

## CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM ALFACE CULTIVADA SOB REGIMES HÍDRICOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA

Reynaldo Teodoro de Fátima<sup>1</sup>, Edmar Gonçalves de Jesus<sup>2</sup>, Amaralina Celoto Guerrero<sup>3</sup>,  
Josinaldo Lopes Araújo Rocha<sup>4</sup>, Marcos Eric Barbosa Brito<sup>5</sup>

### RESUMO

A deficiência hídrica e a baixa disponibilidade de fósforo são alguns dos mais importantes fatores limitantes ao crescimento de plantas em regiões tropicais, em especial para culturas de ciclo curto, como a alface. Desta forma, objetivou-se estudar o crescimento e as trocas gasosas de plantas de alface sob estresse hídrico e adubação com fósforo. O experimento foi instalado em casa de vegetação, no município de Pombal, PB, com delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, relativos a cinco doses de P (0, 50, 100, 150 e 200 mg dm<sup>3</sup>) e duas lâminas de irrigação [50 e 100% da evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) baseada em lisimetria de pesagem], com quatro repetições, totalizando 40 unidades. Avaliou-se o crescimento e as trocas gasosas da alface. O crescimento e a fitomassa da alface é reduzido pela restrição de água no solo. Doses crescentes de fósforo em plantas com 100% da ET<sub>r</sub> proporcionam melhor formação de fitomassa. A disponibilidade de fósforo nas plantas sob estresse hídrico proporciona os melhores resultados quando comparadas as plantas com 100% da ET<sub>r</sub> para as variáveis fisiológicas eficiência do uso da água e fotossíntese líquida, mostrando assim a influência desse nutriente ao estresse.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, condutância estomática, fósforo, déficit hídrico.

## GROWTH AND GAS EXCHANGES OF LETTUCE UNDER WATER REGIME AND PHOSPHATE FERTILIZATION

### ABSTRACT

Water deficiency and low availability of phosphorus are some of the most important limiting factors for plant growth in tropical areas, especially for crop with small cycle, such as lettuce. Thus, in order to study the growth and gas exchange of lettuce plants under water stress and fertilization with phosphorus, an experiment was set up in a greenhouse, located in Pombal city, PB, using a randomized complete block design with treatments arranged in a factorial

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia, UFPB, e-mail: reynaldo.t16@gmail.com;

<sup>2</sup> Graduado em Agronomia, UFCG, e-mail: edmar.gj@gmail.com;

<sup>3</sup> Doutora em Agronomia, Pesquisadora, UFCG, e-mail: maracguerrero@gmail.com;

<sup>4</sup> Doutor em Ciência do Solo, Professor Adjunto, UFCG, e-mail: jhosinal\_araujo@yahoo.com.br;

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Adjunto, UFS, e-mail: marcosericbb@yahoo.com.br

scheme, 5 x 2, relative to five levels of P (0, 50, 100, 150 and 200 mg dm<sup>3</sup>) and two irrigation amount (50 and 100% actual evapotranspiration (ET<sub>r</sub>) based on weighing lysimetry), with four replications, totaling 40 experimental units. The application of the 'P' levels was done 10 days before seedlings transplant. It was used the simple superphosphate as source of phosphorus. The growth and gas exchange of lettuce was evaluated. The growth and phytomass of lettuce is reduced by the restriction of water in the soil. Increasing of phosphorus levels for plants under 100% ET<sub>r</sub> provide better phytomass formation. The availability of phosphorus in plants under water stress provides the best results when compared to plants with 100% ET<sub>r</sub> for the physiological variables water use efficiency and photosynthesis rate, thus showing the influence of this nutrient on stress.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, stomatal conductance, phosphorus, water deficit.

## INTRODUÇÃO

A alface é uma das principais hortaliças cultivadas no mundo, de maneira que suas folhas são comumente consumidas em saladas e sanduíches. Em alguns países do oriente, tais como China e Egito, os caules são consumidos ao invés das folhas, na forma cozida, crua, em conserva, desidratada ou macerada na composição de molhos (MOU, 2008). Essa importância se deve não só ao sabor e qualidade nutritiva, mas também pela facilidade de aquisição e produção durante ano todo, além do baixo custo. Seu cultivo é feito de maneira intensiva e predominantemente pela agricultura familiar, sendo responsável por cinco empregos diretos por hectare (SALA; COSTA, 2012).

A produção agrícola, em diversas partes do mundo, é diretamente afetada por fenômenos climáticos adversos, a exemplo de alterações na temperatura, pluviosidade, umidade do solo, radiação solar, dentre outros. Dentre os principais fatores abióticos que interferem na produção, destaca-se o déficit hídrico, que ocorre quando a perda de água pela planta excede a capacidade de absorção pela raiz, provocando danos ao crescimento e desenvolvimento da planta (JALEEL et al., 2007; BRITO et al., 2012; FERNANDES et al., 2015).

Além da deficiência hídrica, a baixa disponibilidade de fósforo também é um importante fator limitante ao crescimento de plantas em regiões tropicais, em especial quando esses fatores ocorrem em conjunto, já que o déficit hídrico tem potencial de reduzir a

disponibilidade de fósforo (P) para as plantas, sendo essa mais uma causa da redução da fotossíntese de espécies cultivadas (BROGGI et al., 2011).

Em pesquisa realizada com *Braquiara brizantha* cv. MG-5 Vitória sob doses de fósforo com e sem deficiência hídrica, Kuwahara e Souza (2009) relatam que o fósforo influenciou, positivamente, o crescimento das plantas, sobretudo o número de novos perfilhos e área foliar. Todavia, esses autores verificaram que a deficiência hídrica causou reduções significativas da condutância estomática e assimilação líquida de CO<sub>2</sub> em todos os tratamentos, destacando, em contrapartida, que a suplementação de P na adubação de *B. brizantha* cv. MG-5 pode levar à recuperação mais eficiente da fotossíntese das plantas após um período de deficiência hídrica.

Desta forma, objetivou-se estudar o crescimento e as trocas gasosas de plantas de alface sob estresse hídrico e adubação fosfatada como atenuante.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA), *Campus* de Pombal-PB, que está localizado nas coordenadas geográficas de 6°46' S e 37°47' O, a uma altitude média de 184 m. Segundo a classificação de Köppen, adaptada ao Brasil, o clima da região é classificado como BSh

**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM ALFACE CULTIVADA SOB REGIMES HÍDRICOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

semiárido quente, temperatura média anual de 28°, precipitações pluviométricas em torno de 750 mm ano<sup>-1</sup> e evaporação média anual de 2000 mm (COELHO; SONCIN, 1982).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com tratamentos arranjados em esquema fatorial, 5x2, sendo cinco doses de P (0, 50, 100, 150 e 200 mg dm<sup>-3</sup>) e duas lâminas de irrigação, 50% da Evapotranspiração real (ETr) e 100% da ETr, com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de 4 L, preenchidos com material de solo, extraído a uma camada de 0-40 cm de um Neossolo Flúvico.

A aplicação das doses de fósforo (P) foi realizada 10 dias antes do transplante das mudas, usando-se o superfosfato simples como fonte de fósforo, que apresenta a seguinte composição: 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 16% de Cálcio (Ca) e 8% de Enxofre (S).

Para determinação da evapotranspiração real, usou-se o método da lisimetria de pesagem nos tratamentos que recebiam 100%

da ETr, para tanto, determinou-se o peso dos vasos na capacidade de campo (P<sub>cc</sub>) a partir da saturação por capilaridade seguida de drenagem até peso constante, sendo considerado o P<sub>cc</sub>, e diariamente procedia-se a pesagem do peso atual (P<sub>a</sub>) de cada vaso, com estes dados e usando-se a equação 1, determinou-se a ETr com a divisão da subtração destes valores pela área do vaso (A). As plantas que recebiam 50% da ETr recebiam 50% do volume de água aplicado nas plantas sob lâmina de 100% da ETr.

$$LI_{100ETr} = \frac{P_{cc} - P_a}{A} = \text{mm} \quad \text{Eq 1}$$

O solo utilizado após seco ao ar, destorroado e passado em peneira de malha de 2,0 mm, foi encaminhado ao Laboratório de Análises de Solo e Planta do CCTA/UFCG para sua caracterização química e física, conforme procedimentos descritos por Clessen (1997), sendo seus atributos demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento.

Atributos químicos									
pH	P	K	Na	Ca	Mg	Si	Al	H + Al	
CaCl <sub>2</sub> 1:2,5	mg/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>							
6,02	3 - 5	0,41	0,15	4,15	7,05	1,95	0,00	0,00	
Atributos Físicos									
Areia	Silte	Argila	ds	dp	Porosida	Classe textural			
g kg <sup>-1</sup>			g cm <sup>-3</sup>		%				
716,8	152,8	130,4	1,40	2,74	48,9	Franco arenoso			

P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Extrator Mehlich1; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>: Extrator acetato de Ca<sup>+2</sup> 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7; Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>: Extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>.

A adubação com macronutrientes (exceto fósforo) e micronutrientes foram realizadas conforme recomendação de Malavolta (1997). As quantidades de nutrientes utilizadas foram às seguintes: K = 64,7 mg dm<sup>-3</sup>; N = 35,6 mg dm<sup>-3</sup>. O nitrato de potássio e a ureia foram aplicados sete dias após o transplante, sendo que o nitrogênio foi parcelado em quatro vezes, de modo a diminuir a lixiviação e assegurar que não houvesse dano a cultura. As doses de fósforo foram aplicadas e incorporadas ao solo dez dias antes do transplante, juntamente com o

Ca<sup>2+</sup>, não sendo necessária a adubação com Mg, pois o teor no solo estava adequado para a cultura.

Para os micronutrientes, foram preparadas soluções para aplicação via solo composta por B = 1,144, Cu = 2,05, Zn = 7,0, Mn = 6,052, Mo = 0,1 g/L e o Fe-EDTA, aplicando-se 4 ml/vaso, utilizando-se de fontes puras (P.A.) e altamente solúveis em água. Foi realizada uma única adubação com micronutrientes, aos 15 dias após o transplante das mudas, com a aplicação dos coquetéis previamente preparados,

inicialmente aplicou-se a solução de Cu com a de Zn, em seguida realizou-se a aplicação das soluções de B, Mn e Mo em conjunto em segundo coquetel, ambos na quantidade de 10 mL/vaso, sendo que o Fe-EDTA foi aplicado separadamente sendo aplicado 4 mL/vaso.

As mudas de alface, cv. Crespa, foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (200 células), com volume de 16 mL por célula, a qual recebeu três sementes. As plântulas emergiram sete dias após a semeadura (DAS), aos trinta DAS realizou-se o transplante de uma muda por vaso, as quais foram conduzidas até completarem o ciclo cerca de 58 DAS.

Aos 7, 14 e 21 e 28 dias após o transplante (DAT), realizou-se avaliações de crescimento, mensurando-se o número de folhas (NF), a partir da contagem das folhas fotossinteticamente ativas; a altura de planta (AP) (cm), por meio do comprimento entre o colo da planta até a extremidade da folha mais comprida esticada.

Aos 28 DAT determinou-se as trocas gasosas das plantas, usando-se um analisador de gás por infravermelho (IRGA) modelo LCPro+, mensurando-se a taxa de transpiração nas folhas ( $E$ ), a concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), a condutância estomática ( $g_s$ ), a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ), com estes dados determinou-se a eficiência instantânea no uso da água ( $E_i\text{UA}$ ), a partir da relação entre os valores de  $A$  com  $E$  ( $A E^{-1}$ ) (BRITO et al., 2012). As medidas de trocas gasosas foram realizadas no período das 7:00 às 9:00 horas da manhã, em todas as plantas, em uma folha madura e completamente expandida, usando-se fonte de luz artificial com intensidade de  $1200 \text{ MJ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e  $\text{CO}_2$  obtido da atmosfera a uma altura de 2,5 m.

Após a realização das leituras, as plantas foram colhidas e separadas em folhas, caule e raízes para determinação da fitomassa fresca da folha (FFF), fitomassa seca da folha (FSF) e fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca total (FST), relação fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca da raiz

(FSPA/FSR) e quantidade de água na parte aérea (suculência).

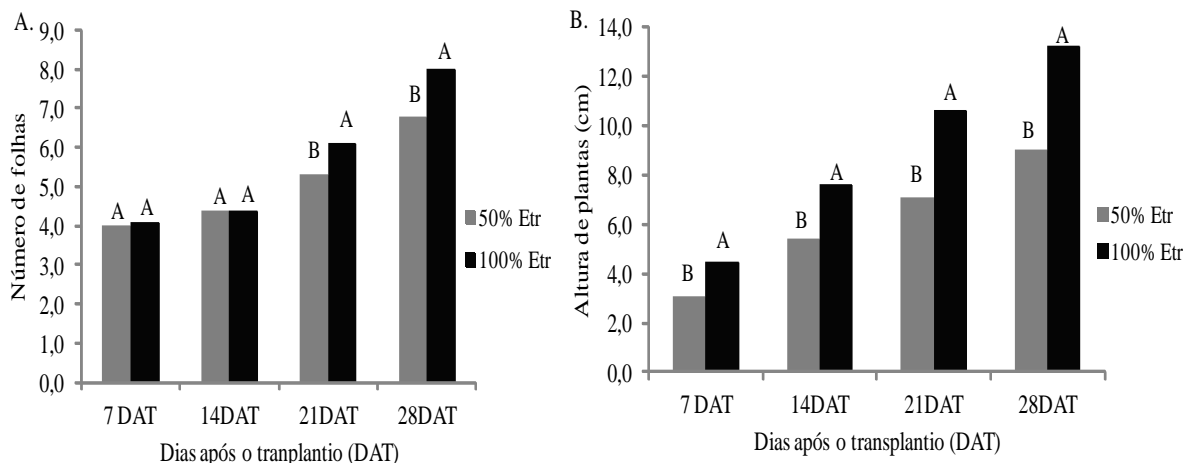
Para tanto, o material coletado foi lavado em água corrente e em água com detergente, passando por duplo enxágue em água deionizada, determinando-se, em seguida, a fitomassa fresca. Após tais procedimentos, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, identificadas com os respectivos tratamentos e postas para secar em estufa de circulação de ar ( $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ) até peso constante, seguido por nova pesagem para obtenção da fitomassa seca.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F ( $p < 0,05$ ), sendo este conclusivo para o fator lâminas, para as doses de silício realizou-se análise de regressão polinomial, usando-se modelos lineares ou quadráticos, escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F e no maior valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ). O desdobramento da interação entre fontes e doses foi efetuado quando significativo, procedendo-se análise de regressão para o fator doses de fósforo em cada lâmina de irrigação, usando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos do estresse hídrico no número de folhas foram observados após os 21 DAT (Figura 1A), notando-se redução de 13 e 15% aos 21 e 28 DAT, respectivamente, quando se comparadas as médias obtidas nas plantas irrigadas com 100% da  $E_{Tr}$  com as irrigadas com 50% da  $E_{Tr}$ . Para a altura da planta o efeito da redução da quantidade de água aplicada foi notado desde a primeira avaliação (Figura 1B), verificando-se, com a aplicação de 50% da  $E_{Tr}$ , valores 31, 29, 33 e 32% inferiores aos obtidos com a aplicação da lâmina de 100 da  $E_{Tr}$ , aos 7, 14, 21 e 28 DAT, respectivamente.

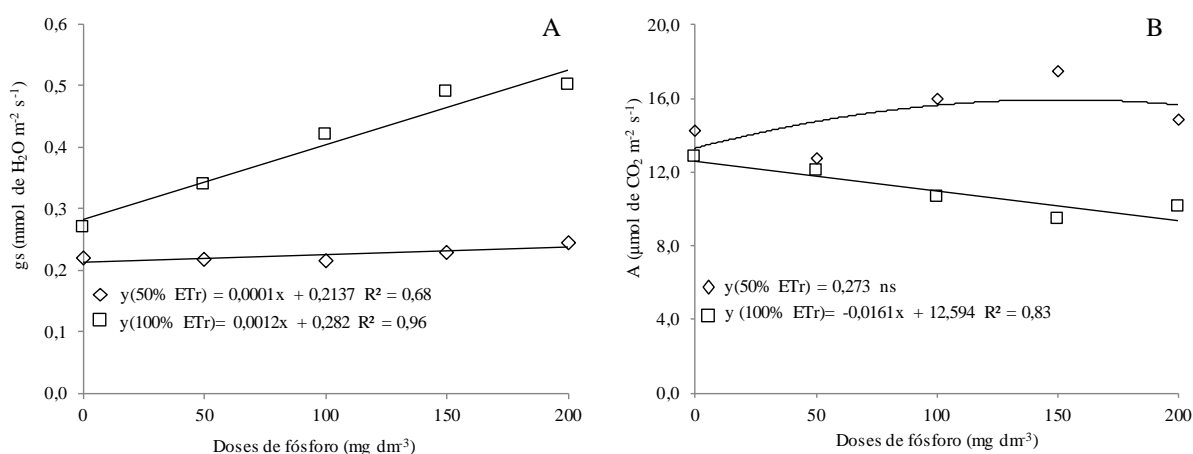
CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM ALFACE CULTIVADA SOB REGIMES HÍDRICOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA



**Figura 1.** Número de folhas (A) e altura de plantas (B) aos 7, 14, 21 e 28 dias após o transplante (DAT) em plantas de alface cultivadas em regimes hídricos de 50% da ETr e 100% da ETr.

A redução no crescimento em número de folhas e em altura de planta está relacionada com a redução do turgor das células, que afeta a divisão e expansão celular, ocasionando mudanças na anatomia, fisiologia e bioquímica das plantas (RODRIGUES et al., 2017; PELOSO et al., 2017), sendo mais sensível o crescimento em altura, que foi mensurado pelo comprimento da base até o ápice da maior folha, o que denota a necessidade de água para a formação de novas folhas e, em especial, para o crescimento destas.

Para os parâmetros fisiológicos analisados, observou-se interação entre os fatores na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. Em relação a condutância estomática (Figura 2A), observa-se incremento de 17% na abertura dos estômatos para cada acréscimo de 50 mg dm<sup>-3</sup> de P aplicado nas plantas irrigadas com lâmina equivalente a 100% da ETr. Já quando as plantas receberam a lâmina equivalente de 50% da ETr, constatou-se, em geral, menores valores de gs, o que explica o menor crescimento observado nas plantas, já que a abertura estomática regula o fluxo de água do tecido para a atmosfera.



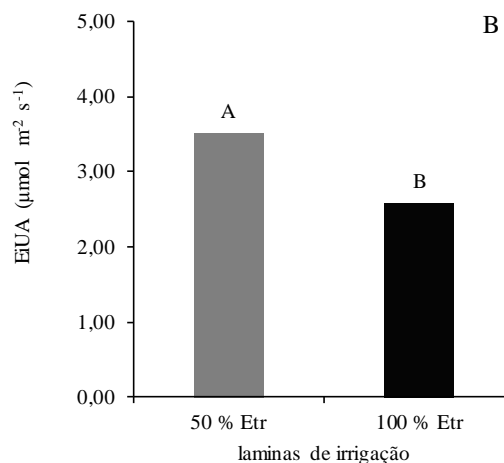
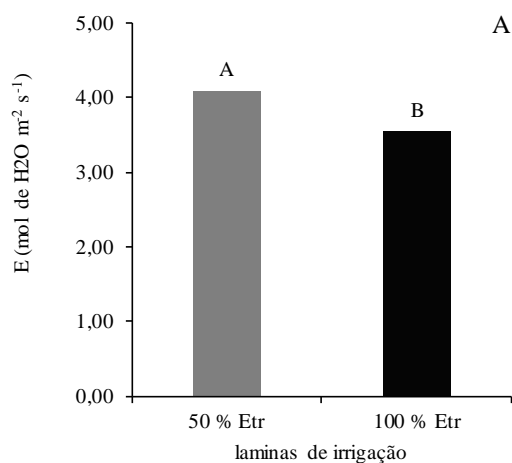
**Figura 2.** Condutância estomática - gs (A) e fotossíntese líquida - A (B) de plantas de alface cultivadas sob dois regimes hídricos (50 e 100% da ETr) em função das doses de fósforo aos 28 dias após o transplante (DAT).

Todavia, o incremento das doses de fósforo também ocasionou melhoria na condutância estomática das plantas nessas condições, verificando-se incremento na ordem de 6,25% para cada aumento em  $50 \text{ mg dm}^{-3}$ . Nesta situação, o incremento nas doses de fósforo pode ter auxiliado o ajustamento osmótico, que é relativo ao acúmulo de solutos no vacúolo afim de reduzir o potencial hídrico e garantir um gradiente de potencial que favoreça a absorção de água (BHARGAVA; SAWANT, 2013), pois o fósforo, como componente da molécula de energia (ATP), pode ter garantido à planta condições para a produção dessas moléculas e, em consequência, energia para produção de metabolitos protetores, a exemplo da prolina.

Tal efeito mitigador do fósforo foi mais evidente na fotossíntese líquida (Figura 2B), onde se observou comportamento linear, com valor máximo estimado obtido com a dose de  $175 \text{ mg dm}^{-3}$ , constatando-se uma taxa de assimilação de  $16,08 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , quando as plantas estavam sendo irrigadas com a lâmina de 50% da ETr. Deve-se notar, ainda, que todos os valores de fotossíntese líquidas das plantas sob lâmina de 50% da ETr foram superiores aos das plantas sob 100% da ETr, fato que pode ser relacionado a capacidade de adaptação ao estresse pela planta, pois, como o número de folhas e no comprimento das plantas sob estresse estavam menores, para tentar compensar a assimilação, houve a necessidade de ajuste e incremento na fotossíntese, o que foi otimizado pelo aumento na dose de fósforo.

Ademais, quando as plantas estavam irrigadas com lâmina equivalente a 100% da ETr, notou-se que o aumento da dose de fósforo proporcionou decremento nos valores de fotossíntese de 6,39% em cada aumento de  $50 \text{ mg dm}^{-3}$  de P, nesta situação, pode-se dizer que, como a disponibilidade hídrica no solo era maior, havia melhores condições de diluição e disponibilização de 'P', verificando-se que o incremento não otimizou as trocas gasosas, já que houve redução nos valores de 'A' e aumento na 'gs', ou seja, aumento na perda de água e menor assimilação, o que está coerente com os dados de crescimento, já que não se verificou efeito do fósforo no número de folhas e altura da planta.

A transpiração (E) e a eficiência do uso da água (EiUA) foram maiores nas plantas com 50% da ETr, constatando-se valores 15,5% e 36,0% superiores aos das plantas irrigadas com 100% da ETr. Fato esse que pode estar relacionado a uma forma de adaptação das plantas de alface a deficiência hídrica, tornando-se mais eficientes no processo de extração de água pelo sistema radicular, pois mesmo apresentando resultados superiores de transpiração apresentaram uma maior eficiência do uso da água (Figura 3). Segundo TAIZ et al. (2017) o processo de transpiração é decisivo para que ocorra um fluxo de transporte de nutrientes minerais satisfatória do solo ao vegetal, além de ser essencial para o processo de arrefecimento das folhas, dissipando grande quantidade de energia.



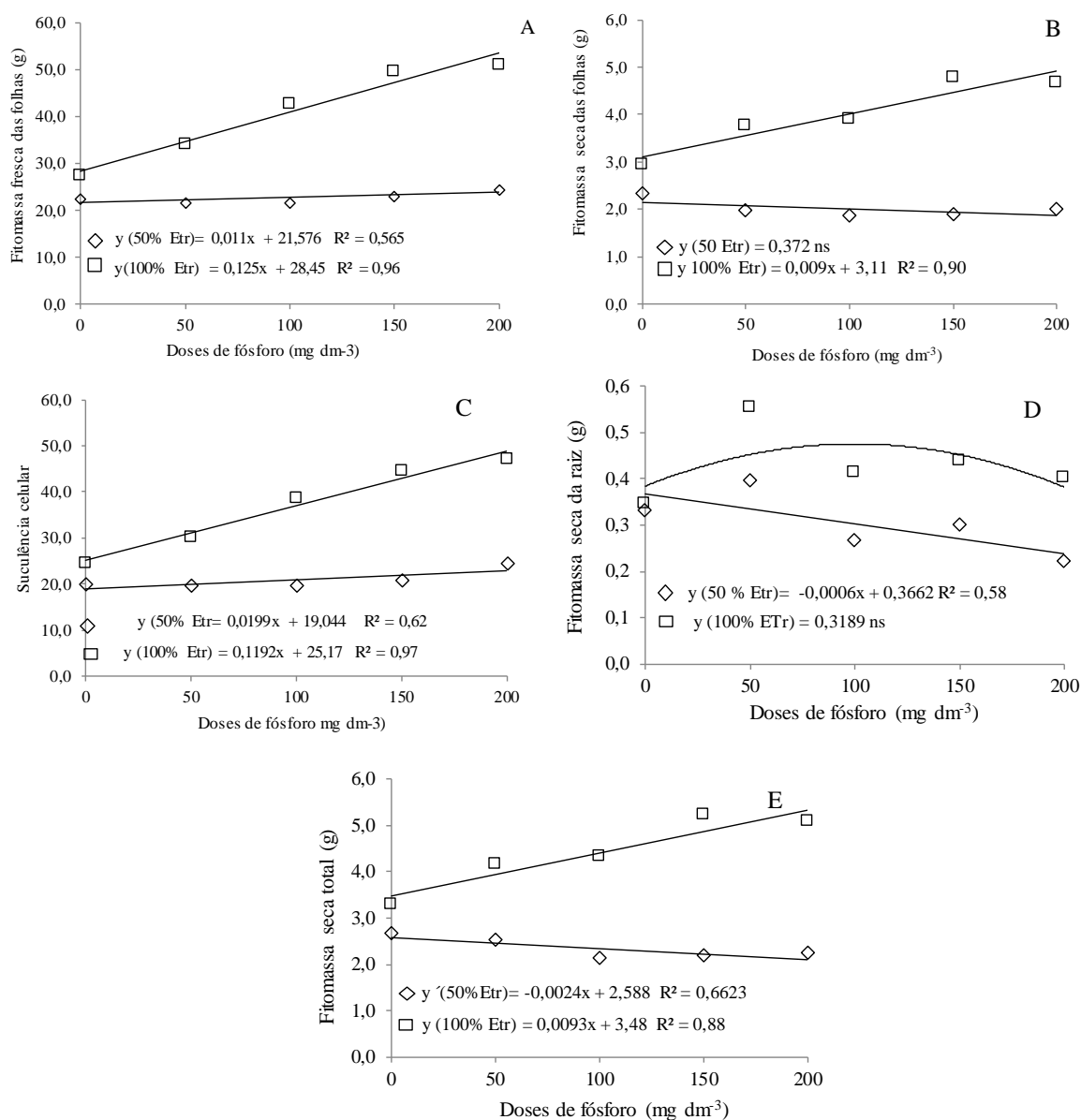
**CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM ALFACE CULTIVADA SOB REGIMES HÍDRICOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

**Figura 3.** Transpiração - E (A) e eficiência do uso da água – EiUA (B) em plantas de alface cultivadas sob regimes hídricos de 50 e 100% da ETr aos 28 dias após o transplante (DAT).

Para as variáveis de fitomassa fresca e seca estudadas (Figura 4), observa-se interação entre os tratamentos doses de fósforo e lâminas de irrigação, sendo que os melhores resultados foram observados para a lâmina de 100% ETr.

A fitomassa da folha (fresca e seca)

cultivadas com 100% ETr apresentaram efeito linear crescente, com acréscimos de 14 e 11%, respectivamente. No ambiente sob estresse hídrico, a variável fitomassa fresca da folha apresentou efeito linear com acréscimos de 2,55% para cada aumento de 50 mg dm<sup>-3</sup>, (Figura 4 A e B).



**Figura 4.** Fitomassa fresca da folha (A), fitomassa seca da folha (B), suculência celular (C), fitomassa seca da raiz (D) e fitomassa seca total (E) de plantas de alface cultivadas sob regimes hídricos de 50 e 100% da ETr aos 28 dias após o transplante (DAT).

A suculência celular da parte aérea apresentou comportamento similar a

fitomassa fresca e seca da folha para as duas condições hídricas, com acréscimo linear de

15%, condição de 100% da ETr, e 5,22%, condição de 50% da ETr, para cada aumento de 50 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo.

A fitomassa seca da raiz apresentou os melhores valores para as situações de 100% da ETr quando comparada com as de 50% da ETr (Figura 4D). Situação essa relacionada com o aumento da disponibilidade de fósforo em contato com as raízes, pois plantas sob deficiência de fósforo o crescimento radicular é acentuado como forma de suprir a demanda do elemento que é transportado preferencialmente por difusão (GRANT, 2001). Com o observado, para a fitomassa seca total as plantas submetidas a 100% da ETr apresentou resultados superiores as condições com 50% da ETr, sendo que para essa condição foi possível estabelecer um efeito linear crescente com o aumento das doses de fósforo, com incremento de 11% a cada 50 mg dm<sup>-3</sup> do nutriente. Tendência essa não percebida na condição sob estresse, onde foi verificada uma tendência linear decrescente, com redução na FST em torno de 4,64 % com acréscimos das doses de fósforo.

Os acréscimos de produção provenientes das adições de fósforo na cultura da alface submetida a 100% ETr estão relacionadas a alta resposta proveniente da cultura ao nutriente, pois mesmo sob doses superiores a recomendada é possível observar crescimentos lineares em produção, fato esse constatado por vários pesquisadores (COUTINHO et al, 2008; KANO, 2012; MANTOVANI, 2014). O aumento da produção ocorre devido o fósforo atuar diretamente no metabolismo das plantas, principalmente na atividade enzimática, e participa da constituição de uma gama de macromoléculas, entre elas a adenosina trifosfato (ATP) que é utilizado nos processos endergônicos do metabolismo (KUWAHARA et al., 2009).

## CONCLUSÃO

O crescimento e a fitomassa da alface é reduzido pela restrição de água no solo;

Doses crescentes de fósforo até 200 mg dm<sup>-3</sup> em plantas com 100% da ETr proporcionam melhor formação de fitomassa.

Nas condições experimentais, a disponibilidade de fósforo para as plantas sob estresse hídrico proporcionou os resultados mais satisfatórios para as variáveis fisiológicas: eficiência do uso da água e fotossíntese líquida, mostrando assim a influência desse nutriente ao estresse;

## AGRADECIMENTOS

Ao centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande pela disponibilidade da infraestrutura necessária a realização da pesquisa, ao CNPQ e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

## REFERÊNCIAS

- BHARGAVA, S.; SAWANT, K. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. **Plant Breed**, 132: 21-32, 2013.
- BRITO, M.E.B.; SOARES, A.A.S.; FERNANDES, P.D.; LIMA, G.S.; SÁ, F.V.S.; MELO, A.S. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.857-865, 2012.
- BROGGI, F.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. D. Fator capacidade de fósforo em solos de Pernambuco mineralogicamente diferentes e influência do pH na capacidade máxima de adsorção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 77-83, 2011.
- CLAESSEN, M. E. Manual de métodos de análise de solo. Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E), 212p, 1997.



CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM ALFACE CULTIVADA SOB REGIMES HÍDRICOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 368 p., 1982.

COUTINHO, E.L.M.; CARVALHO, F.P.; FRANCO, H.C.J.; ORIOLI JUNIOR, V.; COUTINHO NETO, A.M.; ZANCANER, A.M. Adubação fosfatada em cultivares de alface cultivada em solos deficientes. **Nucleus**, v.5, n.2, 2008.

FERNANDES, F. B. P.; LACERDA, C. F.; ANDRADE, E. M.; NEVES, A. L.R.; SOUSA, C. H. C. Efeito de manejos do solo no déficit hídrico, trocas gasosas e rendimento do feijão-de-corda no semiárido. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, n. 3, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **POTAFOS: Informações agrônômicas** nº 95 – setembro/2001.

JALEEL, C. A.; GOPI, R.; MANIVANNAN, P.; PANNEERSELVAM, R. Responses of antioxidant defense system of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. to paclobutrazol treatment under salinity. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 29, n. 3, p. 205- 209, 2007.

KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BOAS, R.L.V. Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada. **Revista Biotemas**, v.25, n.3, p.39-47, 2012

KUWAHARA, F.A.; SOUZA, G.M. Fósforo como possível mitigador dos efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento e as trocas gasosas de *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. **Acta Scientiarum**

**Agronomy**, v.31, n.2, p.261-267, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS. 1997. 319p.

MANTOVANI, J.R.; OLIVEIRA, I.A.C.; MARQUES, D.J. Teores de fósforo no solo e produção de alface crespa em função de adubação fosfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, suplemento, p. 2369-2380, 2014.

MOU, B. LETTUCE. IN: PROENZ, J.; NUEZ, F. (Ed.). **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Cheonopiaceae, and Cucurbitaceae**. New York: Springer Science + Business Media, 2008. p. 75- 118.

Peloso, A. F.; Tatagiba, S. D.; Amaral, J. F. T. Limitações do crescimento vegetativo em cafeeiro arábica promovido pelo déficit hídrico. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 139, 2017.

RODRIGUES, J. D. B.; FERNANDES, J. R. Q.; ALVES, R. M.; DA CUNHA, R. L. M.; BASTOS, A. J. R.; TEIXEIRA, A. L. Comportamento morfológico no período de crescimento de progênies de cupuaçuzeiro em resposta a restrição hídrica. **Ciência & Tecnologia: Fatec**, Jaboticabal, v.9, p. 1-6, 2017.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 888p, 2017.