



## Teor de nitrato em alface hidropônica em função de vazões e períodos de pós-colheita

Antonio Aprígio<sup>1</sup>, Roberto Rezende<sup>2</sup>, Paulo S. L. de Freitas<sup>3</sup>,  
André R. da Costa<sup>4</sup> & Renan S. de Souza<sup>4</sup>

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar o teor de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) presente em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.) da cultivar Vera, conduzida por hidroponia, em função de vazões e períodos de pós-colheita. O experimento foi realizado no município de Cascavel, PR, em casa de vegetação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). As plantas foram nutridas mediante utilização de uma solução nutritiva caracterizada por possuir condutividade elétrica média de  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$  e que, ao percorrer toda a bancada de cultivo, retornava ao tanque de irrigação e reiniciava o processo, constituindo, desta forma, um sistema fechado. No experimento, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com oito repetições que foram representadas, individualmente, por duas plantas de alface, no esquema fatorial ( $3 \times 4$ ). Os tratamentos resultaram da combinação entre três vazões ( $0,5$ ;  $1,0$  e  $1,5 \text{ L min}^{-1}$ ) e quatro períodos de armazenamento pós-colheita (0; 24; 48 e 72 h). A determinação do teor de nitrato foi realizada por meio do método colorimétrico e os valores obtidos foram inferiores ao limite máximo exigido pela Comunidade Europeia. Os fatores investigados influenciaram significativamente os teores médios de nitrato.

**Palavras-chave:** ânions tóxicos, *Lactuca sativa* L., hidroponia, armazenamento de hortaliças

## Nitrate content in hydroponic lettuce in function of flow rate and post-harvest periods

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) content present in lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) of the Vera cultivar, produced under hydroponic system, in function of different flow rates and post-harvest periods. The experiment was conducted in the city of Cascavel-PR, in a greenhouse of the Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). The plants were nourished by the use of a nutrient solution, characterized by mean electrical conductivity of  $1.2 \text{ dS m}^{-1}$  which after passing the entire growing bench, returned to the irrigation tank and restarted the process, forming a closed system. The experiment was conducted in completely randomized design with eight replications, which were represented, individually, by two lettuce plants, in the factorial scheme ( $3 \times 4$ ). The treatments resulted from the combination among three flow rates ( $0.5$ ;  $1.0$ ; and  $1.5 \text{ L min}^{-1}$ ) and four post-harvest storage periods (0; 24; 48; and 72 h). The nitrate content was determined by the colorimetric method and the obtained values were lower than the maximum limit required by the European Community. The investigated factors influenced significantly the mean levels of nitrate.

**Key words:** toxic anions, *Lactuca sativa* L., hydroponics, storage of vegetables

<sup>1</sup> Doutor em Agronomia, Av. Brasil 4232, CEP 85884-000, Medianeira, PR, (45) 32408067, Ramal: 441. E-mail: [aprigio@utfpr.edu.br](mailto:aprigio@utfpr.edu.br)

<sup>2</sup> DAG/UEM. Fone: (44) 3261-1317. E-mail: [rrezende@uem.br](mailto:rrezende@uem.br)

<sup>3</sup> DAG/UEM. Fone: (44) 3261-1318. E-mail: [pslfreitas@uem.br](mailto:pslfreitas@uem.br)

<sup>4</sup> Doutorando do PGA/UEM. Fone: (44) 3265-3493/3225-6688. E-mail: [rcosta4@hotmail.com](mailto:rcosta4@hotmail.com); [nansoares86@hotmail.com](mailto:nansoares86@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea, que pertence à família das Asteráceas, cujas folhas podem ser verdes ou roxas, dependendo da cultivar. Seu sistema radicular é muito ramificado e explora os primeiros 0,25 m de profundidade do solo. A raiz pivotante pode atingir até 0,60 m de profundidade (Filgueira, 2008).

A produção de olerícolas é uma atividade agrícola vantajosa quando praticada em condições ambientais e mercados adequados para sua comercialização. Desta forma, é imprescindível a busca de novas alternativas de cultivo e tecnologias que contribuam para o aumento da produtividade (Araújo et al., 2009).

Atualmente, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido é muito difundido (Cuppini et al., 2010), devido à possibilidade de controle das condições adversas de cultivo, que favorece o desenvolvimento das plantas, permitindo a produção de olerícolas de melhor qualidade (Helbel Júnior et al., 2007).

A hidroponia consiste na condução de culturas sem utilização de solo, que é substituído por água, a qual carrega os nutrientes essenciais ao desenvolvimento da cultura (solução nutritiva). A alface é uma das principais culturas produzidas por hidroponia no Brasil, apresentando, neste caso, altos rendimentos (Furlani, 1999).

A técnica do fluxo laminar de nutrientes ou Nutrient Film Technique (NFT) é uma das mais utilizadas no Brasil para a cultura da alface (Rodrigues, 2002) e, segundo Alves et al. (2011), funciona como sistema de irrigação e drenagem, proporcionando destinação apropriada dos sais ao final da produção. A solução nutritiva é conduzida mediante utilização de sistema de bombeamento, a partir de um tanque até os canais de cultivo, para irrigar as raízes e em seguida retornar ao tanque.

Em condições hidropônicas, o nitrogênio é fornecido às plantas principalmente na forma de nitrato, mas também na amoniacal. Contudo, excessos na adubação favorecem o acúmulo do íon nitrato nas folhas (Luz et al., 2008) e nos tecidos (Byrne et al., 2002; Furtado, 2008).

O homem é exposto à presença do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) na água e alimentos que ingere. Este íon é convertido a nitrito na saliva bucal ou por redução gastrointestinal (Boink & Speijers, 2001) e ao entrar na corrente sanguínea oxida o ferro presente na molécula de hemoglobina resultando na produção de metahemoglobina, que impede o transporte do oxigênio necessário à respiração das células dos tecidos causando a metahemoglobinemia (Boink & Speijers, 2001; Faquin & Andrade, 2004). Ocorre, então, falta de oxigenação nas células do tecido cerebral; além disso, a combinação de nitrito com aminas gera as nitrosaminas, que são mutagênicas e cancerígenas (Mantovani et al., 2005) e que, segundo Krohn et al. (2003), impedem o transporte do oxigênio para os tecidos devido à transformação da hemoglobina em ferrihemoglobina.

O Brasil ainda não elaborou uma legislação para estabelecer os teores máximos de nitrato na massa fresca dos vegetais de modo que, para fins de monitoramento, são adotados índices europeus (Luz et al., 2008). Segundo a Norma Europeia n. 1881/2006, nos cultivos de inverno (1 de outubro a 31 de março) e de verão (1 de abril a 30 de setembro), as alfaces conduzidas em

ambiente protegido devem apresentar um limite de 4500 e 3500  $\text{mg NO}_3^- \text{kg}^{-1}$  de massa fresca (MF), respectivamente (Commission Regulation - EC, 2006).

As técnicas de conservação têm por objetivo diminuir a atividade metabólica dos produtos hortícolas, em especial a taxa respiratória, com conseqüente prolongamento da vida pós-colheita. Dentre essas técnicas se destaca o armazenamento a baixas temperaturas. A refrigeração é a técnica mais recomendada e econômica no armazenamento dos produtos (Alvares, 2006).

Há indícios de que na pós-colheita, a alface submetida à conservação em ambiente refrigerado apresenta redução significativa no teor de nitrato foliar, ao longo do período de armazenamento, conforme Turazi et al. (2006). Isto pode ocorrer em razão de um aumento da atividade da enzima redutase do nitrato nas folhas de alface, do dia da colheita para os dias seguintes, que favorece um acúmulo menor de nitrato (Yaneva et al., 1996).

Em sistemas hidropônicos, é possível que um teor maior de nitrato nas folhas de alface esteja associado a uma vazão maior, em virtude de evidências apresentadas por Helbel Júnior et al. (2008) ao indicarem que uma vazão maior está relacionada a uma maior produção da cultura. Segundo os referidos autores, esta é gerada pela melhor oxigenação da solução nutritiva, que favorece a respiração das raízes e contribui para a absorção de nutrientes, especialmente o nitrogênio, que é absorvido sobretudo na forma de nitrato.

Neste contexto, objetivou-se, aqui, determinar o teor de nitrato nas plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico, sob condições de diferentes vazões e períodos de armazenamento pós-colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), localizada no município de Cascavel, PR, e situada na latitude  $24^\circ 58' \text{ S}$  e na longitude  $53^\circ 26' \text{ W}$ , com altitude média de 800 m. O clima é temperado mesotérmico e superúmido, com temperatura, precipitação pluvial e umidade relativa média anual de  $21^\circ \text{ C}$ , 1940 mm e 75%, respectivamente (Cascavel, 1995).

A casa de vegetação utilizada foi do tipo semiarco, construída com laterais e cobertura de polietileno transparente de 150 micra de espessura, apresentando pé direito de 2,6 m, altura de vão central de 4,7 m e área total de 314,42  $\text{m}^2$ .

A solução nutritiva foi preparada e manejada conforme a recomendação de Furlani (1999), apresentando condutividade elétrica média de 1,15  $\text{dS m}^{-1}$ , que é considerada por Pinto et al. (2004) como o valor mais adequado para se obter maiores produtividades.

Duas caixas de polietileno de 200 L foram utilizadas como reservatório da solução, conectadas entre si por um tubo de 25 mm de espessura. Um conjunto motobomba foi instalado entre o reservatório e a bancada de cultivo, assim como um manômetro para regular a pressão do sistema, de modo a evitar oscilações na vazão.

O reservatório foi mantido a 80% de sua capacidade total (400 L) e reabastecido até 320 L, quando o volume da solução atingia aproximadamente 200 L. A instalação do equipamento foi realizada abaixo do nível das bancadas de cultivo, de maneira a permanecer semienterrado no solo, que permitia o retorno da solução nutritiva sob efeito da gravidade, até o reservatório inicial.

O conjunto motobomba, que recalcou a solução nutritiva do reservatório para o início dos canais de cultivo, foi composto de uma bomba de 0,5 cv de potência, instalada de forma afogada e acionada por meio de um temporizador (timer), com um bombeamento intermitente. O recalque da solução para as bancadas ocorreu durante o período de 15 min, com interrupção de 15 min entre as 6 e 20 h; ao longo da noite a interrupção foi de 2 h, no período entre as 20 e 6 h do dia seguinte.

A condutividade elétrica e o pH da solução foram acompanhados diariamente para evitar alguma mudança brusca dessas características, em virtude da ocorrência de eventuais falhas no sistema de bombeamento. O pH foi mantido entre 5 e 7 e a condutividade elétrica entre 0,8 e 1,5 dS m<sup>-1</sup>.

As plantas da cultivar Vera, utilizada no experimento, são vigorosas e apresentam folhas crespas, eretas e de coloração verde-claro brilhante; seu ciclo, da sementeira ao ponto ideal de colheita, varia de 50 a 70 dias, conforme a região ou época de cultivo. A cultivar apresenta, sob hidroponia, excelente resistência ao florescimento prematuro em cultivo de verão e apresenta, também, excelente desempenho em cultivo de inverno (Vechia et al., 1999).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, no esquema fatorial 3 X 4, com três vazões (0,5; 1,0 e 1,5 L min<sup>-1</sup>) e quatro períodos de armazenamento pós-colheita (0; 24; 48 e 72 h), perfazendo o total de doze tratamentos com oito repetições.

As vinte e quatro parcelas experimentais, correspondentes aos três tratamentos do fator vazão repetidos oito vezes, foram distribuídas em dezesseis canais de 6 m de comprimento, 0,05 m de profundidade e 0,12 m de largura, com 3% de declividade entre a extremidade superior e a inferior, sendo cada repetição representada por oito plantas de alface. Os canais de cultivo foram espaçados 0,25 m, assim como as plantas dentro de cada canal de cultivo. Nos limites externos foram dispostos canais de cultivo que funcionaram como bordadura do sistema.

Cada parcela hidropônica, excluindo-se as parcelas do fator armazenamento que não fazem parte do sistema hidropônico, foi formada por um canal de cultivo de PVC com as seguintes dimensões: 6 m de comprimento, 0,05 m de profundidade e 0,12 m de largura totalizando vinte e quatro parcelas, ou seja, três tratamentos repetidos oito vezes. Em cada parcela hidropônica as plantas, no total de vinte e quatro, foram distribuídas em espaçamento de 0,25 m e as parcelas (canais de cultivo) também foram espaçadas 0,25 m. Nas duas extremidades externas da bancada de cultivo foi disposto um canal de cultivo que funcionou como bordadura do sistema. As avaliações do teor médio de nitrato (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg<sup>-1</sup> de massa fresca ou MF) foram feitas em duas plantas centrais de cada parcela, considerando-se bordaduras as demais plantas das extremidades superiores e inferiores dos canais.

As amostras de folhas de alface foram pré-higienizadas, eliminando-se resíduos e folhas senescentes das plantas e, em seguida, foram pesadas e lavadas em água destilada e deionizada. Posteriormente, iniciou-se o processo de secagem para análise de nitrato com o tempo nulo de pós-colheita, isto é, imediatamente após a colheita. As amostras que seriam analisadas nos tempos pós-colheita posteriores (0; 24; 48 e 72 h) foram acondicionadas em câmaras frias na temperatura de 12 °C.

Todas as plantas foram separadas em raiz, caule e folhas; estas últimas foram alocadas em sacos de papel, de maneira individual para cada planta. A massa seca foi obtida pela secagem das folhas a 65 °C, até atingir peso constante, que ocorreu entre três e quatro dias após terem sido colocadas na estufa. Este processo foi repetido por quatro dias consecutivos, considerando-se o tempo de zero hora, no primeiro dia, até 72 h, no final do terceiro dia.

As determinações de nitrato foram realizadas pelo método colorimétrico, segundo procedimentos recomendados por Cataldo et al. (1975). Os dados foram submetidos à análise de variância. Na ocorrência de diferenças estatísticas significativas para a variável resposta, evidenciadas pelo teste F (P < 0,05), aplicou-se o teste de comparação de médias de Scott-Knott (P < 0,05); nessas análises foi utilizado o software estatístico SISVAR.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

As diferentes vazões e períodos de pós-colheita, e a interação entre estes fatores influenciaram significativamente o teor de nitrato nas folhas de alface da cultivar Vera (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para teor de nitrato nas plantas de alface da cultivar Vera

Fonte de variação	GL	F
Vazão	2	3,62*
Tempo	3	17,65*
Tempo X Vazão	6	2,63*
Média Geral (mg NO <sub>3</sub> kg <sup>-1</sup> MF)		1276,38
Coefficiente de Variação (%)		22,16

\* significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F

Com relação à interação entre vazão e períodos pós-colheita, foram detectadas diferenças significativas no estudo do desdobramento do primeiro fator dentro do segundo. Desta forma, foi aplicado o teste de Scott-Knott para avaliação das diferentes vazões nos quatro períodos de pós-colheita (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de teor de nitrato da cultivar de alface Vera para o desdobramento das vazões dentro dos períodos pós-colheita

Vazões (L min <sup>-1</sup> )	Períodos de pós-colheita (h)			
	0	24	48	72
	Teor de nitrato (mg NO <sub>3</sub> kg <sup>-1</sup> MF)			
0,5	1837,29 a	1387,42 a	1250,16 a	1147,53 a
1,0	1344,57 b	901,67 b	1348,71 a	1076,51 a
1,5	1630,46 a	1350,29 a	1338,55 a	976,21 a

\* Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade

Encontraram-se, no estudo das vazões dentro dos períodos pós-colheita, diferenças significativas somente no período de 0 h e 24 h após a colheita. O acúmulo de nitrato das plantas de alface da cultivar Vera sofreu redução de 36,4% quando a vazão aumentou de 0,5 a 1,0 L min<sup>-1</sup> imediatamente após a colheita. A redução foi mais acentuada (53,87%) no armazenamento 24 h após a colheita dentro desta mesma variação de vazão. Estas quedas são superiores às obtidas por Turazi et al. (2006), que avaliaram, dentre outros fatores, o efeito de quatro períodos pós-colheita (zero, três, cinco e sete dias) no teor de nitrato das plantas de alface da cultivar Verônica. Esses autores concluíram que ao longo de sete dias o teor de nitrato diminuiu de 1300,21 para 933,50 mg de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg<sup>-1</sup> de massa fresca, que representa uma queda percentual de 28,20%.

Também foram encontradas diferenças significativas ao se proceder ao desdobramento dos períodos de pós-colheita dentro das vazões, de modo que foi aplicado o teste de médias de Scott-Knott, conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores médios de teor de nitrato da cultivar de alface Vera para o desdobramento dos períodos de pós-colheita dentro das vazões

Período de pós-colheita (h)	Vazões (L min <sup>-1</sup> )		
	0,5	1,0	1,5
	Teor de nitrato (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> kg <sup>-1</sup> MF)		
0	1837,29 a	1344,57 a	1630,46 a
24	1147,53 b	901,67 b	1317,29 b
48	1250,17 b	1348,71 a	1338,56 b
72	1147,53 b	1076,51 b	976,21 c

\* Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade

Em ambos os desdobramentos (Tabelas 2 e 3), o teor médio de nitrato foi inferior ao limite máximo estabelecido pela Comunidade Europeia (Comission Regulation - EC, 2006). Resultado semelhante obtiveram Ohse et al. (2009), que realizaram um experimento em Florianópolis, SC, com o objetivo de avaliar o teor de nitrato nas folhas de plantas das cultivares de alface Regina, Vera, Mimoso Verde, Mimoso Vermelha e Lucy Brown, conduzidas por meio de hidroponia com o sistema NFT. Todas as cultivares apresentaram teor de nitrato abaixo dos índices estabelecidos pela Comunidade Europeia (Comission Regulation - EC, 2006) e a cultivar Vera foi a segunda cultivar em que se encontrou o menor teor de nitrato (80,22 mg de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg<sup>-1</sup> de MF).

Os valores mínimos do teor de nitrato obtidos neste trabalho (Tabelas 2 e 3) também são próximos e inferiores aos alcançados por Fernandes et al. (2002) que, ao avaliarem dez cultivares de alface no sistema hidropônico, encontraram valor mínimo de 1.076,00 mg de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg<sup>-1</sup> de MF com a cultivar Vera.

O teor de nitrato nas plantas de alface com a primeira vazão de 1,5 L min<sup>-1</sup> decresceu entre 0 e 72 h pós-colheita, representando redução percentual de 67,02%, comportamento que se repetiu na análise das plantas conduzidas com a vazão de 1,0 L min<sup>-1</sup>; entretanto, com decréscimo de 24,90%.

O nitrogênio é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas e nucleotídeos (Marengo & Lopes, 2009). Para que ocorra produção desses compostos, o nitrato deve

ser reduzido a íon amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), processo este realizado em duas etapas na planta, em que: primeiro, o nitrato é reduzido a nitrito no citoplasma das células vegetais por meio da enzima redutase do nitrato e, posteriormente, o nitrito é convertido a amônio nos cloroplastos, mediante atividade da enzima redutase do nitrito. Na primeira etapa, o agente redutor é o NADH gerado na respiração, enquanto que na etapa final é a ferredoxina, originada no fotossistema I da fase clara da fotossíntese (Faquin & Andrade, 2004).

Grande parte dos resultados brasileiros de trabalhos, em que se avaliaram os teores de nitrato de plantas de alface, é inferior aos limites máximos permitidos pela Comunidade Europeia (Comission Regulation - EC, 2006). Isto ocorre pelo fato do Brasil possuir clima tropical, com altos níveis de radiação e temperatura. Essas condições potencializam a atividade das enzimas redutase do nitrato e redutase do nitrito, intensificando, desta forma, a redução do nitrato a amônio, diminuindo os teores desse ânion na planta (Luz et al., 2008).

É possível que a refrigeração não tenha prejudicado a atividade da enzima redutase do nitrato, visto que o teor do ânion nas plantas diminuiu nos desdobramentos estudados (Tabelas 2 e 3). Segundo Chung et al. (2004), em ambientes refrigerados a enzima redutase do nitrato pode ser inativada em função do estresse causado pelo frio. Provavelmente, a temperatura de armazenamento empregada neste trabalho (12 °C) não foi suficiente para interromper a atividade dessa enzima, o que também foi verificado por Turazi et al. (2006), ao trabalharem com temperatura de armazenamento de 8 °C.

É bem provável que os resultados obtidos no presente estudo também tenham sofrido influência de fatores de ordem genética. A cultivar Vera apresenta folhas crespas e, segundo Ohse (1999), as cultivares de alface de folha lisa tendem a acumular mais nitrato em comparação às crespas. Outros fatores também podem ter contribuído com as respostas obtidas. De acordo com Santos et al. (2010), fatores como intensidade luminosa, temperatura, umidade relativa do ar e época de cultivo, são capazes de interferir no acúmulo de nitrato nas folhas de alface.

O cultivo hidropônico também pode ter desempenhado importante papel no comportamento das médias obtidas pelo presente trabalho. Lima et al. (2008), ao estudarem a influência de diferentes sistemas de cultivo (orgânico, convencional e hidropônico) sobre o teor de nitrato de folhas de alface da cultivar Vera, concluíram que os maiores acúmulos do ânion ocorreram em plantas sob cultivos hidropônicos. Os produtos originários da hidroponia possuem maior quantidade de nitrato pois, de maneira geral, o mesmo é utilizado em grande quantidade pelas culturas, fato que amplia sua disponibilidade e posterior absorção. Além disso, a alface é altamente responsiva à adubação nitrogenada (Resende et al., 2005).

Os teores de nitrato em alface variam conforme as diferentes partes da planta. Lopes et al. (2011) concluíram, analisando o teor desse ânion em alface da cultivar Verônica, que os mais altos teores de nitrato foram encontrados no caule, seguidos das folhas internas e das folhas externas das plantas. Como no presente estudo os teores de nitrato foram determinados a partir de amostras de folhas, o local de amostragem também pode ter influenciado os valores desse ânion, de modo a

permanecerem abaixo do limite máximo permitido pela Comunidade Europeia (Comission Regulation - EC, 2006).

### CONCLUSÕES

1. As plantas de alface da cultivar Vera, conduzidas por meio de hidroponia, apresentaram teores médios de nitrato abaixo dos limites estabelecidos pela Comunidade Europeia.

2. O aumento da vazão até  $1,0 \text{ L min}^{-1}$  e do período de pós-colheita até 24 h de armazenamento em temperatura de  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  foi favorável à redução do teor médio de nitrato nas folhas de alface da cultivar Vera, sob condições hidropônicas de cultivo.

3. O aumento do período de armazenamento pós-colheita a temperatura de  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  nas diferentes vazões estudadas, também favoreceu a diminuição do teor médio de nitrato nas folhas de alface da cultivar Vera, cultivadas em condições hidropônicas.

### LITERATURA CITADA

- Alvares, V. de S. Pré-resfriamento, embalagem e hidratação pós-colheita de salsinha. Viçosa: UFV, 2006. 161p. Tese Doutorado
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, p.491-498, 2011.
- Araújo, J. S.; Andrade A. P. de.; Ramalho, C. I.; Azevedo, C. A. V. de. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.152-157, 2009.
- Boink, A.; Speijers, G. Health effect of nitrates and nitrites: A review. *Acta Horticulturae*, v.563, p.29-36, 2001.
- Byrne, C.; Maher, M. J.; Hennerthy, M. J.; Mahon, M. J.; Walshe, P. A. Reducing the nitrate content of protected lettuce. Dublin: Irish Agriculture and Food Development Authority. University College, 2002. 19p.
- Cascavel. Prefeitura Municipal. Proposta para recuperação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Cascavel. Cascavel: Prefeitura Municipal de Cascavel, 1995. 164p.
- Cataldo, D. A.; Haroon, M.; Schrader, L. E.; Youngs, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Soil Science and Plant Analyses*, v.6, p.71-80, 1975.
- Chung, J. C.; Chou, S. S.; Hwang, D. F. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. *Food Additives and Contaminants*, v.21, p.317-322, 2004.
- Comission Regulation EC. ACTNo. 1881/2006 of 19 December 2006. <<http://europa.eu/legislationsummaries/foodsafety/contaminationenvironmentalfactors/121290en.htm>>. 18 Mai. 2011.
- Cupini, D. M.; Zotti, N. C.; Leite, J. A. O. Efeito da irrigação na produção da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), variedade "Pira Roxa" manejada através de "Tanque Classe A" em ambiente protegido. *Perspectiva*, v.34, p.53-61, 2010.
- Faquin, V.; Andrade, A. T. Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88p.
- Fernandes, A. A.; Martinez, H. E. P.; Pereira, P. R. G.; Fonseca, M. S. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, v.20, p.195-200, 2002.
- Filgueira, F. A. R. Novo manual de oleicultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- Furlani, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. *Acta Horticulturae*, v.481, p.777-778, 1999.
- Furtado, L. de F. Vazões de aplicação de solução nutritiva, teor de nitrato em alface sob cultivo hidropônico e aceitabilidade sensorial. Cascavel: UNIOESTE, 2008. 63p. Dissertação Mestrado
- Helbel Júnior, C.; Rezende, R.; Freitas, P. S. L. de; Frizzone, J. A. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1142-1147, 2008.
- Helbel Júnior, C.; Rezende, R.; Frizzone, J. A.; Santos, H. S.; Dallacort, R. Produção hidropônica da cultura da alface com soluções nutritivas e vazões distintas. *Acta Scientiarum - Agronomy*, v.29, p.391-395, 2007.
- Krohn, N. G.; Missio, R. F.; Ortolan, M. F.; Burin, A.; Steinmacher, D. A.; Lopes, M. C. Teores de nitrato em folhas de alface em função do horário de coleta e do tipo de folha amostrada. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.216-219, 2003.
- Lima, J. D. Moraes, W. da S.; Silva, S. H. G. M. da.; Ibrahim, F. N.; Silva Júnior, A. C. da. Acúmulo de compostos nitrogenados e atividade da redutase do nitrato em alface produzida sob diferentes sistemas de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.38, p.180-187, 2008.
- Lopes, C. C.; Tsuruda, J. H.; Ianckiewicz, A.; Kikuchi, F. K. Y. O.; Rodini, I.; Basso, J. M.; Takahashi, H. W. Influência do horário de colheita no teor de nitrato em alface hidropônica. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, p.63-68, 2011.
- Luz, G. L.; Medeiros, S. L. P.; Manfron, P. A.; Amaral, A. D. do; Müller, L.; Torres, M. G.; Mentges, L. Questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. *Ciência Rural*, v.38, p.2388-2394, 2008.
- Mantovani, J. R.; Cruz, M. C. P. da; Ferreira, M. E.; Barbosa, J. C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.53-59, 2005.
- Marenco, R. M.; Lopes, N. F. Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas, nutrição mineral. 1. ed. Viçosa: UFV, 2009. 486p.
- Ohse, S. Rendimento, composição centesimal e teores de nitrato e vitamina C em alface sob hidroponia. Piracicaba: USP, 1999. 103p. Tese Doutorado
- Ohse, S.; Ramos, D. M. R.; Carvalho, S. M. D. de; Fett, R.; Oliveira, J. L. B. Composição centesimal e teor de nitrato em cinco cultivares de alface produzidas sob cultivo hidropônico. *Bragantia*, v.68, p.407-414, 2009.
- Pinto, F. A.; Feitosa, V. da S.; Souza, V. S. de; Soares, I. Avaliação de diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva no cultivo de alface em substrato. *Revista Ciência Agronômica*, v.35, p.165-170, 2004.

- Resende, G. M.; Alvarenga, M. A. R.; Yuri, J. E.; Mota, J. H.; Souza, R. J.; Rodrigues Júnior, J. C. Produtividade e qualidade pós-colheita da alface americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.976-981, 2005.
- Rodrigues, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 762p.
- Santos, C. M. G.; Braga, C. de L.; Vieira, M. R. da S.; Cerqueira, R. C.; Brauer, R. L.; Lima, G. P. P. Qualidade da alface comercializada no município de Botucatu - SP. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v.11, p.67-74, 2010.
- Turazi, C. M. V.; Junqueira, A. M. R.; Oliveira, S. A.; Borgo, L. A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.65-70, 2006.
- Vecchia, P. T. D.; Koch, P. S.; Kikuchi, M. Vera: nova cultivar de alface crespa resistente ao florescimento prematuro. *Horticultura Brasileira*, v.17, p.171, 1999.
- Yaneva, L. A.; Mack, G.; Vunkova-Radeva, R. V.; Tischner, R. Changes in nitrate reductase activity and the protective effect of molybdenum during cold stress in winter wheat grown acid soil. *Journal of Plant Physiology*, v.149, p.211-216, 1996.