

DOSES DE POTÁSSIO NAS RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE ALFACE¹

LEANDRO LOPES CANCELLIER^{2*}, GENTIL CAVALHEIRO ADORIAN², HUGO VALÉRIO MOREIRA RODRIGUES², SUSANA CRISTINE SIEBENEICHLER³, TARCÍSIO CASTRO ALVES DE BARROS LEAL³

RESUMO - A alface tem se destacado como importante hortaliça na alimentação humana, por apresentar sabor agradável e importantes características nutricionais, sendo o potássio um dos principais nutrientes desta cultura. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a influência de doses de potássio nas respostas morfofisiológicas de alface no sul do Estado do Tocantins. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 6, com três repetições. Foram avaliadas quatro doses de K₂O (0; 100; 200 e 300 kg ha⁻¹) e seis épocas de avaliação (15; 22; 29; 36; 43 e 50 dias após emergência - DAE). Foram determinados a área foliar específica, taxas de assimilação líquida, crescimento relativo e absoluto, e razão de massa foliar, caulinar e radicular. Durante o período de execução do experimento, ocorreram altas temperaturas, que ocasionaram uma desordem fisiológica conhecida como *tipburn*, a qual compromete a absorção de cálcio pela planta. Os tratamentos com doses de potássio não influenciaram nas respostas morfofisiológicas das plantas de alface, como também, não houve diferenças significativas entre as doses para as razões de massa radicular, caulinar e foliar. A partição de assimilados na planta foi influenciada pelo manejo da cultura, com variação significativa entre as épocas de avaliação.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Adubação. Assimilação. Área foliar. Estresse térmico.

POTASSIUM LEVELS IN THE MORPHOPHYSIOLOGICAL RESPONSE OF LETTUCE

ABSTRACT - Lettuce has highlight as an important crop for human consumption, to having good flavor and important nutritional characteristics and potassium is one of the main nutrients that crop. This work aimed to evaluate the influence of potassium in morphological and physiological lettuce responses in South of Tocantins State. The experimental design was randomized block in factorial scheme of 4 x 6 with three replications. Four levels were evaluated of K₂O: 0; 100; 200 and 300 kg ha⁻¹ in six development stages: 15; 22; 29; 36; 43 and 50 days after emergency. Was determine the specific leaf area, net assimilation rate, relative growth rate and absolute growth rate, as well as the leaf, stem and root weight. During the duration of the experiment occurred high temperatures that caused a physiological disorder known as *tipburn*, which compromises calcium uptake by the plant. The potassium levels did not influence the morphological and physiological responses of lettuce as well did not significant differences among levels for leaf, stem and root weight. The partition of assimilates in the plants was influenced by crop management whit significant variation among evaluation times.

Keywords: *Lactuca sativa* L. Fertilization. Assimilation. Leaf area. Thermal stress.

* Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 03/05/2010; aceito em 15/09/2010.

²Eng. Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, Caixa Postal, 66, 77404-970, Gurupi - TO; leandroc@uft.edu.br; gentil.cav@uft.edu.br; hugo_gabi@yahoo.com.br

³Dr. Prof. da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, Caixa Postal, 66, 77404-970, Gurupi - TO; susana@uft.edu.br; tarcisio@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família *Asteraceae*, tem se destacado como importante hortaliça na alimentação humana, por apresentar sabor agradável e importantes características nutricionais (BEZERRA NETO et al., 2006). Dentre as folhosas, é a mais apreciada pelos brasileiros, o que lhe confere expressiva importância econômica (SANTANA et al., 2009; LOPES et al., 2005; SOUZA et al., 2007).

Por apresentar ciclo relativamente curto, as plantas desta espécie são muito exigentes em nutrientes, apesar da baixa absorção ao se comparar com outras culturas (YURI et al., 2004). Dentre os nutrientes mais exigidos pela cultura, destaca-se o potássio, segundo nutriente mais requerido pelos vegetais, atrás somente do nitrogênio, o qual desempenha diversas funções metabólicas e de crescimento. É um íon de grande abundância no citoplasma das células vegetais (FURLANI, 2004).

O potássio tem importantes funções na ativação de enzimas, regulação da turgidez do tecido, abertura e fechamento dos estômatos, no controle da concentração de CO_2 na câmara sub-estomática, na realização da fotossíntese, translocação de carboidratos e síntese de proteínas, além de reduzir os danos causados por geadas, pela seca e por salinidade (MARSCHNER, 1995).

Ao avaliarem doses de potássio aplicadas via fertirrigação, Mota et al. (2001) observaram resposta quadrática no crescimento da alface americana, constatando que, nas doses iniciais, situadas entre 0 e 100 kg ha^{-1} de K, a cultura apresentou aumentos significativos na produção de massa verde, passando por um ponto máximo que foi obtido com a dose de 107,8 kg ha^{-1} de K e decrescendo nas doses mais elevadas de até 300 kg ha^{-1} de K. Kano et al. (2006) observaram crescimento linear na produtividade da cultura da alface nas doses de K entre 0 e 2,5 g planta^{-1} , como também, a influência positiva das doses na produção de sementes, em experimento realizado no município de São Miguel-SP. Martins et al. (2009), trabalhando em sistema hidropônico, observaram que, para a alface, o potássio foi o nutriente que mais se acumulou na planta.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de doses de potássio nas respostas morfofisiológicas de alface cultivado no sul do Estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Gurupi – TO, localizado a 11°43'45" de latitude Sul e 49°04'07" de longitude Oeste, com altitude média de 287 m. A alface (cv. Verônica) foi plantada no dia 13 de setembro de 2008 em sacos de polietileno, com volume

de substrato de 800 cm^3 sob tela de sombrite preta com redução de 50% de luminosidade, sendo os sacos espaçados de maneira que não houvesse competição entre as plantas.

A análise química do solo utilizado no experimento apresentaram os teores de $\text{Ca}+\text{Mg}$ e $\text{H}+\text{Al}$ de 1,0 e 1,4 cmol dm^{-3} , CTC total de 2,6 cmol dm^{-3} , K e P com 40,0 e 1,4 mg dm^{-3} , saturação de bases e matéria orgânica com 45,9 e 1,4%, teores de silte, argila e areia com, respectivamente, 4,1; 23,4 e 72,6%, e pH em CaCl_2 de 4,7. A emergência das plântulas de alface ocorreu no dia 16 de setembro de 2008 e, durante toda a condução do experimento, foram realizadas irrigações diárias para manter o solo sob condições ideais de umidade para o desenvolvimento das plantas. As temperaturas ocorridas durante o período experimental são apresentadas na Figura 1.

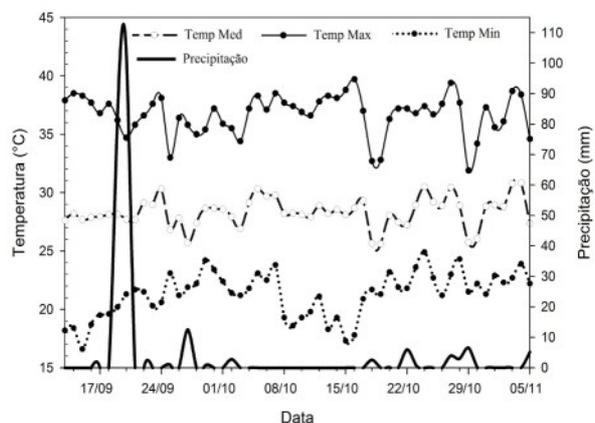


Figura 1. Dados climáticos observados durante o período de condução do experimento (13 de setembro a 05 de novembro de 2008), Gurupi – TO. Temperaturas máxima, mínima e média ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação (mm).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 6, com três repetições. Foram avaliadas quatro doses de K_2O , correspondentes a 0; 100; 200 e 300 kg ha^{-1} de K_2O , utilizando-se, como fonte, o cloreto de potássio, divididas em duas aplicações: a primeira realizada por ocasião do plantio e a segunda 22 dias após a emergência. As adubações nitrogenada e fosfatada foram realizadas por ocasião do plantio, aplicando-se 150 kg ha^{-1} de N, utilizando-se, como fonte, o sulfato de amônio e 400 kg ha^{-1} de P_2O_5 , utilizando-se o superfosfato simples como fonte. As plantas foram avaliadas em seis diferentes estágios de desenvolvimento: aos 15; 22; 29; 36; 43 e 50 dias após a emergência, em número de quatro plantas por parcela, por coleta.

As plantas foram separadas em raiz, caule e folha. Foram retirados discos de lâmina foliar por meio de um furador cilíndrico com área interna conhecida, para assim, estimar a área foliar a partir das relações entre a massa seca dos discos, área total dos discos e massa seca total das folhas. Todas as partes das plantas, inclusive os discos foliares, foram enca-

minhadas à estufa de circulação forçada e secadas à temperatura de 70 °C até que apresentassem massa constante. Após a secagem, determinou-se o peso da massa de raiz, caule e folhas por meio de uma balança semi-analítica.

Os dados de massa seca das partes das plantas possibilitaram a realização dos cálculos das seguintes características: área foliar específica (AFE), consistindo na área foliar (cm²) em relação a sua massa seca (g); taxa de assimilação líquida (TAL), que expressa a taxa de fotossíntese líquida em termos de massa seca produzida, consistindo no aumento da massa seca (g) em relação à área foliar (cm²) no período avaliado (semanal); taxa de crescimento relativo (TCR), que indica o incremento de massa seca (g) por unidade de massa seca (g) ao longo do tempo de avaliação (semanal); taxa de crescimento absoluto (TCA), que indica a velocidade de crescimento médio no determinado período de observação, consistindo no aumento da massa seca (g) em relação ao tempo de observação (semanal); razão de massa foliar (RMF), consistindo na proporção de massa das folhas em relação à massa seca total da planta; razão de massa caulinar (RMC), consistindo na proporção de massa seca do caule em relação à massa seca total da planta; e razão de massa radicular (RMR), que indica a proporção de massa seca da raiz em relação à massa seca total da planta (BENINCASA, 2003).

Os dados das doses de K₂O foram submetidos à análise de regressão em função das épocas de avaliação e a partição de assimilados foi submetida à análise de variância e utilizado o teste de Tukey (p < 0,05) para a comparação de médias

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados obtidos quanto à área foliar específica (AFE), o modelo de regressão cúbica melhor se ajustou aos dados (Figura 2), no entanto, apenas o tratamento com a dose 100 Kg ha⁻¹ apresentou o valor do coeficiente de determinação (R²) maior que 0,6. Observa-se, de modo geral, decréscimo nos valores AFE dos 15 aos 22 DAE, seguido de um acréscimo até os 36 DAE, com posterior queda nestes valores. Este primeiro decréscimo nos valores pode ser explicado pela produção de fotoassimilados e seu acúmulo na folha, a qual tem seu peso aumentado, reduzindo os valores de AFE. Isso ocorre em função de o peso da folha ser um fator de divisão para a AFE, sendo, portanto, inversamente proporcional a esta variável (RADIN et al., 2004). Netto et al. (2000), em experimento com a cultura da batata, também observaram redução semelhante da AFE. Os mesmos justificaram tal resultado em decorrência da translocação de reservas da folha para outras partes da planta.

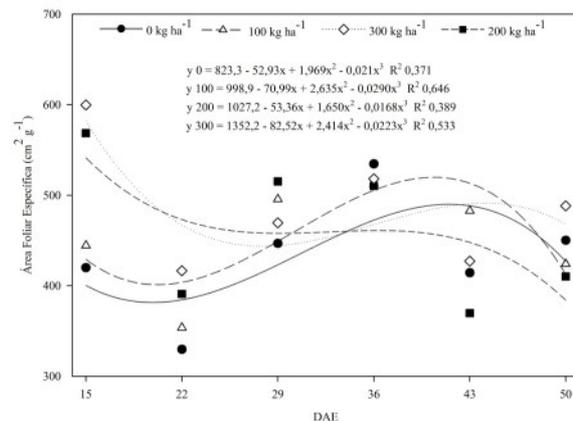


Figura 2. Valores médios de Área Foliar Específica (cm² g⁻¹) de alface para as doses 0; 100; 200 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O em Gurupi – TO no período de 15 a 50 DAE.

O incremento da AFE a partir dos 22 DAE ocorreu provavelmente em resposta à adubação de cobertura, a qual poderia ter estimulado o desenvolvimento do sistema radicular, translocando os fotoassimilados da folha para a raiz, ou mesmo devido ao sombreamento das folhas mais velhas pelas folhas mais novas, ocasionando menor desenvolvimento do parênquima paliçádico como resposta à condição sombreada (TAIZ; ZEIGER, 2006). Esta redução pelo efeito do sombreamento também é relatada por Scalon et al. (2006). O decréscimo observado nos dias seguintes pode ser justificado por novo acúmulo de assimilados pelas folhas e diminuição no fornecimento de assimilados para as raízes.

Rodrigues et al. (2008), estudando cultivares de alface em Manaus-AM, afirmam que as cultivares adaptadas àquelas condições climáticas, com temperaturas máximas e mínimas oscilando entre 24 a 31 °C, tornam-se impróprias para consumo próximo aos 50 dias após a semeadura, e para as cultivares não adaptadas o mesmo acontece próximo aos 25 dias. Os mesmos justificam tal constatação em função do encurtamento do ciclo vegetativo, causando paralisação do desenvolvimento das folhas ponteiros e alongamento da haste como indício de florescimento precoce. Relatos na literatura mostram que, no Estado do Tocantins, algumas cultivares de alface têm ciclo de, aproximadamente, 50 dias, enquanto outras cultivares apresentam pendoamento precoce, devido às altas temperaturas, características da região (SILVA et al., 1999).

Para os valores da taxa de assimilação líquida (TAL) (Figura 3), o modelo de regressão quadrática ajustou-se com melhor precisão aos dados, apresentando valores de coeficiente de determinação acima de 70% (R²>0,70). Observa-se que os valores da TAL aumentaram até determinado ponto máximo, verificando-se redução dos mesmos a seguir. Atribui-se o crescimento inicial dos valores da TAL à resposta das plantas à adubação de cobertura realizada na segunda época de coleta dos dados e o decréscimo subsequente destes valores ao aumento da área

foliar e ao autossombreamento proporcionado pelas folhas superiores sobre as inferiores (FALQUETO et al., 2009).

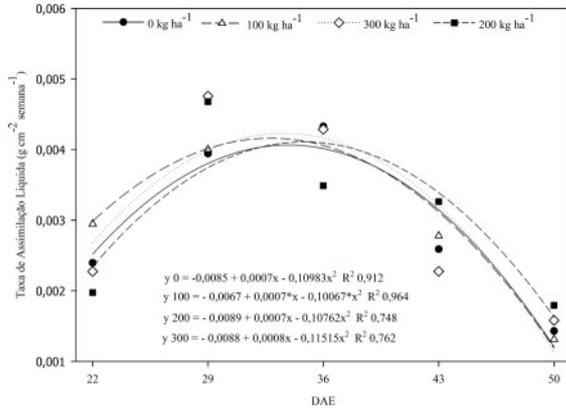


Figura 3. Valores médios de Taxa de Assimilação Líquida ($\text{g cm}^{-2} \text{semana}^{-1}$) de alface para as doses 0; 100; 200 e 300 kg ha^{-1} de K_2O em Gurupi – TO no período de 15 a 50 DAE.

Os maiores valores da TAL constatados na fase inicial de crescimento podem ter ocorrido em função de grande parte dos fotoassimilados serem transformados em massa seca de folha, considerando-se a maior conversão de energia em aparatos foliares (OLIVEIRA et al., 2005). Lopes et al. (2007), trabalhando com análise de crescimento de alface, verificaram tendência na diminuição do valor da TAL ao longo do tempo, evidenciando haver deslocamento de fotoassimilados para os órgãos de reserva.

Na taxa de crescimento relativo (TCR) (Figura 4), o modelo de regressão quadrática também melhor se ajustou aos dados, apresentando coeficiente de determinação acima de 80% ($R^2 > 0,80$). O crescimento linear inicial dos valores de TCR dos tratamentos indica que os mesmos apresentaram alto incremento de massa em decorrência da adubação de cobertura realizada aos 22 DAE, estimulando a expansão da área foliar, a qual proporciona maior produção de carboidratos gerados pela fotossíntese. Após alcançar o valor mais alto, a TCR apresentou decréscimo devido, provavelmente, à maior produção de biomassa pela planta, induzindo maior taxa respiratória e menor produção fotossintética geral, em decorrência do autossombreamento, semelhante ao observado quanto à TAL.

Barreiro et al. (2006), analisando o crescimento de plantas de manjeriço com reguladores vegetais, também observaram declínio na TCR ao longo do tempo, justificando, tal constatação, pela elevação da atividade respiratória e simultâneo aumento do autossombreamento da planta em função da sua idade. Falqueto et al. (2009) também explicam que a elevação da taxa respiratória e o autossombreamento podem causar redução da TCR. Valmorbidia et al. (2007), avaliando três doses de potássio em plantas de *Mentha piperita* L., ao constatar

reduções contínuas nos valores da TAL e TCR com a idade da planta, atribuíram tal fato ao autossombreamento e o aumento da taxa respiratória da planta.

Quanto aos valores da taxa de crescimento absoluto (TCA) (Figura 5), também o modelo de regressão cúbica melhor se ajustou aos dados, apresentando coeficiente de determinação maior que 97% ($R^2 > 0,97$). Observa-se aumento da TCA a partir dos 29 DAE, incrementado, provavelmente, pela adubação de cobertura. Ao chegar ao ponto máximo, ocorrido próximo aos 43 DAE, verificou-se, em seguida, decréscimo em seus valores, talvez devido à limitação da área de exploração do solo, agravado por possíveis problemas fisiológicos decorrentes de altas temperaturas, causando o “*tipburn*” (HUETT, 1994; BENINNI et al., 2003).

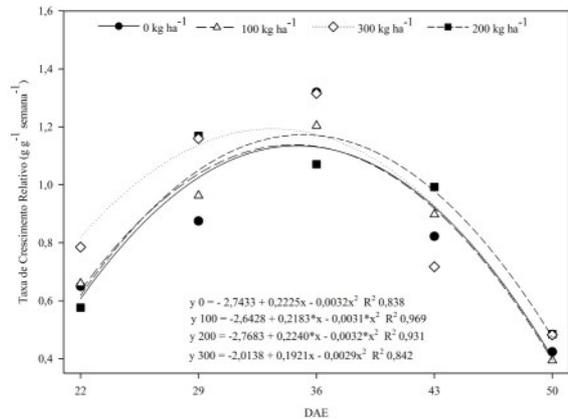


Figura 4. Valores médios de Taxa de Crescimento Relativo ($\text{g g}^{-1} \text{semana}^{-1}$) de alface para as doses 0; 100; 200 e 300 kg ha^{-1} de K_2O em Gurupi – TO no período de 15 a 50 DAE.

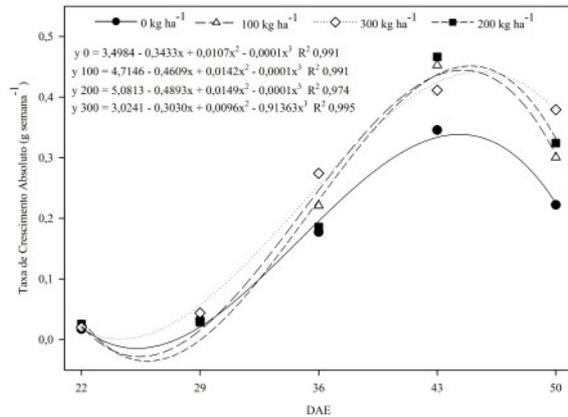


Figura 5. Valores médios de Taxa de Crescimento Absoluto (g semana^{-1}) de alface para as doses 0; 100; 200 e 300 kg ha^{-1} de K_2O em Gurupi – TO no período de 15 a 50 DAE.

No tratamento com dose zero de potássio, verificou-se tendência de menores valores de TCA dos 36 aos 50 DAE. Baixos níveis de potássio podem causar desregulação do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos, como também compro-

meter a ativação da enzima carboxilativa do ciclo de Calvin, na fase bioquímica da fotossíntese (PRADO, 2004), ocasionando limitações fotossintéticas e consequentemente menor crescimento das plantas.

De forma geral, os maiores valores de TCA foram obtidos entre 36 e 43 dias após a emergência. Cometti et al. (2008), ao avaliarem quatro soluções nutritivas em alface cultivada em sistema hidropônico, em Seropédica-RJ, encontraram os maiores valores de TCA entre 45 a 52 dias após a semeadura. Esta resposta diferente em relação ao presente trabalho pode ser atribuída às condições de cultivo distintas e, principalmente, às altas temperaturas ocorrentes durante a condução deste experimento, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as razões de massa da raiz, caule e folha (Figura 6). Na partição de assimilados foram verificadas diferenças estatísticas entre as épocas de avaliação em todos os tratamentos, porém, para as doses 0 e 300 kg ha⁻¹ a diferença somente ocorre para a razão de massa caulinar, demonstrando as diferentes concentrações de fotoassimilados ao longo do ciclo.

No tratamento sem potássio foi verificado diferença significativa entre as datas somente para a razão de massa caulinar, onde a última data diferiu estatisticamente das datas 15 e 36 DAE, apresentando maior valor.

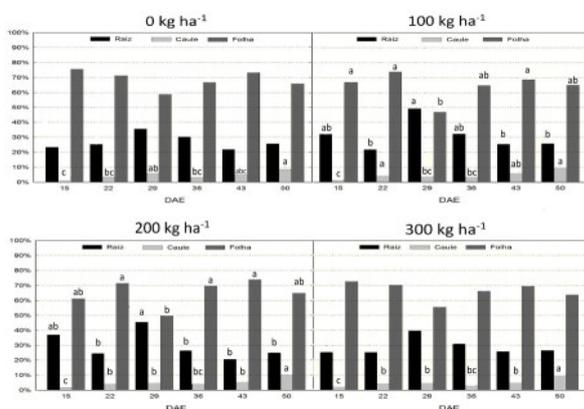


Figura 6. Razão de Massa Foliar, Caulinar e Radicular (%) de alface para as doses 0; 100; 200 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O em Gurupi-TO entre 15 a 50 DAE. Valores médios seguidos de mesmas letras, minúscula para comparação de épocas de avaliação de cada parte da planta e maiúscula para comparação entre doses de K₂O de cada parte da planta, não diferem entre si pelo teste de Tukey (<0,05).

No tratamento com 100 kg ha⁻¹ de K, a razão de massa foliar apresentou menor valor, não diferindo estatisticamente apenas da época 36 e 50 DAE. A razão de massa radicular apresentou seu maior valor aos 29 DAE, diferindo estatisticamente das épocas 22; 43 e 50 DAE. Já a razão de massa caulinar, nesta dose, tem seus maiores valores aos 22 e 50 DAE, diferindo das épocas 15; 29 e 36 DAE.

No tratamento com 200 kg ha⁻¹ de K, houve

menor valor para a razão de massa foliar aos 29 DAE, diferindo estatisticamente de 22; 36 e 43 DAE. A razão de massa radicular teve seu maior valor aos 29 DAE, não diferindo apenas dos 15 DAE e a razão de massa caulinar, seu maior valor é expresso na última época (50 DAE), diferindo estatisticamente dos demais. Quanto ao tratamento 300 kg ha⁻¹ de K, somente os dados de caule diferiram ao longo das datas, apresentando maior valor aos 50 DAE.

A translocação de fotoassimilados na planta é condizente com a área foliar específica (AFE), pois evidencia os principais drenos nas fases da planta. Para Falqueto et al. (2009), aumentos na razão de massa foliar refletem maior alocação de assimilados para as folhas em desenvolvimento, tidas como drenos metabólicos, e o decréscimo desta razão ao longo do desenvolvimento da planta reflete a mobilização de compostos fotoassimilados para outros órgãos da planta.

Conforme Boaretto et al. (2009), a exigência da alface pelo potássio é superior ao próprio nitrogênio. No entanto, no presente estudo, não foram constatadas diferenças significativas entre as doses de potássio, demonstrando que o potássio não influenciou na resposta da planta nestes aspectos. Mota et al. (2002) também não observaram diferença significativa das doses de potássio no peso das folhas externas de alface americana em Lavras - MG.

Temperaturas muito elevadas podem provocar, em cultivares de alface mais sensíveis a este fator do ambiente, uma desordem fisiológica conhecida como “tipburn”, podendo-se verificar comprometimento da absorção de cálcio pela planta, causando sintoma de queima nos bordos das folhas (BENINNI et al., 2003). Sintomas semelhantes foram observados no presente trabalho, considerando-se as altas temperaturas ocorrentes durante o período de condução do experimento, com máximas registradas de até 40 °C, as quais teriam causado, provavelmente, tal desordem fisiológica. Rodrigues et al. (2008) relatam a ocorrência de desordem fisiológica na alface em Manaus, com temperaturas menores àquelas observadas neste trabalho.

CONCLUSÕES

As doses de potássio não influenciam as respostas morfofisiológicas das plantas de alface. Não há diferenças significativas entre as doses para as razões de massa radicular, caulinar e foliar. A partição de assimilados na planta é influenciada pelo manejo da cultura, com variação significativa entre as épocas de avaliação.

REFERÊNCIAS

BARREIRO, A. P. et al. Análise de crescimento de plantas de manjerição tratadas com reguladores ve-

- getais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 563-567, 2006.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 605-610, 2003.
- BEZERRA NETO F. et al. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 476-480, 2006.
- BOARETTO, A. E. et al. Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química. 2. ed. In. SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2009. 59 p.
- COMETTI, N. N. et al. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 252-257. 2008.
- FALQUETO, A. R. et al. Partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 453-461, 2009.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. In KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. p. 57-58.
- HUETT, D. O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 45, n. 1, p. 251-267. 1994.
- KANO C. et al. Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 356-359. 2006.
- LOPES, J. L. W. et al. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Biotemas**, Florianópolis, v. 20 n. 4, p. 19-25. 2007.
- LOPES, J. C. et al. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 143-147. 2005.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press. 889 p. 1995.
- MARTINS, C. M. et al. Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 123-128, 2009.
- MOTA, J. H. et al. Comportamento de cultivares de alface americana quanto à queima dos bordos ("tipburn") na região Sul de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, 2002.
- MOTA, J. H. et al. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface-americana em cultivo protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 542-549, 2001.
- NETTO, A. O. A.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 901-907, 2000.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná: taxas de crescimento. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 6, n. 1-2, p. 85-89, 2005.
- PRADO, R. M. **Algodão, potássio**: nutrição de plantas. 2004. Disponível em: <<http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/culturas/algodao/funcoes.php>> Acesso em: 21 de set. 2008.
- RADIN, B. et al. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p.178-181, 2004.
- RODRIGUES, I. N. et al. Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 524-527. 2008.
- SANTANA, C. V. S. et al. Desempenho de cultivares de alface americana em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco-BA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 60-64, 2009.
- SCALON, S. P. Q. et al. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006.
- SILVA, E. C.; LEAL, N. R.; MALUF, W. R. Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região norte-fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 491-499. 1999.
- SOUZA, S. R. et al. Produção de mudas de alface em sistema floating sob tela de sombreamento e cobertura plástica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 191-195, 2007.

TAIZ, L. E ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 95-114.

VALMORBIDA, J. et al. Crescimento de *Mentha piperita* L., cultivada em solução nutritiva com diferentes doses de potássio. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 9, n. 4, p. 27-31, 2007.

YURI, J. E. et al. Efeito do composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 127-130, 2004.