

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

**ACÚMULO DE NITRATO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES  
DE ALMEIRÃO EM CULTIVO HIDROPÔNICO-NFT**

**Roberto Luciano Coelho**

**Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho**

**Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Câmpus de Jaboticabal, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.**

**Jaboticabal - SP**

**28/06/2002**

Coelho, Roberto Luciano  
C672a Acúmulo de nitrato e produtividade de cultivares de almeirão em cultivo hidropônico-NFT / Roberto Luciano Coelho. -- Jaboticabal, 2002  
xii, 67 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2002  
Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho  
Banca examinadora: Leila Trevizan Braz, Max José de Araújo Faria Júnior  
Bibliografia

1. Solução nutritiva 2. Nutrição mineral 3. Cichorium intybus I.  
Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.5:631.587.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**ROBERTO LUCIANO COELHO** – nascido aos 14 de julho de 1971, filho do Administrador de Empresas Daylton Coelho de Oliveira e da Profa. Odarcil Ferranti Coelho. É natural de Catanduva-SP, onde concluiu o 2º Grau pela EEPSP Nicola Mastrocola e prestou serviços a Madeseg Consultoria, Administração e Corretora de Seguros Ltda. entre 1988-1990. Iniciou o Curso de Agronomia em fevereiro/1991 na FCAV-UNESP Jaboticabal, durante o qual realizou Estágio Curricular no Instituto Agrônomo de Campinas, Estação Experimental de Pindorama-SP, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em junho/1996. Trabalhou no recenseamento urbano em Catanduva-SP, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, entre agosto-outubro/1996. Residiu em Yamanashi-Ken, Japão, durante dezembro/1996 e agosto/1999, onde prestou serviços a Châteraisé Farm Factory, sendo líder de linhas de produção de pancake e hotcake. Em março/2000 iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia na FCAV-UNESP Câmpus de Jaboticabal, Área de Concentração em Produção Vegetal, obtendo o título de Mestre em Agronomia em junho/2002. Ingressou na Sakata Seed Sudamerica Ltda. em abril/2002, trabalhando na Estação Experimental de Bragança Paulista-SP, no Setor de Pesquisa de Produção de Sementes de Hortaliças.

**OFEREÇO E AGRADEÇO**

A **DEUS**,

pela vida, pela saúde e todas as minhas  
conquistas.

**DEDICO**

À minha esposa

**Yoko Iwashima Coelho**

pelo companheirismo, pela ajuda e principalmente  
pelo amor e carinho em todos os nossos momentos.

## HOMENAGEM ESPECIAL

Ao meu pai

**Daylton Coelho de Oliveira** (*in memorian*),

e minha mãe

**Odarcil Ferranti Coelho,**

pela dedicação e sacrifício durante toda a vida.

Aos meu sogros

**Yosshiaki Iwashima** (*in memorian*), e

**Ana do Carmo de Oliveira Iwashima,** pela  
experiência de vida e apoio em todos os

momentos.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao Prof. Dr. **Arthur Bernardes Cecílio Filho**, e  
à Prof. Dra. **Leila Trevizan Braz**, pela  
orientação, acolhida, paciência, e pelos  
ensinamentos que serão muito importantes durante  
toda minha vida pessoal e profissional.

## AGRADECIMENTOS

À FCAV-UNESP Câmpus de Jaboticabal por mais uma acolhida.

Ao Prof. Dr. Jairo Osvaldo Cazetta pela grande contribuição na realização deste trabalho, e utilização do Laboratório de Análise Química de Plantas.

Ao Prof. Dr. Max José de Araújo Faria Júnior - FEIS-UNESP, pelas sugestões dadas na banca examinadora.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos funcionários Sr. João, Inauro e Cláudio do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, pela amizade e convívio durante o curso.

À CAPES pela bolsa de estudos, e FAPESP **processo 2000/01799-2**, pelo auxílio financeiro para a construção de toda a estrutura da casa de vegetação.

Aos funcionários da Biblioteca, das Seções de Pós-Graduação e Graduação, Departamento de Produção Vegetal, por todos os serviços prestados.

À Prof. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz, e ao Prof. Dr. Ely Nahas pelas contribuições dadas.

À Dra. Vera Lúcia Garcia Rehder e Dra. Glyn Mara Figueira, do CPQBA-UNICAMP pelas valiosas informações técnicas.

À Profa. Dra. Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara, do Departamento de Engenharia de Produção-UFSCAR, pela atenção com que sempre atendeu.

À Châteraisé Farm Factory por todos os ensinamentos, pela vivência, pela experiência profissional e confiança depositadas em mim e minha esposa.



Aos amigos André May, Emerson Fachini, José Pedro R. do Amaral Filho, Luiz Guilherme Bergamin, Luis Felipe V. Purquerio, Caciana C. Costa, Alexandre Oba, e Alessandro L. Fraga pela amizade e pelas alegrias proporcionadas.

Aos cunhados Guto/Yoshiko, aos amigos José Eduardo/Cidinha, Fábio/Sônia, André/Rosana, Fábio/Márcia, Vitor, e Edson, pela amizade e todas as alegrias durante a convivência.

À Sakata Seed Sudamerica Ltda. pela oportunidade e todo treinamento oferecido.

A todos que me incentivaram,

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução.....	1
2. Cultivo hidropônico, solução nutritiva e nitrogênio.....	3
3. Nitrato, fator de qualidade do almeirão.....	6
4. Referências.....	12
 CAPÍTULO 2 – Produção de cultivares de almeirão em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva.....	 20
RESUMO.....	20
1. Introdução.....	21
2. Material e Métodos.....	22
2.1 Localização e caracterização da área.....	22
2.2 Tratamentos, delineamento e unidade experimental.....	22
2.3 Instalação e condução do experimento.....	23
2.4 Características avaliadas.....	27
2.5 Análise estatística.....	28
3. Resultados e Discussão.....	29
4. Conclusões.....	41
5. Referências.....	42

CAPÍTULO 3 – Acúmulo de nitrato em cultivares de almeirão em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva.....	47
RESUMO.....	47
1. Introdução.....	48
2. Material e Métodos.....	50
2.1 Localização e caracterização da área.....	50
2.2 Tratamentos, delineamento e unidade experimental.....	50
2.3 Instalação e condução do experimento.....	51
2.4 Teor de nitrato na folha .....	55
2.5 Análise estatística.....	57
3. Resultados e Discussão.....	57
4. Conclusões.....	60
5. Referências.....	61
APÊNDICE.....	65

## ACÚMULO DE NITRATO E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE ALMEIRÃO EM CULTIVO HIDROPÔNICO-NFT.

**RESUMO** - Foi conduzido um experimento em sistema hidropônico-NFT no período de setembro a novembro de 2001, na FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP, situada a 21°15'22" S, 48°18'48" W, e altitude de 595 m. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram concentrações de nitrogênio na solução nutritiva (110, 165, 220 e 275 mg N.L<sup>-1</sup>) que constituíram as parcelas, e quatro cultivares de almeirão (Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha), que constituíram as subparcelas. O experimento teve como objetivo avaliar o efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva sobre o acúmulo de nitrato e sobre a produtividade de cultivares de almeirão em cultivo hidropônico-NFT. Foram observadas diferenças entre as cultivares quanto ao acúmulo de nitrato. O aumento de nitrato na solução nutritiva aumentou os teores de nitrato em todas as cultivares. Estes teores, foram significativamente reduzidos quando são adotadas concentrações de nitrogênio na solução nutritiva para obter-se 90 % da produção máxima das cultivares, sendo a cultivar Catalonha a que maior teor (1.752 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) apresentou nesta condição. A cultivar Pão de Açúcar apresentou a maior produtividade (5,5 kg m<sup>-2</sup>). A concentração de nitrogênio na solução nutritiva para 90 % da produtividade máxima das cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha foram respectivamente de 110, 151, 117 e 168 mg L<sup>-1</sup>, representando redução de 30 a 40 % nas concentrações de nitrogênio requeridas para obter as máximas produtividades.

**Palavras-Chave:** *Cichorium intybus*, hidroponia, cultivo sem solo, nutrição mineral, solução nutritiva.

## NITRATE ACUMULATION AND PRODUCTION ON CHICORY CULTIVARS UNDER HYDROPONIC SYSTEM-NFT.

**ABSTRACT** – An experiment was carried in hydroponic system-NFT from September to November of 2001, at FCAV-UNESP in Jaboticabal-SP, located 21°15'22" S, 48°18'48" W and 595 meter high. The experiment was cropped in randomized blocks design, in split-plot scheme and four replications. Nitrogen concentration in nutrient solution (110, 165, 220 and 275 mg N.L<sup>-1</sup>) and four chicory cultivars (Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste, Catalonha) were the studied factors. The objective this work was to evaluate the effect of nitrogen concentration in nutrient solution on nitrate contents and productivity in chicory cultivars under hydroponic system-NFT. It was observed that differences between cultivars on nitrate accumulation. The increase on nitrogen in nutritive solution promoted bigger concentrations of nitrate in all cultivars. This concentrations was reduced when are used nitrogen concentrations in nutrient solution to obtain 90 % of maxim production cultivars. Bigger concentration of nitrate was observed cultivar Catalonha (1.752 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Bigger productivity was observed cultivar Pão de Açúcar (5,5 kg m<sup>-2</sup>). The nitrogen concentration in nutrient solution to 90 % of maxim productivity cultivars Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha was respectively 110, 151, 117 e 168 mg L<sup>-1</sup>, represented reduction of 30-40 % in nitrogen concentrations required to obtain maxim productivity.

**Keywords:** *Cichorium intybus*, soilless cultivation, mineral nutrition, nutrient solution.

## CAPITULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. Introdução

O consumo de hortaliças vem aumentando não só pelo aumento da população, mas também pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor. Além de apresentarem baixo valor calórico, as hortaliças estão sendo cada vez mais recomendadas na dieta alimentar de pessoas em tratamento de obesidade e doenças crônico-degenerativas, tais como doenças cardiovasculares, diabetes mellitus e câncer (OHSE et al., 2001).

O almeirão (*Cichorium intybus* L.) é nativo da região sul da Europa e Ásia Central. É uma hortaliça de ciclo anual, herbácea, pertencente à família Asteraceae, destacando-se juntamente com a alface e chicória, como as hortaliças folhosas mais populares e mais utilizadas em saladas (FILGUEIRA, 2000).

Suas folhas são consumidas principalmente *in natura* em saladas, conservando todas as suas propriedades nutritivas, sendo ricas em fibras, cálcio, potássio, fósforo e ferro, vitaminas A, B1, B2, B5 e C, aminoácidos, além de baixo valor calórico (LUENGO et al., 2000). Como planta nutracêutica, denominação dada às plantas com possibilidades de uso nutricional e medicinal (GONZALES-LIMA et al., 1986), possui ação sobre a digestão e atua como depurativo devido à inulina, que lhe confere sabor amargo. Seu consumo é recomendado para problemas renais, hepáticos e infecções urinárias, pois seus princípios ativos aumentam a secreção biliar, estimulam a secreção de sucos gástricos e aumentam o apetite (SGARBIERI, 1987).

No Estado de São Paulo, a maior área cultivada é na região do cinturão verde, ao redor da cidade de São Paulo, ocorrendo um grande aumento na área cultivada nos municípios do interior, destacando-se as regiões de Bauru, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto (CATI, 2001). Em 1999, de acordo com os dados compilados de boletins do Ceagesp (2000), a comercialização na Ceasa de São Paulo foi de 147.101 dúzias de maços de 3 kg, mas neste valor não está incluído o volume comercializado diretamente

entre produtor e varejo, que é uma rota de comercialização de crescimento significativo nos últimos anos.

No Brasil, o cultivo hidropônico de hortaliças desenvolveu-se a partir de 1994, próximo aos grandes centros consumidores, sendo o sistema mais empregado, o denominado NFT-*Nutrient Film Technique* (Técnica do fluxo laminar de nutrientes).

Este sistema de produção possui um custo inicial elevado devido à estrutura requerida, e tem a alface como a espécie mais difundida entre os produtores, provavelmente devido ao seu pioneirismo neste tipo de cultivo no país, relativa facilidade de produção e por ter um ciclo curto, garantindo o retorno de capital mais rápido. No entanto, durante o outono-inverno, a rentabilidade da alface de cultivo hidropônico fica comprometida, devido à grande oferta do produto, que atinge cotações muito baixas. Segundo dados do período de 1994-1999, dos boletins do Ceagesp, a alface apresenta redução de 80% do seu valor comercial durante o inverno, em relação à cotação obtida no verão.

Portanto, neste período, há necessidade do produtor de alface hidropônico diversificar sua produção com o cultivo de outras hortaliças, as quais utilizem a estrutura de produção já instalada. A cultura do almeirão é uma boa opção, uma vez que de acordo com os boletins da Ceagesp, o almeirão apresenta menor redução em seu valor comercial comparativamente à alface, dificilmente apresentando no período de inverno, redução maior que 50% em seu valor em relação ao verão.

Na literatura, são escassas as informações sobre a nutrição mineral do almeirão, sobretudo em cultivo hidropônico. As soluções nutritivas recomendadas para o cultivo hidropônico de alface por diferentes autores, são as mesmas utilizadas pelos agricultores para o cultivo hidropônico de almeirão. No entanto, diferenças nutricionais existem entre as espécies, o que certamente leva a concluir que a mesma solução nutritiva não esteja contemplando as especificidades e, conseqüentemente, otimizando a produtividade da cultura e qualidade do produto.

Em razão das folhas serem o produto comercial, as asteráceas respondem bem ao fornecimento de nitrogênio, requerendo no entanto um manejo adequado (KATAYAMA, 1993). Se por um lado, o nitrogênio pode favorecer o aumento da

produtividade de hortaliças folhosas, pois de acordo com Malavolta et al. (1997) o elemento faz parte de aminoácidos e proteínas, ácidos nucleicos, enzimas, vitaminas, composição da molécula de clorofila, atua nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular; por outro, a elevada disponibilização de nitrogênio às plantas, pode aumentar significativamente o teor de nitrato nas folhas, fato este que pode contribuir negativamente para a qualidade do almeirão, pois suas folhas são consumidas cruas em saladas e cozidas.

Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi obter a melhor concentração de nitrogênio na solução nutritiva para obter-se 90% da produtividade máxima do almeirão, em hidroponia-NFT; sem contudo, elevar o teor de nitrato nas folhas acima do nível aceitável pela Organização Mundial da Saúde.

## **2. Cultivo hidropônico, solução nutritiva e nitrogênio**

Segundo Furlani (1999), o cultivo hidropônico foi introduzido no Brasil em 1987 por produtores paulistas, que trouxeram a técnica do Japão.

Entretanto, foi a partir de 1994 que houve maior adoção da técnica pelos produtores.

Hanger (1986), Ueda (1990) e Castellane & Araújo (1994) descrevem as vantagens do cultivo hidropônico em relação ao convencional, destacando-se a menor exigência de mão-de-obra, eliminação de operações de cultivo no solo, não há necessidade de rotação de culturas, precocidade na colheita, produção de hortaliças durante o ano todo, aumento na produtividade em função das menores perdas causadas por pragas e doenças, e maior higiene do produto. Esses autores também citam algumas desvantagens como custos iniciais elevados, riscos de perdas por falta de energia, e maior risco de disseminação de doenças entre as plantas.

A técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT) foi desenvolvida por Alen Cooper na década de 60, no *Glasshouse Crops Research Institute*, na Inglaterra, sendo empregada para um grande número de culturas, entre elas: alface, almeirão, chicória, salsa, rúcula, brócolis, feijão vagem, melão, tomate, pimentão, pepino, berinjela, couve



chinesa, morango, forrageiras, mudas de árvores (HAQUE et al., 1989; LINADARKIS & MANIOS, 1991; BORQUEZ et al., 1992), podendo ainda ser associada à piscicultura (RAKOCY et al., 1993).

Douglas (1987) ressalta que centenas de soluções nutritivas com diferentes composições foram elaboradas pelos cientistas ligados ao cultivo sem solo, com o mesmo objetivo de suprir as plantas em nutrientes. Atualmente, é aceito que a escolha propriamente dita dos sais minerais para compor a mistura é de pouca importância, desde que uma concentração bem equilibrada dos elementos seja garantida (FURLANI, 1998).

Cadahia Lopez (1998) relata que o sistema hidropônico tipo NFT permite um contato direto das raízes com a solução nutritiva, evitando as interferências causadas por um solo ou substrato, como efeitos osmóticos e antagonismos que interferem na absorção de água e nutrientes.

Segundo Adams (1994), em cultivos hidropônicos, a absorção é geralmente proporcional à concentração de nutrientes na solução próxima às raízes, sendo influenciada pelos fatores ambientais como a oxigenação, temperatura e pH da solução nutritiva, intensidade de luz, temperatura e umidade relativa do ar.

Nota-se, portanto, que a composição de uma solução nutritiva adequada a uma planta, depende não somente das concentrações dos nutrientes, mas também de outros fatores como o tipo de sistema hidropônico e fatores ambientais como época do ano, estágio fenológico da cultura, a espécie e a cultivar em produção. De acordo com Furlani et al. (1999), as relações entre os teores de nutrientes são diferentes entre as diversas espécies e cultivares, possuindo uma diferente relação de extração de nutrientes. Há, portanto, uma grande possibilidade de desequilíbrio nutricional, seja por acúmulo, ou pela carência de nutrientes ao longo do período de desenvolvimento das plantas quando se utiliza uma mesma solução nutritiva para o cultivo de diferentes espécies, em especial para as de ciclo mais longo, quando a solução nutritiva não é renovada integralmente.

Diversas soluções nutritivas já foram propostas na literatura para as espécies cultivadas, havendo em alguns casos, diferenças marcantes em relação às concentrações de macronutrientes, enquanto para os micronutrientes, as diferenças são bem menores.

Segundo Barry (1996), para as plantas cultivadas em hidroponia a concentração de nitrogênio na solução nutritiva varia de 70 a 250 mg L<sup>-1</sup>.

A exigência de nitrogênio pelas culturas está relacionada com a velocidade de crescimento e com a produção, dependendo de fatores climáticos como a luminosidade, e temperatura (MALAVOLTA, 1981). Como função estrutural na planta, o nitrogênio faz parte de aminoácidos e proteínas, de bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, enzimas e coenzimas, das vitaminas, glico e lipoproteínas, composição da molécula de clorofila e outros pigmentos, e produtos secundários. Como funcional, o nitrogênio atua nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, síntese, multiplicação e diferenciação celulares (MALAVOLTA, 1997).

Portanto, o fornecimento de doses adequadas de nitrogênio favorece o crescimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2000). Katayama (1993) cita as asteráceas como espécies responsivas ao fornecimento de nitrogênio.

Sintomas de excesso de nitrogênio, em geral, não são observados, podendo ocasionar a queima das folhas, em plantas novas; aumentar a suscetibilidade da planta a certas doenças fúngicas e bacterianas; promover crescimento vegetativo exagerado; tornar os tecidos mais frágeis e sujeitos a danos mecânicos; dificultar a absorção de outros nutrientes; prolongar o ciclo cultural, retardando a colheita; e prejudicar a qualidade de certos produtos (HARPER, 1994). Por outro lado, em deficiência, a planta apresenta desenvolvimento raquítico, com as folhas reduzidas, os núcleos e cloroplastos pequenos, menor número de células, redução na síntese de proteínas, alto conteúdo de açúcares e alta pressão osmótica (MALAVOLTA, 1997).

Haag & Minami (1988), ao estudarem a extração de nutrientes pela cultura do almeirão cultivar Folha Larga, concluíram que o elemento extraído em maior quantidade

foi o nitrogênio, seguido de K, Ca, P, Mg e S, e o nível crítico para nitrogênio foi de 4,39%.

De forma geral, o teor de nitrogênio para o crescimento normal das plantas varia de 2 a 5% da massa seca, variando em função da espécie e do estágio de desenvolvimento (MALAVOLTA, 1981).

### **3. Nitrato, fator de qualidade do almeirão**

O nitrato assimilado pelas plantas é essencial para o desenvolvimento das mesmas, pois representam uma fonte de nitrogênio para a síntese de proteínas. A presença de nitritos deve-se principalmente à ação de bactérias nitrificantes sobre o nitrato, podendo este processo ser acelerado durante um armazenamento inadequado dos produtos, em que fatores como temperatura, umidade e tempo de estocagem possuem efeitos sobre a atividade das bactérias (PHILLIPS, 1968). A redução de nitrato a nitrito pode tanto ocorrer nas hortaliças *in natura* como nas submetidas a um processo de cocção (OLMEDO & BOSCH, 1988).

De acordo com Pommerening et al. (1992a), o ciclo do nitrato no organismo humano ocorre da seguinte forma: parte do nitrato presente nos alimentos sofre ação microbiana na boca e é reduzido a nitrito. Por sua vez, no ambiente ácido do estômago, o nitrito reage com certas aminas, provenientes de várias fontes incluindo o próprio alimento, do cigarro ou de aromatizantes industriais ou alimentares (MAYNARD et al., 1976) dando origem a nitrosaminas, que são compostos cancerígenos, teratogênicos e mutagênicos (MAYNARD et al., 1976; CRADDOCK, 1983 e POMMERENING et al., 1992 a e b). O nitrato e o nitrito que não sofreram transformação são absorvidos no trato intestinal, entrando na corrente sanguínea, onde o nitrito reage rapidamente com a hemoglobina, enquanto que o nitrato pode ser eliminado, através dos rins (pela urina) ou retorna à boca através das glândulas salivares, aumentando assim o risco de formação de mais nitrosaminas.

Do ponto de vista toxicológico, os nitratos e nitritos, uma vez ingeridos, contribuem para a formação endógena de N-nitrosaminas, compostos potencialmente

carcinogênicos, assim como são capazes de transformar a hemoglobina do sangue em ferriemoglobina, processo esse que leva ao impedimento do transporte do oxigênio dos alvéolos pulmonares para os tecidos. Enquanto este mecanismo é reversível em pessoas adultas, pode levar lactentes à morte, principalmente crianças com menos de três meses de idade, por apresentarem deficiência fisiológica transitória da metemoglobina redutase ou de seu co-fator NADH (Mutschler, 1986, citado por RATH et al., 1994).

Por outro lado, são encontradas nas próprias hortaliças e frutas, algumas substâncias que inibem o efeito do nitrato, e também, de outras toxinas ingeridas ou geradas pelo organismo humano, denominadas de fitoquímicos. Entre estas substâncias destacam-se o licopeno (tomate), alicisteína (alho e cebola), niacina e a vitamina C, que são capazes de desmembrar ou evitar a formação de substâncias tóxicas como as nitrosaminas, conforme “Preventive Nutrition Consultants” citado por SHIMMA (1996). Segundo Luengo et al. (2000), o almeirão possui teores de vitamina C (11 mg de ácido ascórbico em 100 g de massa fresca), niacina (0,4 mg de niacina em 100 g massa fresca), riboflavina (120 µg em 100 g massa fresca) e tiamina (213 µg em 100 g massa fresca) maiores que os observados em alface, os quais são respectivamente de 7,6 mg de ácido ascórbico, 0,25 mg de niacina, 60 µg de riboflavina e 110 µg de tiamina em 100 g de massa fresca.

Os limites de tolerância de nitrato não estão bem definidos, e são muito divergentes entre si. A *Food and Agriculture Organization* (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceram como admissível uma dose diária de 3,65 mg do íon nitrato e 0,133 mg do íon nitrito por kg de peso vivo. Segundo Graifenberg et al. (1993), este limite de tolerância corresponde a 237 mg de  $\text{NO}_3^-$  por dia, para uma pessoa com 65 kg de peso.

Os limites de nitrato para diversas hortaliças foram estabelecidos por alguns países da Europa. De acordo com Pommerening et al. (1992a), o limite de nitrato em alface é de 3.350 mg  $\text{kg}^{-1}$  na Suíça, 2.500 mg  $\text{kg}^{-1}$  na Áustria e 2.000 mg  $\text{kg}^{-1}$  de massa fresca na Alemanha. Na Holanda, a concentração máxima tolerada na alface é de 4.500 e 2.500 mg  $\text{kg}^{-1}$  de massa fresca, respectivamente para o cultivo de inverno e verão

(VAN DER BOON et al., 1990). Segundo McCall & Willmsen (1998), a comunidade européia permite, para a cultura da alface produzida em casa de vegetação, teores máximos de nitrato de  $3.500 \text{ mg kg}^{-1}$  para o verão, e  $4.500 \text{ mg kg}^{-1}$  de massa fresca para o inverno.

Blom-Zandstra & Eenink (1986) classificaram os genótipos de alface como altos acumuladores de nitrato quando apresentam mais de  $650 \text{ mg N-NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$  de massa fresca, correspondendo a  $2.879 \text{ mg}$  do íon nitrato/kg de massa fresca; enquanto que, Graifenberg et al. (1983) consideram genótipos de alface com alto teor de nitrato, aqueles que apresentam valores superiores a  $1.000 \text{ mg}$  de  $\text{N-NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$  de massa fresca na parte aérea, correspondendo a  $4.429 \text{ mg}$  do íon nitrato/kg de massa fresca.

Diferenças genéticas têm sido encontradas entre espécies, subespécies e cultivares de hortaliças quanto à tendência para o acúmulo de nitrato (MAYNARD & BARKER, 1972). Por este motivo, os melhoristas devem estar atentos quanto ao teor de nitrato como característica qualitativa das hortaliças, e às interações genótipo-ambiente. Graifenberg et al. (1993), na primavera nos Estados Unidos, verificaram que as cultivares de espinafre (*Spinacea oleracea*) de folhas rugosas apresentavam maiores concentrações de nitrato que as semi-rugosas e lisas, contrariando os resultados encontrados pelo autor na Itália, em cultivo de outono, onde as cultivares de folhas rugosas apresentaram os teores mais baixos.

Muitos autores (MAYNARD et al., 1976; SUBRAMANYA et al., 1980; BLOM-ZANDSTRA & EENINK, 1986; BLOM-ZANDSTRA & AMMERLAAN, 1988; REININK & BLOM-ZANDSTRA, 1989; GRAIFENBERG et al., 1990; GRAIFENBERG et al, 1993; e REININK, 1993) observaram diferenças genotípicas entre e dentro dos tipos de alface cultivados, no que diz respeito ao acúmulo de nitrato.

Em dois experimentos com 156 genótipos de alface, Reinink et al. (1987) verificaram que os teores de  $\text{NO}_3^-$  apresentaram uma amplitude de 1300 a 4200 mg/kg de massa fresca.

O acúmulo de nitrato na planta depende diretamente de muitos fatores ambientais como temperatura, suprimento de água e da intensidade luminosa (WRIGHT & DAVISON, 1964; MAYNARD et al., 1976; POMMERENING et al., 1992 a e b;

GRAIFENBERG et al., 1993). Tais fatores podem exercer influência via mudanças na absorção de nitrato pelas raízes, translocação para a parte aérea, alteração na atividade da redutase de nitrato, responsável pela metabolização no nitrato nas raízes e parte aérea (BEEVERS & HAGEMAN, 1969) e por mudanças no balanço entre nitrato e fotoassimilados no vacúolo (MOTT & STEWARD, 1972; BLOM-ZANDSTRA & LAMPE, 1985).

A intensidade luminosa é considerada pela grande maioria dos autores, como o fator de influência marcante no acúmulo de nitrato nas plantas (MAYNARD & BARKER, 1972; MAYNARD et al., 1976; BLOM-ZANDSTRA & LAMPE, 1985; BLOM-ZANDSTRA & AMMERLLAN, 1988; POMMERENING et al, 1992 a e b; GRAIFENBERG et al, 1993). Quando a intensidade luminosa é menor (inverno), ocorre maior acúmulo de nitrato na parte aérea de várias espécies de hortaliças, principalmente as folhosas (GRAIFENBERG et al., 1990; POMMERENING et al., 1992 a e b, GRAIFENBERG, et al., 1993). Este problema pode ser agravado quando o cultivo da hortaliça ocorre em períodos de baixa intensidade luminosa, em ambiente protegido, cujo filme plástico de cobertura encontra-se sujo, atuando como uma barreira a mais para a luminosidade no interior da casa de vegetação.

Em condições de baixa intensidade luminosa, as plantas acumulam nitrato em altas concentrações (CANTLIFFE, 1972; STEINGROVER et al., 1986 a e b), enquanto que as concentrações de ácidos orgânicos, principalmente o malato, e de açúcares, principalmente glicose, diminuem em consequência da diminuição de fotoassimilados resultante da fotossíntese subótima (BLOM-ZANDSTRA & LAMPE, 1985). Esses resultados dão sustentação à hipótese de Mott & Stewart (1972), a qual propõem que o nitrato, além de ter a função de fonte de nitrogênio para a síntese de proteínas, pode atuar como componente osmótico vacuolar, sob condições de baixa luminosidade.

Blom-Zandstra & Lampe (1985) e Steingrover et al. (1986 a e b) relatam que os fatores que mais influenciam a concentração de nitrato nas folhas são a intensidade luminosa e a capacidade para acumulação de nitrato determinada genotipicamente. Em condições de baixa luminosidade, o nitrato é acumulado nos vacúolos para manter a

pressão osmótica, já que a fotossíntese é muito baixa para supri-los com solutos orgânicos.

Em relação aos efeitos da temperatura no acúmulo de nitrato na planta, os resultados relatados por diversos autores são discordantes.

A temperatura da zona radicular influencia a absorção, translocação e assimilação do nitrato, onde baixas temperaturas determinam uma maior redução do nitrato presente nas raízes, devido a maior atividade da redutase de nitrato, e uma maior translocação de açúcares solúveis para as raízes (ANDERSEN & NIELSEN, 1992; BEHR & WIEBE, 1992).

A absorção de nutrientes pelas plantas é estreitamente influenciada pela temperatura na zona radicular, e em particular no que diz respeito ao nitrato, de forma mais acentuada do que ocorre com outros íons. Em condições de baixa temperatura, as plantas perdem gradualmente a capacidade de absorção mineral na seguinte ordem: N – P – Ca – S – K, Zhurbitzky & Shtrausberg (1958) citados por MALORGIO et al.(1990).

Entretanto, Malorgio et al. (1990) verificaram a possibilidade de reduzir em 23% o conteúdo de nitrato em alface sob cultivo hidropônico, mediante o controle de temperatura na zona radicular. Observaram que a elevação da temperatura na zona radicular (25°C) ocasionou aumento no peso de matéria fresca da planta, mas ao mesmo tempo determina um maior acúmulo de nitrato (cerca de 21%) em relação a baixas temperaturas (15°C), o que por sua vez não influiu de maneira significativa no conteúdo de nitrogênio total nos tecidos da planta no momento da colheita.

No Japão, Ikeda & Osawa (1984) citados por MALORGIO et al. (1990) verificaram que numa solução nutritiva contendo nitrogênio somente na forma nítrica, o conteúdo de nitrato nas folhas de alface aumentou sensivelmente (até o dobro), quando se passou de uma solução à temperatura de 12°C para 25°C. No entanto, em solução nutritiva contendo 50% de nitrogênio na forma amoniacal, o efeito da temperatura foi menos evidente.

Diante do exposto, percebe-se que há grande interação genótipo-ambiente sobre o teor de nitrato nas folhas de hortaliças. Entretanto, a despeito das observações

anteriormente apresentadas, pesquisas demonstram efeito direto do aumento na disponibilidade de nitrogênio para as plantas no teor de nitrato em seus tecidos.

Bonecarrère et al. (2000), ao avaliarem teores de nitrato em cultivares de alface produzidas em três soluções nutritivas, concluíram que o maior teor de nitrato acumulado na parte aérea foi encontrado quando se utilizou uma solução nutritiva com fornecimento de nitrogênio todo na forma de nitrato, porém, com valores abaixo dos limites toleráveis pela comunidade européia.

Zago et al. (1999), avaliando teores de nitrato nas folhas de couve, em função de doses e fontes (mineral e orgânica) de nitrogênio, observaram que os teores de nitrato nas folhas foram mais elevados no tratamento que recebeu adubação somente com fonte mineral de nitrogênio.

Trani et al. (1994), ao estudarem o efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre o acúmulo de nitrato pela cultura da rúcula, verificaram que o teor de nitrato acumulado aumentou conforme a aplicação de doses de nitrogênio mais elevadas.

Sendo o nitrato acumulado nas hortaliças resultado primeiramente do nitrato disponível (aplicado ou formado) no meio nutritivo, e devido ao nitrogênio influenciar positivamente a produção de hortaliças, principalmente as folhosas; o seu uso é na maioria das vezes excessivo, possibilitando o consumo de luxo com efeitos negativos na qualidade química das hortaliças (MAYNARD et al., 1976; GRAIFENBERG et al., 1993; FAQUIN et al., 1994).

Neste sentido, torna-se imperativa a determinação da concentração de nitrogênio na solução nutritiva que maximize a produção do almeirão, contudo, sem haver prejuízo na qualidade do mesmo, determinada pelo teor aceitável de nitrato. Esta preocupação deve levar em consideração a diferença intra-específica existente para acúmulo de nitrato.



#### 4. Referências

ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. *Acta Hort.*, Wageningen, n.361, p.245-257, 1994.

ANDERSEN, L.; NIELSEN, N.E. A new cultivation method for the production of vegetables with low content of nitrate, *Sci. Hort.*, Amsterdam, v.49, p.176-171, 1992.

BARRY, C. *Nutrients: the handbook to hydroponic nutrient solutions*. Narrabeen, Casper Publications, 1996. 55p.

BEEVERS, L.; HAGEMAN, R.H. Nitrate reduction in higher plants. *Anu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, Palo Alto, v.20, p.495-522, 1969.

BEHR, U.; WIEBE, H.J. Nitrate content and osmotically active components in lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) cultivars. *Acta Hort.*, Wageningen, v.244, p.99-105, 1989.

BLOM-ZANDSTRA, M.; AMMERLAAN, F.H.M. C and N utilization of two lettuce genotypes during growth under novarying light conditions and after changing the light intensity. *Physiol. Plant.*, Copenhagen, v.74, n.1, p.147-153, 1988.

BLOM-ZANDSTRA, M.; EENINK, A.H. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, Alexandria, v.111, n.6, p.908-911, 1986.

BLOM-ZANDSTRA, M.; LAMPE, J.E.M. The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.), grown at different light intensities. *J. Exp. Bot.*, London, v.36, n.168, p. 1043-1052, 1985.

BONNECARRÈRE, R.A.G. Teores de nitrato em plantas hidropônicas de alface em função de cultivares e soluções nutritivas. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.18, p.286-287, 2000.

BORQUEZ, L.F. et al. Production de forrage en condiciones de hidroponía. I. Tiempo e hidratación, dosis de semilla y fertilization en avena y triticale. *Agrociência*, Chapengo, v.8, n.1, p.11-20, 1992.

CADAHIA LOPES, C. Fertirrigacion. Aspectos básicos. In: \_\_\_\_\_. *Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales*. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p.63-79.

CANTLIFFE, D.J. Nitrate accumulation in spinach under different light intensities. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, Madison, v.97, n.2, p.152-154, 1972.

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

CASTELLANE, P.D.; MONNERAT, P.H.; RENA, A.B. Desenvolvimento inicial e composição mineral de tomateiros cultivados sob diferentes relações  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3^-$ . *Hortic. Bras.*, Brasília, v.5, n.1, p.25-29, 1987.

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica do Estado de São Paulo. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. *Distribuição da cultura do almeirão no Estado de São Paulo*, 2001. Disponível em: <[www.cati.sp.gov.br/servicos/mapa/culturas](http://www.cati.sp.gov.br/servicos/mapa/culturas)>. Acesso em: 14 fev 2002.

CEAGESP. Seção de Economia e Desenvolvimento. *Preços médios e volumes mensais de hortaliças comercializadas entre 1994-1999*. São Paulo, 2000. Disquete.

CRADDOCK, Y.M. Nitrosamines and human cancer: proof of an association? *Nature*, London, v.306, n.5944, p.638, 1983.

DOUGLAS, J.S. *Hidroponia: cultura sem terra*. São Paulo: Nobel, 1987. 141p.

FAQUIN, V. et al. Crescimento e concentração de nitrato em alface sob influência da relação  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$  e cloro na solução nutritiva e horário de colheita. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. *Anais...* p.152-153.

FAQUIN, V.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças folhosas em hidroponia em ambiente protegido. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.99-104, 1999.

FILGUEIRA, F.A.R. Cichoriáceas. In: \_\_\_\_\_. *Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo: Editora, 1982. v.2., p.77-86.

FILGUEIRA, F.A.R. Asteráceas – alface e outras hortaliças herbáceas. In: \_\_\_\_\_. *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000. p.289-295.

FURLANI, P.R. *Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia-NFT*. Campinas:IAC, 1998. 30p. (Boletim Técnico, 168).

FURLANI, P.R. Hydroponic vegetable production in Brazil. *Acta Hortic.*, Wageningen, v.2, n.481, p.777-778, 1999.

FURLANI, P.R. et al. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.90-98, 1999.

GONZALEZ-LIMA, F. et al. Depressant pharmacological effects of a component isolated from lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Int. J. Crude Drug Res.*, Lissie, v.24, n.3, p.154-166, 1986.

GRAIFENBERG, A. et al. L'accumulo dei nitrai nella lattuga. *Inf. Agrar.*, Roma, v.3, p.43-46, 1990.

GRAIFENBERG, A. et al. La problematica dei nitrati. *Inf. Agrar.*, Roma, v.6, p.43-48, 1993.

HAAG, H.P.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças LXXV. Absorção de nutrientes pela cultura de almeirão. *An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v.45, n.2, p.597-603, 1988.

HANGER, B.C. The nutrient solution and its preparation. In: \_\_\_\_\_. *Hidroponics for schools and the grower*. Melbourne: Victorian School's Nurse, 1986. p.21-23.

HAQUE, M.E. et al. A comparative study of rice root characters related to the mechanisms of drought resistance under aeroponic and hidroponic cultures. *Sabrao J.*, v.21, n.2, p.111-122, 1989.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, et al. *Physiology and determination of crop yield*. Madison, Wisconsin: Crop Science Society of America, USA, 1994. p.285-302.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: Assoc. Bras. Para Pesq. da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 1993. p.141-148.

LINADARKIS, D.K.; MANIOS, V.I. Hydroponic culture of strawberries in plastic greenhouse in a vertical system. *Acta Hortic.*, Tucson, v.287, p.317-326, 1991.

LUENGO, R.F.A. et al. *Tabela de composição nutricional das hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 4p. (Documentos, 26).

McCALL, D.; WILLUMSEN, J. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soilgrown lettuce. *J. of Hortic. Sc. & Biotechn.*, v.73, n.5, p.698-703, 1998.

MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 596p.

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. et al. Contenuto di nitrati in sedano e lattuga coltati in NFT. *Colt. Prot.*, n.7, p.14-18, 1990.
- MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V. Nitrate content of vegetables crops. *HortScience*, Alexandria, v.7, n.3, p.224-226, 1972.
- MAYNARD, D.N. et al. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.*, New York, v. 28, p.71-118, 1976.
- MOTT, R.L.; STEWART, F.C. Solute accumulation in plant cells: V. An aspect of nutrition and development. *Ann. Bot.*, London, v.36, p.915-937, 1972.
- OHSE, S. et al. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. *Sc. Agríc.*, Piracicaba, v.58, n.1, p.181-185, 2001.
- OLMEDO, R.G.; BOSCH, N.B. Aspectos toxicológicos da presença de nitratos y nitritos em los productos hortícolas cocidos y en su agua de cocion. *Alimentaria*, Madri, v.25, p.71-75, 1988.
- PHILLIPS, W.E.J. Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage. *J. Agric. Food Chem*, Washington, v.1, p.88-91, 1968.
- POMMERENING, B. et al. Indagine sul contenuto di nitrati negli ortaggi dell'area metapontina. *Inf. Agrar.*, Roma, v.19, p. 47-53, 1992a.
- POMMERENING, B. et al. Indagine sul contributo contenuto di nitrati negli ortaggi dell'area metapontina. *Inf. Agrar.*, Roma, v.13, p. 97-100, 1992b.
- RAKOCY, J.E.; HARGREAVES, J.A.; BAILEY, D.S. *Nutrient accumulation in a recirculation aquaculture system integred with hydroponic vegetable production*, Michigan: ASAE, 1993. p.148-158. (Techniques for Modern Aquaculture).
- RATH, S.; XIMENES, M.I.N.; REYES, F.G.R. Teor de nitrato e nitrito em vegetais no distrito federal: um estudo preliminar. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, São Paulo, v.54, n.2, p.126-130, 1994.
- REININK, K. Relationship between effects of seasonal change on nitrate content in lettuce. *Sci. Hortic.*, Amsterdam, v.53, p.35-44, 1993.
- REININK, K.; GROENWOLD, R. The inheritance of nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Euphytica*, Dordrecht, v.36, p.733-744, 1987.
- REININK, K.; BLOM-ZANDSTRA, M. The relation between cell size, ploidy level and nitrate concentration in lettuce. *Plant Physiol.*, Copenhagen, v.76, p.575-580, 1989.

REININK, K. et al. Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content. *Euphytica*, Dordrecht, v.36, p.11-18, 1987.

SGARBIERI, V.C. *Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento*. Campinas: UNICAMP, 1987. 387p.

SHIMMA, E. A saúde está na feira. *Globo Cienc.* Rio de Janeiro, v.5, n.58, p.32-34, 1996.

STEINGROVER, E. et al. Daily changes in uptake, reduction and storage of nitrate in spinach grown a low light intensity. *Plant Physiol.*, Copenhagen, v.66, p.550-556, 1986a.

STEINGROVER, E. et al. Effects of one night with "low light" on uptake, reduction and storage nitrate in spinach. *Plant Physiol.*, Copenhagen, v.66, p.557-562, 1986b.

SUBRAMANYA, R. et al. Inheritance of nitrat accumulation in lettuce. *HortScience*, Alexandria, v.15, n.4, p.525-526, 1980.

TRANI, P.E. et al. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.12, n.1, p.25-31, 1994.

UEDA, S. *Hidroponia: guia prático*. São Paulo: Agriestufa, 1990. 50p.

VAN DER BOON, J. et al. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration,  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. *J. Hortic. Sci.*, Ashford Kent, v.65, n.3, p.309-321, 1990.

WRIGHT, M.G.; DAVISON, K.L. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning of animals. *Adv. Agron.*, San Diego, v.16, p.197-274, 1964.

ZAGO, V.C.P. et al. Aplicação de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.17, n.3, p.207-211, 1999.

## **CAPÍTULO 2 – Produção de cultivares de almeirão em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva.**

**RESUMO** - O experimento foi conduzido em sistema hidropônico-NFT no período de setembro a novembro de 2001, na FCAV-UNESP Jaboticabal-SP, situada a 21°15'22" S, 48°18'48" W, e altitude de 595 m. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram concentrações de nitrogênio na solução nutritiva (110, 165, 220 e 275 mg N.L<sup>-1</sup>) que constituíram as parcelas, e quatro cultivares de almeirão (Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha), que constituíram as subparcelas. O experimento teve como objetivo avaliar o efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva sobre a produtividade de cultivares de almeirão em cultivo hidropônico-NFT. Aos 31 dias após o transplântio, a cv. Pão de Açúcar apresentou a maior produtividade (5,5 kg m<sup>-2</sup>), obtida na concentração de 180 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio na solução nutritiva. As demais cultivares apresentaram produtividades semelhantes entre si, cerca de 4,4 kg m<sup>-2</sup>, obtidas com 163, 275 e 211 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio na solução nutritiva, respectivamente para Precoce de Trieste, Catalonha e Folha Larga. As concentrações de nitrogênio na solução nutritiva necessárias para obter 90 % da produtividade máxima das cultivares Pão de Açúcar, Precoce de Trieste, Catalonha e Folha Larga foram respectivamente de 110, 117, 168 e 151 mg L<sup>-1</sup>, observando-se portanto, reduções significativas no fornecimento de nitrogênio às plantas.

**Palavras-Chave:** *Cichorium intybus*, nutrição mineral, hidroponia, NFT, produção.

## 1. Introdução

Dentre os diversos sistemas utilizados na produção de hortaliças, a hidroponia vem se destacando, principalmente, por permitir o cultivo de uma mesma espécie durante o ano todo, sem necessidade de rotação de culturas; ter maior eficiência no uso de água, fertilizantes e defensivos, e reduzir o ciclo das culturas (ALBERONI, 1998; FAQUIN & FURLANI, 1999).

A alface é a hortaliça mais cultivada em hidroponia. Como alternativa à alface, utilizando-se da mesma estrutura já instalada, o produtor pode cultivar o almeirão; hortaliça folhosa rica em fibras, minerais, vitaminas, além de uso medicinal.

Contudo, apesar de ser uma das hortaliças folhosas mais cultivadas no Brasil, não são observados estudos sobre a nutrição mineral do almeirão. Em hidroponia, mais raros são os trabalhos científicos e, aos produtores, têm sido recomendadas, para o cultivo do almeirão, soluções nutritivas utilizadas para alface. Entretanto, de acordo com Furlani et al. (1999), a composição ideal de uma solução nutritiva depende, entre outros fatores, da espécie vegetal e cultivar em produção.

Entre os nutrientes que compõem a solução nutritiva, o nitrogênio merece destaque, pois de acordo com Katayama et al. (1993), as hortaliças folhosas respondem muito bem ao fornecimento de nitrogênio.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da concentração de nitrogênio, na solução nutritiva, sobre a produção de quatro cultivares de almeirão.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Localização e caracterização da área**

O experimento foi conduzido durante o período de 16 de setembro a 10 de novembro de 2001, em casa de vegetação, no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, da FCAV – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, localizado na latitude 21°15'22" S e longitude 48°18'58" W, com altitude média de 595 m.

O clima da região, segundo classificação de Köpen é do tipo Cwa, subtropical, com temperatura média anual de 22°C (ANDRÉ & VOLPE, 1982).

No período experimental, as médias das temperaturas máximas e mínimas no interior da casa de vegetação foram, respectivamente, de 33,6 e 17,5 °C, e para umidade relativa do ar, de 96,8 e 39,4%.

O experimento foi instalado em casa de vegetação tipo arco, com 51 m de comprimento e 12,8 m de largura, com lanternim, pé direito de 3 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade, de 150 µm de espessura e aditivo anti-ultravioleta, sem fechamento lateral e frontal, dispendo de tela de sombreamento de 30 % na altura do pé direito, a qual era estendida quando a temperatura no interior da casa de vegetação atingia 30 °C, de acordo com a recomendação de Sganzerla (1991).

### **2.2 Tratamentos, delineamento e unidade experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram concentrações de nitrogênio na solução nutritiva (110, 165, 220 e 275 mg L<sup>-1</sup>) nas parcelas, e quatro cultivares de almeirão (Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha) nas subparcelas. A unidade experimental foi constituída por 50 plantas (1,125 m<sup>2</sup>).

As concentrações de nitrogênio estabelecem a relações N:K de 0,5:1; 0,75:1; 1:1; e 1,25:1, respectivamente para as soluções N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub>.



As cultivares avaliadas (Figura A), caracterizam-se por:

- **Pão de Açúcar:** produzir plantas vigorosas, folhas grandes, largas, com nervuras destacadas, de coloração verde-clara (externamente), sendo as internas ainda mais claras. Forma cabeça alongada, compacta e volumosa, principalmente quando instalada em espaçamento largo (FILGUEIRA, 2000). Apresenta sabor suave (menos amargo) e boa consistência. Por formar cabeça, também é comercializada a planta inteira (como a alface), diferentemente das outras cultivares de almeirão em que comercializam-se as folhas atadas em maços. Possui ótimo aspecto visual e elevada resistência ao transporte.

- **Folha Larga:** ser a cultivar mais tradicional e conhecida pelos consumidores. Produz plantas vigorosas com folhas de cor verde intensa, alongadas, estreitas e nervuras pouco destacadas em relação às outras cultivares. Possui bom sabor, não forma cabeça e suas folhas são comercializadas atadas em maços de 1,0 kg (FILGUEIRA, 2000).

- **Precoce de Trieste:** produzir plantas vigorosas, com folhas largas de coloração verde-clara, nervuras pouco destacadas e sabor suave. Não forma cabeça e suas folhas são macias e delicadas. Possui bom aspecto visual, podendo ser comercializada a planta inteira.

- **Catalonha:** produzir plantas vigorosas, com folhas estreitas, alongadas e muito recortadas, com a nervura central bastante destacada. Não forma cabeça, possui coloração verde-escura e sabor acentuadamente amargo.

### 2.3 Instalação e condução do experimento

A semeadura foi realizada no dia 16/09/2001 em placas de espuma fenólica com células de 2 x 2 x 2 cm, previamente lavadas em água corrente por cinco minutos, conforme recomendação do fornecedor. Foram colocadas duas sementes por célula a uma profundidade de 0,5 cm, deixando-se uma planta por célula após desbaste. Realizou-se regas diárias mantendo-se a espuma úmida, e quando as mudas

apresentavam-se em média com 3 cm de altura, aos 10 dias após a semeadura (D.A.S.), foram transferidas para uma piscina (sistema “floating”), a qual tinha uma lâmina de 3 cm de solução nutritiva e concentração, em  $\text{mg.L}^{-1}$ , de: 49,5 (N); 7,05 (P); 66,0 (K); 38,25 (Ca); 6,33 (Mg); 6,13 (S); 0,06 (B); 0,008 (Cu); 0,11 (Mn); 0,02 (Mo); 0,03 (Zn); 1,67 (Fe); e condutividade elétrica de  $0,9 \text{ dS.m}^{-1}$ . Por não haver recirculação e aeração da solução nutritiva, esta foi trocada diariamente.

Quando as mudas apresentavam-se em média com 8,5 cm de altura e três folhas definitivas (17 D.A.S., 03/10/2001), foram transplantadas para os canais de cultivo, constituídos por tubos de PVC, com diâmetro de 10 cm, cortados longitudinalmente e dispostos sobre cavaletes a 1,20 m de altura na parte mais alta da bancada e declividade de 3%.

Os canais de cultivo foram cobertos com placas de poliestireno expandido (isopor) de 1,5 cm de espessura, com furos de 3 cm de diâmetro, sendo utilizado o espaçamento de 0,15 m entre linhas (entre canais) e 0,15 m entre plantas (nos canais).

As soluções nutritivas utilizadas basearam-se nas propostas de Furlani (1998) e Castellane & Araújo (1994), para a cultura da alface. A concentração do íon  $\text{NH}_4^+$  foi fixada em 15% do total de nitrogênio de cada solução nutritiva. As Tabelas 1 e 2 contêm as concentrações e quantidades dos fertilizantes utilizados no preparo de cada solução nutritiva, com os respectivos valores de condutividade elétrica medidas após o preparo das mesmas.

**Tabela 1.** Concentração de macronutrientes ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e condutividade elétrica (C.E.) ( $\text{dS m}^{-1}$ ) das soluções nutritivas em avaliação. FCAV-UNESP, Jaboticabal (SP), 2001.

Soluções	N	P	K	Ca	Mg	Cl	$\text{SO}_4^{-2}$	$\text{NH}_4^+$	C.E.
N <sub>1</sub>	110	40	220	127,5	40	30	131,9	16,50	2,0
N <sub>2</sub>	165	40	220	127,5	40	30	84,2	24,75	2,1
N <sub>3</sub>	220	40	220	127,5	40	30	60,0	33,00	2,3
N <sub>4</sub>	275	40	220	127,5	40	-	35,1	41,25	2,3

**Tabela 2.** Quantidades dos fertilizantes utilizados para o preparo das soluções nutritivas. FCAV-UNESP, Jaboticabal (SP), 2001.

	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MAP	CaCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	MgNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Soluções	-----g.1000.L <sup>-1</sup> -----						----mL.1000.L <sup>-1</sup> ----		
N <sub>1</sub>	75,0	470,0	580,0	400,0	154,0	80,0	-	-	-
N <sub>2</sub>	375,0	207,0	580,0	400,0	154,0	80,0	47,0	-	-
N <sub>3</sub>	385,0	200,0	580,0	200,0	-	80,0	200,0	243,5	87,2
N <sub>4</sub>	445,4	145,5	671,0	80,1	-	-	250,0	395,0	87,2
Micronutrientes g.1000.L <sup>-1</sup>	Ácido Bórico	Sulfato de cobre	Ferro Solução*	Sulfato de Manganês	Sulfato de Zinco	Molibdato de Sódio			
	1,85	0,19		1,70	1,15	0,13			

\* 10,82 g de cloreto férrico hexahidratado; 14,90 g de EDTA e 50 ml de hidróxido de sódio a 0,8 N.

Os valores de pH das soluções nutritivas foram lidos com um peagâmetro manual e mantidos entre 5,5 e 6,5, dentro do intervalo recomendado por Furlani (1995), mediante a adição de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6N). A análise química da água de abastecimento utilizada para o preparo das soluções nutritivas encontra-se na Tabela 1A.

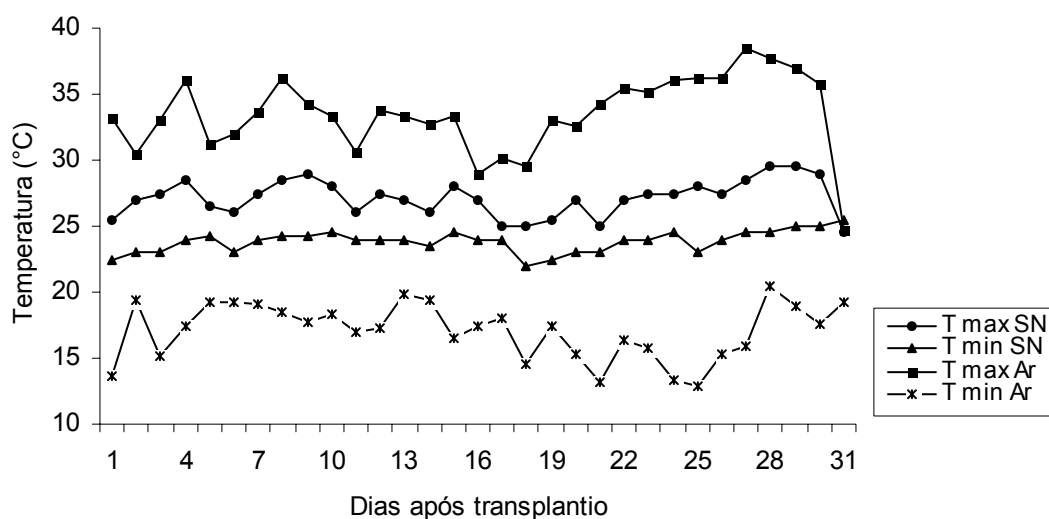
Para a reposição dos nutrientes, utilizou-se uma solução estoque, de mesma concentração da solução nutritiva inicial de cada tratamento, preparada em reservatório de poliestireno de alta densidade, instalado sobre um suporte em nível mais elevado que o reservatório ligado à motobomba. A reposição foi efetuada com base na condutividade elétrica (C.E.) sempre que esta era reduzida em 10% do valor inicial de cada solução nutritiva.

Os volumes dos reservatórios foram completados diariamente e a cada sete dias fez-se a troca da solução nutritiva. O reservatório proporcionou uma relação de 1,25 litro de solução nutritiva por planta, e a vazão nos canais de cultivo foi de 1,7 L por minuto.

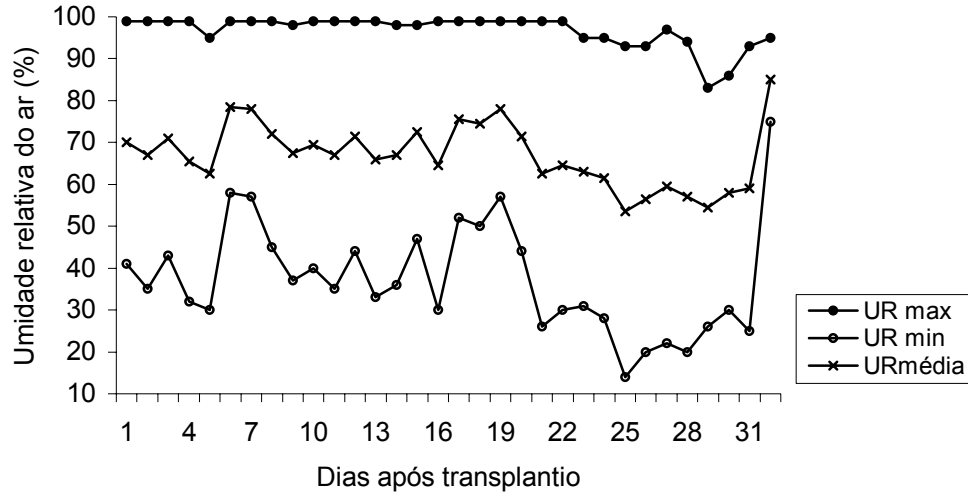
A circulação da solução nutritiva foi controlada por um temporizador que acionava a circulação intermitente das 6 às 11 h e das 17 às 19 h com 10' de

alimentação e 20' de descanso, e das 11 às 17 h com 10' de alimentação e 10' de descanso. No período noturno foram realizadas duas circulações de 10', às 22h e 2 h.

Durante o experimento, foram coletados dados diários de temperatura e umidade relativa do ar através de um termo-higrômetro digital colocado a 50 cm do solo, no centro da casa de vegetação, dentro de abrigo meteorológico. Também realizou-se um acompanhamento da temperatura da solução nutritiva no reservatório, através de um termômetro imerso no seu interior, fixado na altura de captação da solução pela motobomba. Realizou-se a coleta dos dados em duas leituras diárias, às 8h e 15h horas, Horário Oficial de Verão (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Temperaturas máximas e mínimas diárias do ar (Ar) e da solução nutritiva (SN) no reservatório, observadas no interior da casa de vegetação. Jaboticabal (SP), FCAV-UNESP, 2001.



**Figura 2.** Umidades relativas máximas e mínimas diárias observadas no interior da casa de vegetação. Jaboticabal (SP), FCAV-UNESP, 2001.

Para o controle fitossanitário da cultura, foram realizadas pulverizações preventivas com inseticida aos 10 dias após sementeira, aos 10 e 21 D.A.T (dias após o transplante). Foram realizadas adubações foliares semanais com solução a 0,6% de cloreto de cálcio, preventivas à ocorrência de queima dos bordos das folhas (“tipburn”). Entretanto, aos 18 D.A.T. e 21 D.A.T. foram observados o distúrbio fisiológico, respectivamente, na cv. Pão de Açúcar e demais cultivares. A partir de então, foram realizadas pulverizações a cada quatro dias até a colheita, deixando-se de observar o sintoma.

## 2.4 Características avaliadas

As plantas foram colhidas aos 31 dias após o transplante (48 dias de ciclo). Coletou-se para avaliação oito plantas/subparcela, respeitando a bordadura do experimento. Foram avaliadas as seguintes características:

*Altura de plantas (AP)*: foi obtida da altura da maior folha, a partir da cobertura do canal de cultivo, em 10 plantas ao acaso em cada subparcela.

*Massa fresca da parte aérea (MFPA)*: foi obtida logo após a colheita das plantas, no período de 6 às 7 horas da manhã, pesando-se em balança digital as folhas cortadas a 3 cm da região do colo da planta.

*Número de folhas (NF)*: foi obtido após a avaliação da massa fresca da parte aérea, contando-se todas as folhas das plantas coletadas.

*Massa seca da parte aérea (MSPA)*: as folhas foram secas em estufa com circulação e renovação forçada de ar, a 65 °C, por 96 horas. Em seguida, procedeu-se a pesagem em balança digital.

*Massa seca de raízes (MSR)*: as raízes foram secas em estufa com circulação e renovação forçada de ar, a 65 °C, por 96 horas. Em seguida, procedeu-se a pesagem em balança digital.

*Teor de nitrogênio nas folhas (Teor N)*: o teor de nitrogênio nas amostras foi determinado por meio de digestão sulfúrica, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

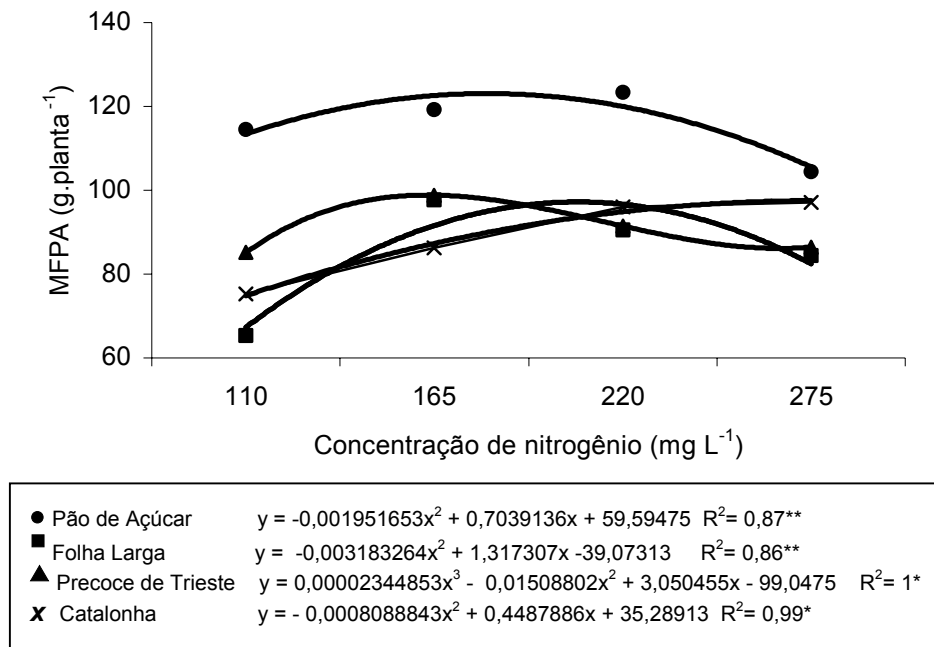
## **2.5 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) segundo Banzato & Kronka (1994). Realizou-se análise de regressão e correlação dos dados relativos ao fator concentração de nitrogênio na solução nutritiva, com a utilização do programa ESTAT desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas, da FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

### 3. Resultados e Discussão

#### *Massa fresca da parte aérea (MFPA)*

Pela análise de regressão, observou-se em todas as cultivares, incremento na produção de MFPA com aumento da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. Entretanto, a produção máxima de massa fresca da parte aérea para cada cultivar, ocorreu em diferentes concentrações de nitrogênio (Figura 3).



**Figura 3.** Massa fresca da parte aérea (MFPA), de cultivares de almeirão em hidroponia-NFT, na colheita aos 31 dias após o transplante, em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

A cv. Pão de Açúcar apresentou a maior produção de MFPA em todas as concentrações de nitrogênio na solução nutritiva avaliadas. A produção máxima obtida foi de 123,4 g/planta, na concentração de 180 mg N L<sup>-1</sup> na solução nutritiva, que corresponde a uma produtividade de 5,5 kg m<sup>-2</sup>, cerca de 25% maior que as maiores produtividades obtidas pelas demais cultivares. As cultivares Precoce de Trieste,

Catalonha e Folha Larga apresentaram valores de produção de MFPA muito semelhantes entre si, sendo respectivamente de 98,3; 97,5 e 97,2 g planta<sup>-1</sup>, equivalentes a aproximadamente 4,4 kg m<sup>-2</sup>. Entretanto, estas produções foram obtidas com concentrações de nitrogênio na solução nutritiva bem distintas, sendo de 163, 275 e 211 mg N L<sup>-1</sup> na solução nutritiva, respectivamente para Precoce de Trieste, Catalonha e Folha Larga. Com a cv. Catalonha, houve aumento na produção de MFPA até a maior concentração de nitrogênio na solução nutritiva, sendo o acréscimo equivalente a 30% em relação à quantidade produzida na menor concentração avaliada.

As médias de temperaturas máxima e média do ar, no interior da casa de vegetação foram de 33,6 e 25,6°C. Entretanto, as temperaturas máximas ultrapassaram com freqüência o limite de 30 °C recomendado por Sganzerla (1991), para o bom desenvolvimento de hortaliças folhosas, chegando a atingir 38,5 °C. Filgueira (1982), relata que temperatura média em torno de 20 °C é a ideal para o cultivo de almeirão. Estas temperaturas elevadas, provavelmente devem ter acelerado o crescimento vegetativo, favorecendo a precocidade de colheita, 31 dias após o transplântio para os canais de cultivo. Conforme Andriolo et al. (1990), a ocorrência de temperaturas elevadas no interior de casas de vegetação, fazem com que as hortaliças tenham rápido crescimento, acelerando seu ciclo. A temperatura da solução nutritiva apresentou valores máximos e mínimos de 30 e 20,5 °C, conforme o intervalo recomendado por Castellane & Araújo (1994) e Furlani (1999).

Além do rápido crescimento das plantas devido à ocorrência de altas temperaturas, o adensamento de plantas (0,15 x 0,15 m) utilizado neste experimento, também influenciou a precocidade da colheita. Aos 31 dias após o transplântio, os canais de cultivo estavam totalmente cobertos pelas folhas de almeirão, não havendo mais área para as plantas crescerem. Ao maior adensamento utilizado, pode-se atribuir a baixa produção de MFPA por planta, comparado a produção de 300 a 500 g planta<sup>-1</sup> de alface hidropônico obtidas por Gualberto et al. (1999), Pilau et al. (2000) e Boncarrère et al. (2000), com espaçamento de 0,25 x 0,20 m.



Porém, obteve-se elevada produtividade da cultura do almeirão, em virtude da elevada densidade de plantas (44,4 plantas m<sup>-2</sup>). Os valores observados de 5,5 kg m<sup>-2</sup> para a cv. Pão de Açúcar e 4,4 kg m<sup>-2</sup> para as demais cultivares, são superiores à produtividade relatada por Custié & Poljak (2000), de 2,6 kg m<sup>-2</sup> de uma cultivar de almeirão de cabeça, cultivada em solo. Mondin (1988) e Gualberto et al. (1999) observaram aumento na produtividade, com o adensamento de plantio em cultivares de alface.

Em comparação ao cultivo em solo, neste experimento, ressalta-se a precocidade da colheita das cultivares 31 dias do transplântio até a colheita. Em solo, Haag & Minami (1988) obtiveram a produção máxima da cv. Folha Larga com 45 dias após a emergência das plântulas, e Filgueira (2000) relata que a colheita da cultura tem início aos 60 dias após sementeira direta, sistema que ainda é muito utilizado por pequenos produtores.

Plantas de almeirão não colhidas aos 31 D.A.T. permaneceram no sistema hidropônico até 38 D.A.T., quando avaliou-se a produção de MFPA, uma vez que Garcia et al. (1982) e Katayama (1993) relatam que, para alface, ocorrem ganhos significativos de peso no período próximo à colheita. Verificou-se, em média, acréscimo de 30 % na produção de MFPA, nas cultivares de almeirão avaliadas. Entretanto, a qualidade comercial das folhas foi comprometida, apresentando-se muito rígidas, espessas, com coloração opaca, e plantas com início de pendoamento. Portanto, a colheita aos 31 D.A.T. foi realizada no momento correto, com plantas saudias, folhas tenras e de boa coloração.

Considerando-se 90 % de produtividade máxima obtida pelas cultivares (Tabela 3), as concentrações de nitrogênio correspondentes para sua observação foram de 110, 151, 117 e 168 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente para as cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha. Estas concentrações correspondem a reduções de 39, 28, 28 e 39 % nas concentrações de nitrogênio na solução nutritiva requeridas para alcançar a máxima produção por planta. Além da economia na quantidade de fertilizante nitrogenado demandado para a cultura, tem-se também a possibilidade de melhoria sobre a qualidade do almeirão, pois conforme Maynard et al. (1976) e

Pommerening et al. (1992), a concentração de nitrato na planta, o qual é potencial formador de compostos cancerígenos e mutagênicos, pode ser incrementado mediante aumento da disponibilidade de nitrogênio no meio de cultivo.

**Tabela 3.** Concentração de nitrogênio na solução nutritiva para obtenção de 100, 95 e 90 % da produção máxima de massa fresca da parte aérea (MSPA) por planta, na colheita aos 31 dias após o transplântio. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

Cultivares	Produção MFPA (g planta <sup>-1</sup> )		
	100%	95%	90%
	-----mg N L <sup>-1</sup> -----		
Pão de Açúcar	180	125	110
Folha Larga	211	168	151
Precoce de Trieste	163	128	117
Catalonha	275	200	168

#### *Massa seca da parte aérea (MSPA)*

A análise de regressão revelou comportamento quadrático para a produção de massa seca da parte aérea, em todas as cultivares, em resposta a concentração de nitrogênio na solução nutritiva (Figura 4).

A produção máxima de MSPA para cada cultivar, assim como constatado para MFPA, ocorreu em diferentes concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. Pão de Açúcar (6,5 g planta<sup>-1</sup>), Catalonha (5,9 g planta<sup>-1</sup>), Precoce de Trieste (5,8 g planta<sup>-1</sup>) e Folha Larga (5,6 g planta<sup>-1</sup>), tiveram suas produções com 187, 171,150 e 203 mg de nitrogênio por litro de solução. A diferença na resposta das plantas em função de concentrações de nitrogênio, deve ser atribuída à exigência mineral diferenciada entre as cultivares.

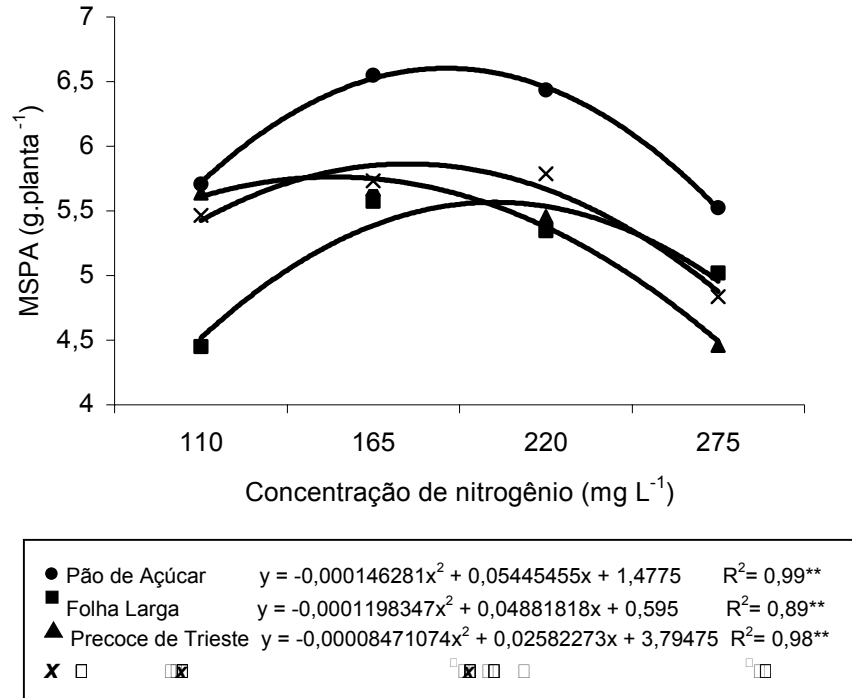
Pedrosa et al. (1995), Rodrigues & Casali (2000), Pilau et al. (2000) e Boncarrère et al. (2000) verificaram comportamento diferenciado entre cultivares de alface, quanto a produção de MSPA e MFPA.

As maiores produções de MSPA das cultivares avaliadas neste experimento, foram superiores às produções de MSPA obtidas em almeirão cultivado em solo por

Haag & Minami (1988), de 4 g planta<sup>-1</sup>, para a cv. Folha Larga, e Custié & Poljak (2000), de 5,3 g planta<sup>-1</sup> para uma cultivar de almeirão de cabeça. As concentrações de nitrogênio na solução nutritiva que proporcionaram as máximas produções de MFPA de cada cultivar, são próximas das concentrações que proporcionaram as máximas produções de MSPA. As cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha, para a obtenção de MFPA e MSPA máximas requereram concentrações de nitrogênio na solução nutritiva, respectivamente de 180 e 187 mg L<sup>-1</sup>, 211 e 203 mg L<sup>-1</sup>, 163 e 150 mg L<sup>-1</sup>, 275 e 171 mg L<sup>-1</sup>. Exceção feita à cv. Pão de Açúcar, nota-se que para as demais cultivares, as concentrações de nitrogênio na solução nutritiva necessárias para se obter a máxima produção de MSPA, são menores do que as requeridas para obter a máxima produção de MFPA. A produção de MSPA pela cv. Folha Larga acompanhou de forma proporcional a produção de MFPA, com o aumento da concentração de nitrogênio na solução nutritiva, havendo correlação significativa e de forma positiva entre estas características (Tabela 3A).

Observa-se que a cv. Precoce de Trieste, foi a cultivar que menos respondeu ao aumento da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. A partir de 150 mg N L<sup>-1</sup>, quando a MSPA foi maximizada, observou-se redução no acúmulo de MSPA, observando-se 30% menos de massa acumulada na concentração de 275 mg L<sup>-1</sup>. Entretanto, a cv. Precoce de Trieste, que foi a segunda cultivar mais produtiva, demonstrou ser mais eficiente na conversão de nitrogênio da solução em massa seca. Considerando-se as concentrações de nitrogênio na solução nutritiva que proporcionaram os acúmulos máximos de MSPA, para a produção de 1 g de massa seca, a cv. Precoce de Trieste necessitou de 2,57 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio na solução nutritiva, enquanto que para as cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga e Catalonha, foram necessários 2,88; 3,63 e 2,9 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio.

Para 90% da máxima MSPA acumulada, requereu-se 2,03; 2,70; 1,83; e 2,08 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio, para a produção de 1 g de MSPA das cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha. Nota-se, portanto, grande redução na exigência nutricional das plantas quando não se objetiva atingir sua máxima produção, assim como também observado para MFPA.



**Figura 4.** Massa seca da parte aérea (MSPA), de cultivares de almeirão em hidroponia-NFT, na colheita aos 31 dias após o transplante, em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

As relações N:K na solução nutritiva que proporcionaram obter 90 % de MSPA e máxima MSPA das cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha, são respectivamente de 0,82:1 e 0,85:1; 0,96:1 e 0,92:1; 0,74:1 e 0,68:1; 1,2:1 e 0,78:1.

Observa-se que, para a máxima produção de MSPA, as relações N:K situaram-se entre 0,68:1 e 0,92:1, enquanto que para 90 % de produção máxima, as relações situaram-se entre 0,74 e 0,96. Estas relações encontram-se muito semelhantes às obtidas por outros autores para o cultivo de alface, dentre eles: Muckle (1993) e Castellane & Araújo (1994) encontraram 0,6:1; Sasaki (1992) 0,65:1; Adams (1994) e Furlani (1998) 1:1. Verifica-se, portanto, entre as relações N:K avaliadas (0,5:1 a 1,25:1) que exceção feita a cv. Catalonha, nenhuma outra cultivar seja para maximização ou 90% da máxima produção de MFPA ou MSPA, obteve relação N:K superior a 1.

Como a produção de almeirão é composta basicamente por folhas, e tem ciclo bastante curto, há uma grande exigência por nitrogênio e potássio pela cultura devido ao rápido crescimento das plantas. Segundo Malavolta (1981), implica na manutenção da turgescência da célula e no controle da transpiração, para manter as condições favoráveis para as reações de fotossíntese e outros processos metabólicos.

As relações N:K observadas, desfavoráveis ao acúmulo de nitrogênio em relação a potássio, demonstram que embora haja uma grande resposta do almeirão ao nitrogênio, a exigência da planta é menor do que observada para potássio, evidenciando a importância de considerar o aporte do nutriente à planta e desmistificação da forte associação que se faz entre exigência de nitrogênio e hortaliças folhosas.

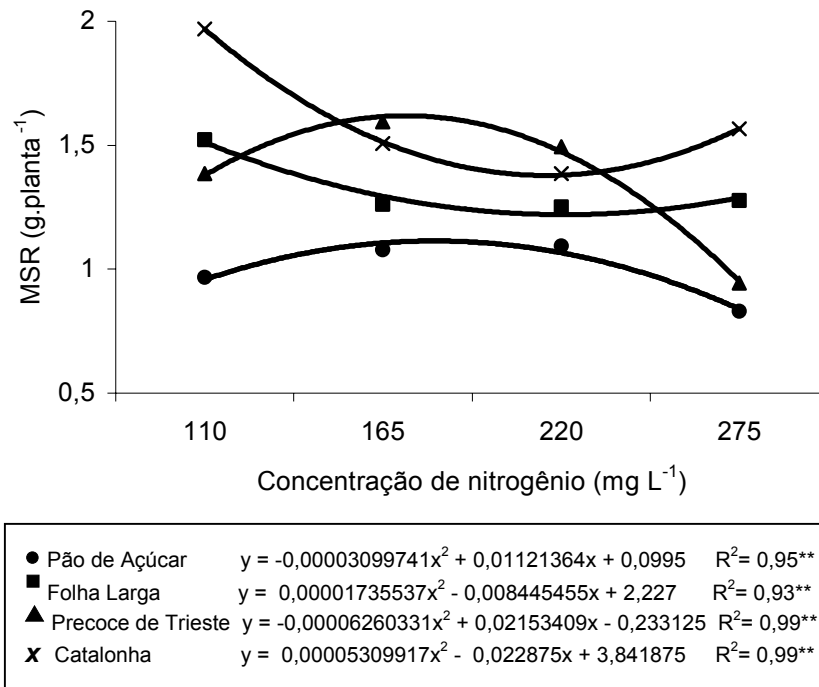
#### *Massa seca de raiz (MSR)*

A análise de regressão revelou comportamento quadrático para produção de massa seca de raiz de todas as cultivares, em resposta à concentração de nitrogênio na solução nutritiva (Figura 5).

O acúmulo de MSR nas cultivares Pão de Açúcar e Precoce de Trieste foi crescente até as concentrações de 181 e 171 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio na solução nutritiva, com as quais foram obtidas 1,1 e 1,6 g de MSR/planta. Por outro lado, nas cultivares Catalonha e Folha Larga, o acúmulo foi decrescente à medida em que aumentou-se a concentração de nitrogênio na solução nutritiva. Os valores de MSR observados, exceção feita à cv. Pão de Açúcar, encontram-se superiores ao constatado por Haag & Minami (1988), com a cv. Folha Larga, em cultivo no solo. A produção de MSR com o aumento da concentração de nitrogênio na solução nutritiva pela cv. Pão de Açúcar, apresentou-se com o mesmo comportamento observado pela MFPA, havendo correlação significativa e de forma positiva entre estas características (Tabela 3A). Entretanto, verifica-se na Figura 5 que Pão de Açúcar foi a cultivar que apresentou a menor MSR, embora tenha sido a mais produtiva. Esta constatação pode ser atribuída

às ótimas condições hídricas e químicas disponíveis no ambiente radicular, de forma que não constituiu-se um fator limitante ao desenvolvimento da parte aérea, geneticamente superior às demais cultivares.

As quantidades de MSR obtidas na menor concentração de nitrogênio na solução nutritiva (110 mg L<sup>-1</sup>), foram para todas as cultivares, superiores aos valores observados na maior concentração de nitrogênio na solução nutritiva (275 mg L<sup>-1</sup>).



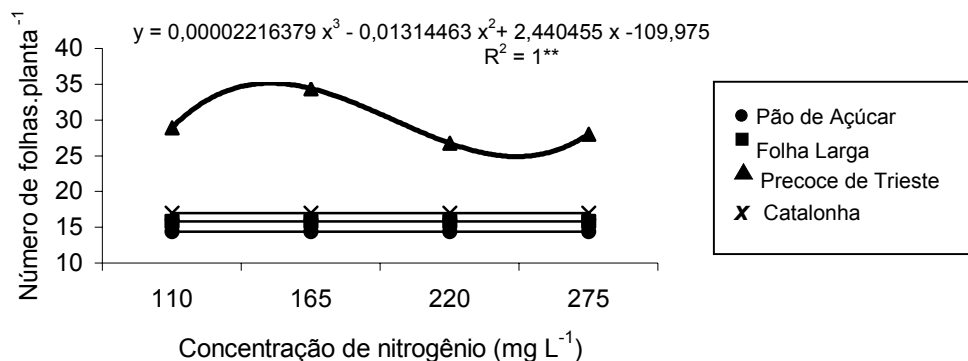
**Figura 5.** Massa seca de raiz (MSR), de cultivares de almeirão em hidroponia-NFT, na colheita aos 31 dias após o transplantio, em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

A produção da máxima MFPA, MSPA e MSR pela cv. Pão de Açúcar foram obtidas com concentrações de nitrogênio na solução nutritiva muito próximas, sendo respectivamente 180, 187 e 181 mg L<sup>-1</sup>. O mesmo ocorreu com a cv. Precoce de Trieste, sendo as concentrações de 163, 150 e 171 mg L<sup>-1</sup>. Para as cultivares Folha Larga e Catalonha, a maior produção de MSR foi obtida com a solução nutritiva de menor concentração de nitrogênio na solução nutritiva (110 mg L<sup>-1</sup>), sendo 50% menor àquela que proporcionou a maior produção de MSPA. Para a cv. Catalonha, a maior produção de MFPA foi obtida com a solução nutritiva de maior concentração de

nitrogênio ( $275 \text{ mg L}^{-1}$ ). Os resultados demonstram não haver correlação significativa entre MSPA e MFPA com MSR, conforme apresentado na Tabela 3A, para as condições do trabalho. A não constatação de correlação entre parte aérea-raíz pode ser atribuída às condições de cultivo. Enquanto que no cultivo em solo percebe-se forte associação entre desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea, em cultivo hidropônico, elevada produção de parte aérea pode ser obtida com alta relação parte aérea-raíz, ou seja; com pequeno desenvolvimento do sistema radicular, em decorrência da pronta disponibilidade de nutrientes e água neste sistema, quando bem manejado.

### *Número de folhas por planta*

A análise de regressão mostrou que as concentrações de nitrogênio na solução nutritiva não influenciaram o número de folhas emitidas pelas cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga e Catalonha, que apresentaram, respectivamente médias de 14,4; 15,8; e 17 folhas por planta (Figura 6).



**Figura 6.** Número de folhas de cultivares de almeirão em hidroponia-NFT, na colheita aos 31 dias após o transplantio, em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

Para a cv. Precoce de Trieste, observou-se efeito significativo das concentrações de nitrogênio na solução nutritiva sobre o número de folhas por planta, que foi muito

superior às demais cultivares. Na concentração de  $110 \text{ mg N L}^{-1}$ , ocorreu a emissão de 29 folhas/planta (70% a mais que as demais cultivares), sendo que o número de folhas aumentou até a concentração de  $148,5 \text{ mg N L}^{-1}$  na solução nutritiva, com a emissão de 35,1 folhas/planta, diminuindo a partir de então. A concentração de nitrogênio na solução nutritiva necessária para maximizar a produção de MSPA, encontra-se muito próxima à concentração de nitrogênio requerida para maximizar o número de folhas. Para as demais cultivares não foi observada esta correlação. Esta superioridade no número de folhas emitidas por planta, expressa uma característica diferente da cv. Precoce de Trieste em relação às demais cultivares avaliadas, observando-se correlação significativa e de forma positiva entre número de folhas e altura de plantas, em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva (Tabela 3A). No entanto, o maior número de folhas não proporcionou à cultivar obter maior massa das plantas.

#### *Altura de plantas*

Houve efeito significativo de cultivares sobre a altura de plantas, onde a cv. Catalonha apresentou maior altura, com média de 40,2 cm, seguindo-se a cv. Folha Larga (36,7 cm), Pão de Açúcar (33,8 cm) e Precoce de Trieste (30,6 cm). Entretanto, em todas as cultivares avaliadas, não houve correlação entre altura de plantas com as características MFPA, MSPA e MSR. Portanto, a maior altura de plantas apresentada pela cv. Catalonha, não teve correspondente incremento na massa fresca e na massa seca da parte aérea de forma a superar as demais cultivares. Tal situação se deve às características morfo-fisiológicas das cultivares, como por exemplo número, largura e espessura das nervuras e do limbo foliar.

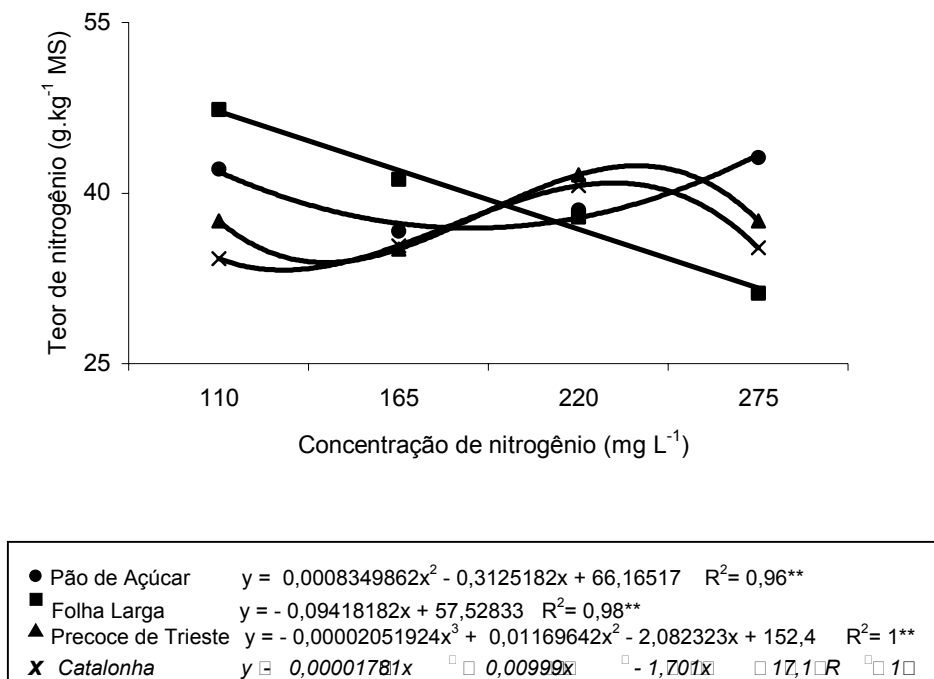
#### *Teor de nitrogênio na folha*

A resposta das cultivares ao incremento de nitrogênio na solução nutritiva foi semelhante apenas entre a cv. Precoce de Trieste e Catalonha (Figura 7). Para estas, o maior teor de nitrogênio na folha foi observado respectivamente, nas concentrações de



240 e 230 mg N L<sup>-1</sup> de solução nutritiva. Entretanto, nestas condições de cultivo, não foram observadas as máximas produções de MSPA. Ao contrário, sob estas concentrações verificou-se perdas de 13% e 8% em relação à máxima MSPA observada para Precoce e Trieste e Catalonha.

A cv. Folha Larga apresentou o maior teor de nitrogênio nas folhas (47,2 g kg<sup>-1</sup>) entre as cultivares, obtido na concentração de nitrogênio na solução nutritiva de 110 mg L<sup>-1</sup>. Este maior teor de nitrogênio na folha não coincide com a máxima produção de MFPA, MSPA, MSR, número de folhas e altura de plantas. Ao contrário, o maior teor de nitrogênio foi observado quando a planta apresentou as menores produções de MFPA, MSPA e MSR. O aumento do nitrogênio na solução nutritiva promoveu redução linear do teor de nitrogênio na folha (Figura 7). Para a cv. Folha Larga o teor de nitrogênio na folha está acima do nível crítico de 4,34% de nitrogênio estabelecido por Haag & Minami (1988) para esta cultivar, até a concentração de 150 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio na solução nutritiva.



**Figura 7.** Teor de nitrogênio, na massa seca de folhas de cultivares de almeirão em hidroponia-NFT, na colheita aos 31 dias após o transplante, em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

Na cv. Pão de Açúcar, houve inicialmente uma redução do teor de nitrogênio nas folhas, seguido de incremento. Certamente, este comportamento observado na cv. Pão de Açúcar pode ser explicado pelo efeito de diluição do nutriente na massa seca, a qual foi maximizada na concentração de 187 mg N L<sup>-1</sup>, muito próxima daquela que promoveu o menor teor de nitrogênio na folha (185 mg N L<sup>-1</sup>), havendo correlação significativa e de forma negativa, entre o teor de nitrogênio e a produção de MSPA (Tabela 3A).

Na Tabela 4, tem-se os valores estimados dos teores de nitrogênio nas folhas para as cultivares de almeirão em avaliação, para a produção máxima e índice 90% de MFPA e MSPA.

**Tabela 4.** Teor de nitrogênio na folha (g kg<sup>-1</sup>) e concentração de nitrogênio na solução nutritiva (mg L<sup>-1</sup>), de cultivares de almeirão em hidroponia-NFT, para obtenção da produção máxima e índice 90% da produção de massa fresca e massa seca da parte aérea, na colheita aos 31 dias após transplantio. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

Cultivares	MFPA máxima		MFPA 90%		MSPA máxima		MSPA 90%	
	N folha	N solução	N folha	N solução	N folha	N solução	N folha	N solução
Pão de Açúcar	37	180	41,9	110	36,9	187	40,7	120
Folha Larga	37,7	211	43,3	151	38,4	203	44,8	135
Precoce de Trieste	34,9	163	36,1	117	33,9	150	37,6	110
Catalonha	35,2	275	35,5	168	35,9	171	36,6	110

As máximas produções de MSPA das cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha, foram obtidas com teores de nitrogênio na folha, respectivamente de 36,9; 38,4, 33,9 e 35,9 g kg<sup>-1</sup>, enquanto que para 90% da produção máxima de MSPA, os teores são de 40,7; 44,8; 37,6; 36,6 g kg<sup>-1</sup>. Observa-se que quando considerou-se 90% da produção de MFPA e MSPA, em todas as cultivares avaliadas, o teor de nitrogênio nas folhas foi maior que o teor observado para a máxima produção. Entretanto, não houve correlação significativa entre o teor de nitrogênio e as demais características avaliadas (Tabela 3A), com exceção feita à cv. Pão de Açúcar que apresentou correlação negativa, havendo diminuição da produção de MFPA com o aumento do teor de nitrogênio nas folhas.

#### 4. Conclusões

Houve resposta diferenciada das cultivares avaliadas às concentrações de nitrogênio na solução nutritiva, quanto ao teor de nitrogênio na folha, massa seca de raízes, massa fresca e massa seca da parte aérea, número de folhas e altura de plantas.

Para a obtenção de 90 % da produtividade máxima, ocorre grande redução na concentração de nitrogênio na solução nutritiva, requerida pela planta.

A cultivar mais produtiva (MFPA) foi Pão de Açúcar.

Concentrações de nitrogênio na solução nutritiva superiores a 180, 211 e 163 mg L<sup>-1</sup> promoveram reduções na MFPA das cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga e Precoce de Trieste, respectivamente.

## 5. Referências

ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. *Acta Hortic.*, Wageningen, n.361, p.245-257, 1994.

ALBERONI, R.B. *Hidroponia: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo*. São Paulo: Nobel, 1998. 102 p.

ANDRÉ, R. G. B.; VOLPE, C. A. *Dados meteorológicos de Jaboticabal no estado de São Paulo durante os anos de 1971 a 1980*. Jaboticabal: UNESP, 1982. 25p. (Boletim Técnico, 1).

ANDRIOLO, L.J. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.18, p.26-33, 2000.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. *Experimentação agrícola*. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 247 p.

BONECARRÈRE, R.A.G. et al. 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.

BRESLER, E.; HOFFMAN, G.J. Irrigation management for soil salinity control: theories and tests. *Soil Science Society of America Journal*, v.50, p.1552-1560, 1986.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. *Cultivo sem solo: hidroponia*. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43p.

CUSTIÉ, M.; POLJAK, M. Effects of nitrogen nutrition up on the quality and yield of head chicory. *Acta Hortic.*, Wageningen, n.533, p.401-410, 2000.

FAQUIN, V.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças folhosas em hidroponia em ambiente protegido. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.99-104, 1999.

FILGUEIRA, F.A.R. Asteráceas – alface e outras hortaliças herbáceas. In: \_\_\_\_\_. *Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000. p.289-295.

FILGUEIRA, F.A.R. Cichoriáceas. In: \_\_\_\_\_. *Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo: Editora, 1982. v.2., p.77-86.

FURLANI, P.R. *Cultivo de alface pela técnica de hidroponia*. Campinas: IAC, 1995. 20p. (Documentos, 55).

FURLANI, P.R. et al. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.90-98, 1999.

GARCIA, L.L.C. et al. Nutrição mineral de hortaliças. XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, v.39, p.455-484, 1982.

GLASS, A.D.M. Physiological mechanisms involved with genotypic differences in ion absorption and utilization. *HortScience*, v.24, p.485-494, 1986.

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

HAAG, H.P.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças LXXV. Absorção de nutrientes pela cultura de almeirão. *An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v.45, n.2, p.597-603, 1988.

HUBER, D.M.; ARMY, D.E. Interaction of potassium with plant disease. In: NUNSON, R.D. (ed). *Potassium in agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p.467-488.

HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hidroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.45, p.251-267, 1994.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba: Assoc. Bras. Para Pesq. da Potassa e do Fosfato – POTAFOS, 1993. p.141-148.

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

MUCKLE, M.E. *Hydroponic nutrients*. 3.ed. Princeton: Growers, 1993. 154p.

MAYNARD, D.N. et al. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.*, New York, v. 28, p.71-118, 1976.

PEDROSA, M.W. et al. Produção de alface em cultivo hidropônico em condições de inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40., 2000, São Pedro. *Resumos...*São Pedro:SOB, 2000, p.242-243.

PILAU, F.G. et al. 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.

POMMERENING, B. et al. Indagine sul contenuto di nitrati negli ortaggi dell'area metapontina. *Inf. Agrar.*, Roma, v.19, p. 47-53, 1992.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W.D. Resposta da alface à adubação orgânica. I. Seleção de cultivares. *Revista Ceres*, Viçosa, n.47, n.273, p.461-467, 2000.

ROSEN, C.J.; KORCAK, R.F. Integrating mineral nutrition and plant breeding: Implications for horticultural crops. Introduction to the colloquium. *HortScience*, v.24, p.558-559, 1989.

SASAKI, J.L.S. Hidroponia. In: SEMANA DA AGRONOMIA, 9, 1992, Ilha Solteira. *Palestras...* Ilha Solteira: UNESP-Ilha Solteira, 1992, 9p.

SGANZERLA, E. *Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos*. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha, p. 163-167, 1990.

SHANNON, M.C.; MCGREIGHT, J.D.; DRAPER, J.H. Sacreening tests for salt tolerance in lettuce. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, n.108, p.225-230, 1983.

### **CAPÍTULO 3 – Acúmulo de nitrato em cultivares de almeirão em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva.**

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar o efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva sobre o acúmulo de nitrato em cultivares de almeirão, foi conduzido um experimento em hidroponia-NFT no período de setembro a novembro de 2001, na FCAV-UNESP Jaboticabal-SP, situada a 21°15'22" S, 48°18'48" W, e altitude de 595 m. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram concentrações de nitrogênio na solução nutritiva (110, 165, 220 e 275 mg N L<sup>-1</sup>) que constituíram as parcelas, e quatro cultivares de almeirão (Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha), que constituíram as subparcelas. Foram observadas diferenças entre as cultivares sobre o acúmulo de nitrato. O aumento de nitrato na solução nutritiva aumentou os teores de nitrato em todas as cultivares. Houve grande redução no teor de nitrato na parte aérea entre os níveis de máxima produção de massa fresca de parte aérea e 90 % da produção máxima, sendo que nesta condição, a cultivar Catalonha foi a que apresentou maior teor entre as cultivares avaliadas.

**Palavras-Chave:** *Cichorium intybus*, hidroponia, nutrição mineral, nitrato.



## 1. Introdução

Por muitos anos, pesquisas com técnicas culturais como irrigação, adubação, tratamentos fitossanitários e melhoramento genético tinham como principal objetivo o aumento da produtividade, e só recentemente o interesse tem se voltado para o estudo da influência exercida pelas práticas agronômicas na qualidade das hortaliças, expressada pelas suas características comerciais, organolépticas, nutricionais e sanitárias (MALORGIO et al., 1990).

Contudo, a despeito da importância econômica da cultura do almeirão, recomenda-se para seu cultivo em hidroponia, a solução nutritiva para alface, dada a proximidade de exigência nutricional entre as espécies.

No estudo da nutrição de uma hortaliça folhosa, destaca-se o nitrogênio e sua proporção em que aparece na solução nutritiva com outros nutrientes, especialmente o potássio. Citado por vários autores como elemento atuante em elevado número de compostos na planta e com expressiva ação sobre a morfofisiologia do vegetal; atualmente, o nitrogênio vem sendo avaliado sobretudo quanto a sua influência na qualidade das hortaliças folhosas, principalmente no seu efeito sobre teor de nitrato no produto, o qual é sabidamente alterado pela disponibilidade do nitrogênio à planta.

Diversos estudos têm comprovado que o uso excessivo de fertilizantes nitrogenados aumenta o acúmulo de nitrato nos vegetais (PEREIRA et al., 1989; RODRIGUES, 1990; RICCI, 1995; ZAGO et al., 1999); e segundo Knight et al. (1987), as principais fontes de ingestão de nitrato pelo homem são os vegetais, chegando a representar 90% do total ingerido. Entre as hortaliças, as folhosas, por serem consumidas preferencialmente cruas, devem ser foco de grande atenção por parte de pesquisadores, nutricionistas, médicos, órgãos responsáveis pela saúde pública e consumidores (VAN EYSINGA, 1984).

Tal fato merece atenção especial, visto que, o excesso de nitrato na dieta, com sua posterior conversão a nitrito, pode conduzir a formação de compostos cancerígenos e, indiretamente, inibir o transporte de oxigênio no sangue, alteração metabólica conhecida como metahemoglobinemia (RATH et al., 1994).

Entre as hortaliças que podem apresentar elevado teor de nitrato, algumas vezes superior a 3000 mg/kg, destacam-se o espinafre, a beterraba, o rabanete, a cenoura, a alface, a couve e o almeirão (LEDERER, 1991).

Segundo Faquin et al. (1994) e Graifenberg et al. (1993), vários fatores influenciam a concentração de nitrato nos tecidos vegetais, tais como, espécie, cultivar, órgão, estado nutricional, luminosidade, temperatura, horário de colheita e, principalmente, a concentração de nitrato no meio de crescimento; sendo a utilização de cultivares com menor potencial para o acúmulo e o manejo de sistemas de cultivo, alternativas para reduzir o teor de nitrato nas hortaliças.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva sobre o acúmulo de nitrato em cultivares de almeirão, em cultivo hidropônico-NFT.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Localização e caracterização da área**

O experimento foi conduzido durante o período de 16 de setembro a 10 de novembro de 2001, em casa de vegetação, no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, da FCAV – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, localizado na latitude 21°15'22"S e longitude 48°18'58" W, com altitude média de 595 m.

O clima da região, segundo classificação de Köpen é do tipo Cwa, subtropical, com temperatura média anual de 22°C (ANDRÉ & VOLPE, 1982).

No período experimental, as médias das temperaturas máximas e mínimas no interior da casa de vegetação foram, respectivamente, de 33,6 e 17,5 °C, e para umidade relativa do ar, de 96,8 e 39,4%.

O experimento foi instalado em casa de vegetação tipo arco, com 51 m de comprimento e 12,8 m de largura, com lanternim, pé direito de 3 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade, de 150 µm de espessura e aditivo anti-ultravioleta, sem fechamento lateral e frontal, dispondo de tela de sombreamento de 30% na altura do pé direito, a qual era estendida quando a temperatura no interior da casa de vegetação atingia 30°C, de acordo com a recomendação de Sganzerla (1991).

### **2.2 Tratamentos, delineamento e unidade experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram concentrações de nitrogênio na solução nutritiva (110, 165, 220 e 275 mg L<sup>-1</sup>) nas parcelas, e quatro cultivares de almeirão (Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha) nas subparcelas. A unidade experimental foi constituída por 50 plantas (1,125 m<sup>2</sup>).

As concentrações de nitrogênio estabelecem a relações N:K de 0,5:1; 0,75:1; 1:1; e 1,25:1, respectivamente para as soluções N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> e N<sub>4</sub>.

As cultivares avaliadas (Figura 1A), caracterizam-se por:

- **Pão de Açúcar:** produzir plantas vigorosas, folhas grandes, largas, com nervuras destacadas, de coloração verde-clara (externamente), sendo as internas ainda mais claras. Forma cabeça alongada, compacta e volumosa, principalmente quando instalada em espaçamento largo (FILGUEIRA, 2000). Apresenta sabor suave (menos amargo) e boa consistência. Por formar cabeça, também é comercializada a planta inteira (como a alface), diferentemente das outras cultivares de almeirão em que comercializam-se as folhas atadas em maços. Possui ótimo aspecto visual e elevada resistência ao transporte.

- **Folha Larga:** ser a cultivar mais tradicional e conhecida pelos consumidores. Produz plantas vigorosas com folhas de cor verde intensa, alongadas, estreitas e nervuras pouco destacadas em relação às outras cultivares. Possui bom sabor, não forma cabeça e suas folhas são comercializadas atadas em maços de 1,0 kg (FILGUEIRA, 2000).

- **Precoce de Trieste:** produzir plantas vigorosas, com folhas largas de coloração verde-clara, nervuras pouco destacadas e sabor suave. Não forma cabeça e suas folhas são macias e delicadas. Possui bom aspecto visual, podendo ser comercializada a planta inteira.

- **Catalonha:** produzir plantas vigorosas, com folhas estreitas, alongadas e muito recortadas, com a nervura central bastante destacada. Não forma cabeça, possui coloração verde-escura e sabor acentuadamente amargo.

### 2.3 Instalação e condução do experimento

A semeadura foi realizada no dia 16/09/2001 em placas de espuma fenólica com células de 2 x 2 x 2 cm, previamente lavadas em água corrente por cinco minutos, conforme recomendação do fornecedor. Foram colocadas duas sementes por célula a uma profundidade de 0,5 cm, deixando-se uma planta por célula após desbaste. Realizou-se regas diárias mantendo-se a espuma úmida, e quando as mudas apresentavam-se em média com 3 cm de altura, aos 10 dias após a semeadura (d.a.s.),

foram transferidas para uma piscina (sistema “floating”), a qual tinha uma lâmina de 3 cm de solução nutritiva e concentração, em  $\text{mg.L}^{-1}$ , de: 49,5 (N); 7,05 (P); 66,0 (K); 38,25 (Ca); 6,33 (Mg); 6,13 (S); 0,06 (B); 0,008 (Cu); 0,11 (Mn); 0,02 (Mo); 0,03 (Zn); 1,67 (Fe); e condutividade elétrica de  $0,9 \text{ dS.m}^{-1}$ . Por não haver recirculação e aeração da solução nutritiva, esta foi trocada diariamente.

Quando as mudas apresentavam-se em média com 8,5 cm de altura e três folhas definitivas (17 d.a.s., 03/10/2001), foram transplantadas para os canais de cultivo, constituídos por tubos de PVC, com diâmetro de 10 cm, cortados longitudinalmente e dispostos sobre cavaletes a 1,20 m de altura na parte mais alta da bancada e declividade de 3%.

Os canais de cultivo foram cobertos com placas de poliestireno expandido (isopor) de 1,5 cm de espessura, com furos de 3 cm de diâmetro, sendo utilizado o espaçamento de 0,15 m entre linhas (entre canais) e 0,15 m entre plantas (nos canais).

As soluções nutritivas utilizadas basearam-se nas propostas de Furlani (1998) e Castellane & Araújo (1994), para a cultura da alface. A concentração do íon  $\text{NH}_4^+$  foi fixada em 15% do total de nitrogênio de cada solução nutritiva. As Tabelas 1 e 2 contêm as concentrações e quantidades dos fertilizantes utilizados no preparo de cada solução nutritiva, com os respectivos valores de condutividade elétrica medidas após o preparo das mesmas.

**Tabela 1.** Concentração de macronutrientes ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e condutividade elétrica (C.E.) ( $\text{dS m}^{-1}$ ) das soluções nutritivas em avaliação. FCAV-UNESP, Jaboticabal (SP), 2001.

Soluções	N	P	K	Ca	Mg	Cl	$\text{SO}_4^{-2}$	$\text{NH}_4^+$	C.E.
N <sub>1</sub>	110	40	220	127,5	40	30	131,9	16,50	2,0
N <sub>2</sub>	165	40	220	127,5	40	30	84,2	24,75	2,1
N <sub>3</sub>	220	40	220	127,5	40	30	60,0	33,00	2,3
N <sub>4</sub>	275	40	220	127,5	40	-	35,1	41,25	2,3

**Tabela 2.** Quantidades dos fertilizantes utilizados para o preparo das soluções nutritivas. FCAV-UNESP, Jaboticabal (SP), 2001.

	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MAP	CaCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	MgNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Soluções	-----g.1000.L <sup>-1</sup> -----						----mL.1000.L <sup>-1</sup> ----		
N <sub>1</sub>	75,0	470,0	580,0	400,0	154,0	80,0	-	-	-
N <sub>2</sub>	375,0	207,0	580,0	400,0	154,0	80,0	47,0	-	-
N <sub>3</sub>	385,0	200,0	580,0	200,0	-	80,0	200,0	243,5	87,2
N <sub>4</sub>	445,4	145,5	671,0	80,1	-	-	250,0	395,0	87,2
Micronutrientes g.1000.L <sup>-1</sup>	Ácido Bórico	Sulfato de cobre	Ferro Solução*	Sulfato de Manganês	Sulfato de Zinco	Molibdato de Sódio			
	1,85	0,19		1,70	1,15	0,13			

\* 10,82 g de cloreto férrico hexahidratado; 14,90 g de EDTA e 50 ml de hidróxido de sódio a 0,8 N.

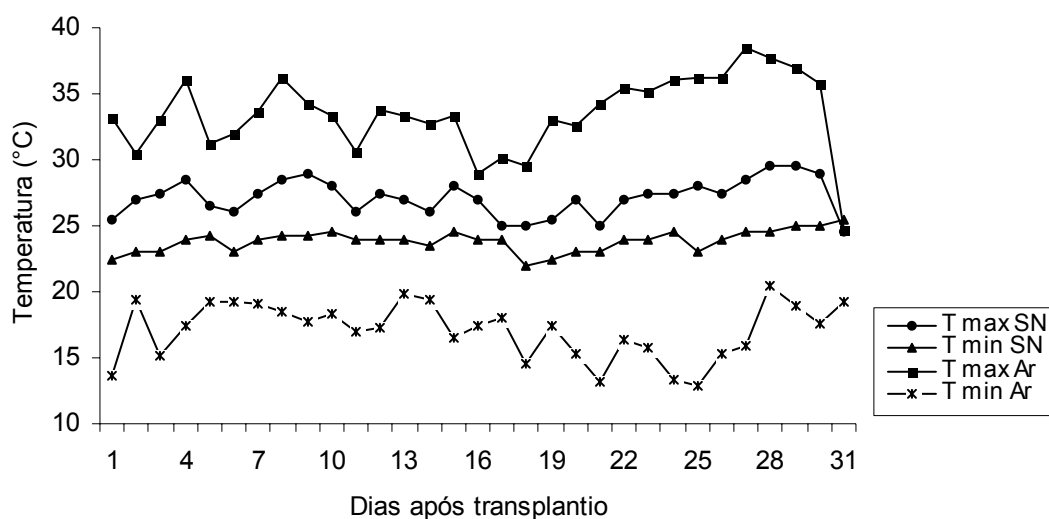
Os valores de pH das soluções nutritivas foram lidos com um peagâmetro manual e mantidos entre 5,5 e 6,5, dentro do intervalo recomendado por Furlani (1995), mediante a adição de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6N). A análise química da água de abastecimento utilizada para o preparo das soluções nutritivas encontra-se na Tabela 1A.

Para a reposição dos nutrientes, utilizou-se uma solução estoque, de mesma concentração da solução nutritiva inicial de cada tratamento, preparada em reservatório de poliestireno de alta densidade, instalado sobre um suporte em nível mais elevado que o reservatório ligado à motobomba. A reposição foi efetuada com base na condutividade elétrica (C.E.) sempre que esta era reduzida em 10% do valor inicial de cada solução nutritiva.

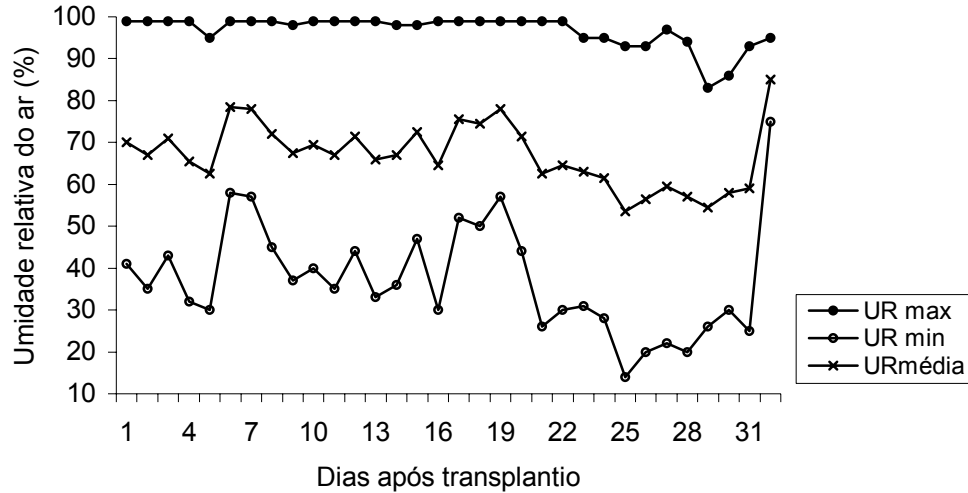
Os volumes dos reservatórios foram completados diariamente e a cada sete dias fez-se a troca da solução nutritiva. O reservatório proporcionou uma relação de 1,25 litro de solução nutritiva por planta, e a vazão nos canais de cultivo foi de 1,7 L por minuto.

A circulação da solução nutritiva foi controlada por um temporizador que acionava a circulação intermitente das 6 às 11 h e das 17 às 19 h com 10' de alimentação e 20' de descanso, e das 11 às 17 h com 10' de alimentação e 10' de descanso. No período noturno foram realizadas duas circulações de 10', às 22h e 2 h.

Durante o experimento, foram coletados dados diários de temperatura e umidade relativa do ar através de um termo-higrômetro digital colocado a 50 cm do solo, no centro da casa de vegetação, dentro de abrigo meteorológico. Também realizou-se um acompanhamento da temperatura da solução nutritiva no reservatório, através de um termômetro imerso no seu interior, fixado na altura de captação da solução pela motobomba. Realizou-se a coleta dos dados em duas leituras diárias, às 8h e 15h horas, Horário Oficial de Verão (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Temperaturas máximas e mínimas diárias do ar (Ar) e da solução nutritiva (SN) no reservatório, observadas no interior da casa de vegetação. Jaboticabal (SP), FCAV-UNESP, 2001.



**Figura 2.** Umidades relativas máximas e mínimas diárias observadas no interior da casa de vegetação. Jaboticabal (SP), FCAV-UNESP, 2001.

Para o controle fitossanitário da cultura, foram realizadas pulverizações preventivas com inseticida aos 10 dias após sementeira, aos 10 e 21 d.a.t (dias após o transplante).

Foram realizadas adubações foliares semanais com solução a 0,6% de cloreto de cálcio, preventivas à ocorrência de queima dos bordos das folhas (“tipburn”). Entretanto, aos 18 d.a.t. e 21 d.a.t. foram observados o distúrbio fisiológico, respectivamente, na cv. Pão de Açúcar e demais cultivares. A partir de então, foram realizadas pulverizações a cada quatro dias até a colheita, deixando-se de observar o sintoma.

## 2.4 Teor de nitrato na folha

Aos 31 dias após o transplante, foram coletadas as amostras para a determinação da concentração de nitrato. A coleta teve início às 6:00 h, com temperatura de 17,6 °C, e umidade relativa do ar de 99% no interior da casa de vegetação, sendo finalizada às 7h (Horário Oficial de Verão), sem alteração na temperatura e umidade relativa do ar.



Foi coletada uma folha recém desenvolvida, de cada planta, de cinco plantas competitivas de cada subparcela (5 folhas/subparcela). Destas cinco folhas, coletou-se uma amostra de aproximadamente 5 g, do terço médio das mesmas, sendo atadas em forma de pequenos “charutos” envolvidos em papel alumínio, e imediatamente acondicionadas em nitrogênio líquido, bloqueando o metabolismo celular.

No dia seguinte, as amostras foram colocadas para secar, até atingir peso constante (72 h), em processo de liofilização utilizando-se um Liofilizador Super Modulyo. Após a secagem, as amostras foram moídas em micro moinho tipo Wiley.

Para a obtenção do extrato de leitura, foram seguidas as indicações de Hendrix (1993). Incubou-se 50 mg de amostra com 2,5 mL de água deionizada, em banho-maria a 80°C durante 20 minutos. Em seguida, centrifugou-se a 1200 G por 20 minutos, retirando-se o sobrenadante. Repetiu-se esta operação por quatro vezes, juntando todos os sobrenadantes retirados após a centrifugação, e o volume foi completado para 12 mL com água deionizada.

O N-nitrato foi determinado no extrato, pela metodologia descrita por Cataldo et al. (1975), tomaram-se 40  $\mu$ L (microlitros) do extrato que foram transferidos para tubo de ensaio e adicionaram-se 160  $\mu$ L de ácido salicílico à 5% em ácido sulfúrico concentrado. Em seguida, a mistura foi agitada vigorosamente e posteriormente mantida em repouso por 20 minutos. Após este intervalo, adicionou-se 3.800  $\mu$ L de hidróxido de sódio 2N, o que provocou aquecimento do extrato. Depois do resfriamento do mesmo à temperatura ambiente, foi lida a absorbância a 410 nm em espectrofotômetro modelo SPEC 20-D. O nitrato apresenta coloração amarelada e a intensidade é proporcionalmente mais forte à medida em que maior é a sua concentração, sendo o azul a cor “oposta” lida a 410 nm. A concentração de N-nitrato foi determinada inserindo-se as leituras de absorbância em uma equação obtida previamente com padrões de concentrações de N-nitrato conhecidas, preparadas de forma idêntica às amostras. O “branco” constituiu-se de água deionizada no lugar do extrato.

A partir do teor de N-NO<sub>3</sub> em massa seca, calculou-se o respectivo teor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na massa fresca de almeirão, sendo os valores apresentados em mg de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.kg<sup>-1</sup> de massa fresca de almeirão.

## 2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) segundo Banzato & Kronka (1994). Realizou-se análise de regressão dos dados relativos ao fator concentração de nitrogênio na solução nutritiva, com a utilização do programa ESTAT desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas, da FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## 3. Resultados e Discussão

Ocorreu aumento no teor de nitrato nas folhas de todas as cultivares de almeirão com o aumento da concentração de nitrogênio na solução nutritiva (Figura 8). Estes resultados concordam com os de Maynard et al. (1976), Graifenberg et al. (1993) e Faquin et al. (1994), os quais afirmam que o conteúdo de nitrato na planta depende muito da sua disponibilidade no meio de cultivo.

Os teores de nitrato observados, poderiam ter sido mais elevados, caso as soluções nutritivas tivessem sido formuladas somente com fontes nítricas para fornecimento do nitrogênio. No entanto, utilizou-se 15% do nitrogênio na forma de amônio. Bonnacarrère et al. (2000), ao avaliarem teores de nitrato em cultivares de alface produzidas em três soluções nutritivas, concluíram que o maior teor de nitrato acumulado na parte aérea foi encontrado quando se utilizou solução nutritiva com fornecimento de nitrogênio somente na forma de nitrato. Por outro lado, Faquin et al. (1994) verificaram que o acúmulo de nitrato em alface não diferiu significativamente entre os tratamentos com relações NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:NH<sub>4</sub><sup>+</sup> de 100:00 e 85:15.

O maior acúmulo de nitrato foi encontrado na cv. Pão de Açúcar (3.369,8 mg  $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  massa fresca), estando muito próximo ao limite permitido pela comunidade europeia, relatado por McCall & Willumsen (1998), de 3500 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa fresca para a cultura da alface, produzida em casa de vegetação durante o verão.

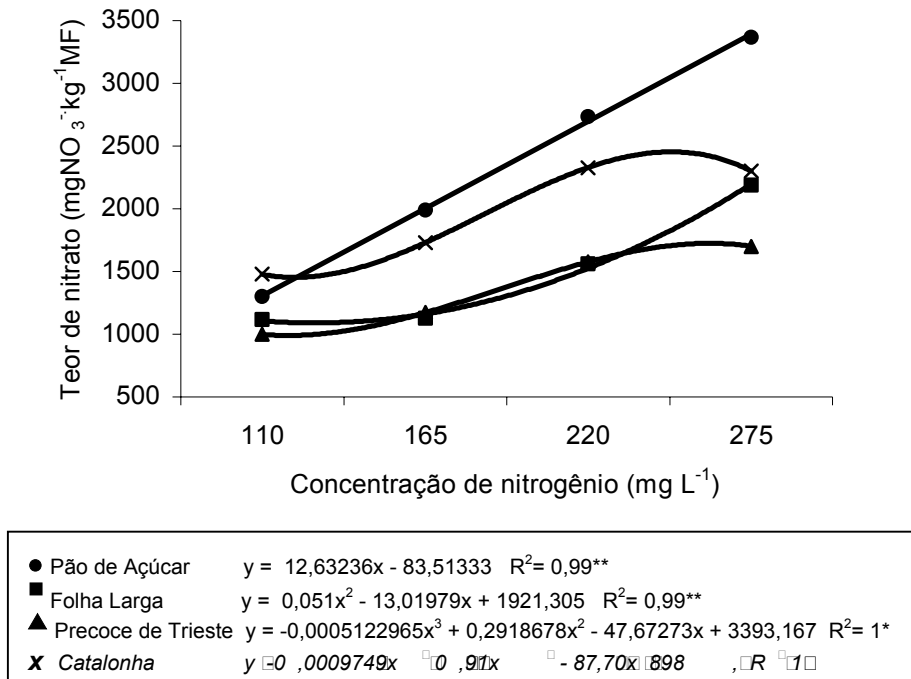
Para as cultivares Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha o maior acúmulo de nitrato encontrado foi respectivamente de 2.197,7; 1.724,4 e 2453,6 mg  $\text{NO}_3^-$ . No ponto de máxima produção de MFPA, os teores de nitrato apresentados pelas cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha foram de 2.190,3; 1444,7; 1158,5 e 2299,8 mg $\text{NO}_3^-$ . Verifica-se, portanto, que as cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha nas concentrações de nitrogênio na solução nutritiva que proporcionaram as máximas produções de MFPA, apresentaram teores de nitrato menores, respectivamente em 32, 37, 38 e 27% em relação aos maiores teores observados.

Para 90% da produção de MFPA, verifica-se que a cv. Catalonha é que acumulou mais nitrato (1.752 mg  $\text{NO}_3^-$ ), seguindo-se as cultivares Pão de Açúcar (1.306 mg  $\text{NO}_3^-$ ), Folha Larga (1.116 mg  $\text{NO}_3^-$ ) e Precoce de Trieste (990,5 mg  $\text{NO}_3^-$ ). Portanto, as reduções no teor de nitrato na folha são ainda maiores, sendo de 39, 50, 57 e 70% em relação aos teores máximos observados, o que proporciona um produto de melhor qualidade biológica e maior segurança alimentar.

Portanto, é prudente que o cultivo de almeirão seja realizado com as concentrações de nitrogênio na solução nutritiva necessárias para obter-se 90 % da máxima produção de MFPA, sendo 110, 151, 117 e 168 mg  $\text{L}^{-1}$  de nitrogênio, respectivamente, as concentrações de nitrogênio na solução nutritiva para Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha.

Com exceção da concentração 110 mg  $\text{L}^{-1}$  de nitrogênio na solução nutritiva, a cv. Pão de Açúcar foi a que apresentou maior teor de nitrato nas demais concentrações de nitrogênio avaliadas, em média aproximadamente, 23 % a mais de nitrato do que a cv. Catalonha, e 60 % a mais que as cultivares Folha Larga e Precoce de Trieste. Nota-se, portanto, que há variabilidade genética entre as cultivares de almeirão para o acúmulo de nitrato. Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os

encontrados por diversos autores, os quais afirmam haver diferenças entre espécies e cultivares quanto ao acúmulo de nitrato (MAYNARD et al., 1976; BLOM-ZANDSTRA & EENINK, 1986; REININK et al., 1987 e GRAIFENBERG et al., 1993).



**Figura 8.** Teor de nitrato na massa fresca das folhas de cultivares de almeirão, em hidroponia-NFT, na colheita aos 31 dias após o transplante, em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

Mondin (1996) constatou que as cultivares de alface que atingiram os maiores pesos médios de plantas na colheita, também apresentaram os teores de nitrato mais elevados. Neste trabalho, os resultados concordam com Mondin (1996), uma vez que a cv. Pão de Açúcar apresentou maior teor de nitrato nas folhas, e foi a cultivar de maior produção de massa fresca e massa seca da parte aérea. Entretanto, não se verificaram correlações significativas entre as características avaliadas (Tabela 3A). Reinink et al. (1987) observaram teores de nitrato mais elevados, em genótipos de alface de maior produção de massa seca.

De acordo com Graifenberg et al. (1993), o limite de tolerância na ingestão de nitrato estabelecido pela Organização Mundial da Saúde é de 237 mg  $\text{NO}_3^-$  por dia (para uma pessoa de 65 kg de peso). Considerando-se que o consumo de almeirão *in natura* em salada por um adulto seja semelhante à proposta por Zago et al. (1999), de 60 g  $\text{dia}^{-1}$ , verifica-se que o limite de ingestão diário (237 mg  $\text{NO}_3^-$ ) não é alcançado. Para atingi-lo, seriam necessários o consumo diário de 237; 215,5; 182,3 e 131,7 g de almeirão *in natura*, respectivamente para as cultivares Precoce de Trieste, Folha Larga, Pão de Açúcar e Catalonha, considerando-se os teores nitrato para 90% de MFPA. Também, deve-se ressaltar que o almeirão contém algumas substâncias como ácido ascórbico, niacina, riboflavina e tiamina (LUENGO et al., 2000), que são capazes de desmembrar ou evitar a formação de substâncias tóxicas no organismo humano (SHIMMA, 1996).

#### **4. Conclusões**

O aumento da concentração de nitrogênio na solução nutritiva promoveu maior teor de nitrato nas folhas das cultivares de almeirão avaliadas.

Existem diferenças genéticas entre as cultivares Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha quanto ao acúmulo de nitrato.

Os teores de nitrato observados encontram-se abaixo do limite permitido pela OMS e pela comunidade europeia, principalmente quando considerou-se 90 % da máxima produção de MFPA.

## 5. Referências

ANDRÉ, R. G. B.; VOLPE, C. A. *Dados meteorológicos de Jaboticabal no estado de São Paulo durante os anos de 1971 a 1980*. Jaboticabal: UNESP, 1982. 25p. (Boletim Técnico, 1).

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. *Experimentação agrícola*. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995, 247 p.

BLOM-ZANDSTRA, M.; EENINK, A.H. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v.111, n.6, p.908-911, 1986.

BONNECARRÈRE, R.A.G. et al. Teores de nitrato em plantas hidropônicas de alface em função de cultivares e soluções nutritivas. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.18, p.286-287, 2000.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. *Cultivo sem solo: hidroponia*. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43p.

CATALDO, D.A.L. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plants tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil. Sci. Plant Annual.*, New York, v.6, p.71-90, 1975.

FAQUIN, V. et al. Crescimento e concentração de nitrato em alface sob influência da relação  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$  e cloro na solução nutritiva e horário de colheita. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. *Anais...* p.152-153.

FURLANI, P.R. *Cultivo de alface pela técnica de hidroponia*. Campinas: IAC, 1995. 20p. (Documentos, 55).

GRAIFENBERG, A. et al. La problematica dei nitrati. *Inf. Agrar.*, Roma, v.6, p.43-48, 1993.

HENDRIX, D.L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. *CropSci.*, Madison, v.25, p.1306-1311, 1993.

KNIGHT, T.M.; FORMAN, D.; AL-DABBAGH, S.A.; DOLL, P. Estimation of dietary intake of nitrate and nitrite in Great Britain. *Ed. Chem. Toxic.*, n.25, p.277-285, 1987.

LEDERER, J. *Enciclopédia moderna de higiene alimentar: Intoxicações alimentares*. São Paulo, Ed. Manole Dois, 1991, v.4.

LUENGO, R.F.A. et al. *Tabela de composição nutricional das hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 4p. (Documentos, 26).

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. et al. Contenuto di nitrati in sedano e lattuga colvati in NFT. *Colt. Prot.*, n.7, p.14-18, 1990.

MAYNARD, D.N. et al. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.*, New York, v. 28, p.71-118, 1976.

McCALL, D.; WILLUMSEN, J. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soilgrown lettuce. *J. of Hortic. Sc. & Biotechn.*, v.73, n.5, p.698-703, 1998.

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

PEREIRA, N.; FERNANDEZ, M.S.; ALMEIDA, D.L. Adubação nitrogenada na cultura da alface: fontes de N e inibidor de nitrificação. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.4, n.6, p.647-654, 1989.

RATH, S.; XIMENES, M.I.N.; REYES, F.G.R. Teor de nitrato e nitrito em vegetais no distrito federal: um estudo preliminar. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, São Paulo, v.54, n.2, p.126-130, 1994.

REININK, K. *et al.* Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content. *Euphytica*, Dordrecht, v.36, p.11-18, 1987.

RICCI, M.S.F. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.30, n.8, p. 1035-1039, 1995.

RODRIGUES, E.T. *Efeito das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (Lactuca sativa L.)*. 1990. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

SHIMMA, E. A saúde está na feira. *Globo Cienc.* Rio de Janeiro, v.5, n.58, p.32-34, 1996.

SGANZERLA, E. *Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos*. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha, p.163-167, 1990.

VAN EYSINGA, J.P.N.L.R. Nitrate in vegetables under protected cultivation. *Acta Hortic.*, Wageningen, v.145, p.251-256, 1984.

ZAGO, V.C.P. *et al.* Aplicação de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.17, n.3, p.207-211, 1999.



## APÊNDICE

**Tabela 1A.** Análise química da água de abastecimento da hidroponia, do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, da FCAV-UNESP Câmpus de Jaboticabal. Jaboticabal (SP), 2001.

Parâmetros	Valor observado
pH	8,1
Alcalinidade total (mg CaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	113
Condutividade elétrica (dS.m <sup>-1</sup> )	0,1651
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup> )	69
Fluoretos (mg F <sup>-</sup> .L <sup>-1</sup> )	0,13
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> .L <sup>-1</sup> )	1
Nitrogênio amoniacal (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> .L <sup>-1</sup> )	<0,001
Nitrogênio nitrato (mg N.L <sup>-1</sup> )	0,013
Nitrogênio nitrito (mg N.L <sup>-1</sup> )	0,006
Sódio (mg Na.L <sup>-1</sup> )	21
Potássio (mg K.L <sup>-1</sup> )	2
Cálcio (mg Ca.L <sup>-1</sup> )	26,5
Magnésio (mg Mg.L <sup>-1</sup> )	0,52
Zinco (mg Zn.L <sup>-1</sup> )	<0,002
Chumbo (mg Pb.L <sup>-1</sup> )	<0,02
Cádmio (mg Cd.L <sup>-1</sup> )	<0,0006
Níquel (mg Ni.L <sup>-1</sup> )	<0,008
Ferro total (mg Fe.L <sup>-1</sup> )	<0,005
Manganês total (mg Mn.L <sup>-1</sup> )	<0,003
Cobre (mg Cu.L <sup>-1</sup> )	<0,003
Cromo total (mg Cr.L <sup>-1</sup> )	<0,005

Análise efetuada de acordo com a 20ª ED. STANDAR METHODS pelo Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos -USP, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

**Tabela 2A.** Valores de F, significância e coeficientes de variação das características altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), teor de nitrato (Teor  $\text{NO}_3^-$ ), teor de nitrogênio (Teor N) em função dos fatores avaliados, aos 31 dias após o transplanto. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

Causas de variação	AP	NF	MSPA	MSR	MFPA	Teor $\text{NO}_3^-$	Teor N
Blocos	2,26 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
Nitrogênio (N)	0,52 <sup>ns</sup>	6,8*	45,25**	14,51**	72, 25**	834,64**	2,20 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	11,8178	2,83	0,645	0,163	10,6135	3970,716	22,124
Cultivares ( C )	70,62**	325,65**	38,09**	61,54**	131,88**	585,56**	2,27ns
Interação (N x C)	1,26 <sup>ns</sup>	4,40**	5,91**	8,87**	11,78**	58,37**	6,28**
Resíduo (b)	3,8009	2,3586	0,688	0,165	21,9952	4157,097	9,8328
CV parcelas (%)	9,74	8,75	4,64	9,68	3,45	3,52	12,09
CV subparcelas (%)	5,52	7,99	4,79	9,76	4,97	3,6	8,06

ns: não significativo ( $p < 0,05$ ); \* significativo ( $p < 0,05$ ); \*\* significativo ( $p < 0,01$ ).

**Tabela 3A.** Correlação entre as características massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca de raiz (MSR), número de folhas (NF), altura de plantas (AP), teor de nitrogênio nas folhas (Teor N), teor de umidade (Teor U), e teor de nitrato (Teor  $\text{NO}_3^-$ ), em cultivares de almeirão em hidroponia, na colheita aos 31 dias após o transplanto. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2002.

Características correlacionadas	Cultivares avaliadas			
	Pão de Açúcar	Folha Larga	Precoce de Trieste	Catalonha
	----- coeficiente de correlação ( r ) -----			
MSPA x MFPA	0,72 ns	<b>0,99**</b>	0,45 ns	- 0,27 ns
MSPA x MSR	0,93 ns	- 0,79 ns	0,94 ns	- 0,90 ns
MFPA x MSR	<b>0,99 *</b>	- 0,84 ns	0,68 ns	- 0,85 ns
NF x AP	- 0,50 ns	0,36 ns	<b>0,95 *</b>	0,76 ns
NF x MSR	0,35 ns	0,12 ns	0,47 ns	0,15 ns
NF x MSPA	0,26 ns	0,45 sn	0,41 ns	0,92 ns
NF x MFPA	0,24 ns	0,35 ns	0,75 ns	- 0,39 ns
AP x MSR	0,61 ns	0,93 ns	0,64 ns	0,45 ns
AP x MSPA	0,51 ns	- 0,67 ns	0,87 ns	0,74 ns
AP x MFPA	0,71 ns	- 0,75 ns	0,93 ns	- 0,84 ns
Teor N x MSPA	- <b>0,98 *</b>	- 0,41 ns	- 0,05 ns	0,49 ns
Teor N x MFPA	- 0,82 ns	- 0,49 ns	- 0,31 ns	0,59 ns
Teor N x MSR	- 0,90 ns	0,88 ns	0,01 ns	- 0,71 ns
Teor N x Teor U	0,68 ns	0,01 ns	- 0,19 ns	0,27 ns
Teor N x AP	- 0,36 ns	0,86 ns	- 0,65 ns	- 0,17 ns
Teor N x NF	0,11 ns	0,52 ns	- 0,84 ns	0,50 ns
Teor N x Teor $\text{NO}_3^-$	0,20 ns	- 0,93 ns	0,50 ns	0,66 ns
MSR x Teor $\text{NO}_3^-$	- 0,39 ns	- 0,65 ns	- 0,58 ns	- 0,80 ns
Teor U x Teor $\text{NO}_3^-$	- 0,17 ns	- 0,38 ns	0,70 ns	0,87 ns

\*, \*\*, ns: correlações significativas aos níveis de 5 e 1% de probabilidade e não significativa, respectivamente, pelo teste t de Student.

**Figura 1A.** Exemplos de almeirão cultivar Pão de Açúcar (A), Catalonha (B), Folha Larga (C) e Precoce de Trieste (D), cultivadas em hidroponia-NFT, colhidas aos 31 dias após o transplante. FCAV-UNESP Jaboticabal (SP), 2001.

