Furlani (1988), Hoagland & Arnon (1950) e Jensen & Collins (1985), observaram melhor aspecto qualitativo visual e produção superior na cultura desenvolvida na solução sugerida por Castellane & Araújo, seguida da sugerida por Ueda (1990).

A variação na composição das soluções mais conhecidas, a obtenção de soluções nutritivas ideais para as espécies, variedades e condições particulares permanecem ainda como uma incógnita (Martinez, 1988).

De acordo com Steiner (1980), além de possuir uma elevada capacidade de selecionar íons conforme suas necessidades, a alface adapta-se a mudanças nas proporções entre nutrientes na solução, com reflexos na absorção, porém, com pouca alteração na sua produção.

Conforme citação de Koefender (1996), Heinen et al. (1991) estudaram as relações entre a redução da quantidade de nutrientes em solução e a absorção pelas plantas e observaram que Desapareceram da solução nutritiva, quantidades entre 1,2 e 2 vezes maiores do que aquelas que efetivamente foram absorvidas pelas plantas. Para fósforo



esta relação alcançou entre 1 e 1,5 e potássio entre 1,1 e 1,7. Essa diferença pode ser explicada pela imobilização de nutrientes por microorganismos presentes na solução; pela precipitação de sais; pela desnitrificação e por problemas analíticos. Assim sendo, torna-se necessário levar em consideração os teores de nutrientes na solução nutritiva e nas plantas para efetuar o manejo da solução da melhor maneira possível, de modo que os nutrientes estejam disponíveis de acordo com as exigências das plantas.

Faquin et al. (1996), afirma que o cultivo hidropônico requer o monitoramento diário da concentração dos nutrientes na solução nutritiva e a avaliação visual do desenvolvimento das plantas, cabendo inclusive a adoção de análises foliares.

Segundo Jones Jr. (1983), o monitoramento da solução pode ser relativamente fácil, mas os ajustes necessários (pH, condutividade elétrica e balanço de nutrientes) podem não ser, dependendo do volume da solução nutritiva por planta e da sua frequência de uso.

De modo geral usam-se nas soluções nutritivas, concentrações as mais elevadas possíveis, que permitam o crescimento por um longo período sem trocas ou readições. No entanto, a concentração máxima possível é limitada pela pressão osmótica que as células radiculares suportam e que está entre -0,7 e -1,2 atm (-70,93 e -121,59 kPa), com variações entre espécies e variedades (Martinez, 1997).

As alternativas para se utilizar a solução nutritiva poderiam ser então: aumentar o volume de solução por planta, utilizando-a por curtos períodos (5 a 10 dias), antes da substituição total por uma nova solução; ou monitorar a

composição da solução durante seu uso e fazer adições com o objetivo de manter sua composição e pH iniciais (Jones Jr.1982)

Segundo Bernardes (1997) e Carmello (1996) a faixa de concentração de nitrogênio utilizada em soluções nutritivas recomendadas para o cultivo de alface sob hidroponia, no mundo, varia de 100 a 300 mg L⁻¹.

O nitrogênio é o nutriente que promove maior aumento no rendimento da cultura da alface, sendo por essa razão, empregado em grandes quantidades. Sua deficiência retarda o crescimento, causa má formação da cabeça, as folhas mais velhas amarelecem e caem com facilidade. No sistema hidropônico é fornecido basicamente sob a forma de nitrato, uma vez que, o amônio acima de 15% e 20% do N total da solução é fitotóxico, diminuindo o rendimento e a qualidade da cultura da alface (Furlani, 1998).

O fornecimento de nitrogênio somente na forma nítrica pode levar a planta de alface a acumular nitrato a níveis muito altos, podendo causar problemas como metahemoglobinemia em seres humanos, além de ser cancerígeno, devido à ação das nitrosaminas (Ohse, 1999).

Bres & Weston (1994) encontraram aumentos significativos na absorção de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, em duas cultivares de alface ("Summer Bibb" e "Buttercrunch"), 25 dias pós-transplante, quando aumentaram o pH da solução 5,0; 5,5; 6,0 e 6,5. Esses autores observaram também aumentos na produção de matéria fresca que não foram significativos.



2.3– Cultivo em substrato

Os sistemas de cultivo sem solo de hortaliças mais representativos, que se trabalham atualmente, são: 1) Cultivo em sacos de areia; 2) Cultivo em sacos de perlita; 3) Cultivo em placas de lã de rocha, e 4) Cultivos em outros sistemas e materiais (sistema hidropônico “Quash”, casca de pinus, carvão, fibra de coco, terra vulcânica. Todos estes sistemas funcionam como sistemas abertos, sem recircular a solução nutritiva (Berjon & Murray, 1998). No entanto, podem ser adaptados ao sistema fechado, com recirculação da solução nutritiva.

Se entende por cultivo sem solo, aquele sistema de cultivo no qual a planta desenvolve o sistema radicular em meio (sólido ou líquido), confinado em um espaço limitado e isolado, fora do solo. Do ponto de vista prático, os cultivos sem solo podem se classificar em cultivos hidropônicos (cultivo em água mais nutrientes ou sobre materiais inertes) e cultivos em substrato (cultivo sobre materiais quimicamente ativos, com capacidade de intercâmbio catiônico). Adicionalmente, os cultivos sem solo podem funcionar como sistemas abertos, a solução perdida, não recirculante, ou como sistemas fechados, com recirculação das soluções nutritivas (FAO, 1990).

Aliada ao uso do plástico, a hidroponia tem sido utilizada em plantios de alface com sucesso. Nesse sistema, as plantas desenvolvem-se em soluções nutritivas, podendo utilizar ou não substrato como suporte mecânico (Castellane e Araujo, 1995).

Quanto ao substrato, pode-se utilizar o sistema de duas ou três fases. No primeiro, a fase líquida é composta por água e nutrientes mais uma fase gasosa que corresponde ao ar misturado à solução por injeção de ar comprimido



ou pelo fluxo. No sistema de três fases, há uma fase sólida adicional, banhada pela fase líquida que permite a troca gasosa. Vários materiais como areia, cascalho, vermiculita, lã de rocha, espuma, argila expandida, entre outros, podem ser utilizados (Castellane e Araujo, 1995).

A presença do substrato sólido, no meio de crescimento, cria condições favoráveis à planta, uma vez que retém a umidade, não necessitando fluxo contínuo de solução, além de permitir melhor aeração junto ao sistema radicular, dispensando a injeção artificial de ar. Os materiais usados como substratos para os cultivos hidropônicos devem apresentar capacidade de retenção de água lenta e baixa, para possibilitar o arejamento junto ao sistema radicular. Assim, recomenda-se que os mesmos apresentem 70% de porosidade total, com igual proporção entre macro e micro poros, segundo Brandão (1991), citado por Delistoianov (1997).

A adoção do cultivo em substrato, com objetivo de favorecer a sanidade do sistema radicular e contornar eventuais problemas nutricionais, é tecnologia amplamente utilizada em países de horticultura avançada (Andriolo et al., 1997).

O termo substrato se aplica em horticultura a todo material sólido diferente do solo, natural, sintético ou residual, mineral ou orgânico, que colocado em recipiente, puro ou misturado, permite a fixação do sistema radicular, desempenhando, portanto, um papel de suporte para a planta. O substrato pode intervir (material quimicamente ativo) ou não (material inerte) no complexo processo de nutrição mineral da planta (Abad, 1991; Abad et al., 1996) citado por Berjon & Murray (1998).



O melhor substrato de cultivo em cada caso, variará de acordo com numerosos fatores: tipo de material vegetal (semente, estacas, planta, etc), espécie cultivada, condições climáticas, tamanho e forma do contentor, programas de irrigação e fertilização, aspectos econômicos, experiência local em sua utilização, etc (Berjon & Murray, 1998).

Qualquer material susceptível de ser empregado como substrato deverá reunir algumas características físico-químicas que o tornem apto a um favorável desenvolvimento radicular (Martinez, 1991).

A primeira condição para adoção do cultivo em substrato é a disponibilidade de material abundante e de baixo custo. Existem substratos comerciais, semelhantes àqueles empregados na produção de mudas, que são de excelente qualidade, porém de custo elevado. Uma boa alternativa consiste em utilizar substratos regionais com obtenção facilitada (Andriolo & Poerschke, 1997).

O resíduo do processo de industrialização do coco e seus sub-produtos, composto por pó e fibras curtas, além de não apresentar uso econômico promove significativo impacto ambiental (Grimwood et al., 1977).

Segundo Cresswell, citado por Meerow (1994), a fibra de coco possui várias características que a recomendam como substrato de cultivo: 1) alta capacidade de retenção de água; 2) excelente drenagem; 3) ausência de sementes e patógenos; 4) grande resistência física; 5) é um recurso renovável, sem apresentar prejuízo ecológico; 6) possui uma lenta decomposição; 7) aceitável pH, CTC e condutividade elétrica.

Nogueira et al. (1996) avaliando as propriedades físicas e químicas de duas amostras de fibra de coco, oriundas do México e do Sri Lanka, verificaram



valores de pH 5,6 e 4,6; condutividade elétrica 3,3 e 1,7 dS/m; capacidade de troca catiônica 73,3 e 117,1 meq/100g; matéria orgânica total 92,2 e 89,7%; densidade aparente 0,075 e 0,056 g/cm³ e relação carbono/nitrogênio da ordem de 112 e 98, respectivamente.

Segundo Abad et al. (1989) e Bunt (1988), citados pelos Nogueira et al. (1006), as propriedades ideais para um substrato genérico deveriam ser: pH 5,2-6,3; condutividade elétrica 0,75-1,99 dS/m; capacidade de troca catiônica maior que 20 meq/100g; matéria orgânica total maior que 80,0%; densidade aparente menor que 0,4 g/cm³ e relação carbono/nitrogênio entre 20-40.

Handreck (1993) verificou teores de nutrientes em fibra de coco de 0,18 e 0,20 mg de B/, 15 e 6 mg de cálcio por litro, 0,22 e 0,17 mg de cobre por litro, 5 e 7 mg de ferro por litro, 28 e 8 mg de magnésio por litro, 1,5 e 1,1 mg de manganês por litro, 17 e 8 mg de fósforo por litro, 720 e 304 mg de potássio por litro, 110 e 114 mg de sódio por litro, 8 e 2 mg de enxofre por litro e 1,3 e 0,7 mg de zinco por litro, respectivamente para amostras oriundas da Austrália e Malásia.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O ensaio foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira – município de Ilha Solteira – SP, situada, aproximadamente, na latitude 22° 25' S, longitude 51° 21' W e altitude de 310 metros.

Segundo a classificação climática proposta por Köepen, o clima é do tipo AW (tropical úmido com estações chuvosas no verão e seco no inverno). A região apresenta temperatura média anual em torno de 24.1°C, e precipitação pluviométrica média anual de 1400 mm.

3.2 Caracterização do experimento

Utilizou-se uma casa de vegetação, modelo arco, tendo a cobertura de plástico polietileno de alta resistência, aditivado contra os raios



ultravioleta. A construção da casa de vegetação teve orientação leste-oeste. O dimensionamento da casa-de-vegetação é de 30,0 m de comprimento, 6,4 metros de largura, 2,5 m de pé direito e cumeeira de 4 m de altura e dotada de fechamento lateral com tela plástica.

A cultivar Verônica é alface do tipo folha crespa, indicada para sementeiras durante todo o ano, inclusive para a época de verão. As plantas apresentam coloração verde-clara, tamanho grande, com tolerância ao pendoamento precoce.

A sementeira foi realizada no dia 26/12/2000 em bandejas de poliestireno expandido, contendo 288 células. Utilizou-se substrato comercial da marca Plantmax para seu preenchimento.

Adotou-se como recipiente para condução do experimento, vasos plásticos, de cor preta e base perfurada, com capacidade para 15 dm³ revestidos lateralmente com filme plástico dupla-face com o lado externo de cor branca, preenchidos com o substrato fibra de coco.

A fibra de coco, fornecida pela firma Vida Verde de Mogi-Mirim (SP), apresentou uma densidade em torno de 0,20 g/cm³, porosidade total de aproximadamente 80 %, pH 5,71 e uma capacidade de retenção de água de 75%.

O solo utilizado no preenchimento dos vasos da parcela testemunha, é classificado como Podzólico Vermelho Escuro, Tb, eutrófico, abrupto, A chernozêmico, textura média/argilosa. O resultado da análise química, realizada no Laboratório de Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas da FEIS/UNESP, é apresentada na Tabela 1.



Tabela 1. Resultados da análise química do solo utilizado no tratamento testemunha (solo). Ilha Solteira, SP.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
CaCl ₂	%	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----			-----			%
5,8	3,6	25,0	5,3	64	8,0	18,0	77,3	95,3	81

Retiradas das bandejas com o torrão de substrato, no dia 15/01/2.001, foram transplantadas 3 mudas por vaso, dispostas de forma triangular, com espaçamento médio entre plantas na ordem de 20 centímetros.

O suprimento hídrico foi realizado mediante irrigação localizada, pelo sistema de gotejamento, com vazão média de 2,4 litros por hora com frequência de quatro aplicações diárias, controlada por um temporizador, em volume de água destinado à reposição da evapotranspiração diária e controle máximo de lixiviação.

A solução nutritiva adotada foi a proposta por Furlani (1998), utilizada por produtores em escala comercial, confeccionada com utilização de sais ou fertilizantes simples na seguinte composição (gramas/1000 litros): nitrato de cálcio (750), nitrato de potássio (500), fosfato monoamônico (150), sulfato de magnésio (400), sulfato de cobre (0,15), sulfato de zinco (0,50), sulfato de manganês (1,50), ácido bórico (1,50), molibdato de sódio (1,50) e Ferro EDTA – 13% Fe) (13,8).

As referidas quantidades de sais ou fertilizantes recomendadas, permitiram a confecção de uma solução nutritiva resultante, teoricamente, com as seguintes concentrações de nutrientes (gramas/1000 litros) N-NO₃ (174), N-NH₄ (24), P (39), K (183), Ca (142) Mg (38), S-SO₄ (52), B (0,3), Cu (0,02), Fe (2,0), Mn (0,4), Mo (0,06) e Zn (0,06).



Os 8 tratamentos avaliados constaram de 7 doses da solução nutritiva padrão: 300 ml (Tratamento 1), 750 ml (Tratamento 2), 1.500 ml (Tratamento 3), 2.250 ml (Tratamento 4), 3.000 ml (Tratamento 5), 4.500 ml (Tratamento 6), 6.000 ml (Tratamento 7), fornecidos parceladamente do primeiro ao vigésimo quinto dia de condução do ensaio e, testemunha (solo com fertilização química convencional).

As doses fornecidas diariamente sofreram incrementos crescentes, conforme os estádios de desenvolvimento, sendo estabelecido para tanto, 5 estádios: 1º ao 5º dia, 6º ao 10º dia, 11º ao 15º dia, 16º ao 20º dia e 21º ao 25º.

Tabela 2 - Volume (ml/vaso) total da solução nutritiva proposta por Furlani (1998), fornecida no período de 25 dias de cultivo de alface em fibra de coco. Ilha Solteira – 2.001.

Tratamentos	Solução nutritiva fornecida					Total
	1º-5º (ml/vaso)	6º-10º (ml/vaso)	11º-15º (ml/vaso)	16º-20º (ml/vaso)	21º-25º (ml/vaso)	
Tratamento 1	4.8	8.4	12	15.6	19.2	300
Tratamento 2	12	21	30	39	48	750
Tratamento 3	24	42	60	78	96	1.500
Tratamento 4	36	63	90	117	144	2.250
Tratamento 5	48	84	120	156	192	3.000
Tratamento 6	72	126	180	234	288	4.500
Tratamento 7	96	168	240	312	384	6.000
Testemunha	--	--	--	--	--	--

* Volume (ml/vaso) total da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo de planta de alface em fibra de coco.



Tabela 3 - Quantidade de macronutrientes fornecidos por vaso (3 plantas), em função das doses de solução nutritiva proposta por Furlani (1998) aplicadas no período de 25 dias de cultivo de alface em fibra de coco. Ilha Solteira – 2.001.

Tratamentos	Nutrientes fornecidos (g/vaso)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
300*	0,0699	0.0117	0.0549	0.0426	0.0114	0.0156
750*	0,1323	0.0292	0.1372	0.1065	0.0285	0.0390
1.500*	0.2970	0.0585	0.2745	0.2130	0.0570	0.0780
2.250*	0.3969	0.0877	0.4117	0.3195	0.0855	0.1170
3.000*	0.5940	0.0978	0.5490	0.4260	0.1140	0.1560
4.500*	0.8910	0.1755	0.8235	0.6390	0.1710	0.2340
6.000*	1.1880	0.2340	1.0980	0.8520	0.2280	0.3120
Testemunha						

* Volume (ml/vaso) total da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo de planta de alface em fibra de coco.

Tabela 4 - Quantidade de micronutrientes fornecidos por vaso (3 plantas), em função das doses de solução nutritiva proposta por Furlani (1998) aplicadas no período de 25 dias de cultivo de alface em fibra de coco. Ilha Solteira – 2.001.

Tratamentos	Nutrientes fornecidos (g/vaso)					
	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
300*	0.00009	0.000006	0.0006	0.00012	0.000018	0.000018
750*	0.00022	0.000015	0.0015	0.00030	0.000045	0.000045
1.500*	0.00045	0.000030	0.0030	0.00060	0.000090	0.000090
2.250*	0.00067	0.000045	0.0045	0.00090	0.000135	0.000135
3.000*	0.00090	0.000060	0.0060	0.00120	0.000180	0.000180
4.500*	0.00135	0.000090	0.0090	0.00180	0.000270	0.000270
6.000*	0.00180	0.000120	0.0120	0.00240	0.000360	0.000360
Testemunha						

* Volume total da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida durante 25 dias de cultivo de planta de alface em fibra de coco.

O solo utilizado no preenchimento dos vasos da testemunha receberam fertilização química composta por 20 g da fórmula 04-30-10, incorporada nos primeiros 10 cm.

Decorridos 25 dias após o transplante (10/02/2.001) procedeu-se à colheita, quando as plantas tiveram seus caules cortados junto à superfície do substrato.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Foi adotado o delineamento estatístico de blocos casualizados, com 8 tratamentos, com cinco repetições, totalizando 40 parcelas. Cada parcela foi composta por 7 vasos (21 plantas), espaçados 0,5 m entre si e 1,0 m entre linhas.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 - pH e Condutividade elétrica

Foram realizadas determinações do pH e condutividade elétrica da solução nutritiva e das respectivas doses aplicadas (tratamentos). No oitavo dia de fornecimento de solução nutritiva e ao final do experimento foram realizadas coleta de material lixiviado (extravasado mediante saturação do substrato/solo) e encaminhamento para determinações laboratoriais do pH e Condutividade Elétrica.

3.4.2 - Massa fresca da parte aérea

Determinou-se a média da massa fresca da parte aérea por plantas, utilizando-se todas as plantas integrantes de cada parcela.



3.4.3 - Número de folhas

Através da amostragem de 5 plantas por parcela, foi determinado o número de folhas, desprendendo-as dos caules e considerando para efeitos de contagem aquelas com comprimento superior a 3 centímetros.

3.4.4 - Comprimento e diâmetro do caule

À partir da amostra de 5 plantas por parcela, tomaram-se as dimensões dos caules, utilizando paquímetro, estabelecendo-se como comprimento a distância entre o corte efetuado por ocasião da colheita e o ápice da planta, na região de emissão de folhas novas e o diâmetro medido junto à porção mediana.

3.4.5 - Análises químicas

Realizou-se coleta de 15 folhas por parcela, amostrando-se a quarta ou quinta folha desenvolvida à partir do ponteiro.

As folhas desprendidas das plantas, foram acondicionadas no interior de embalagens de papel e encaminhadas para secagem em estufa, a 65°C, com ventilação forçada, até o peso constante.

Realizada a moagem da massa seca das folhas em moinho tipo Willey de facas, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição de Planta para as determinações dos teores de nutrientes.

Procedeu-se a digestão nítrico-perclórica, utilizando-se 0,5 g de matéria seca das amostras e o volume foi completado para 25 ml. À partir do extrato obtido, foram realizadas determinações dos teores de nitrogênio (total), fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e zinco.



4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são registradas as temperaturas (máxima, média e mínima), no período de condução do experimento, coletadas junto ao posto meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa, localizado nas imediações da casa de vegetação objeto de estudo.

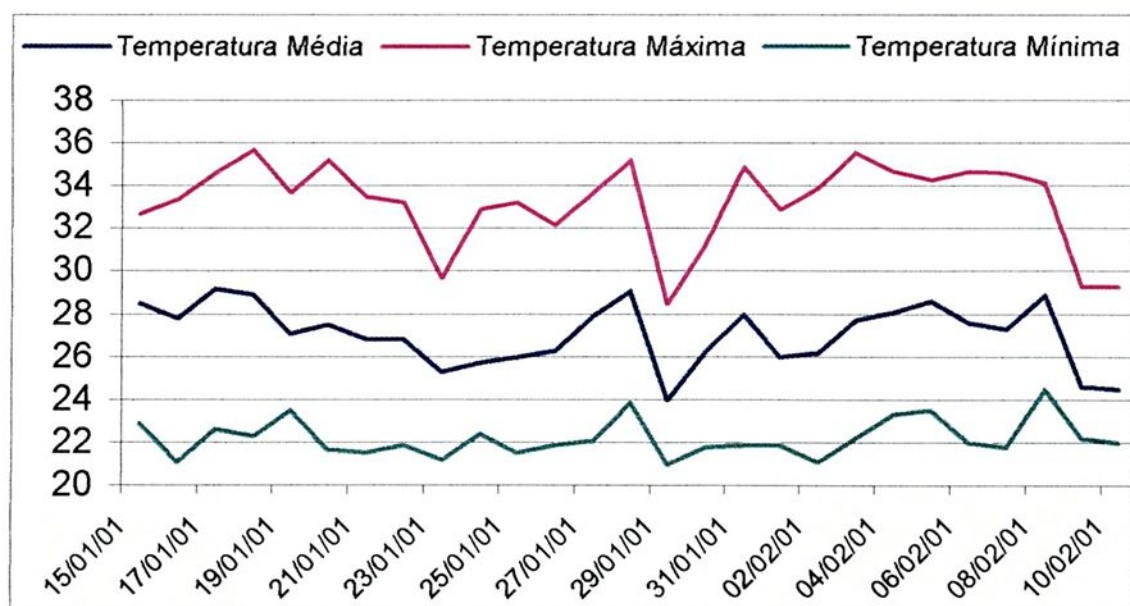


Figura 1 - Temperaturas (Máxima, Média e Mínima), em °C, registradas na estação meteorológica da Fazenda de Ensino e Pesquisa, da FEIS-UNESP, no período de 15/01 a 10/02/2.001. Fonte: FEIS – Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural.

As temperaturas médias e máximas registradas no período foram elevadas, suplantando 26°C e 32°C respectivamente, na maior parte do período de condução do ensaio. O mesmo verificou-se com respeito às temperaturas mínimas, girando em torno de 20°. Tal comportamento climático é característico desta época do ano na região.

O impacto das altas temperaturas predominantes no período sobre o desenvolvimento da cultura tende a ser agravado em decorrência da tendência das temperaturas internas da casa de vegetação serem superiores às aquelas observadas no meio externo, conforme relatado por Faria Júnior et al. (1993). Ainda que a cv. Verônica adapta-se ao cultivo no verão, as temperaturas observadas no período são superiores às ideais para o crescimento e desenvolvimento, situadas segundo Filgueira (1982), entre 15 e 20°C. O mesmo autor salienta a importância de temperaturas noturnas inferiores a 15°C, as quais também não foram registradas no período. A amplitude térmica observada foi grande, porém a menor temperatura registrada no período foi de 20,1°C, não beneficiando o desenvolvimento das plantas.

As condições ambientais observadas durante o ciclo das plantas apressaram a velocidade de diferenciação floral e encurtaram o período vegetativo.

4.1 - Condutividade elétrica e pH

Na Tabela 5 são apresentados os valores da condutividade elétrica e pH das soluções nutritivas fornecidas e do material lixiviado, coletados nos dias 23/01 e 15/02/2.001.



Os valores verificados no pH das doses de solução nutritiva fornecidas, foram relativamente elevados, pois na maioria das soluções nutritivas situam-se entre 5,0 e 6,0 (Ohse, 1999).

Tabela 5 - Valores de condutividade elétrica (dS/m) e pH das soluções nutritivas aplicadas e na solução lixiviada. FEIS – UNESP, Ilha Solteira – SP, 2001.

Tratamentos	Solução fornecida		Material lixiviado 23/01	Material lixiviado 15/02	
	CE	pH	CE	CE	pH
300*	0,184	7,1	0,593	0,333	5,3
750*	0,301	7,2	1,068	0,301	6,0
1.500*	0,514	7,1	0,663	0,273	5,7
2.250*	0,702	7,0	1,178	0,291	5,3
3.000*	0,862	6,9	0,949	0,489	5,1
4.500*	1,233	6,6	0,751	0,666	5,7
6.000*	1,487	6,6	0,646	0,261	5,2
Testemunha	—	—	—	0,556	7,4

* Volume total da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida durante 25 dias de cultivo de planta de alface em fibra de coco.

Sabe-se que o pH da solução afeta a disponibilidade de certos elementos nutritivos, especialmente os micronutrientes, e está estreitamente relacionado com as fontes de nitrogênio e com a composição da solução. A água utilizada na confecção da solução também pode interferir diretamente nos valores de pH.. Valores de pH verificados, considerados elevados, podem, segundo Martinez (1997), causar deficiência de ferro e outros micronutrientes, porém plantas cultivadas pela técnica de hidroponia toleram maiores variações no seu pH da solução nutritiva do que quando no solo, porém não

ultrapassando a faixa de 5,0-7,0, de acordo com observações de Castellane & Araújo (1995).

Com respeito aos valores obtidos na condutividade elétrica das soluções nutritivas fornecidas, os mesmos resultam de influência da diluição a que foi submetida a solução padrão, por ocasião de seu fornecimento às plantas, conforme o tratamento proposto.

Os valores da condutividade elétrica obtidos do material lixiviado, revelam o possível comportamento dos sais dissolvidos na solução nutritiva nos processos de interação com o substrato e evapotranspiração.

Quanto aos valores registrados na primeira avaliação comportarem-se invariavelmente superiores àqueles obtidos na segunda avaliação, provavelmente resultantes de um processo acumulativo de sais aplicados desde o dia do transplante das mudas. Nos primeiros dias de desenvolvimento, o reduzido volume do sistema radicular das plantas, somado à significativa evaporação (favorecida pela pequena massa foliar de cobertura), não permitiriam o completo aproveitamento da solução fornecida. Com o desenvolvimento da planta e respectivo incremento na absorção, teria ocorrido o aproveitamento dos nutrientes acumulados no substrato, refletido nos valores registrados nas amostras coletadas ao final do período de cultivo.

4.2 – Características avaliadas

O quadro de análise de variância e os respectivos níveis de significância das características avaliadas é apresentado na Tabela 6.



Tabela 6 Valores do quadrado médio, níveis de significância e coeficiente de variação das características avaliadas. FEIS – UNESP, Ilha Solteira – SP, 2001.

Causas de variação	Graus de Liberdade	Produção Matéria Fresca (g)	Massa por planta (g)	Nº de folhas	Comprimento do caule (cm)	Diâmetro do Caule (cm)
Doses	7	691170,08**	207,09**	5,72**	0,78*	0,12**
Repetição	4					
Resíduo	28	5487,13	15,11	0,93	0,25	0,01
Total	39	-	-	-	-	-
Coeficiente de Variação		21,896%	21,354%	8,725%	13,188%	9,3191%
Regressão Linear		385873,9 **	1181,10 **	16,8 **	3,00 **	0,580 **
Regressão Quadr.		16259,4 ns	51,90 ns	9,80 **	0,38 ns	0,130 **
Regressão Cúbica		211,3 ns	0,28 ns	1,60 ns	0,85 ns	0,001 ns
Desvios de Regr.		4225,2	2,90	1,90	0,14	0,004
Resíduo		5487,1	15,11	0,90	0,25	0,008

(*) (**) Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Observa-se que os valores do quadrado médio foram significativos para a massa fresca da parte aérea por planta, número de folhas por planta, comprimento e diâmetro do caule.

Na tabela 7, pode-se verificar os valores absolutos da massa fresca da parte aérea por planta, número de folhas por planta, comprimento e diâmetro do caule.



Tabela 7: Massa fresca da parte aérea (MFPA), número de folhas por planta (NF), comprimento do caule (CC) e diâmetro do caule (DC), de alface, coletados aos 25 após o transplante. Ilha Solteira, 2001.

Tratamentos	MFPA (g/planta)	NF	CC (cm)	DC (cm)
300*	9,60	8,92	3,12	0,73
750*	11,88	10,80	3,47	0,82
1.500*	15,42	11,08	4,06	0,92
2.250*	17,60	10,96	3,78	0,97
3.000*	21,80	12,24	3,99	1,10
4.500*	24,00	11,68	3,93	1,12
6.000*	27,14	11,72	4,30	1,12
Testemunha	70,90	13,37	6,48	1,51

* Volume total da solução nutritiva proposta por Furlanⁱ (1998) fornecida durante 25 dias de cultivo de planta de alface em fibra de coco.

4.2.1 –Massa da parte aérea por planta.

As médias de massa fresca da parte aérea, observadas na Tabela 7 adequaram-se a regressão linear de equação $y = 10,304 + 0,0036 x$, (Figura 2).

Tais valores indicam que as doses de solução nutritiva utilizadas no presente ensaio não foram suficientes para atingir a máxima produtividade.



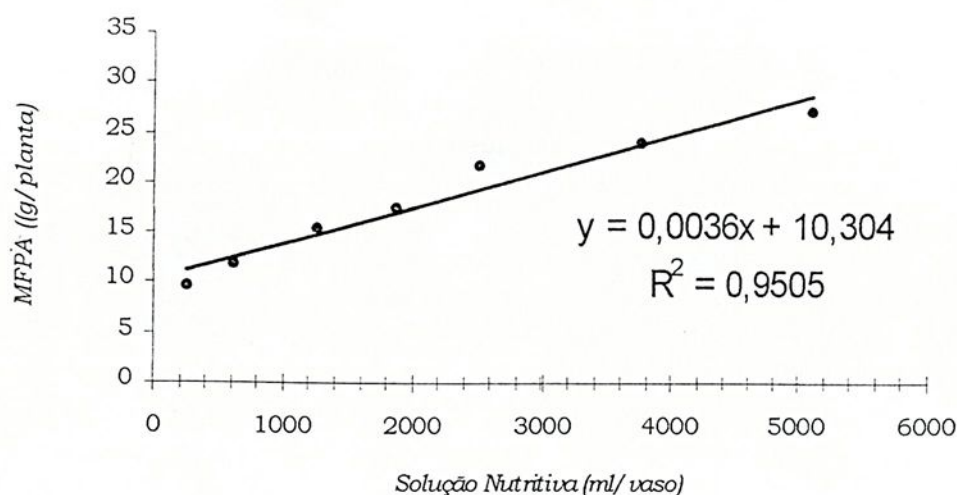


Figura 2: Massa fresca da parte aérea (MFPA) de alface (gramas por planta), cultivado em substrato de fibra de coco, em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias.

Os valores médios verificados em quaisquer das doses fornecidas foram significativamente inferiores ao obtido na testemunha cultivada em solo (70,98 g/planta), conforme pode ser observado na Tabela 7, evidenciando que a baixa MFPA é decorrente das condições ambientais e que o aporte de nutrientes pelo sistema hidropônico não foi suficiente para equivaler ao fornecido pelo solo, que conforme apresentado na Tabela 1, possui alta fertilidade.

Constata-se um incremento da massa fresca da parte aérea, de acordo com o volume de solução fornecida, conforme verificado na Figura 2. A maior média alcançada (27,128 g/planta) na maior dose fornecida é demasiadamente inferior ao potencial de produção, situada em torno de 100 g/planta no cultivo convencional em ambiente protegido, para a época do ano em questão e nesta região de cultivo.

Os resultados obtidos foram inferiores aos observados por Koefender (1996), em cultivo hidropônico-NFT, no qual obteve médias entre 101,58 e 83,84 g/planta, amostradas aos 55 dias da semeadura. Além do incremento do ciclo de cultivo, a solução utilizada pelo autor apresentava teores de K, Ca, Mg e S significativamente superiores ao da solução nutritiva proposta por Furlani (1998).

Da mesma forma, Delistoianov (1997) obteve aos 30 dias após o transplante, média de 143 g de massa fresca da parte aérea com a cv. Verônica conduzida em hidroponia, com solução Steiner modificada.

O referido comportamento deve-se em parte à evidente inadequação das doses fornecidas às efetivas quantidades requeridas pela cultivar, e, às especificidades das condições climáticas do período e da região em que foi conduzido o presente trabalho, especialmente quanto às altas temperaturas.

A massa fresca da parte aérea observada é decorrente provavelmente da baixa quantidade de nutrientes ofertada pelas doses estudadas, (conforme pode ser observado nas Tabelas 3 e 4), haja vista as plantas desenvolvidas em solo terem alcançado 70,98 g/planta de média, cerca de 261% superior ao melhor tratamento em cultivo na fibra de coco.

Ainda de acordo com a Tabela 3, verifica-se que as doses de nutrientes oferecidas variaram de 23,33 a 396 mg planta⁻¹ de nitrogênio; 3,9 a 78 mg planta⁻¹ de fósforo e 18,3 a 366 mg planta⁻¹ de potássio, 14,2 a 284 mg planta⁻¹ de cálcio, 3,8 a 76 mg planta⁻¹ de magnésio e 5,2 a 104 mg planta⁻¹ de enxofre por vaso. As quantidades extraídas podem variar quanto à época do cultivo, cultivares e composição da solução nutritiva, sendo que para a cultivar Verônica, produzida no sistema NFT, observou-se extração de 398,05 mg



planta⁻¹ de nitrogênio, 70,8 mg planta⁻¹ de fósforo, 475,45 mg planta⁻¹ de potássio, 162,25 mg planta⁻¹ de cálcio, 47,85 mg planta⁻¹ de magnésio, 30,2 mg planta⁻¹ de enxofre (Faquin et al., 1996), enquanto para cultivar Grand Rapids, Furlani (1995) observou extração de 930 mg planta⁻¹ de nitrogênio 120 mg planta⁻¹ de fósforo, 1400 mg planta⁻¹ de potássio, 310 mg planta⁻¹ de cálcio, 60 mg planta⁻¹ de magnésio. Constata-se portanto, o fornecimento de valores insuficientes quando confrontados com os extraídos pela cultura, devendo ser considerado ainda, provável resíduo acumulado junto ao substrato

Em que pese a grande variação nas quantidades de nutrientes extraídas, comprova-se que as doses utilizadas no experimento ficaram aquém das necessidades da cultura. Observa-se inclusive que nos valores oferecidos através da maior dose (6.000 ml/vaso), as quantidades depositadas nos vasos apenas aproximam-se dos menores registros de quantidades extraídas, devendo ser considerada a parcela retida junto ao substrato e a perda através da lixiviação.



4.2.2 – Número de folhas por planta

Como pode ser observado na figura 3 o número de folhas por planta ajustou-se a uma equação quadrática ($Y = -0,00000023x^2 + 0,0017x + 9,143$).

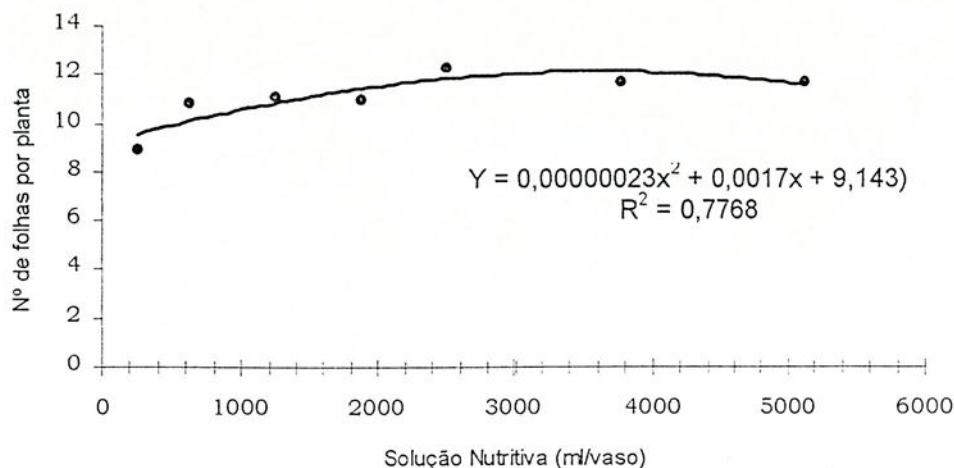


Figura 3 – Número de folhas em plantas de alface (média por planta), em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias, cultivado em substrato de fibra de coco.

O comportamento observado quanto ao número de folhas por planta permite inferir que para tal característica, as doses de solução nutritiva fornecidas foram suficientes para alcançar o maior número. À partir da equação, o maior nº de folhas por planta ocorrerá com o emprego de aproximadamente 3.695 ml/vaso da solução nutritiva.

Os valores médios observados aproximam-se daqueles obtidos por Vaz & Junqueira (1998), que obtiveram média de 13,3 folhas por planta.

OHSE (1999) observou média de 19,6 folhas por planta com a cv. Verônica em hidroponia. Por outro lado, MONDIN (1996) registrou média de

29,7 folhas por planta, porém, em cultivo conduzido no período de outono-inverno, com período de cultivo alcançando 79 dias.

Portanto, existe grande variação quanto ao número de folhas de plantas, explicadas principalmente por diferenças de manejo, época de cultivo, pelas variações nas soluções nutritivas empregadas e em especial, a duração do período de crescimento das plantas. Salienta-se ainda que, cultivares do grupo folha crespa tendem a apresentar um menor número de folhas que cultivares do tipo lisa.

4.2.3 – Comprimento do caule

O comprimento do caule respondeu linearmente ($y = 0,0002x + 3,4077$), ao aumento na dose da solução nutritiva aplicada às plantas de alface (Figura 4).

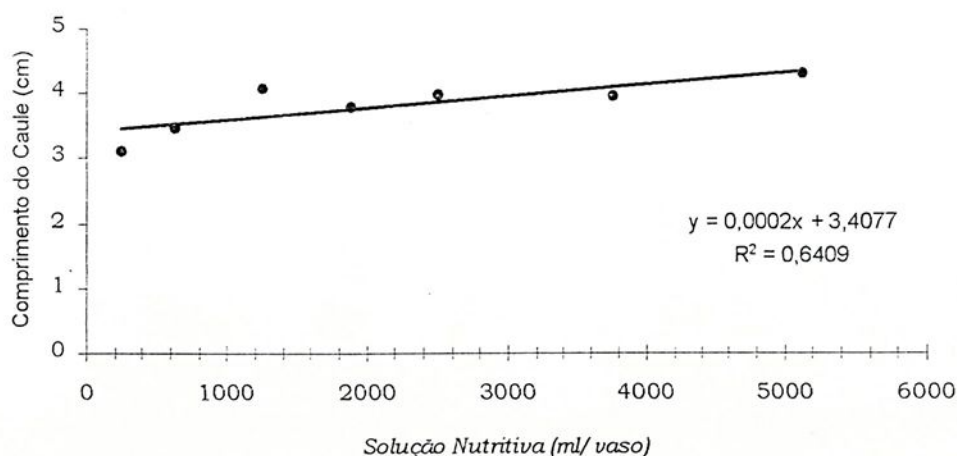


Figura 4 - Comprimento do caule em plantas de alface (média por planta), em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias, cultivado em substrato de fibra de coco

O comportamento observado para o comprimento do caule, é semelhante ao verificado para massa fresca da parte aérea, evidenciando novamente a baixa quantidade de nutrientes ofertadas pelas doses estudadas, haja vista as plantas desenvolvidas em solo terem alcançado 6,48 cm de comprimento, em média (Tabela 7).

A não manifestação da característica de indução ao florescimento, e por consequência um maior alongamento do caule, pode ser decorrência direta da idade de amostragem das plantas, aliada à tolerância ao pendoamento precoce característico da cultivar.

4.2.4 – Diâmetro do caule

Os valores observados para o diâmetro do caule apontam que as doses fornecidas foram suficientes para alcançar o máximo desenvolvimento desse órgão, cujas respostas adequam-se a uma função quadrática representada pela equação $y = 0.00000003x^2 + 0,0002x + 0,6832$, conforme a figura 5.



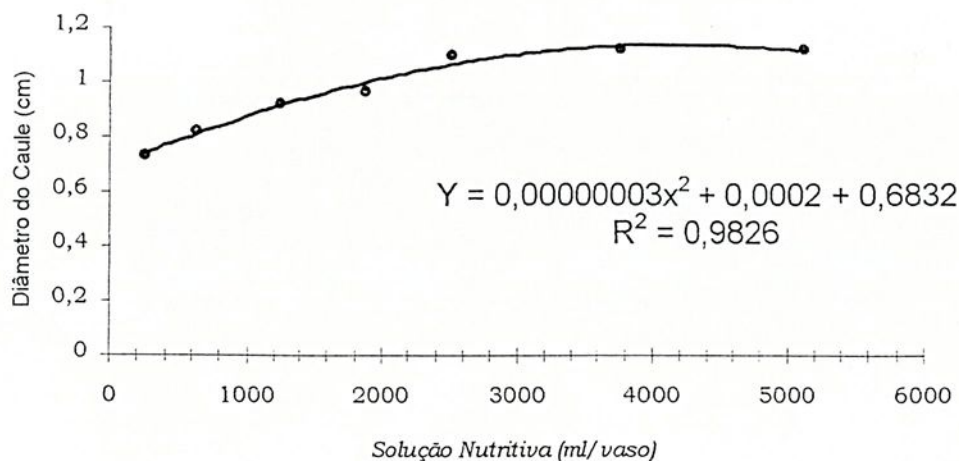


Figura 5 - Diâmetro do caule em plantas de alface (média por planta), em função de doses de solução nutritiva fornecidas no período de 25 dias, cultivado em substrato de fibra de coco.

O diâmetro do caule é influenciado pelo acúmulo de massa fresca da parte aérea, porém não comporta-se de forma similar, conforme demonstram os resultados verificados, na resposta às doses de solução nutritiva e consequentemente, às quantidades de nutrientes ofertadas.

4.2.5 – Concentração de nutrientes nas folhas

Os dados referentes aos teores (g/kg) de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e zinco (ppm), encontrados na massa seca das plantas, são observados na Tabela 8.

Não foram observadas diferenças significativas entre os teores de nutrientes das folhas em função das doses de solução nutritiva para os

nutrientes fósforo, potássio, cálcio, magnésio e zinco. Por outro lado, excetuando a menor dose, todas as demais apresentaram teores de nitrogênio nas folhas semelhantes, inclusive algumas doses suplantando o teor médio verificado na testemunha cultivada em solo. O mesmo comportamento foi verificado quanto ao enxofre, em que os teores médios não diferiram em função das doses fornecidas, e em algumas doses, suplantaram a média verificada na testemunha cultivada em solo.

Os valores de nitrogênio observados na Tabela 8, correspondem a teores variáveis de 2,97 a 3,73%, manifestando diferenças significativas quanto às doses fornecidas. Observa-se inclusive, que as doses 3.000 ml e 6.000 ml superaram em teores de N a testemunha cultivada em solo e a cultivada em menor dose de solução nutritiva. Tais teores, de modo geral, são inferiores aos observados por Koefender (1996) que encontrou de 4,13 a 4,64% de N em plantas da cv. Verônica aos 25 dias, cultivadas em NFT e Faquin (1996), que verificou 4,36% e ao recomendado por Raij et al. (1985) como teor adequado ao alface. O maior teor de N observado (dose 6.000 ml/vaso) encontra-se na faixa de teores de N verificados por Garcia (1982), situado entre 3,27 e 5,34%, e aqueles observados por Zinc e Yamaguchi (1962), onde as concentrações variaram entre 6,65 e 3,10%, sendo relatado decréscimo na concentração desse elemento com a idade da planta (Garcia, 1982).

Quanto aos teores de fósforo, os valores observados variam de 0.30 a 0.41%, não havendo diferenças significativas quanto ao efeito das doses oferecidas e também em relação à testemunha.

Os teores verificados são muito inferiores aos observados por Koefender (1996) que encontrou de 0,67 a 0,94% de P em plantas da cv. Verônica aos 25



dias, cultivadas em NFT, por Faquin (1996), que verificou 0,76% de P, e os registrados por Garcia (1982), situados entre 0,67 e 0,92%. Registros de melhor produção apontam para teores entre 0,32 e 0,67%, conforme verificado por Grant Lipp e Goodall (1958), citado por Garcia (1982).

Os teores de potássio encontrados na massa seca das folhas correspondem a variações de 0,90 a 1,16% de K, não havendo diferenças significativas quanto ao efeito das doses oferecidas e também em relação à testemunha. Os teores verificados são muito inferiores aos observados por Koefender (1996) que encontrou de 6,71 e 7,6% de K em plantas da cv. Verônica aos 25 dias, cultivadas em NFT, os registrados por Garcia (1982), situados entre 7,31 e 8,45% e o valor 5,2% verificado por Faquin (1996). Valores situados entre 3,28 e 3,43% de K são classificados como deficientes.

Os valores de cálcio correspondem a teores variando de 0,7 a 1,08%, não havendo diferenças significativas quanto ao efeito das doses oferecidas e também em relação à testemunha. Os teores observados nas maiores doses testadas enquadram-se na faixa de teores observados por Koefender (1996) que encontrou de 0,8 e 1,05% de K em plantas da cv. Verônica aos 25 dias, cultivadas em NFT, porém é inferior maiores valores registrados por Garcia (1982), situados entre 1,05 e 1,65% e o determinado por Faquin (1996), que verificou 1,76% de P. Garcia (1982), aponta valores entre 0,2 e 0,9% de Ca como indicando deficiência do nutriente.

Quanto ao magnésio, os valores encontrados na matéria seca correspondem a teores variando de 0,20 a 0,35%, não havendo diferenças significativas quanto ao efeito das doses oferecidas e também em relação à testemunha. Exceto na dose 2.250 ml/vaso os valores registrados suplantaram



os teores observados por Koefender (1996) que encontrou de 0,19 e 0,25% de Mg em plantas da cv. Verônica aos 25 dias, cultivadas em NFT, porém, com exceção da dose 750 ml/vaso, são inferiores aos registrados por Garcia (1982), situados entre 0,38 e 0,46%. O teor de magnésio nas folhas de plantas de alface de todas as doses fornecidas foram inferiores àqueles verificados por Faquin (1996), que observou 0,52% de Mg.

Os teores de enxofre observados variaram de 0,25 a 0,48%, apresentando diferenças significativas entre as doses fornecidas, superando na maioria das doses, os teores de S da testemunha cultivada em solo. Tais valores suplantaram os observados por Koefender (1996) que encontrou de 0,20 e 0,21% de S em plantas da cv. Verônica aos 25 dias, cultivadas em NFT, e os registrados por Garcia (1982), situados entre 0,16 e 0,23%. Faquin (1996), observou teor de 0,32% de enxofre, demonstrando que as doses estudadas atendem às necessidades da cultura para as condições de cultivo. Valores inferiores a 0,20% de S são classificados como deficientes.

Com respeito a micronutrientes, os teores de zinco variaram entre 106 a 136 ppm, não havendo diferenças significativas entre as doses avaliadas e também em relação à testemunha. Esses valores assemelham-se à faixa de teores observados por Koefender (1996) que encontrou de 108 a 126 ppm de Zn em plantas da cv. Verônica aos 25 dias, cultivadas em NFT.

De modo geral, observam-se teores de nitrogênio, fósforo e potássio inferiores àqueles registrados em experimentos com solução nutritiva e extração de nutrientes. A mesma tendência não é observada quanto aos teores de cálcio, magnésio e enxofre. Tal comportamento deve-se, provavelmente, às quantidades (especialmente nas maiores doses de solução), cujos valores



ofertados dos macronutrientes secundários adequam-se parcialmente às necessidades requeridas pelas plantas, enquanto as quantidades disponibilizadas de nitrogênio, fósforo e potássio demonstraram serem insuficientes para garantir o suprimento desses elementos às plantas.

Observa-se também possível antagonismo no processo de absorção entre cálcio e potássio, haja vista os reduzidos teores de potássio encontrados nos tecidos foliares, em confronto com teores satisfatórios observados para o cálcio. Esta observação é corroborada pela constatação de fornecimento satisfatório de cálcio (ainda que nas doses maiores) e insuficientes quantidades de potássio.



Tabela 8 - Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e zinco em folhas de alface, cv. Verônica, em função das doses de solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida durante 25 dias de cultivo de planta de alface em fibra de coco. Ilha Solteira – 2.001.

Tratamentos	Nutriente						
	Nitrogênio (g/kg)	Fósforo (g/kg)	Potássio (g/kg)	Cálcio (g/kg)	Magnésio (g/kg)	Enxofre (g/kg)	Zinco (mg/kg)
300*	29.95 b**	3.04 a	9.04 a	7.82 a	2.63 a	4.69 a	126.0 a
750	32.55 ab	3.94 a	9.73 a	9.20 a	3.39 a	4.60 a	136.0 a
1.500	34.13 ab	4.17 a	12.22 a	10.85 a	3.53 a	4.85 a	136.0 a
2.250	33.38 ab	3.31 a	9.02 a	7.06 a	2.26 a	3.92 ab	112.0 a
3.000	35.82 a	3.37 a	9.97 a	7.16 a	2.74 a	3.75 a	128.0 a
4.500	33.78 ab	3.51 a	11.62 a	10.84 a	2.83 a	4.10 a	128.0 a
6.000	37.31 a	3.87 a	11.04 a	10.78 a	3.01 a	4.21 ab	130.0 a
Testemunha	29.79 b	3.94 a	11.38 a	6.98 a	2.03 a	2.51 b	106.0 a
DMS 5%	4.8182	1.4081	5.6965	5.5446	1.6297	1.4954	37.7293
C.V. %	6.990	18.863	26.156	30.328	28.060	17.723	14.559

*Volume (ml/vaso) total da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida durante 25 dias de cultivo de planta de alface em fibra de coco.

** Médias, na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5%, pelo Teste Tukey.



5 – CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente trabalho foi realizado e, de acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que

- As doses de nutrientes avaliadas, via solução nutritiva, não foram suficientes para atingir máxima produtividade da alface, cultivada em vaso com fibra de coco.
- Outras pesquisas devem ser realizadas para se determinar a melhor dose de nutrientes via hidroponia, sistema aberto, para alface cultivada em substrato fibra de coco.



6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M. et al. La fibra de coco, un nuevo sustrato hortícola para el cultivo sin suelo. In: CONGRESSO NACIONAL DE LA S.E.C.H., 6., 1995, Barcelona.

Resumos... Barcelona: s.n., 1995. p. 77.

ABOU-HADID, A. et al. Effect of different zinc concentrations in the nutrient solution on uptake and translocation of macro and micronutrients in cucumber grown in NFT. **Acta-Horticulturae**. v. 361, 325-31, 1994.

ANDRIOLO, J.L. et al. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n 1, p. 28-32, 1997.

ANDRIOLO, J.L., POERSCHKE, P.R. **Cultivo do tomateiro em substratos**. Santa Maria:UFSM, 1997. 12 p. (Informe Técnico, 2/97).

BENOIT, F., CEUSTERMANS, N. Recommendations for the commercial production of butterhead lettuce in NFT. **Soiless Culture**, v.5, n.1, p. 1-12, 1989.



- BERJON, M.A. e MURRAY, P.N. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. In: Carlos Cadahia (Coord.) **Fertirrigacion: Cultivos hortícolas y ornamentales**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1998. p. 287-342.
- BERNARDES, L.J.H. **Hidroponia da alface: uma história de sucesso**. Charqueada: Estação Experimental de Hidroponia "Alface e Cia", 1997. 135 p.
- BRES, W., WESTON, L.A. Nutrient accumulation and tipburn in NFT-grown at several potassium and pH levels. **Hortscience**, v.27, n.7, p. 790-2, 1992.
- BURRAGE, S.W., WARLEY, M.J. Water relations of lettuce grown in nutrient film culture. **Acta Horticulturae**, v.98, p.79-86, 1980.
- CASTELLANE, P.D., ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.
- CARMELLO, Q.A.C. **Cultivo hidropônico de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1996. 43p.
- CARMELLO, Q.A. de C., FURLANI, P.R. **Hidroponia: cultivo de plantas sem solo**. Piracicaba: ESALQ, 1994. 41p.
- COSTA, J.S., JUNQUEIRA, A M.R. Diagnóstico do cultivo hidropônico de hortaliças na região do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p. 49-51, 2.000
- DELISTOIANOV, F. **Produção, teores de nitrato e capacidade de rebrota de cultivares de alface, sob estufa, em hidroponia e solo, no verão e outono**. Viçosa, 1997.66 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.



- FAO. Soilles cultivate for horticultural crop production. Roma: FAO, 1990. 188 p.
(Paper, 101).
- FAQUIN, V., FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, 1999.
- FAQUIN, V., FURTINI NETO, A E.; VILELA, L.A.A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996. 50 p.
- FARIA JÚNIOR, M.J. Avaliação de cultivares de alface e de dois modelos de estufa com cobertura plástica, durante o verão, em Ilha Solteira – SP. **Cultura Agronômica**. v.2, n. 1, p. 119-128, 1993.
- FERNANDES, P.D., OLIVEIRA, G.D., HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças. XIV – Absorção de macronutrientes pela cultura da alface. **O Solo**, v.63, n.2, p.7-10, 1971.
- FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia-NFT**. Campinas: IAC, 1998. 30p.
- FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia –NFT**. Campinas: Instituto Agronômico, 1995. 18p. (Documentos IAC, 55).
- GARCIA, L.L.C. Absorção de macro e micronutrientes e sintomas de carência de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. Piracicaba, 1982. 78 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo.
- GRAVES, C.J. The nutrient filme technique. **Horticultural Reviews**, v.5. p.1-44, 1983.
- GRIMWOOD, B.E. **Los productos del cocoteiro**, Roma: FAO, 1977, p 132-54.



- HAMILTON, H.A., BERNIER, R. N.P.K. fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, celery, carrot and onion grown on na organic soil in Quebec. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 55, n. 2, 453-61.
- HANDRECK, K.A. Properties of coir dust, and its use in the forulation of soilless potting media. **Commun. Soil Science Plant Anal.**, v. 24, n.3/4, p.349-63, 1993.
- HORINO, Y., MELO, P.E., MAKISHIMA, N. Comportamento de quatro cultivares de alface desenvolvidas sob hidroponia. Ensaio preliminar. **Horticultura Brasileira**, v. 11, n.1, p.76, 1993 (Resumo).
- HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and Ca:K ratio in solution. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, p. 251-67, 1994.
- JONES Jr., J.B. Hydroponics: its history and use in plant nutrition studies. **Journal of Plant Nutrition**, v.5, n.8, p. 1003-30, 1982.
- JONES Jr., J.B. **A guide for the hydroponic and soilless culture grower**. Portland: Timber Press, 1983. 124 p.
- KOEFENDER V.N. Crescimento e absorção de nutrientes pela alface cultivada em fluxo laminar de solução. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, 1985 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo.
- MALAVOLTA E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- MARTINEZ, F.C. Cultivo sin suelo. In CURSO INTERNATIONAL SOBRE AGROTECNIA DEL CULTIVO EN INVERNAEROS, 1, Almeria, 1991.

Almeria: Fundacion para la Investigacion Agrária en La Provincia de Almeira, 1991. P. 259-314.

MARTINEZ, H.E.P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. 31p.

MEEROW A.W. Growth of two subtropical ornamentals using coir (Coconut Mesocarp Pith) as a peat substitute. Hort Science. v. 29, n. 12, p. 1484-86, 1994.

MENGEL, K., KIRKBY, E.A. **Principles of Plant Nutrition**. 4.ed. International Potash Institute, 1987. 687 p.

MONDIN, M. **Efeito do sistema de cultivo na produtividade e acúmulo de nitrato em cultivares de alface**. Jaboticabal, 1996. 102p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

MORGAN, J.V.; TAN; A L. Greenhouse lettuce production at high densities in hidroponics. *Acta Horticulturae*, v. 133, p. 39-43, 1983.

NOGUERA, P. et al. Physical and chemical properties of coir waste and their relation to plant growth. *Acta Horticulturae*, 1996 (in press).

OHSE, S. **Rendimento, composição centesimal e teores de nitrato e vitamina C em alface sob hidroponia**. Piracicaba, 1999. 102 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo.

RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico. 1985. 107 p (Boletim Técnico, 100).



- RODRIGUES, A B.; MARTINS, M.I.E.G; ARAÚJO, J.A.C. Avaliação econômica da produção de alface em estufa. **Informações Econômicas**, v. 27, n.3. p. 27-35, 1997.
- SANTAMARIA, P., ELIA, A. Producing nitrate-free endive heads: effect of nitrogen form on growth, yield, and iron composition of endive. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.1, n.122, p.140-45,1997.
- SCHON, M.H., COMPTON, M.P. Comparison of cucumbers grown in rockwool or perlite at two leaching fractions. **HortTechnology**. v. 7, n. 1, p. 30-3, 1997.
- SHIPPERS, P.A.. Composition changes in the nutrition solution during the growth of plants in recirculating nutrient culture. **Acta Horticulturae**, n.98, p.103-18, 1980.
- STEINER, A.A. The selective capacity of plants for ions and its importance for the composition and treatment of the nutrient solution. In: **SYMPOSIUM ON RESEARCH ON RECIRCULATING WATER CULTURE**, 1., Littlehamptom, 1979. **Acta Horticulturae**, n.98, p.87-98, 1980.
- TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia**: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1996. 86 p.
- VAZ, R.M.R., JUNQUEIRA, A.M.R. Desempenho de três cultivares de alface sob cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.2, p.178-80, 1998.
- WILLUMSEN, J. pH of the flowing nutrient solution. **Acta Horticulturae**, n.98, p.191-200, 1980.



ZITO, R..K. et al. Fontes de nutrientes, relações nitrato:amônio e molibdênio, em alface (*Lactuca sativa* L.) produzida em meio hidropônico. **Revista Ceres**, v. 41, n.236. p. 419-30, 1994.



7 - APÊNDICE





Foto 01



Foto 02



Foto 03



Foto 04



Foto 05

- Foto 01 Vista geral do cultivo de alface, 10º dia após o transplante.
- Foto 02 Vista geral do cultivo de alface, 17º dia após o transplante
- Foto 03 Vista geral do cultivo de alface, 25º dia após o transplante (colheita)
- Foto 04 Aspecto geral de três plantas em vaso, referente à dose 6.000 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo
- Foto 05 Aspecto geral das plantas (em primeiro plano), de parcela cultivada em solo.



Foto 06



Foto 07



Foto 08

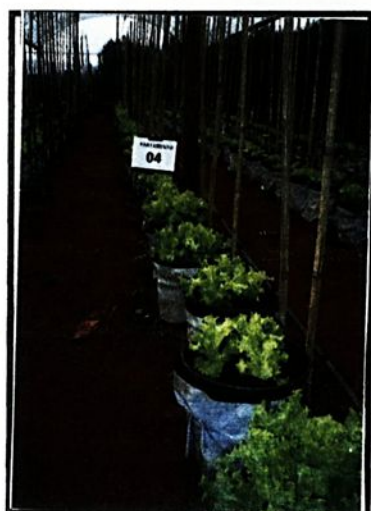


Foto 09



Foto 10



Foto 11

- Foto 06 Vista geral da parcela da dose 300 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo
- Foto 07 Vista geral da parcela da dose 750 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo
- Foto 08 Vista geral da parcela da dose 1.500 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo
- Foto 09 Vista geral da parcela da dose 2.250 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo
- Foto 10 Vista geral da parcela da dose 3.000 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo
- Foto 11 Vista geral da parcela da dose 4.500 ml/vaso da solução nutritiva proposta por Furlani (1998) fornecida no período de 25 dias de cultivo

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO
AV. BRASIL, 56 - CAIXA POSTAL 31
15385-000 - ILHA SOLTEIRA - SP

