

## Estado nutricional de cultivares de alface em função da adubação orgânica e ambientes de cultivo

<sup>1</sup> Alisson Franco Torres da Silva, <sup>3</sup> Genilda Canuto Amaral, <sup>1</sup> João Batista da Silva Oliveira ,  
<sup>1</sup> Alcilane Arnaldo Silva, <sup>2</sup> Markilla Zunete Beckmann-Cavalcante

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, s/n, Ininga, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil. E-mail: alisson@ufpi.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco, Avenida José de Sá Maniçoba, s/n, Campo Universitário, CEP 56304-917, Petrolina, PE, Brasil. E-mail: markilla.beckmann@univasf.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindemberg, 316, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil. E-mail: genildacanuto@gmail.com

**Resumo:** A cultura da alface é uma hortaliça tradicionalmente cultivada por pequenos produtores, no entanto, a depender da região ainda é uma novidade. Neste sentido, objetivou-se avaliar o estado nutricional de diferentes cultivares de alface em função da adubação orgânica e de ambientes de cultivo. O experimento foi conduzido no Setor de Horticultura do Campus Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com três repetições, com os tratamentos distribuídos em parcelas sub-subdivididas em faixas, referentes aos sistemas de cultivo nas parcelas (telado com 50% de sombreamento e a céu aberto), às doses de adubação orgânica com nas sub-parcelas (0; 20; 40; 60 e 80 t ha<sup>-1</sup>), e as cultivares de alface nas sub-subparcelas ('Delícia', 'Babá de Verão' e 'Itapuã 401'). Cada unidade experimental foi composta por dezoito plantas. Foram avaliados os teores de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas de alface. Contudo, o uso do telado com sombrite 50% no cultivo da alface proporcionou os maiores teores foliares de N, P, K, Ca e Mg; recomenda-se dosagens de esterco bovino na ordem de 50 a 80 t ha<sup>-1</sup> no cultivo sob telado; e, a cultivar 'Delícia' pode ser indicada para o cultivo nas condições do Sul do Piauí, principalmente sob telado.

**Palavras chave:** *Lactuca sativa* L., Nutrição de plantas, Luminosidade.

## Nutritional status of lettuce cultivars in function of organic manure and cultivation environments

**Abstract:** Lettuce is a vegetable crop traditionally grown by small farmers, however, depending on the region may be still a novelty. In this sense, the nutritional status of different lettuce cultivars were evaluated in function of organic manure and cultivation environments. The experiment was carried out at Horticulture Sector of the Campus Profa. Cinobelina Elvas of Federal University of Piauí. The experimental design was in randomized blocks with three replications and the treatments were distributed in split-split-plot design, referring to cultivation environments in plots (with 50% of shade and the open sky), doses of organic fertilization in split-plot (0, 20, 40, 60 and 80 t ha<sup>-1</sup>), and the cultivar in split-split-plot ('Delícia', 'Babá de Verão' and 'Itapuã 401'). Each experimental unit consisted of 18 plants. The contents of N, P, K, Ca and Mg were evaluated in the shoots of lettuce. The use of 50% of shade in the lettuce cultivation influenced the foliar content of N, P, K, Ca and Mg; recommended the organic manure between 50 to 80 t ha<sup>-1</sup> under shade cultivation; and the lettuce cultivar 'Delícia' is indicated for the cultivation in South Region of Piauí State, mainly under shade.

**Key words:** *Lactuca sativa* L., Plant nutrition, Luminosity .

## Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada uma das hortaliças folhosas mais produzidas e comercializadas no Brasil e destaca-se também no consumo por sua importância alimentar como fonte de vitaminas, sais minerais e fibras (Santi et al., 2010). No entanto, apesar de ser explorada em todo o território nacional, na região Nordeste a produção é baixa, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2013), quando comparada com regiões que apresentam clima mais propício ao cultivo desta folhosa. Segundo Puiatti e Finger (2005) a variação ótima para a cultura é de 4 a 27 °C.

De acordo com Caron et al. (2007), as relações entre as condições climáticas e a produção agrícola são complexas, pois afetam diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas nos diversos estádios das culturas. Com origem de clima temperado, a cultura da alface, quando exposta a condições de estresse, como em altas temperaturas, tende a reduzir seu ciclo, comprometendo a produção e tornando as folhas mais rígidas (Filgueira et al., 2008), impedindo que expresse todo o potencial genético das plantas. Além disso, as temperaturas elevadas podem estimular o pendoamento, acelerando ainda mais quando ocorre associação entre altas temperaturas e dias longos, sendo esta uma característica indesejável, pois inviabiliza o produto para comercialização (Diamante, Seabra, Inadaki & Silva, 2013).

Também é sabido que nas hortaliças folhosas a adubação, em especial a nitrogenada se reflete diretamente na produtividade, pois o fornecimento de doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (Marschner, 1995, Trani & Raij, 1997). A adubação orgânica, uma forma alternativa à adubação convencional tem sido largamente utilizada, no entanto, a fonte e dose ideal de adubo orgânico para o cultivo da alface ainda não é um consenso na literatura com doses variando de 56,1 t ha<sup>-1</sup> (Yuri, Resende, Rodrigues, Mota & Souza, 2004) a 91,2 t ha<sup>-1</sup> (Silva, Villas Bôas & Silva, 2010), o que é variável de acordo com a condição edafoclimática e cultivar empregada.

Parte da produção provém de pequenas propriedades, onde os métodos de cultivo existentes são rudimentares e na maioria das vezes, não correspondem às expectativas de produtividades esperadas, que pode ser gerado pelo reduzido nível de tecnologia, falta de cultivares adaptadas às altas temperaturas, luminosidade e informações técnicas sobre o manejo desta cultura nessas condições.

Em se tratando de material genético, a recomendação para cultivares de alface, geralmente realizada pelas empresas produtoras de sementes, nem sempre são adaptadas para uma ampla faixa de ambiente, necessitando de outras estratégias para que o cultivo possa ser realizado. Na literatura científica é possível verificar vários trabalhos conduzidos no sentido de avaliar o desempenho de cultivares em diferentes regiões do Brasil com resultados satisfatórios, à exemplo de Santos et al. (2009), Blat, Branco e Trani (2011), Guimarães, Mandelli e Silva (2011), Santana, Santi, Dallacort e Santos (2012), Azevedo et al. (2013) e Diamante et al. (2013).

De acordo com Queiroz, Costa, Neves, Seabra e Barelli (2014), o desafio para esta espécie é desenvolver genótipos tropicalizados pelo fato de apresentar alta demanda em todas as regiões do Brasil. A produtividade da alface e seu valor nutricional dependerá da interação de diversos fatores, entre eles genética de plantas, condições climáticas, a adubação e as condições do solo, dentre outros. Estudos nesta temática ainda são necessários para as mais diversas regiões, tomando como exemplo o que ocorre no Vale do Gurguéia, no sul do Estado do Piauí, que carece de informações para melhorar os sistemas produtivos.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o estado nutricional de diferentes cultivares de alface em função de doses de esterco bovino e ambientes de cultivo em Bom Jesus, PI.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Horticultura do Campus Prof<sup>a</sup>. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí (CPCE/UFPI), em Bom Jesus, Piauí (09°04'28"S, 44°21'31"W,

277 m), de setembro à novembro de 2011, em solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico.

A análise química e granulométrica do solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, apresentaram as seguintes características: MO 2,0%; pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,9; Ca<sup>2+</sup> 3,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> 1,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> 2,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC 7,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Saturação por base 66,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P (Melich) 110,00 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> 1,32 mg dm<sup>-3</sup>; Areia 40%; Silte 21% e Argila 39%. As características do esterco bovino foram: MO 20,5%; N 0,80%; Mg 0,24%; K<sub>2</sub>O 1,64%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,24% e Ca 0,62%.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em parcelas subdivididas em faixas, referentes aos sistemas de cultivo nas parcelas (telado com 50% de sombreamento e a céu aberto); as doses de adubação orgânica nas sub-parcelas (0; 20; 40; 60 e 80 t ha<sup>-1</sup>), e as cultivares de alface nas sub-subparcelas ('Delícia', 'Babá de Verão' e 'Itapuã 401') com três repetições e cada unidade experimental composta por dezoito plantas, com avaliação de quatro plantas úteis da parcela.

Para a produção de mudas de alface foram utilizadas sementes peletizadas, com uma semente por célula, semeadas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, dispostas a 0,80 m da superfície do solo, sobre estrados de madeira. O substrato para produção das mudas foi baseado em materiais regionais utilizados por pequenos produtores, elaborando-se a mistura à base de resíduo de palha de carnaúba com casca de arroz e vermiculita na proporção de 1:1:1 (v/v). As mudas foram irrigadas duas vezes ao dia com pulverizador costal.

O transplante foi realizado aos 20 dias após a semeadura, em 17/10/2011, quando as plântulas apresentaram três folhas definitivas, no espaçamento de 0,30 x 0,30 m. A área de cada ambiente (sistema de cultivo) apresentou a dimensão de 28 x 4 m e cada canteiro que recebeu a adubação orgânica foi de 1,25 x 1,25 m. O ambiente com a tela de sombreamento apresentou pé direito com 1,70 m de altura. A proteção ocorreu sobre todos os lados do ambiente (teto e laterais), até a uma altura de 0,70 m do nível do solo.

A adubação do plantio foi realizada 10 dias antes do transplante com a aplicação de doses de esterco bovino curtido incorporado ao solo do canteiro, respectivo a cada tratamento da dose de adubação orgânica. As doses foram baseadas na quantidade de esterco bovino comumente utilizado na região de Bom Jesus, PI (média de 40 t ha<sup>-1</sup>). Desta maneira, as doses de esterco utilizadas (0, 20, 40, 60 e 80 t ha<sup>-1</sup>), baseadas na análise do esterco bovino, forneceram respectivamente as quantidades de 0, 16, 32, 48 e 64 kg ha<sup>-1</sup> de N; 0; 4,8; 9,6; 14,4 e 19,2 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; e 0; 32,8; 65,6; 98,4 e 131,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

A irrigação foi realizada com mangueiras tipo "tripa" (Santeno II<sup>®</sup>) com esguichos laterais sobrepostos de forma que proporcionasse uma uniformidade na distribuição de água. As plantas foram irrigadas uma vez ao dia por um tempo médio de duas horas. A cada semana, as plantas invasoras foram retiradas manualmente e não foram necessárias pulverizações com quaisquer produtos químicos para controle de pragas e doenças.

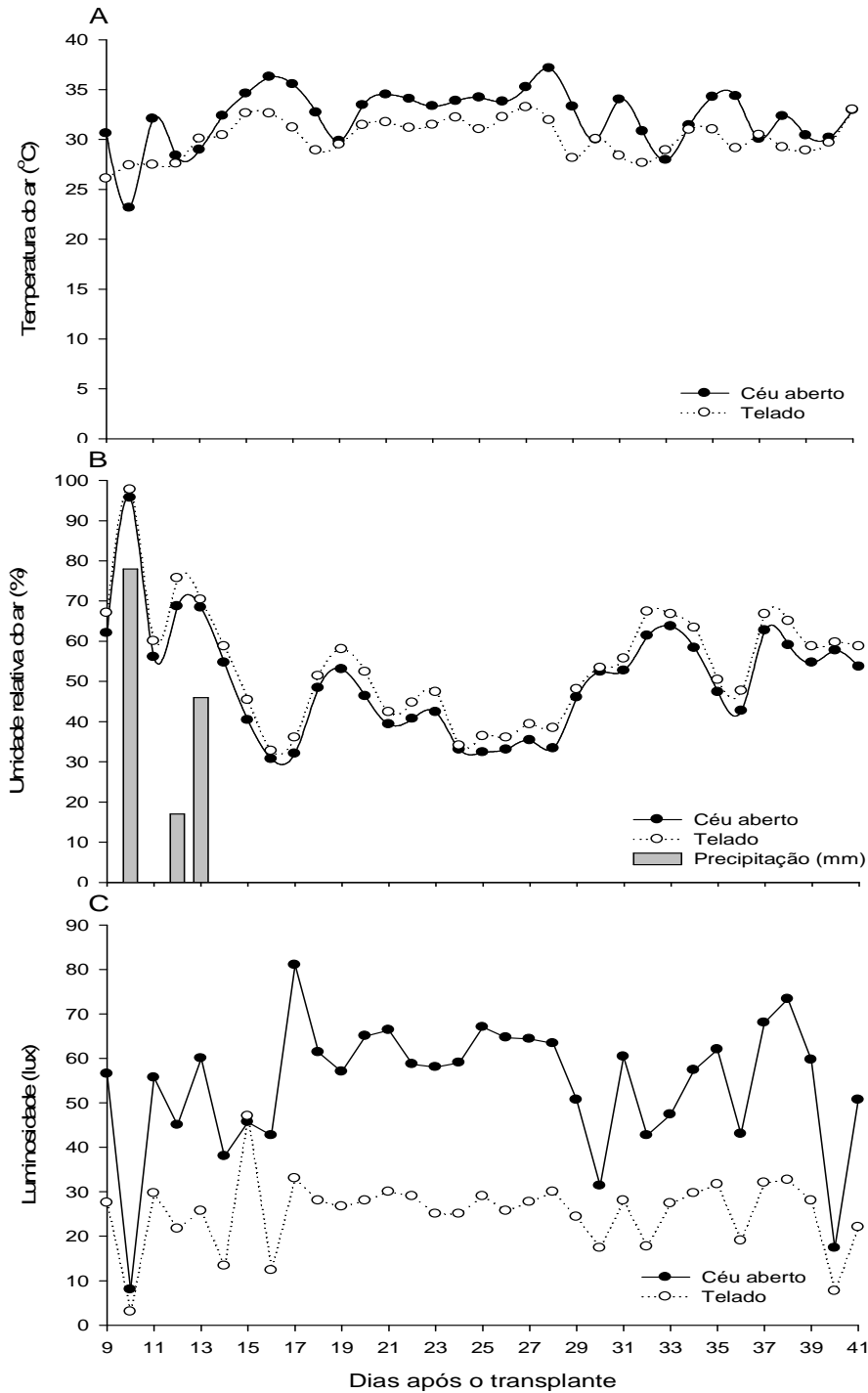
A temperatura, a umidade relativa do ar e a intensidade luminosa a céu aberto e no telado foram monitorados diariamente (Figura 1). A temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos por meio de termohigrômetro digital (Modelo Q401BHT, Quimis<sup>®</sup>, Brasil), instalado na parte central dos ambientes, com o sensor disposto a 1,50 m de altura do solo; a intensidade luminosa foi aferida através de luxímetro digital (Modelo LD-240, Instrutherm<sup>®</sup>, Brasil) e os dados de precipitação foram coletados na Estação Meteorológica do Instituto de Meteorologia [INMET] instalada a 500 m de distância do cultivo.

Aos 41 dias após o transplante das mudas (DAT), procedeu-se à colheita da alface e determinou-se os teores totais de N, P, K Ca e Mg da parte aérea das plantas. Assim que foram coletadas, as amostras foram lavadas em água corrente para retirada do excesso de solo e duas vezes em água destilada. Após isso, foram colocadas em sacos de papel e levadas para em estufa com circulação forçada a  $\pm$  65 °C durante 72 horas. A massa seca foi moída e analisada para a determinação dos nutrientes de acordo com a metodologia de Bataglia, Furlani, Teixeira, Furlani e Gallo, (1983).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F”, para diagnóstico de efeito significativo; as cultivares e ambientes de cultivo foram comparados entre si pelo teste de Tukey; para as interações significativas, foram realizados

os desdobramentos dos fatores e quando pertinente, submetidos à análise quantitativa de regressão modelo linear e não linear (Ferreira, 2000).

**Figura 1** - Dados médios diários de temperatura do ar (A), umidade relativa do ar e precipitação (B) e luminosidade (C) do transplante de mudas até a colheita da alface (*Lactuca sativa* L.). Bom Jesus, PI, 2011.



## Resultados e discussão

Houve interação significativa entre todos os fatores estudados para todos os teores foliares dos macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) avaliados nas plantas de alface (Tabela 1).

Desdobrando as interações ambientes de cultivo *versus* doses de esterco bovino observa-se que os teores de N, Ca e Mg foram superiores nas plantas cultivadas sob telado (Figura 2). Para ambos os ambientes de cultivo, os teores de N ajustaram-se a um modelo de regressão não linear com função exponencial, mostrando que o aumento nas doses de esterco bovino promoveram um incremento nos teores de N, mais claramente perceptível nas plantas conduzidas sob telado (Figura 2A e 2B). Este efeito é uma resposta coerente para a cultura da alface, visto que é uma hortaliça folhosa e por ser

este um dos nutrientes minerais requeridos em maiores quantidades (Almeida, Prado, Correia, Puga & Barbosa, 2011).

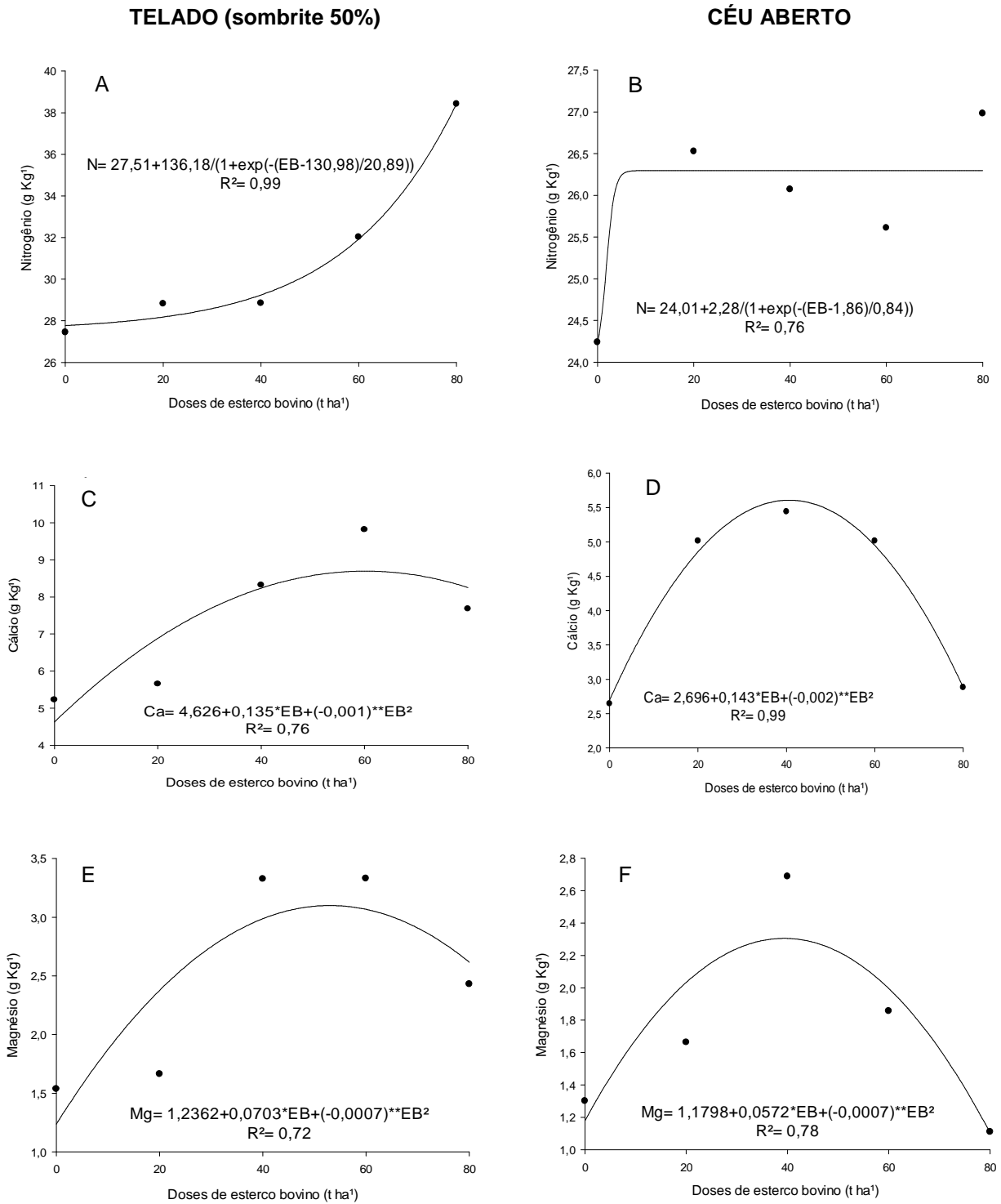
Embora nenhum sintoma de deficiência nutricional tenha ocorrido, possivelmente, um aumento nas doses de esterco bovino poderiam elevar os teores de N nas plantas, pois Resende et al. (2009), aplicando uma dose de adubo nitrogenado equivalente a 114,9 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou a maior concentração de N na matéria seca da parte comercial (32,17 g kg<sup>-1</sup>). Salienta-se que a máxima dose de esterco bovino aplicada neste trabalho, equivaliu a 64 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que supõem que aumentando a fonte de N, poderia elevar mais o teor deste nutriente na planta. Mesmo assim os valores obtidos encontraram-se próximos ou dentro da faixa considerada como adequada (30 a 50 g kg<sup>-1</sup>) (Resende et al., 2009).

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em plantas de alface em função dos ambientes de cultivo, doses de esterco bovino e cultivares. Bom Jesus, PI, 2011

Causa de variação	N	P	K	Ca	Mg
Ambiente (Am) ("F")	613089,00**	1795217**	160545,33**	34504,7381**	925,9518**
Telado	31,10a	5,013a	25,41a	7,34a	2,46a
Céu aberto	25,88b	4,071b	23,09b	4,20b	1,72b
DMS	0,015	0,00	0,013	0,038	0,054
C.V. (%)	0,11	0,02	0,11	1,39	5,47
Adubação (A) ("F")	49,64**	0,56 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>	4,16*
DMS	1,60	1,61	3,742	3,74	1,54
C.V. (%)	5,12	32,36	14,06	58,97	67,25
Cultivares (C) ("F")	129213,67**	2855971,06**	5952,71**	989,86**	312,07**
C1 (Delícia)	30,87a	4,92a	24,60a	5,53b	2,21b
C2 (Babá de Verão)	27,03c	4,37b	24,51b	6,30a	2,39a
C3 (Itapuã 401)	27,59b	4,34c	23,64c	5,47c	1,68c
DMS	0,02	0,00	0,021	0,051	0,072
C.V. (%)	0,11	0,02	0,16	1,40	5,47
Interação Am x A	80196,50**	2571641,57**	7607,831**	5149,11**	144,95**
Interação Am x C	35806,89**	2140825,05**	6976,231**	3233,49**	384,89**
Interação A x C	63753,89**	2966502,32**	5166,31**	702,11**	228,33**
Interação Am x A x C	61226,24**	1026478,77**	12464,25**	1458,96**	198,13**

\* e \*\* = significativo ao nível de P<0,05 e P<0,01, respectivamente; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; C.V. = coeficiente de variação; Am = Ambiente; A = Adubação; C = Cultivar.

**Figura 2** - Efeito da interação dos ambientes de cultivo e diferentes doses de esterco bovino (EB) para os teores foliares de nitrogênio, cálcio e magnésio em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.) Bom Jesus, PI, 2011.



Para os teores de Ca e Mg, houve ajuste das equações ao modelo quadrático tanto para plantas cultivadas sob telado (Figura 2C e 2D) quanto à céu aberto (Figura 2E e 2F). Observa-se que os máximos teores de Ca foram obtidos com a aplicação de 67,5 e 35,7 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, respectivamente no telado (9,18 g kg<sup>-1</sup>) e a céu aberto (5,24 g kg<sup>-1</sup>). Os teores de Ca, principalmente os obtidos em plantas cultivadas sob telado, estão próximos aos obtidos por Garcia, Haag e Neto (1982), que encontraram teores variando de 9,7 à 14,7 g kg<sup>-1</sup>. No entanto, o fornecimento de maiores doses de esterco bovino implicou na redução dos teores foliares de Ca, assim como observado também por Souza et al. (2005) quando atingiu o maior valor na dosagem 40 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico. De acordo com Kiehl (1985), os adubos orgânicos podem variar muito em composição, taxa de mineralização e teor de N disponível, fatores que por sua vez sofrem influência das condições ambientais.

Um dos fatores que promoveu um maior teor de Ca nas plantas cultivadas sob telado pode estar atrelado a maior dosagem de esterco bovino aplicada, no entanto a condição climática também pode ter influenciado neste resultado. De acordo com alguns autores, dentre eles Gu et al. (2013), relatam que o cálcio move-se com a água, sendo sua translocação e seu teor nos tecidos sujeitos à taxa de transpiração e uma vez depositado, não apresenta redistribuição para outras partes da planta, sendo acumulado principalmente em tecidos com transpiração mais intensa.

Ainda segundo Gu et al. (2013), nos órgãos que apresentam dificuldade para transpirar, como as folhas novas e internas da alface, o transporte do cálcio é dependente das condições ambientais que devem favorecer o desenvolvimento da pressão radicular. Porém existem fatores que inibem esta pressão radicular como alta luminosidade, alta temperatura do ar, seca, vento e alta salinidade, podendo promover o aparecimento de “queima dos bordos” que é um distúrbio fisiológico ocasionado pela deficiência localizada de cálcio. Fenômeno este presente, em plantas cultivadas a céu aberto, onde as condições de temperatura do ar, umidade relativa do ar e luminosidade foram intensas para o cultivo da alface (Figura 1), em especial a temperatura que mostrou registros superiores

(média mínima e máxima de 25,4 °C e 37,1 °C, respectivamente) aos considerados ideais para a cultura, que de acordo com Puiatti e Finger (2005), a variação ótima fica entre 4 e 27 °C, com a ótima de 24 °C.

Para Mg, os valores máximos foram obtidos na dose de 50,21 e 40,85 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, respectivamente no telado (3,00 g kg<sup>-1</sup>) e a céu aberto (2,34 g kg<sup>-1</sup>). Os teores de Mg situaram-se abaixo da faixa indicada como normal para a cultura da alface.

De acordo com Garcia et al. (1982) a faixa adequada para se considerar plantas bem nutridas em Mg encontram-se no intervalo compreendido entre 3,0 e 5,0 g kg<sup>-1</sup>. Enquanto que Sandri, Matsura e Testeslaf (2006) afirmam que plantas de alface bem nutridas devem apresentar teor foliar de Mg em cerca de 3,5 g kg<sup>-1</sup>. Provavelmente, assim como estes autores, o Mg disponível no solo, não foi suficiente para manter a concentração considerada adequada de Mg nas condições do experimento, mas considerando-se uma ou outra faixa, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência de Mg no presente experimento.

Para os teores foliares de P e K (Figura 3), somente houve ajuste de regressão para as plantas cultivadas sob telado. O teor máximo de P (5,38 g kg<sup>-1</sup>) foi obtido quando aplicado uma dose de 73 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino (Figura 3A). O teor de P encontrado se enquadra na faixa de teores considerados adequados para plantas bem nutridas com relação a esse macronutriente (4,4 a 7,1 g kg<sup>-1</sup>), conforme Garcia et al. (1982). Resultado semelhante para P, também com efeito quadrático, foi observado por Souza et al. (2005) ao aplicarem doses de composto orgânico em alface. De acordo com estes autores, os níveis de P já existentes no solo e os liberados na mineralização do composto orgânico seriam os responsáveis por garantirem este suprimento. Provavelmente o aumento nos teores de P estão ligados aos quantitativos de nutrientes de cada dose aplicada, ou seja, um aumento na dose de esterco bovino, conseqüentemente estava promovendo um aumento no N aplicado, e isso pode ter causado um aumento nas quantidades de fósforo absorvido. De acordo com Marschner (1995) existe um efeito sinérgico entre o nitrogênio e o fósforo. Além disso, Blair, Mamaril e Miller (1971) comprovou que o N aumenta a

absorção de P pelo abaixamento do pH provocado na superfície da raiz.

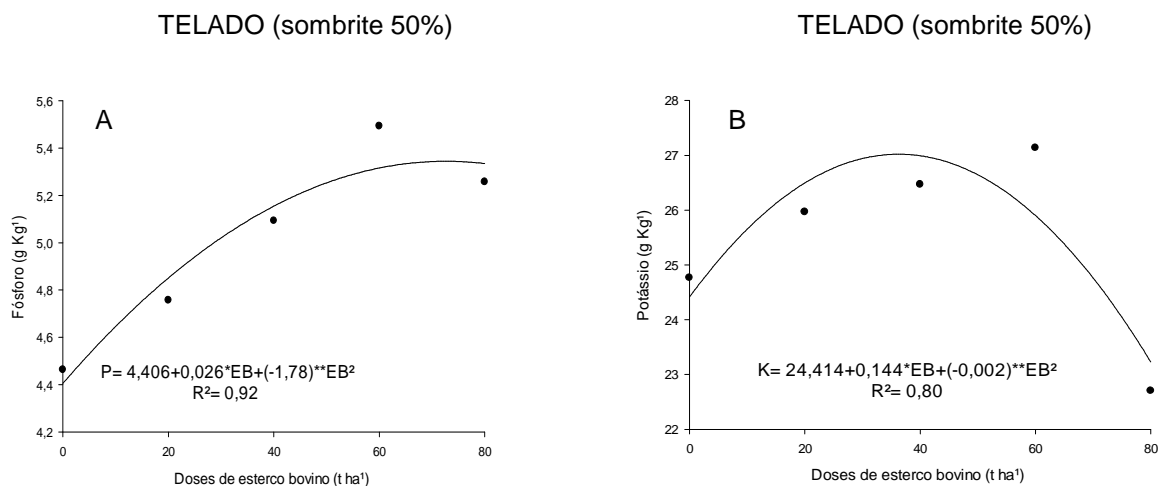
Em relação ao potássio (Figura 3B), o teor máximo (27 g kg<sup>-1</sup>) foi obtido na dosagem de 36 t ha<sup>-1</sup>, aquém do adequado para alface, que segundo Garcia et al. (1982) deve estar entre 70,0 a 84,0 g kg<sup>-1</sup>, para Trani e Raji (1997) entre 50 e 80 g kg<sup>-1</sup>; e, Souza et al. (2005) entre 34,1 a 56,9 g kg<sup>-1</sup>. Entretanto, mesmo apresentando teores de K abaixo do considerado ideal, não foram observados sintomas visuais da carência do nutriente nas plantas.

Ao se realizar o desdobramento das interações ambientes de cultivo *versus* cultivares de alface observa-se que para todos os nutrientes avaliados, os teores foram superiores estatisticamente (P<0,01) quando as plantas foram cultivadas sob telado (Tabela 2.). A cultivar 'Delícia' apresentou superioridade estatística em relação à 'Babá de Verão' e 'Itapuã 401' para os teores dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg quando cultivo foi realizado sob telado. A mesma tendência ocorreu quando 'Delícia' foi cultivada à céu aberto, com exceção para K e Ca. Estes resultados demonstram que o desempenho da

alface é dependente das condições climáticas do local de cultivo, assim como relatado também por Santos, Seabra Junior e Nunes (2010) e Zuffo, Zuffo, Silva, Silva e Menezes (2016).

Ao se observar as médias de temperatura do ar mínima (23,1 °C) e máxima (30,5 °C) registradas durante o cultivo da alface sob telado, verifica-se que estes valores encontram-se dentro da faixa considerada por Filgueira et al. (2008), diferentemente do observado no cultivo à céu aberto, com média da mínima (25,4 °C) e máxima (37,1 °C). Estas temperaturas podem ser consideradas como condicionantes para um crescimento e desenvolvimento da cultura com qualidade agrônômica e nutricionais adequadas, aliado também ao fator luminosidade que foi em média 50% superior no cultivo à céu aberto. Entende-se que, quando as plantas são expostas à condições de estresse pode ocorrer comprometimento da produção, visto que são responsáveis pelas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas, como também retratado por Kowalska e Sady (2010).

**Figura 3** - Efeito da interação dos ambientes de cultivo\* e diferentes doses de esterco bovino (EB) para os teores foliares de fósforo e potássio em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). Bom Jesus, PI, 2011. \* Não houve ajuste de regressão para o fator ambiente de cultivo à céu aberto.





**Tabela 2** - Efeito da interação dos ambientes de cultivo e cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) em relação aos teores foliares de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg). Bom Jesus, PI, 2011.

Nutrientes	Ambientes	Cultivares		
		C1 (Delícia)	C2 (Babá de Verão)	C3 (Itapuã 401)
N (g kg <sup>-1</sup> )	Telado	34,57 aA	29,64 aB	29,11 aC
	Céu aberto	27,17 bA	24,42 bC	26,07 bB
P (g kg <sup>-1</sup> )	Telado	5,60 aA	4,95 aB	4,49 aC
	Céu aberto	4,23 bA	3,79 bC	4,19 bB
K (g kg <sup>-1</sup> )	Telado	25,64 aA	25,16 aC	25,42 aB
	Céu aberto	23,56 bB	23,86 bA	21,86 bC
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Telado	8,64 aA	7,23 aB	6,14 aC
	Céu aberto	3,83 bC	3,97 bB	4,80 bA
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Telado	2,65 aA	2,23 aC	2,50 aB
	Céu aberto	2,19 bA	2,12 bA	0,86 bB

Médias de três repetições. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre os ambientes de cultivo para cada cultivar de alface. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre as cultivares para cada ambiente de cultivo, pelo teste de Tukey à P<0,01

Desdobrando as interações entre doses de esterco bovino *versus* cultivares de alface (Tabela 3.), observa-se que para todas as cultivares estudadas, os teores de N ajustaram-se a um modelo de regressão não linear com função exponencial, mostrando a mesma tendência ocorrida quando da interação dos ambientes de

cultivo *versus* doses de esterco bovino. Considerando os demais nutrientes avaliados, não houve ajuste de regressão da cultivar 'Babá de Verão' para os teores de P, Ca e Mg; cultivar 'Delícia' para K; e, cultivar 'Itapuã' para os teores de K e Mg. No entanto, quando ocorreu o ajuste, deu-se ao modelo quadrático.

**Tabela 3** - Equações de regressão de teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.) obtidas em razão da interação entre doses de esterco bovino e das cultivares e os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>). Bom Jesus, PI, 2011.

Nutrientes	Cultivares	Equações	R <sup>2</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	C1 (Delícia)	$Y = 27,71 + 37,30 / (1 + \exp(-(X-90,72)/0,79))^{0,07}$	0,99**
	C2 (Babá de Verão)	$Y = 26,41 + 1,37 / (1 + \exp(-(X-41,07)/0,97))$	0,80**
	C3 (Itapuã 401)	$Y = 28,13 + 1,42 / (1 + \exp(-(X-60,50)/6,11))$	1,00**
P (g kg <sup>-1</sup> )	C1 (Delícia)	$Y = 3,684 + 0,085 * X + (-8,982) * X^2$	0,88**
	C2 (Babá de Verão)	-	-
	C3 (Itapuã 401)	$Y = 3,664 + 0,016 * X + 2,173 * X^2$	0,97**
K (g kg <sup>-1</sup> )	C1 (Delícia)	-	-
	C2 (Babá de Verão)	$Y = 23,866 + 0,099 * X + (-0,001) * X^2$	0,72**
	C3 (Itapuã 401)	-	-
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	C1 (Delícia)	$Y = 3,937 + 0,125 * X + (-0,001) * X^2$	0,78**
	C2 (Babá de Verão)	-	-
	C3 (Itapuã 401)	$Y = 4,0457 + 0,0922 * X + (-0,0009) * X^2$	0,80**
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	C1 (Delícia)	$Y = 0,9929 + 0,1127 * X + (-0,0014) * X^2$	0,74**
	C2 (Babá de Verão)	-	-
	C3 (Itapuã 401)	-	-

\*\* Significativo P<0,01

Analisando este resultado, observou-se que entre as cultivares para um mesmo nutriente, os valores de teores obtidos foram muito próximos. Para ambas as cultivares 'Delícia' e 'Itapuã 401', foram encontrados, respectivamente os teores máximos de 3,68 e 3,66 g kg<sup>-1</sup> de P; e, 7,87 e 6,41 g kg<sup>-1</sup> de Ca. Para 'Babá de Verão', o teor de K encontrado foi de 26,31 g kg<sup>-1</sup>; e, para Mg, a cultivar 'Delícia' apresentou um teor de 3,26 g kg<sup>-1</sup>. Com este resultado, observa-se que os nutrientes K e Ca se apresentaram abaixo dos limites considerados como ideais por Garcia et al. (1982).

Em relação ao Ca, compreende-se que o efeito climático pode ter sido o fator primordial para causar os baixos teores. Para potássio, a maior dose de esterco bovino aplicada compreendia um quantitativo de 131,2 kg ha<sup>-1</sup> de K. De acordo com Trani e Raij (1997), o fornecimento de K para um crescimento adequado de alface varia de 120 a 180 kg ha<sup>-1</sup> somando-se as adubações de plantio e cobertura, e considerando-se um solo com baixos níveis dos nutrientes. Considerando estes aspectos, infere-se que havia disponibilidade de K para as plantas. Nestas circunstâncias, supõe-se que os baixos teores obtidos tenham sido influenciados pelas condições climáticas consideradas extremas para o cultivo da alface na região deste estudo.

De acordo com Wahid, Gelani, Ashraf e Foolad (2007), temperaturas elevadas podem afetar diferentes processos metabólicos, incluindo fotossíntese, respiração, relações hídricas, fluidez e estabilidade dos sistemas de membranas, além de modular os níveis de hormônios e de metabólicos primário e secundário, afetando assim o desempenho das plantas. Em geral, as plantas exibem diferentes respostas em função da temperatura ambiental em que se encontram.

## Conclusão

O uso de telado (sombrite 50%) no cultivo da alface proporciona os maiores teores foliares de dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg;

Recomenda-se a aplicação de dosagens de esterco bovino na ordem de 50 a 80 t ha<sup>-1</sup> no cultivo sob telado;

A cultivar 'Delícia' pode ser indicada para o cultivo nas condições do Sul do Piauí, principalmente sob telado.

## Referências

- Almeida, T., B., F., Prado, R., de M., Correia, M. A., R., Puga, A. P., & Barbosa, J. C. (2011). Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. *Biotemas*, 24 (2), 27-36. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n2p27>
- Azevedo, A. M., Andrade Jr., V. C., Oliveira, C. M., Fernandes, J. S. C., Pedrosa, C. E., Dornas, M. F. S., & Castro, B. M. C. (2013). Seleção de genótipos de alface para cultivo protegido: divergência genética e importância de caracteres. *Horticultura Brasileira*, 31, 260-265. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000200014>
- Bataglia, O. C., Furlani, A. M. C., Teixeira, J. P. F., Furlani, P. R., & Gallo, J. R. (1983). Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo. (Boletim Técnico, 78)
- Blair, G. J., Mamaril, C. P., & Miller, M. H. (1971). Influence of nitrogen source on phosphorus uptake by corn from soils differing in pH. *Agronomy Journal*, 63(2), 235-238. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1971.00021962006300020012x>
- Blat, S.F., Branco, R. B. F., & Trani, P. E. (2011). Desempenho de cultivares de alface em Ribeirão Preto (SP) no cultivo de primavera. *Pesquisa & Tecnologia*, 8:1-9.
- Caron, B.O., Manfron, P.A., Lúcio, A.D., Schmidt, S., Medeiros, S.L.P., Bonnacarrère, R. A. G., & Neto, D.D. (2007). Equações de estimativa da fitomassa da parte aérea da alface. *Ciência Rural*, 37, 1248-1254. Recuperado de

<http://dx.doi.org/10.1590/S010384782007000500005>

Diamante, M.S., Seabra Jr., S., Inagaki, A. M., & Silva, R. D. (2013). Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. *Revista Ciência Agronômica*, 44, 133-140.

Ferreira, P. V. (2000). Estatística experimental aplicada à Agronomia. (3 ed.). Maceió: EDUFAL.

Filgueira, F.A.R. (2008). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV.

Garcia, L.L.C., Haag, H.P., & Neto, V.D. (1982). Nutrição mineral de hortaliças. Deficiência de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. *Anais da ESA "Luiz de Queiroz"*, 39(1), 349-372.

Gu, L. J., Sun, C. C., Ah, J. Y., Woo, J. S., Gyu, L. S. & Cheol, U. Y. (2013). Effects of air temperature and air flow rate control on the tipburn occurrence of leaf lettuce in a closed-type plant factory system. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 54(4), 303-310. <http://dx.doi.org/10.1007/s13580-013-0031-0>

Guimarães, M. A., Mandelli, M. S. & Silva, D. J. H. (2011). Seleção de genótipos de *Lactuca sativa* L. para a produção com adubação orgânica. *Revista Ceres*, 58, 202-207. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S0034737X2011000200011>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2006). Censo Agropecuário 2006. Recuperado em 23 janeiro, 2013, de <http://www.sidra.ibge.gov.br>

Kiehl, E. J. (1985). Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres.

Kowalska, I., & Sady, W. (2010). Effects of polyethylene film covering the greenhouse, nitrogen fertiliser form, and foliar nutrition on the yield and quality of lettuce. *Folia Horticulturae*,

22(1), 37-44. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2478/fhort-2013-0149>.

Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plant. (2 ed.). New York: Academic Press.

Puiatti, M., & Finger, F.L. (2005). Fatores climáticos. (Cap. 2, pp. 17-38). Rio Branco: Suprema.

Queiroz, J. P. S., Costa, A. J. M. da, Neves, L. G., Seabra Jr., S., & Barelli, M. A. A. (2014). Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. *Revista Ciência Agronômica*, 45 (2), 276-283.

Resende, G. M. de, Alvarenga, A. R., Yuri, J. E., Souza, R. J. de; Mota, J. H., Carvalho, J. G. de & Rodrigues Jr., J. C. (2009). Rendimento e teores de macronutrientes em alface tipo americana em função de doses de nitrogênio e molibdênio em cultivo de verão. *Ciência & Agrotecnologia*, 33 (1), 153-163. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S010205362012000300003>

Sandri, D., Matsura, E. E., & Testezlaf, R. (2006). Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. *Engenharia Agrícola*, 26 (1), 45-57. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100006>

Santana, C. T. C., Santi, A., Dallacort, R., & Santos, M. L. (2012). Desempenho de cultivares de alface americana em respostas a diferentes doses de torta de filtro. *Revista Ciência Agronômica*, 43, 22-29.

Santi, A, Carvalho, M. A. C., Campos, O.R., Silva, A. F., Almeida, J.L., & Monteiro, S. (2010). Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. *Horticultura Brasileira*, 28, 87-90. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S010205362010000100016>

Santos, C. L., Seabra Jr., S., Lalla, J. G. de, Theodoro, V. C., & Nespoli, A. (2009).

Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. *Agrarian*, 2(3), 87-98.

Santos, L. L., Seabra Jr., S., & Nunes, M. C. M. (2010). Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 8(1), 83-93.

Silva, F. A. M., Villas Bôas, R. L., & Silva, R. B. (2010). Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 32 (1), 131-137. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.1340>

Souza, P. A., Negreiros, M. Z., Bezerra Neto, F., Souza, G. L. F. M., Carneiro, C. R., & Queiroga, R. C. F. (2005). Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, 23(3), 754-757.

Trani, P. E. & Raji, B. van. (1997). Hortaliças. Campinas: IAC. (Boletim Técnico, n. 100).

Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. & Foolad, M. R. (2007). Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61, 199-223.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.011>

Yuri, J. E., Resende, G. M., Rodrigues Jr., J. C., Mota, J. H., & Souza, R. J. (2004). Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira*, 22(1), 127-130. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000100027>.

Zuffo, A. M., Zuffo Jr., J. M., Silva, L. M. A. da, Silva, R. L., & Menezes, K. O. (2016). Análise de crescimento em cultivares de alface nas condições do sul do Piauí. *Revista Ceres*, 63 (2), 145-153.

Recebido em: 20/11/2014

Aceito em: 11/07/2016