

Avaliação de teores de nitrato em cultivares de alface em ambiente protegido

Evaluation of nitrate levels in lettuce cultivars in protected environment

Kellen Kiara Barros Milhomens¹; Onésimo de Souza Cruz¹; Tiago Alves Ferreira¹; Rodrigo Robson Cavalcante¹; Aline Torquato Tavares¹; Ildon Rodrigues do Nascimento¹

¹ Fundação Universidade Federal do Tocantins.
E-mail: kiarabarrosm@hotmail.com

Resumo: A adubação nitrogenada é considerada, atualmente, um assunto bastante polêmico, pois, quando aplicada em excesso, pode resultar na redução da qualidade do produto pelo acúmulo de nitrato (NO_3^-) no tecido vegetal. É considerada como importante índice de qualidade devido aos possíveis efeitos prejudiciais à saúde resultantes da conversão do nitrato em nitrito (NO_2^-). Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito de doses de N no acúmulo de nitrato em cultivares de alface sob cultivo protegido no centro sul do estado do Tocantins. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) com sistema fatorial 2×4 , sendo duas cultivares Elba e Verônica e quatro doses de N (0; 75; 100 e 150 kg ha^{-1}) com três repetições. As características avaliadas foram o teor de nitrato em folhas novas, intermediária e velhas em mg kg^{-1} . As doses de nitrogênio influenciaram o acúmulo de NO_3^- nas folhas de alface. A cultivar Elba acumulou maiores teores de NO_3^- comparada à cultivar Verônica. As cultivares Elba e Verônica apresentaram teores de nitrato no tecido vegetal inferiores ao que são recomendados para o consumo humano.

Palavras-chave: Adubação. Nitrogênio. Ambiente de cultivo.

Abstract: Nitrogen fertilization is currently a very controversial issue, because when applied in excess can result in reduction of product quality through the accumulation of nitrate (NO_3^-) in the plant tissue. It is considered an important quality index due to the possible harmful health effects resulting from the conversion of nitrate to nitrite (NO_2^-). The objective of this work was to evaluate the effect of N doses on the accumulation of nitrate in lettuce cultivars under protected and open cultivation in the south central part of the state of Tocantins. The experimental design was a randomized block design (DBC) with a 2×4 factorial system, with two cultivars Elba and Verônica and four N rates (0; 75, 100 and 150 kg ha^{-1}) with three replicates. The evaluated characteristics were the nitrate content in new, intermediate and old leaves in mg kg^{-1} . Nitrogen levels influenced the accumulation of NO_3^- in lettuce leaves. The cultivar Elba accumulated higher levels of NO_3^- compared to the cultivar Verônica. The cultivars Elba and Verônica presented nitrate levels in the vegetal tissue inferior to those that are recommended for the human consumption.

Keywords: Fertilization. Nitrogen. Culture environment.

Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas mais consumidas no mundo. (GOMES *et al.*, 2008). Possui boa fonte de vitaminas e sais minerais e, devido ao baixo teor de calorias, é recomendada para dietas alimentares ricas em fibras. (FILGUEIRA, 2008).

Essa hortaliça é composta, basicamente, por folhas, portanto responde muito bem a nutrientes que promovem o crescimento vegetativo, em especial ao nitrogênio (N). (MOTA *et al.*, 2016). No entanto, quando as fontes nitrogenadas são aplicadas em excesso, podem resultar na redução da qualidade do produto pelo acúmulo de nitrato (NO_3^-) no tecido vegetal. Nesse sentido, o teor de nitrato é considerado como importante índice de qualidade devido aos possíveis efeitos prejudiciais à saúde resultantes da conversão do nitrato em nitrito (NO_2^-). (DU; ZHANG; LIN, 2007).

A alface acumula nitrato nos vacúolos dos tecidos quando há desequilíbrio entre absorção e assimilação do íon. (MATALLANA GONZALEZ; MARTINEZ-TOMÉ; TORIJA ISASA, 2010). O acúmulo de nitrato, além de caráter genético, também é bastante influenciado pela luminosidade, pela temperatura, pelo sistema de cultivo, pela adubação, entre outros fatores. (LUZ *et al.*, 2008). Os produtores de hortaliças buscam encontrar práticas culturais para prevenir ou reduzir o acúmulo de nitrato em vegetais, que pode ser alto em cultivos em ambiente protegido, dependendo da época do ano. (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012).

Na Europa, vários países têm estabelecido limites máximos toleráveis de 3500 a 4500 mg de NO_3^- kg de massa fresca para cultivos de inverno e 2500 mg de NO_3^- kg de massa fresca para cultivos de verão (COMETTI, 2003), com índice de máxima de ingestão diária admissível para humanos de nitrato e nitrito de 5 e de 0,2 mg kg^{-1} de peso corporal, respectivamente.

Portanto, objetivou-se, com o presente trabalho, verificar o efeito de doses de N no acúmulo de nitrato em cultivares de alface sob cultivo protegido no centro sul do estado do Tocantins.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em dois ambientes (casa de vegetação e convencional) no setor de Olericultura da Universidade Federal do Tocantins (UFT), na cidade de Gurupi, centro sul do Tocantins, situada 11°43'45" de latitude Sul e 49°04'07" de longitude Oeste, a uma altitude de 287 metros. A temperatura média é de 32°C no período de seca (de abril a setembro) e de 26°C no período de chuvas (de outubro a março).

Foram utilizadas duas cultivares de alface, Elba® e Verônica®, as quais possuem folhas soltas e crespas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com sistema fatorial 2x4, sendo duas cultivares e quatro doses de N (0; 75; 100 e 150 kg ha^{-1} de N) com três repetições.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor de 128 células com substrato comercial. Os canteiros foram levantados de forma manual, utilizando-se enxadas, os mesmos possuíam 10 m de comprimento, 1 m de largura e 0,30 m de

altura, com espaçamento entre mudas de 0,30 x 0,25 m entre linha e entre plantas, respectivamente.

Aos 12 dias após a semeadura (DAS), realizou-se o transplante das mudas para os canteiros. Cada parcela constituía-se de 12 plantas, as quais foram avaliadas as quatro plantas centrais como parcela útil.

Na adubação de base, foi utilizado como fonte de fósforo (165 g de superfosfato simples) (SS) e de potássio (9 g de KCl) por parcela, de acordo com análise de solo e necessidade da cultura (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999), conforme a amostra de solo.

Para a adubação do nitrogênio, utilizou-se a ureia que contém 45% de nitrogênio. As doses foram diluídas em cinco litros de água e aplicadas em cobertura após 15 dias do transplante das mudas. Os tratamentos sem adubação nitrogenada também receberam cinco litros de água sem adição de ureia. A irrigação diária foi por gotejamento. Durante a condução do experimento, realizou-se, periodicamente, o controle de plantas daninhas, de forma manual, com auxílio de enxadas.

A análise química do solo indicou: pH CaCl_2 = 5,51; M.O. g/dm^3 = 8,99; Ca= 2,24 cmol/dm^3 ; Mg= 1,65 cmol/dm^3 ; H+Al= 2,49 cmol/dm^3 ; K= 0,09 cmol/dm^3 ; CTC(T)= 7,07 cmol/dm^3 ; SB= 4,58 cmol/dm^3 ; V(%)= 6476.

Aos 27 dias após o transplante das mudas, as plantas foram coletadas para avaliação. Nessa ocasião, foram pesadas, lavadas em água corrente para retirada do excesso de impurezas e, depois, lavadas em água destilada. As folhas foram separadas em sacos de papel e identificadas como folhas velhas (mais externas), intermediárias e jovens. Em seguida, foram colocadas em estufa a 60°C. Quando secas, foram peneiradas, de forma que se obtinha um pó. Após essa etapa, avaliaram-se os teores de nitrato no tecido vegetal, conforme metodologia descrita por Cataldo *et al.* (1975) e modificada por Mantovani *et al.* (2005). Na determinação dos teores de nitrato, foram pesados 100 mg do tecido vegetal, previamente seco, adicionaram-se 10 ml de água e centrifugou-se por 20 minutos a uma rotação de 4.000 rpm. Em seguida, filtrou-se o sobrenadante em papel filtro quantitativo lento (poros de 28 μm).

A quantificação foi realizada com uma alíquota de 0,1 ml do sobrenadante filtrado e 0,4 ml de ácido salicílico a 5%, deixando em repouso por 20 minutos. Após esse período, adicionou-se 9,5 ml de $\text{NaOH} \cdot 2\text{N}$, deixou-se esfriar e realizou-se a leitura no espectrofotômetro a 450 nm.

Foi realizada a análise de variância e, quando significativa, foram realizados a análise e o desdobramento de cada fator, por meio do teste de Tukey, com nível de 5% de probabilidade.

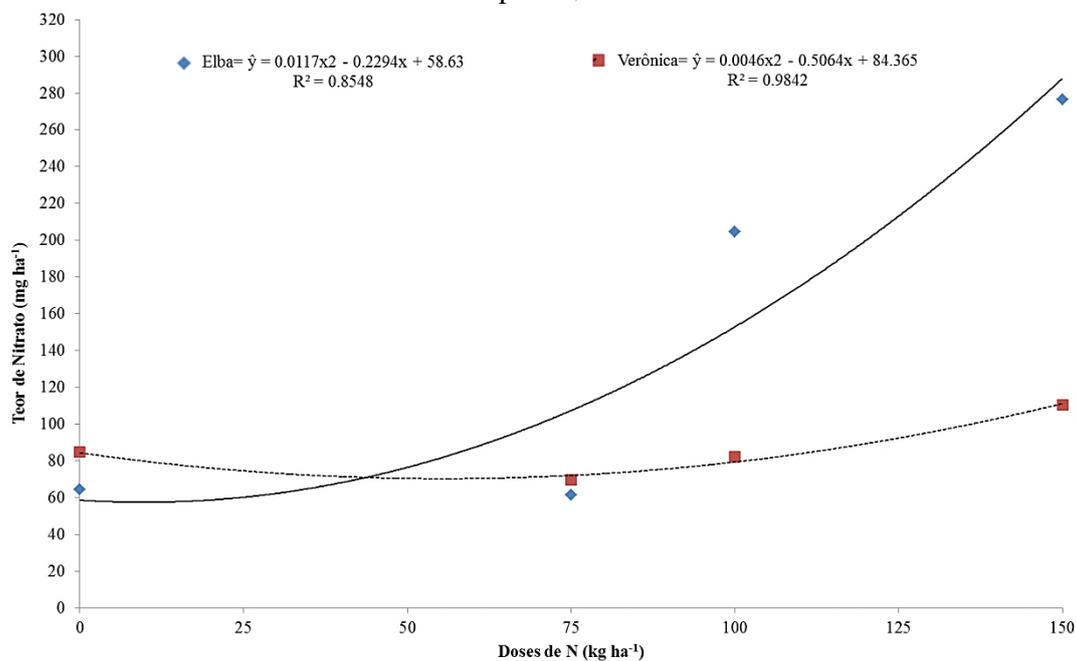
Resultados e discussão

Observou-se incremento de teores de nitrato nas folhas novas com o aumento das doses de nitrogênio em ambiente protegido, no qual, entre as doses de 0 a 150 kg ha^{-1} de nitrogênio, observou-se maior incremento na dose de 150 kg ha^{-1} de N (Figura 1).

O acréscimo desses teores com o aumento das doses deve-se à maior disponibilidade de nitrogênio (N) no meio de cultivo. Purqueiro *et al.* (2007)

verificaram, em trabalho, que o aumento das doses de N proporcionaram maior acúmulo de NO_3^- do que acréscimo de matéria fresca.

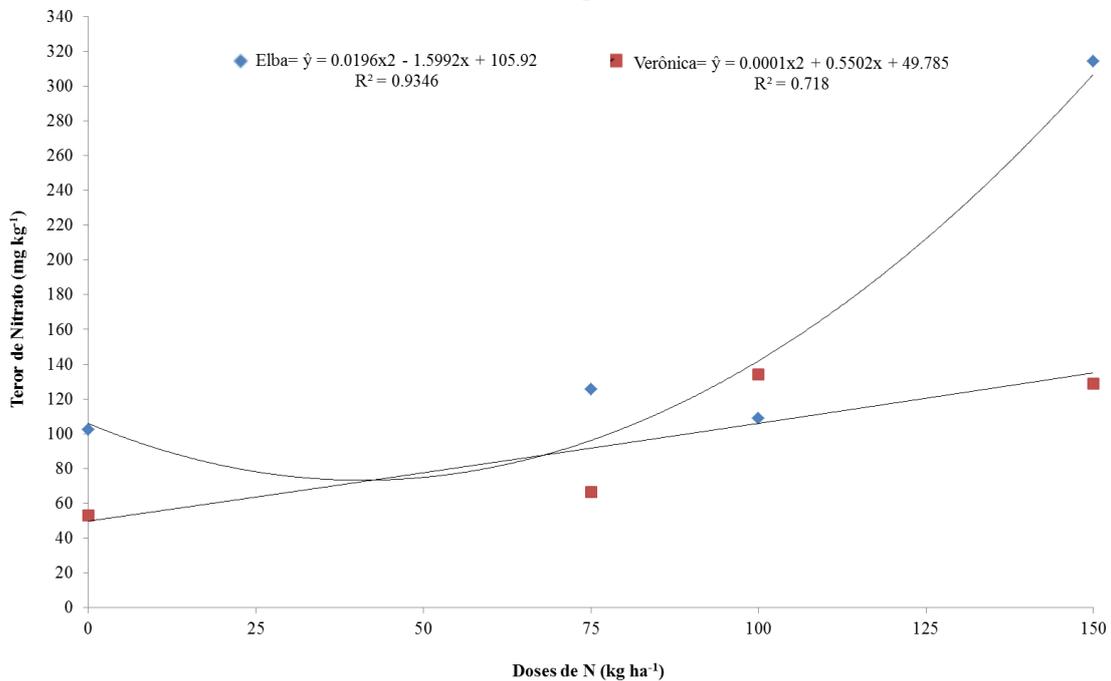
Figura1: Teor de nitrato (mg kg^{-1}) em folhas novas de alface das cultivares Elba e Verônica em ambiente protegido em Gurupi, região centro-sul do estado do Tocantins. Gurupi-TO, 2012.



Para a cultivar Verônica, observou-se aumento nos teores de nitrato com o aumento das doses de N, porém, o acúmulo foi menor do apresentado na cultivar Elba, indicando que, além de fatores climáticos, os fatores genéticos também exercem influência no acúmulo de nitrato em alface (Figura 1).

Nas folhas intermediárias para a cultivar Elba, observou-se, em cultivo protegido, uma variação de 102,25 a 314,25 mg kg^{-1} de nitrato entre as doses de 0 a 150 kg ha^{-1} de nitrogênio, com maior resposta na dose de 150 kg ha^{-1} (Figura 2). Cometti (2003) encontrou, nas folhas intermediárias, teores de nitrato de 393 mg kg^{-1} de NO_3^- , superior aos encontrados neste trabalho, podendo ser explicado pelo fator genética da cultivar utilizada, que pode absorver e assimilar em maior quantidade esse nutriente.

Figura 2: Teor de nitrato (mg kg^{-1}) em folhas intermediárias de alface das cultivares Elba e Verônica em ambiente protegido em Gurupi, região centro-sul do estado do Tocantins. Gurupi-TO, 2012.

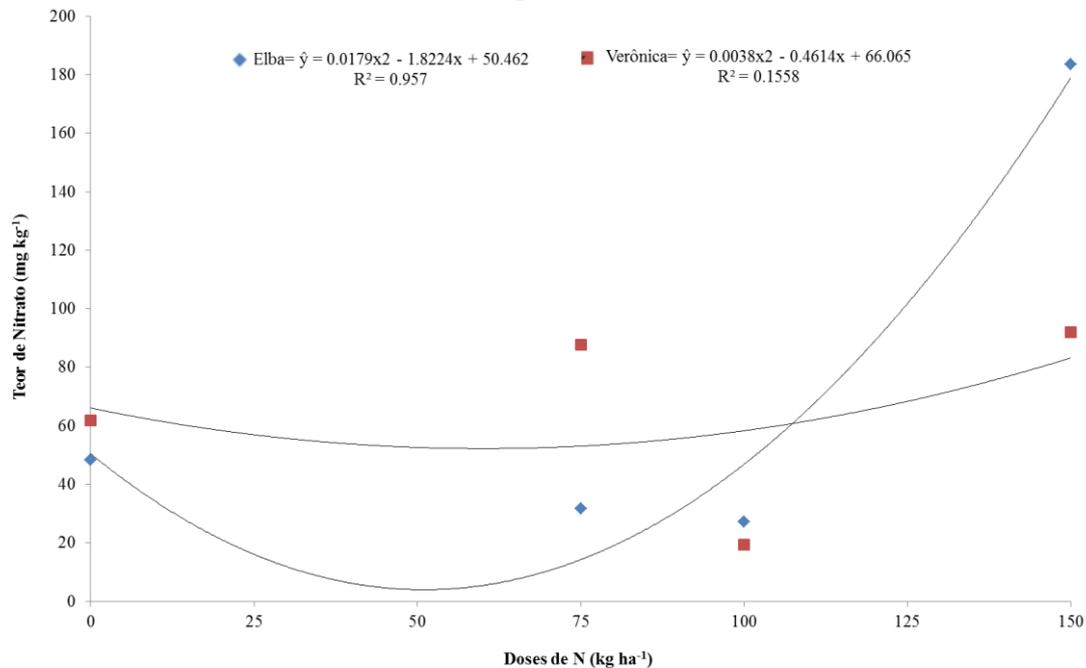


Nas folhas intermediárias para a cultivar Verônica, observou-se uma variação de 52,93 a 134,31 mg kg^{-1} de nitrato. Porém, quando comparadas as duas cultivares, a cultivar Elba obteve maiores incrementos de teores de nitrato nas folhas intermediárias. A redução da luz incidente em ambientes com restrição à luz certamente contribuiu para esse acúmulo, visto que a redutase de nitrato é uma enzima cuja atividade é altamente modulada pela luz, sendo a irradiância um dos fatores que mais interferem no acúmulo de nitrato nos vegetais. (KROHN *et al.*, 2003). Juntamente com a intensidade luminosa, a disponibilidade de nitrogênio é o fator que mais exerce influência no acúmulo de nitrato pelas plantas. (PÔRTO *et al.*, 2012).

Aquino *et al.* (2007), trabalhando com dois ambientes de cultivo, observaram que o teor de nitrato foi maior nas plantas cultivadas nos ambientes com restrição de luz (sob malhas), comparado com o cultivo convencional.

Nas folhas velhas para a cultivar Elba, houve uma variação de 27,23 a 183,43 mg kg^{-1} de nitrato entre as doses de 0 a 150 kg ha^{-1} de N (Figura 3). Contudo, em cultivo convencional, houve um decréscimo de NO_3^- à medida que as doses aumentam. A redução dos teores de nitrato nas folhas velhas pode estar associada à translocação para as partes mais jovens da planta.

Figura 3: Teor de nitrato (mg kg^{-1}) em folhas velhas de alface das cultivares Elba e Verônica em ambiente protegido em Gurupi, região centro-sul do estado do Tocantins. Gurupi-TO, 2012.



Lima *et al.* (2008) relatam, em trabalho, que o maior acúmulo de nitrato é nos tecidos do caule, seguido da raiz e do limbo foliar, ocorrendo, assim, provavelmente por fluxo de nitrato para outros sítios de redução. Pôrto *et al.* (2008) relataram, também, acúmulo de nitrato em diferentes partes da alface com o aumento das doses de nitrogênio com $93,96 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso fresco nas raízes, $183,45 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso fresco no caule e $121,98 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso fresco em folhas, com doses de 30 a 150 kg ha^{-1} de N.

Os teores de NO_3^- nas folhas velhas da cultivar Verônica variaram de $19,29$ a $91,88 \text{ mg kg}^{-1}$ de massa fresca entre as doses de 0 a 150 kg ha^{-1} de nitrogênio, com maior incremento de NO_3^- na dose de 150 kg ha^{-1} de N e menor na dose de 100 kg ha^{-1} de N (Figura 3).

Ao avaliar os teores de nitrato nas folhas com diferentes idades fisiológicas, observou-se que houve diferença entre as cultivares em relação às doses estudadas. Esse resultado pode estar relacionado à capacidade dessas duas cultivares em assimilar o nitrato. Resultado diferente foi encontrado por Hidalgo *et al.* (2004) para as mesmas cultivares, os quais não encontraram diferença entre elas em relação ao teor de nitrato na parte aérea.

Conclusão

As doses de nitrogênio influenciaram o acúmulo de NO_3^- nas folhas de alface.

A cultivar Elba acumulou maiores teores de NO_3^- comparada à cultivar Verônica.

As cultivares Elba e Verônica apresentaram teores de nitrato no tecido vegetal inferiores ao que são recomendados para o consumo humano.

Referências

- AQUINO, L. A. de; PUIATTI, M.; ABAURRE, M. E. O.; CECON, P. R.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; CASTRO, M. R. S. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. *Horticultura Brasileira*, 25: 381-386. 2007.
- CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.6, p.71-80. 1975.
- COMETTI N. N. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico-Sistema NFT. 2003.128 f. Tese (Doutorado em Agronomia- Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- DU, S.; ZHANG, Y.; LIN, X. Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implications to human health. *Agricultural Science in China*, v. 6, n.10, p. 1246-55. 2007.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa, MG: UFV. p. 421. 2008.
- GOMES, L. A. A.; RODRIGUES A. C.; COLLIER L. S.; FEITOSA, S. S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. *Horticultura Brasileira*, 26:359-363. 2008.
- HIDALGO, P. C.; TAKAHASHI, H. W.; YAMASHITA, F.; FEY, R. *Desempenho de cinco cultivares de alface em hidropônica*. Congresso de Olericultura. 2004. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/download/biblioteca/45_0164.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- KROHN, N. G.; MISSIO, R. F.; ORTOLAN, M. L.; 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*, 21: 216-219. 2003.
- LIMA J. D.; MORAES, W. S.; SILVA, S. H. M. G.; IBRAHIM, F. N.; SILVA JÚNIOR, A. C. Acúmulo de compostos nitrogenados e atividade da redutase do nitrato em alface produzida sob diferentes sistemas de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 38, n. 3, p. 180-187. 2008.
- LUZ, G. L; MEDEIROS, S. L. P; MANFRON, P. A; AMARAL, A. D; MÜLLER, L; TORRES, M. G; MENTGES, L. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.8, p.2388-2394. 2008.

MANTOVANI, J. R.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J.C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. *Pesq. agropecuária bras.*, Brasília, v.40, n.1, p.53-59. 2005.

MATALLANA GONZALEZ, M. C; MARTINEZ- TOMÉ, M. J; TORIJA ISASA, M. E. *Food Additives and Contaminants: Part B.* v. 3, n. 1, p. 19-29. 2010.

MOTA, J. H.; SILVA, C. C. R.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Produção de alface americana em função da adubação nitrogenada nas condições de primavera em jataí-go. *Revista de Agricultura*, v.91, n.2, p. 156 – 164. 2016.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. *Horticultura Brasileira*, 30: 18-25. 2012.

PÔRTO, M. L. A.; ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; ARAÚJO, R. C.; ARRUDA, J. A.; TOMPSON JÚNIOR, U. A. Doses de nitrogênio no acúmulo de nitrato e na produção da alface em hidropônica. *Horticultura Brasileira*, 30: 539-543. 2012.

PÔRTO, M. L.; ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; ARAUJO, R. C.; ARRUDA, J. A. Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral Nitrogen supply and organic fertilization. *Horticultura Brasileira*, 26: 227-230. 2008.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. *Horticultura Brasileira*, 25: 464-470. 2007.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T. G.; ALVAREZ, V. V. H. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5º Aproximação.* Editores. – Viçosa, MG, 1999. 359 p.