

## EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA APLICAÇÃO FOLIAR DE 'ÁGUA DE XISTO' NA CULTURA DA ALFACE

ESMAEL RICKES SOUZA<sup>1</sup>; ALEXSSANDRA DAYANNE SOARES DE CAMPOS<sup>2</sup>;  
ELLEN CRISTINA PERIN<sup>3</sup>; VANESSA GALLI<sup>4</sup>; RAFAEL DA SILVA MESSIAS<sup>4</sup>;  
JOYCE MOURA BOROWSKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Pelotas -  
[esmaelsouza@yahoo.com.br](mailto:esmaelsouza@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Graduanda em Tecnologia em Geoprocessamento, Universidade Federal de Pelotas -  
[alexssandra1\\_sc@yahoo.com.br](mailto:alexssandra1_sc@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas - [ellenperin@hotmail.com](mailto:ellenperin@hotmail.com)

<sup>4</sup>Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas -  
[vane.galli@yahoo.com.br](mailto:vane.galli@yahoo.com.br)  
[rafael.embrapa@yahoo.com.br](mailto:rafael.embrapa@yahoo.com.br)  
[joyceborowski@gmail.com](mailto:joyceborowski@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Bioestimulantes são uma alternativa de biofortificação para incrementar o potencial antioxidante de culturas agrícolas, sem prejudicar seu desenvolvimento, com boa relação custo-benefício (MESSIAS et al., 2013a). Estes produtos são compostos por uma mistura de substâncias, como oligoelementos, enzimas e reguladores vegetais que, dependendo da sua concentração e proporção, afetam os processos morfológicos e fisiológicos do vegetal, melhorando seu desempenho sem afetar negativamente a produtividade (VIEIRA; CASTRO, 2001).

A alface é considerada a hortaliça mundialmente mais consumida, sendo fonte de vitamina A e potássio, e de grande interesse para biofortificação com ênfase, principalmente, nos teores de vitaminas C e E, e no aumento do potencial antioxidante (LIN et al., 2013). A água de xisto (AX), subproduto líquido do folhelho pirotbetuminoso, é comercializada pela Petrobras/SIX para empresas do Paraná como matéria-prima para elaboração de fertilizantes foliares, pois sua composição química, baseada em compostos orgânicos e minerais, é de grande interesse para a nutrição de plantas (MESSIAS et al., 2013b). A aplicação foliar de AX aumenta a produtividade de pimentas (PEREIRA; MELLO, 2002), influencia a síntese de compostos relacionados ao metabolismo primário em milho (MESSIAS et al., 2013c) e seu uso representa uma alternativa segura do ponto de vista ambiental e dos alimentos gerados, pois nenhum elemento ou composto nocivo foi detectado em culturas agrícolas tratadas com AX (MESSIAS et al., 2013b). Resultados preliminares mostram ainda o potencial da AX como bioestimulante do metabolismo secundário de culturas como milho (MESSIAS et al., 2013c) e alface (BOROWSKI et al., 2013.) No entanto, o mecanismo de ação da AX relacionado ao seu efeito bioestimulante ainda carece de investigação.

Supõe-se que a AX atua nas plantas de maneira similar a bioestimulantes de extratos de algas, uma vez que seus elementos constituintes são provenientes da fossilização de algas durante o período Permiano. Dentre estes produtos, o Algattive (ALG), extraído da alga *Durvillaea potatorum*, é utilizado para regular o crescimento, a floração e o amadurecimento de frutos em diversas culturas agrícolas (ALGATTIVE, 2014). Adicionalmente, a composição orgânica da AX é baseada principalmente em indóis, que são precursores de ácido indol-acético (AIA), um dos principais representantes dos reguladores vegetais da classe das auxinas, presentes em extratos de algas (SHARMA et al., 2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar o efeito da AX com o efeito do ALG e AIA na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e na produtividade de alface.

## 2. METODOLOGIA

### Condições de crescimento e tratamentos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, no período de 21 de março a 24 de abril de 2014. Mudas da cultivar Vera, produzidas pelo sistema *floating*, foram transplantadas para vasos de 9L contendo solo e adubação de base, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (CQFS-RS/SC, 2004). As alfaces foram irrigadas por capilaridade de forma a manter o nível ideal de umidade no solo constante (entre 20 e 30%) (CQFS-RS/SC, 2004). Os teores de umidade do solo foram acompanhados periodicamente com medidor eletrônico de umidade - Hidrofarm (Falker, modelo HFM 2030). Durante o desenvolvimento do experimento a temperatura e a umidade da casa de vegetação foram registradas, com o auxílio de dataloggers, sendo realizada uma média semanal destas variáveis.

O desenho experimental foi completamente randomizado, consistindo em quatro tratamentos, com quatro réplicas biológicas e seis plantas por parcela. Foram feitas três aplicações foliares semanais dos tratamentos durante a fase de desenvolvimento da cultura. Os tratamentos estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos

Tratamentos	Descrição*
Controle	Água destilada
Água de xisto (AX)	54 L.ha <sup>-1</sup> , de acordo com estudos prévios.
Algattive (ALG)	6 L.ha <sup>-1</sup> , de acordo com as doses recomendados pelo fabricante.
Ácido indol-acético (AIA)	300 mg.L <sup>-1</sup> , de acordo com as doses recomendados pelo fabricante.

\*Dose total dividida em três aplicações parciais de cada tratamento proposto.

### Determinação da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e da produtividade de alfaces

Após a terceira aplicação foliar dos tratamentos foi avaliada a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, com um analisador de gases com detecção por radiação infravermelha (IRGA) (Heinz Walz GmbH, modelo GFS 3000), e a produtividade pela média do peso fresco de cada planta.

### Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando programa computacional SAS System for Windows versão 9.1.3 (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ). Em caso de significância estatística, foram comparados os tratamentos por Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para garantir que os resultados encontrados fossem responsivos apenas à aplicação dos tratamentos e não de alguma mudança em fatores ambientais, tais como temperatura e umidade do ambiente, estas variáveis foram determinadas semanalmente durante o desenvolvimento do experimento. Tanto a temperatura quanto a umidade se mantiveram constantes ao longo das cinco semanas do

experimento, não apresentando diferença estatística, demonstrando que não aconteceram variações que poderiam causar algum efeito nas plantas, como pode ser observado na figura abaixo.

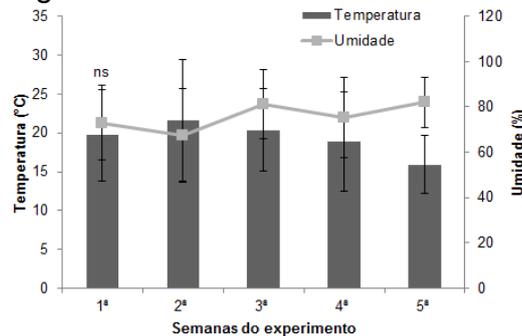


Figura 1 – Temperatura e umidade da casa de vegetação durante a realização do experimento.

A aplicação foliar de AX, ALG e AIA não prejudicou a capacidade fotossintética das plantas, pois a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> não diminuiu com a aplicação dos tratamentos em relação ao controle, no entanto, observou-se um incremento significativo com a aplicação de ALG (Fig.2 A). A produtividade não foi afetada negativamente, aumentando significativamente com a aplicação de todos os tratamentos (Fig.2 B).

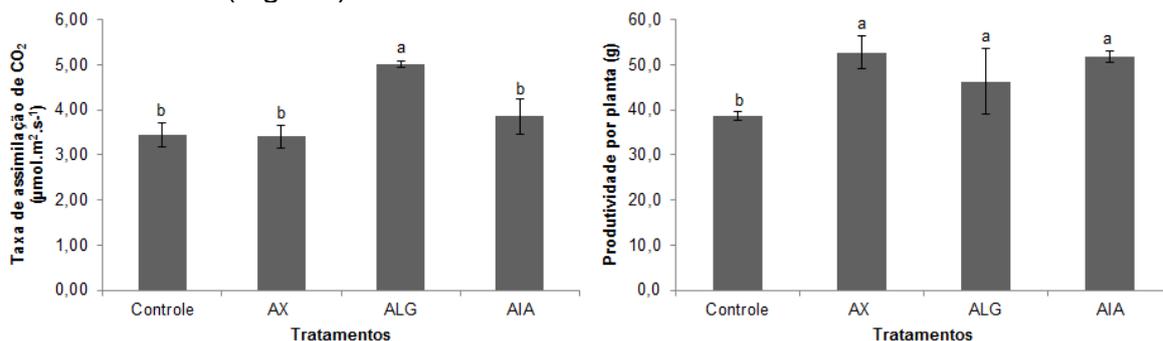


Figura 2 – Efeito da aplicação foliar de AX, ALG e AIA na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) e na produtividade de alfaces (B)

Geralmente estão presentes em bioestimulantes comerciais à base de algas pequenas quantidades de macro e microelementos, aminoácidos, vitaminas, citocininas, auxinas, compostos semelhantes ao ácido abscísico e compostos quaternários de amônio, os quais são responsáveis pelo seu efeito (SHARMA et al., 2013). O efeito do ALG nas variáveis avaliadas neste trabalho pode ser decorrente do aumento da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>.

Dentre os reguladores vegetais encontrados nos extratos de algas, as auxinas promovem o crescimento das plantas, participam da regulação da iniciação de raízes laterais, da abscisão foliar, da diferenciação vascular, do desenvolvimento de frutos, entre outros. Neste trabalho, a aplicação de AIA promoveu o aumento da produtividade, provavelmente devido ao alongamento celular, que aumenta a permeabilidade da membrana plasmática, facilitando a entrada de solutos relacionados ao crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para os parâmetros avaliados, a AX apresentou comportamento similar ao regulador vegetal AIA, tendo aumentado significativamente a produtividade da cultura sem, no entanto, ter influenciado na taxa fotossintética da cultura da alface.

## 4. CONCLUSÕES

A AX apresenta potencial para uso como bioestimulante na cultura da alface, pois não prejudicou a capacidade fotossintética das plantas acarretando no aumento da produtividade da cultura de forma similar ao tratamento com AIA. No entanto, mais estudos precisam ser feitos para explicar o mecanismo de ação da AX, abordando também seu efeito em compostos de interesse para biofortificação.

## 5. REFERÊNCIAS

ALGATTIVE. Acesso em 23 de julho de 2014. Online Disponível em:  
<http://www.cema.bio.br/produto.php?prod=17>.

BOROWSKI, J. M.; GALLI, V.; PERIN, E. C.; POTES, M. L.; SOUZA, E.; SILVEIRA, C. A. P.; MESSIAS, R. S. Efeito de estresse salino e aplicação foliar de água de xisto em parâmetros fisiológicos e bioquímicos. **Revista Congrega Urcamp**. ISSN:19822960, 2013.

CQFS. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO- RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 10 ed., 2004. 400 p

LIN, K. H.; HUANG, M. Y.; HUANG, W. D.; HSU, W. D.; YANG, Z. W.; YANG, C. M. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). **Scientia Horticulturae**, v.150, p. 86–91, 2013.

MESSIAS, R.; GALLI, V.; SILVA, S.; SCHIRMER, M.; ROMBALDI, C. Micronutrient and functional compounds biofortification of maize grains. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. doi:10.1080/10408398.2011.649314, 2013a.

MESSIAS, R. S.; SILVEIRA, C. A. P.; GALLI, V.; PILLON, C. N.; ROMBALDI, C. V. Multimineral and organic composition of a liquid by-product from the pyrobituminous shale pyrolysis process and its potential use in agriculture. **Journal of Plant Nutrition**, in Press, 2013b.

MESSIAS, R.; GALLI, V.; SCHIRMER, M.; PILLON, C. N.; SILVA, S.; SILVEIRA, C. A. P.; ROMBALDI, C. Yield and quality of maize following the foliar application of a fertilizer based on the byproduct “shale water”. **Agricultural Sciences**, v.4, p. 56-65, 2013c.

PEREIRA, S. H. E.; MELLO, C. S. Foliar fertilizer applications on nutrition and yield of sweet pepper and tomato. **Horticultura Brasileira**, v.20, p. 597-600, 2002.

SHARMA, H. S. S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J. R.; MARTIN, T. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. **J Appl Phycol.**, DOI 10.1007/s10811-013-0101-9, 2013.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS). SAS user's guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, p. 222-228, 2001.