

# Teor de nitrato em cultivares de almeirão, cultivados em hidroponia, em função do horário de colheita

Rodrigo Luiz Cavarianni<sup>(1)</sup>, Arthur Bernardes Cecílio Filho<sup>(2)</sup>,  
Roberto Luciano Coelho<sup>(3)</sup>, Jairo Osvaldo Cazetta<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Aluno do curso de pós-graduação em Agronomia, concentração em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp. CEP 14884900, Jaboticabal (SP), Brasil. cavarian@fcav.unesp.br

<sup>(2)</sup> Autor para correspondência. Departamento de Produção Vegetal, Unesp-FCAV. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. Bolsista Pesquisador, CNPq. rutra@fcav.unesp.br

<sup>(3)</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Unesp-FCAV.

<sup>(4)</sup> Departamento de Tecnologia, Unesp-FCAV.

## Resumo

O acúmulo de nitrato em hortaliças tem sido objetivo de estudos de vários pesquisadores, por causa dos problemas que pode causar à saúde humana. Em função disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diferença entre cultivares de almeirão e entre horários de colheita com relação ao acúmulo de nitrato nas folhas. O experimento foi instalado em hidroponia, e foram avaliados quatro cultivares (Pão de Açúcar, Precoce de Trieste, Folha Larga e Catalonha) e dois horários de colheita (5 e 17 horas). Verificou-se interação dos fatores avaliados, e todos os cultivares apresentaram maiores teores de nitrato quando colhidos às 17 horas. Para cultivo em sistemas e condições de manejo hidropônico, recomenda-se o uso dos cultivares Folha Larga e Precoce de Trieste, por acumularem menos nitrato, independentemente do horário de colheita, oferecendo menor risco à saúde humana.

**Palavras-chave adicionais:** *Cichorium intybus*; cultivo protegido; cultivo sem solo.

## Abstract

CAVARIANNI, R. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; COELHO, R. L.; CAZETTA, J. O. Leaf nitrate concentrations in chicory cultivars, grown on hydroponics during the summer, in function of harvest time. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.50-56, 2005.

The accumulation of nitrate in vegetables has been studied by many researchers, due to the problems it can bring to human health. For this reason, the object of this research was to evaluate the difference among chicory cultivars and between two harvest times in terms of nitrate accumulation in the leaves. The experiment was conducted in hydroponics using four cultivars (Pão de Açúcar, Precoce de Trieste, Folha Larga and Catalonha) and two harvest times (5 a.m. and 5 p.m.). There was a significant interaction between factors, in which all cultivars showed higher levels of nitrate when harvested at 5 p.m. The cultivars Folha Larga and Precoce de Trieste are recommended for hydroponics systems and conditions, because of their lower nitrate accumulation, independently of the harvest time, thus representing lower risk to human health.

**Additional keywords:** *Cichorium intybus*; protected cultivation; soilless cultivation.

## Introdução

Atualmente, o cultivo hidropônico de hortaliças no Brasil é representado, em quase sua totalidade, pela cultura da alface. Essa cultura, muito rentável no período de novembro a março, tem baixa rentabilidade nos demais meses, podendo ser parcial ou totalmente substituída pela cultura do almeirão, seja pela semelhança à alface no que se refere às instalações e ao manejo de cultivo hidropônico requeridos, seja por apresentar preços médios superiores ao da alface durante o ano.

Segundo dados do período de 1994-1999, obtidos nos boletins da CEAGESP, a alface apresenta redução de 80% do seu valor comercial durante o inverno, em relação à cotação obtida no verão. Por outro lado, o

almeirão apresenta menor redução em seu valor comercial comparativamente à alface, dificilmente apresentando redução maior que 50% em seu valor em relação ao praticado no verão (COELHO, 2002).

O almeirão pertence à mesma família da alface, Asteraceae, possui importância econômica e tem grande potencial de crescimento comercial à medida que a população saiba de suas propriedades nutricionais e farmacológicas. É um alimento muito rico em minerais, em especial cálcio, fósforo e ferro; vitamina A, vitaminas do Complexo B (B2 e niacina) e, em menor quantidade, vitamina C. Suas folhas são usadas como diurético, e as raízes, como um remédio muito efetivo para a desintoxicação, atuando principalmente no fígado e nos rins (VITAMINA E CIA, 2002).

Entretanto, como em qualquer hortaliça folhosa, deve-se também ter a preocupação com o teor de nitrato nas folhas do almeirão, pois, segundo SCHRÖDER & BERO (2001), 50% do acréscimo de nitrato no organismo humano é causado pela ingestão de hortaliças.

Do ponto de vista toxicológico, sob determinadas condições, o nitrato pode combinar-se com aminas, vindo a formar nitrosaminas, que são mutagênicas e cancerígenas, ou entrar na corrente sanguínea e causar a metaemoglobinemia (MAYNARD et al., 1976; CRADDOCK, 1983; POMMERENING et al., 1992a,b; GRAIFENBERG et al., 1993), condição esta que diminui o transporte de oxigênio aos tecidos (MAYNARD & BARKER, 1972), principalmente em recém-nascidos com até três meses.

A Comunidade Européia recomendou, de modo geral, um limite máximo, em cultivo protegido, de 3.500 mg de nitrato por kg de matéria fresca nos vegetais, especialmente alface, para o período de abril a setembro (primavera-verão), e de 4.500 mg kg<sup>-1</sup> para novembro a março (outono-inverno), sendo o limite para o cultivo em campo aberto de 2.500 mg kg<sup>-1</sup> (SHORÖDER & BERO, 2001). No entanto, alguns países adotam os seus próprios limites, havendo variações significativas de um país para o outro, e mesmo entre os níveis sugeridos por pesquisadores. POMMERENING et al. (1992a) citaram limites de 4.000 e 2.000 mg kg<sup>-1</sup> para a Holanda e a Alemanha, respectivamente, enquanto GRAIFENBERG et al. (1993) classificaram como vegetais com alto teor de nitrato os que apresentavam teores acima de 1.000 mg de nitrato por kg de matéria fresca.

Entre os fatores ambientais que atuam sobre o teor de nitrato nas folhas, têm-se a intensidade luminosa e a temperatura, as quais são variáveis em função da região, da época de cultivo e do horário de colheita.

A intensidade luminosa está entre os fatores de maior importância no que se refere ao acúmulo de nitrato, atuando sobre a atividade da redutase do nitrato, que tem sua máxima atividade sob intensa luminosidade (WRIGHT & DAVISON, 1964; BEEVERS & HAGEMAN, 1969; MAYNARD & BARKER, 1972; MAYNARD et al., 1976; BLOM-ZANDSTRA & LAMPE, 1985; GRAIFENBERG et al., 1990). CROCOMO (1979) afirmou que temperaturas de 25 a 35 °C provocam diminuição na atividade da enzima redutase do nitrato, e a intensidade de sua inibição aumenta com o aumento da temperatura de 35 para 45 °C.

Não obstante o efeito isolado dos fatores ambientais ou da interação destes sobre o teor de nitrato nas hortaliças folhosas, deve ser considerada também a variabilidade genética para o potencial de acúmulo de nitrato. Diferenças genéticas pequenas, porém consistentes, têm sido encontradas entre espécies, subespécies e cultivares quanto à tendência para o acúmulo de nitrato (MAYNARD & BARKER, 1972).

Diante do exposto, objetivou-se verificar a existência de diferença entre quatro cultivares de almeirão e a

influência do horário de colheita sobre o teor de nitrato em suas folhas.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em hidroponia, durante o período de 16 de setembro a 10 de novembro de 2001, em Jaboticabal (SP), na latitude de 21°15'22" sul, longitude de 48°18'58" oeste e altitude média de 595 m.

A casa de vegetação que abrigou a estrutura hidropônica utilizada foi do tipo teto em arco, com lanternim, com 51 m de comprimento e 12,8 m de largura, pé-direito de 3 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade, de 0,150 mm de espessura e aditivo anti-ultravioleta, sem fechamento lateral nem 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 atinja 30 °C.

Os canais de cultivo da estrutura hidropônica foram constituídos por tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, cortados longitudinalmente, dispostos sobre cavaletes com declividade de 4%. O sistema utilizado foi o NFT com recirculação da solução nutritiva.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram quatro cultivares de almeirão (Pão de Açúcar, Folha Larga, Precoce de Trieste e Catalonha) e dois horários de colheita (5 e 17 horas). A unidade experimental foi constituída por 50 plantas (1,125 m<sup>2</sup>).

A semeadura foi realizada no dia 16-9-2001, em placas de espuma fenólica com células de 2x2x2 cm. Foram realizadas regas diárias, mantendo-se a espuma úmida e, quando as mudas se apresentavam, em média, com 3 cm de altura, dez dias após a semeadura (DAS), foram transferidas para uma piscina (sistema "floating"), com uma lâmina de 3 cm de solução nutritiva e concentração, em mg dm<sup>-3</sup>, de: 49,5 (N); 7,05 (P); 66 (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 dS m<sup>-1</sup>. A solução foi trocada diariamente, porque a piscina não apresentava sistema de aeração da solução nutritiva.

Quando as mudas se apresentavam, em média, com 8,5 cm de altura e três folhas definitivas (17 DAS, 3-10-2001), estas foram transplantadas para os canais de cultivo, sendo utilizado o espaçamento de 0,15 m entre linhas (entre canais) e 0,15 m entre plantas (nos canais).

A solução nutritiva utilizada foi preparada baseando-se na recomendação de FURLANI (1998) para macronutrientes e, para micronutrientes, na proposta por CASTELLANE & ARAÚJO (1994), ambas para a cultura da alface. As Tabelas 1 e 2 contêm as concentrações e quantidades dos fertilizantes utilizados no preparo da solução nutritiva, com o respectivo valor de condutividade elétrica medida após o preparo.

**Tabela 1** – Concentrações de macronutrientes (g dm<sup>-3</sup>) e micronutrientes (g dm<sup>-3</sup>), e condutividade elétrica (C.E., dS m<sup>-1</sup>) da solução nutritiva.

*Table 1 – Macronutrient (g dm<sup>-3</sup>) and micronutrient (g dm<sup>-3</sup>) concentrations, and electrical conductivity (C.E., dS m<sup>-1</sup>) of the nutrient solution.*

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	B	Mo	Mn	Cl	C.E.
187	33	40	220	127,5	40	52	0,046	0,25	5	0,31	0,05	0,43	30	2,3

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

**Tabela 2** – Quantidades de fertilizantes utilizados para o preparo da solução nutritiva.

*Table 2 – Quantity of fertilizers used to prepare the nutrient solution.*

Macronutrientes Macronutrients						
KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
← g m <sup>-3</sup> →						(mL m <sup>-3</sup> )
385	200	580	200	80	243,5	87,2
Micronutrientes Micronutrients (g m <sup>-3</sup> )	Ácido bórico <i>Boric acid</i>	Sulfato de cobre <i>Copper sulfate</i>	Ferro <i>Iron</i>	Sulfato de manganês <i>Manganese sulfate</i>	Sulfato de zinco <i>Zinc sulfate</i>	Molibdato de sódio <i>Sodium molybdate</i>
	1,85	0,19	Solução* <i>Solution*</i>	1,70	1,15	0,13

10,82 g de cloreto férrico hexaidratado; 14,90 g de EDTA e 50 mL de hidróxido de sódio 0,8 N.

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

\*10.82 g of hexahydrated iron chloride; 14.90 g of EDTA and 50 mL of sodium hydroxide 0.8 N.

Os valores de pH da solução nutritiva foram lidos com um peagômetro 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> 6 mol L<sup>-1</sup>). O resultado da análise química da

água utilizada no preparo e manejo da solução nutritiva encontra-se na Tabela 3.

Diariamente, foi feita a reposição de nutrientes e/ou de água. Para tanto, utilizou-se de uma solução-estoque de mesma concentração da solução nutritiva

**Tabela 3** – Análise química da água de abastecimento do Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais da Unesp-FCAV, utilizada no experimento. Jaboticabal (SP), 2001.

*Table 3 - Chemical analysis of the water used in the experiment. Jaboticabal (SP), Brazil.*

Parâmetros/Parameters	Unidades/Units	Resultados/Results
pH		8,1
Alcalinidade total/Total alkalinity	(mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup> )	113
Condutividade elétrica/Electrical conductivity	(dS/m)	0,1651
Dureza total/Total hardness	(mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup> )	69
Fluoretos/Fluorites	(mg F/dm <sup>3</sup> )	0,13
Sulfatos/Sulfates	(mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /dm <sup>3</sup> )	1
Nitrogênio amoniacal/Ammoniacal nitrogen	(mg N/dm <sup>3</sup> )	<0,001
Nitrogênio nitrato/Nitrate nitrogen	(mg N/dm <sup>3</sup> )	0,013
Nitrogênio nitrito/Nitrite nitrogen	(mg N/dm <sup>3</sup> )	0,006
Sódio/Sodium	(mg Na/dm <sup>3</sup> )	21
Potássio/Potassium	(mg K/dm <sup>3</sup> )	2
Cálcio/Calcium	(mg Ca/dm <sup>3</sup> )	26,5
Magnésio/Magnesium	(mg Mg/dm <sup>3</sup> )	0,52
Zinco/Zinc	(mg Zn/dm <sup>3</sup> )	<0,002
Chumbo/Lead	(mg Pb/dm <sup>3</sup> )	<0,02
Cádmio/Cadmium	(mg Cd/dm <sup>3</sup> )	<0,0006
Níquel/Nickel	(mg Ni/dm <sup>3</sup> )	<0,008
Ferro total/Total iron	(mg Fe/dm <sup>3</sup> )	<0,005
Manganês total/Total manganese	(mg Mn/dm <sup>3</sup> )	<0,003
Cobre/Copper	(mg Cu/dm <sup>3</sup> )	<0,003
Cromo total/Total chromium	(mg Cr/dm <sup>3</sup> )	<0,005

Análise efetuada de acordo com a 20ª Ed. Standar Methods, pelo Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (USP).

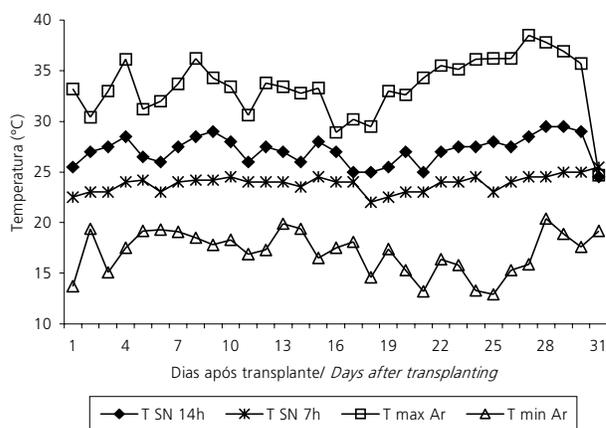
*Analyzed according to the 20<sup>th</sup> Ed. Standar Methods by the Laboratório de Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo (USP), Brazil.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

inicial. A reposição foi efetuada com base na condutividade elétrica (C.E.), sempre que esta era reduzida em 10% do valor inicial. A cada sete dias, fez-se a troca de toda a solução nutritiva. O reservatório proporcionou uma relação de 1,25 L de solução por planta, e a vazão da solução nutritiva nos canais de cultivo foi de 1,7 L por minuto.

A circulação da solução nutritiva foi controlada por um temporizador, sendo que, das 6 às 11 h e das 17 às 19 h, a solução circulava por 10 min com intervalos de 20 min, enquanto, no período das 11 às 17 h, havia 10 min de alimentação e 10 min de intervalo. No período noturno, foram realizadas duas circulações de 10 min, às 22 h e 2 h.

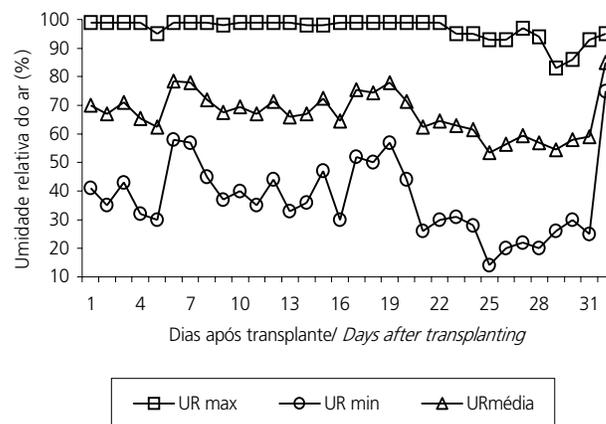
Durante o experimento, foram coletados, diariamente, às 7 e 14 h, dados diários de temperatura e umidade relativa do ar, assim como da temperatura da solução nutritiva no reservatório, com um termômetro imerso no seu interior, fixado na altura de captação da solução pela motobomba (Figuras 1 e 2).



**Figura 1** – Temperaturas máximas e mínimas diárias do ar (Ar) no interior da casa de vegetação e da solução nutritiva (SN) do reservatório às 7 e 14h. Unesp, Jaboticabal (SP), 2001. *Daily maximum (T max) and minimum (T min) air (Ar) temperatures (°C) inside the greenhouse and in the nutrient solution (SN) at 7 and 14 h. Unesp, Jaboticabal (SP), Brazil, 2001.*

Foram realizadas adubações foliares semanais com solução a 0,6% de cloreto de cálcio em 500 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de volume de calda, preventivas à ocorrência de queima dos bordos das folhas. Entretanto, foi observada a queima dos bordos no cv. Pão de Açúcar aos 18 dias após o transplante (DAT), e nos demais cultivares, aos 21 dias após o transplante (DAT). Para evitar o aparecimento de novos distúrbios, as pulverizações passaram a ser realizadas com intervalo de quatro dias até a colheita, cessando, então, o aparecimento do sintoma.

Aos 38 dias após o transplante (DAT) (10-11-2001), foram coletadas as amostras para a determinação do teor de nitrato. A coleta no período matutino teve início às 5 h, sendo finalizada às 6 h, e a do período vespertino teve início às 17 h e término às 18 h.



**Figura 2** – Umidades relativas máxima, mínima e média diária, observadas no interior da casa de vegetação. Unesp, Jaboticabal (SP), 2001. *Daily maximum (UR max), minimum (UR min) and mean (UR média) air relative humidity (%) inside the greenhouse. Unesp, Jaboticabal (SP), Brazil, 2001.*

Foi coletada uma folha jovem, completamente desenvolvida, de cinco plantas. Destas cinco folhas, coletou-se uma amostra de aproximadamente 5 g, do terço médio das folhas, sendo as amostras atadas em forma de pequenos "charutos", envolvidos em papel alumínio e, imediatamente, acondicionadas em nitrogênio líquido, paralisando o metabolismo celular.

No dia seguinte, as amostras foram liofilizadas, até atingir massa constante, utilizando-se de Liofilizador Super Modulyo. Após a secagem, as amostras foram moídas em micromoinho tipo Wiley.

Para a obtenção do extrato de leitura, foram seguidas as indicações de SOARES et al. (1985) e LIGERO et al. (1987). Incubaram-se 50 mg de amostra com 2,5 mL de água desionizada, fervente, e mantido em banho-maria a 80 °C durante 20 min. Em seguida, centrifugou-se a 1.200 G por 20 min, retirando-se o sobrenadante. Repetiu-se a extração por mais três vezes, juntando-se todos os sobrenadantes, completando-se o volume final para 12 mL com água desionizada.

O nitrato foi determinado no extrato, pelo método descrito por CATALDO et al. (1975), utilizando 40 mL do extrato, que foram transferidos para tubo de ensaio, adicionado-se 160 mL de ácido salicílico, a 5%, em ácido sulfúrico concentrado. Em seguida, a mistura foi agitada vigorosamente, mantida em repouso por 20 min; após esse intervalo, adicionaram-se 3,8 mL de hidróxido de sódio 2N. Depois do resfriamento da mistura à

temperatura ambiente, foi lida a absorvância a 410 nm em espectrofotômetro SPEC 20-D. A concentração de nitrato foi determinada inserindo-se os valores das leituras de absorvância em uma equação obtida previamente com soluções padrões submetidas a tratamento idêntico ao usado para os extratos. O "branco" foi constituído de água destilada no lugar do extrato. A partir do teor de nitrato em matéria seca e do teor de umidade, calculou-se o respectivo teor de  $\text{NO}_3^-$  na matéria fresca de almeirão, sendo os valores apresentados em mg de  $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$  de matéria fresca de almeirão.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F), aplicando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para a comparação de médias dos fatores cultivar e horário de colheita (BANZATTO & KRONKA, 1989).

## Resultados e discussão

Em todos os cultivares avaliados, os maiores teores de nitrato nas folhas foram encontrados quando a colheita ocorreu às 17 h. Na colheita realizada às 5 h, os teores de nitrato observados nos cultivares Pão de Açúcar, Precoce de Trieste, Folha Larga e Catalonha foram reduzidos em, aproximadamente, 32%, 26%, 18% e 13%, respectivamente, em relação à colheita realizada às 17 h (Tabela 4).

**Tabela 4** – Teores de nitrato nas folhas de cultivares de almeirão, cultivados em hidroponia, em função do horário de colheita.

*Table 4 - Nitrate levels in leaves of chicory cultivars cultivated in hydroponics system in function of the harvest time.*

Cultivares <i>Cultivars</i>	Teor de nitrato (mg $\text{NO}_3^-$ /kg de matéria fresca) <i>Nitrate concentration (mg <math>\text{NO}_3^-</math>/kg of fresh matter)</i>	
	5 h	17 h
	Pão de Açúcar	1774,15 Ab
Folha Larga	1312,32 Bb	1598,10 Ca
Precoce de Trieste	1246,59 Bb	1686,67 Ca
Catalonha	1982,19 Ab	2284,37 Ba
CV(%)	7,23	

Médias na coluna e na linha seguidas de mesmas letras maiúscula e minúscula, respectivamente, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

*Means followed by the same capital letter within lines and small letter within columns are not significantly different by the Tukey test at the 5% level of probability. The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

Embora a redução no teor de nitrato observada no cultivar Folha Larga tenha sido uma das menores, este

cultivar apresentou teor semelhante ao de Precoce de Trieste e inferior aos teores observados nos cultivares Pão de Açúcar e Catalonha.

Os resultados observados neste experimento, em que menores teores de nitrato foram observados em ausência de luminosidade, não podem ser, a princípio, compreendidos como divergentes ou contraditórios a informações disponíveis na bibliografia (WRIGHT & DAVISON, 1964; BEEVERS & HAGEMAN, 1969; MAYNARD & BARKER, 1972; MAYNARD et al., 1976; BLOM-ZANDSTRA & LAMPE, 1985; MONNERAT et al., 1990; POMMERENING et al., 1992a,b; GRAIFENBERG et al., 1993), em que os autores apontam a intensidade luminosa como um dos fatores promotores da redução do acúmulo de nitrato pelas plantas.

Um provável fator que contribuiu para o menor acúmulo de nitrato na colheita às 5 h foi o fornecimento da solução nutritiva, cuja circulação era interrompida antes do pôr-do-sol, porém com permanência da atividade da enzima redutase do nitrato contribuindo para a redução do teor do composto no final da tarde. Também a constatação de maiores teores de nitrato nas folhas de almeirão colhidas às 17 h pode ser atribuída ao fato de a colheita ter sido realizada no final do período do dia, quando se verificaram as temperaturas mais elevadas, as quais atuam negativamente na atividade da enzima redutase do nitrato. De acordo com CROCOMO (1979), a enzima redutase do nitrato tem a sua máxima eficiência em temperaturas abaixo de 25 °C. Temperaturas superiores determinam reduções na atividade da enzima em intensidade cada vez maior, proporcional ao aumento da temperatura, com conseqüente acúmulo do nitrato na planta, que pode ser armazenado, segundo MOOTT & STEWARD (1972), no vacúolo cuja função é regular o potencial osmótico das células.

No período experimental, foram observadas médias das temperaturas máximas de 33,6 °C, com picos próximos a 40 °C no final do cultivo (Figura 1), e média diária de 25,5 °C, considerando-se, para cálculo desta, o período noturno. Admite-se, portanto, que a temperatura média no período luminoso do dia foi superior ao limite térmico apresentado por CROCOMO (1979) como adequado à atividade da enzima.

O cultivar Pão de Açúcar foi o que apresentou maior teor de nitrato na colheita às 17 h. Provavelmente, a conformação da planta foi o diferencial entre os cultivares, uma vez que o cultivar Pão de Açúcar foi o único cultivar, entre os avaliados, com a característica de formar "cabeça", resultante do imbricamento das folhas e crescimento destas praticamente na vertical, com maior sombreamento entre folhas de uma mesma planta. Também a presença de nervura central bastante desenvolvida em relação aos cultivares Folha Larga e Precoce de Trieste se constitui em outra característica morfológica favorável à manifestação de maiores teores de nitrato no cultivar Pão de Açúcar.

O detalhe morfológico pode também ter sido a razão para o cultivar Catalonha apresentar elevado teor de nitrato, pois este apresenta nervura principal destacada e estreito limbo foliar. De acordo com WRIGHT & DAVISON (1964), nos pecíolos, os teores de nitrato são muito superiores aos observados no limbo foliar. GRAIFENBERG et al. (1993) verificaram que as concentrações nos pecíolos de espinafre são da ordem de 270% maiores que nas folhas. A possível explicação para esse fato é que essas estruturas se caracterizam por serem transportadoras e distribuidoras de substâncias e compostos, entre os quais o nitrato.

Os cultivares Folha Larga e Precoce de Trieste, com grande similaridade na morfologia da folha e na conformação da planta, apresentaram menores teores de nitrato, em ambos os horários de colheita, sem diferirem entre si. Os teores de nitrato nas folhas destes cultivares foram cerca de 30% menores que a média dos teores dos cultivares Pão de Açúcar e Catalonha, na colheita das 5 h, e cerca de 40% inferiores ao teor observado no cultivar Pão de Açúcar, na colheita realizada às 17 h.

Os teores de nitrato observados nos cultivares Pão de Açúcar e Catalonha colhidas às 17 h, segundo limites apresentados por POMMERENING et al. (1992a), estariam acima dos estabelecidos na Alemanha (2.000 mg kg<sup>-1</sup> de matéria fresca), porém abaixo dos limites estabelecidos na Suíça e na Holanda, de 3.550 e 4.000 mg kg<sup>-1</sup> de matéria fresca, respectivamente.

Diante dos resultados obtidos, recomendam-se os cultivares Folha Larga e Precoce de Trieste para cultivo em hidroponia, por apresentarem menores teores de nitrato e, preferencialmente, que a colheita, para regiões de condições climáticas semelhantes às do experimento, seja realizada no período noturno, antes do reinício da recirculação da solução nutritiva no período diurno.

## Conclusões

Em todos os cultivares, maiores teores de nitrato foram observados na colheita efetuada às 17 h, em relação à realizada às 5 h.

Para cultivo em sistemas e condições de manejo hidropônico, recomenda-se o uso dos cultivares Folha Larga e Precoce de Trieste, por acumularem menos nitrato, independentemente do horário de colheita, oferecendo menor risco à saúde humana.

## Referências

- BANZATTO, D. A.; KRONKA S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 277p.
- BEEVERS, L.; HAGEMAN, R. H. Nitrate reduction in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.20, p.495-522, 1969.
- BLOM-ZANDSTRA, M.; LAMPE, J. E. M. The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.), grown at different light intensities. **Journal of Experimental Botany**, London, v.36, n.168, p.1043-1052, 1985.
- CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: Funep, 1994. 43p.
- CATALDO, D. A. L.; HAROON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plants tissue by nitration of salicylic acid. **Communication Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.6, p.71-90, 1975.
- COELHO, R. L. **Acúmulo de nitrato e produtividade de cultivares de almeirão em cultivo hidropônico – NFT**. 2002. 67f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- CRADDOCK, Y. M. Nitrosamines and human cancer: proof of an association? **Nature**, London, v.306, n.5944, p.638, 1983.
- CROCOMO O. J. Assimilação do nitrogênio pelas plantas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: E.P.U., 1979. v.1, p.181-209.
- FURLANI, P. R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia**. Campinas: IAC, 1995. 19p. (Documentos, 55).
- FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. 30p. (Documentos, 168).
- GRAIFENBERG, A.; TEMPERINI, O.; RUFINI, F.; PAPALINI, P.; GIUSTINIANI, L.; DI PAOLA, M. L. L. Accumulo dei nitrati nella lattuga. **L'Informatore Agrario**, Roma, v.3, p.43-46, 1990.
- GRAIFENBERG, A.; BORSANTI, L.; BOTRINI, L.; TEMPERINI, O. La problematica dei nitrati. **L'Informatore Agrario**, Roma, v.6, p.43-48, 1993.
- LIGERO, F.; LLUCH, C.; HERVAS, A.; OLIVARES, J.; BEDMAR, E. J. Effect of nodulation on the expression of nitrate reductase activity in pea cultivars. **New Phytologist**, Cambridge, n.107, p.53-61, 1987.
- MAYNARD, D. N.; BARKER, A. V.; MINOTTI, P. S.; PECK, N. H. Nitrate accumulation in vegetables. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.28, p.71-118, 1976.
- MAYNARD, D. N.; BARKER, A. V. Nitrate content of vegetables crops. **HortScience**, Alexandria, v.7, n.3, p.224-226, 1972.
- MONNERAT, P. H.; CARVALHO, W. L.; SANTOS, R. H. S.; VIEGAS, P. R. Z.; SOUZA, M. E. Acumulação de nitrato em

duas cultivares de alface em função de níveis de nitrogênio e luminosidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.8, n.1. p.53, 1990. Resumo.

MOTT, R. L.; STEWARD, F. C. Solute accumulation in plant cells: V. An aspect of nutrition and development. **Annals of Botany**, London, v.36, p.915-937, 1972.

POMMERENING, B.; MASTROVITO, D.; PALAZZO, D.; VANADIA, S.; MARTELLI, S. Indagine sul contenuto di nitrati negli ortaggi dell' área metapontina. **L'Informatore Agrario**, Roma, v.19, p.47-53, 1992 a.

POMMERENING, B.; MASTROVITO, D.; PALAZZO, D.; VANADIA, S.; MARTELLI, S. Indagine sul contributo contenuto di nitrati negli ortaggi dell' área metapontina. **L'Informatore Agrario**, Roma, v.13, p.97-100, 1992 b.

SCHRÖDER, F. G.; BERO, H. Nitrate uptake of *Lactuca sativa* L. depending on varieties and nutrient solution in hydroponic system P.P.H. **Acta Horticulture**, Leuven, n.584, p.551-553, 2001.

SOARES, M. I. M.; LIPS, S. H.; CRESSWELL, C. F. Endogenous nitrate loss as an assay for nitrate reduction in vivo. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.4, n.64, p. 487-491, 1985.

VITAMINA E CIA, set. 2000. **Apresenta valores nutricionais de vários vegetais**. Disponível em: <<http://www.vitaminaecia.hpg.ig.com.br/almeiraorientacao.htm>>. Acesso em: 28 mai. 2002.

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

Recebido em 22-4-2004.

Aceito para publicação em 1-3-2005.