

Resumo

Os efeitos de ácidos húmicos em plantas são variáveis, dependendo principalmente da fonte de obtenção, da concentração adotada e da espécie vegetal utilizada como bioindicadora. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio na produção de mudas de alface. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos no esquema fatorial 3x5+2, compreendendo três concentrações ácidos húmicos através do uso da fonte AH-Alternativo (7,3 ml L⁻¹, 14,6 ml L⁻¹ e 21,9 ml L⁻¹), cinco concentrações de nitrogênio (1, 2, 3, 4 e 5 dag kg⁻¹), mais duas testemunhas (a primeira representada pela fonte comercial de ácidos húmicos Fertiactyl GZ na concentração de 7,3 ml L⁻¹ e a segunda composta pela ausência da aplicação de ácidos húmicos e nitrogênio). O aumento da concentração de nitrogênio nas diferentes concentrações de AH-Alternativo promoveu redução na massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e comprimento de raiz. A aplicação de ácidos húmicos tanto da fonte AH-Alternativo como da fonte comercial Fertiactyl GZ promove melhoria na qualidade de mudas de alface. O aumento da concentração de nitrogênio reduz a qualidade de mudas de alface em concentrações superiores a 1 dag kg⁻¹, em função do uso de ácidos húmicos.

Palavras chave: Desenvolvimento de mudas; substâncias húmicas; AH-Alternativo.

Abstract

Humic acids and nitrogen in lettuce seedlings production

The effects of humic acids on plants are variable, depending mainly on the source of production, the concentration adopted and the vegetal species used as bioindicator. Thus, the objective of this work was to evaluate humic acid and nitrogen concentrations in the production of lettuce seedlings. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates. The treatments were obtained in the 3x5+2 factorial scheme, comprising three humic acid concentrations using the HA-Alternative source (7.3 mL L⁻¹, 14.6 mL L⁻¹ and 21.9 mL L⁻¹), five concentrations of nitrogen (1, 2, 3, 4 and 5 dag kg⁻¹), plus two controls (the first one represented by the commercial source of humic acids Fertiactyl GZ at the concentration of 7.3 mL L⁻¹ and the second compound by the absence of the application of humic acids and nitrogen). The increase of nitrogen concentration in the different concentrations of HA-Alternative promoted a reduction in shoot dry mass, root dry mass and root length. The application of humic acids from both the HA-Alternative source and the commercial source Fertiactyl GZ promotes improvement in the quality of lettuce seedlings. The increase

Received at: 03/04/2016

Accepted for publication at: 20/04/2017

¹ Eng. Agrônomo. Doutorando em Produção Vegetal. Universidade Federal do Tocantins - UFT - Avenida Paraguai - Setor Cimba - Araguaína-TO - 77824-8380. Email: antoniocarlos.uft@hotmail.com; larissaurzedo@hotmail.com

² Eng. Agrônomo. Doutorando em concentração Solo e Água. Universidade Federal de Goiás - UFG - Avenida Bom Pastor, S/n - Setor Areião, Goiás - GO, 76600-000. Email: carlosandradeuft@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo. Pós Graduando em Ciência do Solo. Universidade Federal de Lavras - UFLA - Avenida Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, Lavras - MG, 37200-000. Email: carneirojs@yahoo.com.br

⁴ Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Universidade Federal do Tocantins - UFT - Avenida Paraguai - Setor Cimba - Araguaína-TO - 77824-8380. Email: rrs2002@uft.edu.br

of nitrogen concentration reduces the quality of lettuce seedlings at concentrations higher than 1 dag kg⁻¹, due to the use of humic acids.

Key words: Seedling development; humic substances; HA-Alternative.

Resumen

Ácidos húmicos y nitrógeno en la producción de plantines de lechuga

Los efectos de ácidos húmicos en plantas son variables, dependiendo principalmente de la fuente de obtención, de la concentración adoptada y de la especie vegetal utilizada como bioindicadora. Así, se objetivó con el presente trabajo evaluar concentraciones de ácidos húmicos y nitrógeno en la producción de mudas de lechuga. El experimento fue conducido en delineamiento completamente casualizado con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron obtenidos en el esquema factorial 3x5 + 2, comprendiendo tres concentraciones ácidas húmicas a través del uso de la fuente AH-Alternativa (7,3 ml L⁻¹, 14,6 ml L⁻¹ y 21,9 ml L⁻¹), (1, 2, 3, 4 y 5 dag kg⁻¹), además de dos testigos (la primera representada por la fuente comercial de ácidos húmicos Fertiactyl GZ en la concentración de 7,3 ml L⁻¹ y la segunda compuesta por la ausencia de la aplicación de ácidos húmicos y nitrógeno). El aumento de la concentración de nitrógeno en las diferentes concentraciones de AH-Alternativa promovió reducción en la masa seca de la parte aérea, masa seca de la raíz y longitud de raíz. La aplicación de ácidos húmicos tanto de la fuente AH-Alternativa como de la fuente comercial promueve una mejora en la calidad de los plantones de lechuga. El aumento de la concentración de nitrógeno reduce la calidad de los plantines de lechuga en concentraciones superiores a 1 dag kg⁻¹, en función del uso de ácidos húmicos.

Palabras clave: Desarrollo de mudas; sustancias húmicas; AH-Alternativa.

Introdução

As substâncias húmicas (SH) são compostos orgânicos condensados, produzidos pela ação microbiana, e que diferem dos biopolímeros por sua estrutura molecular e elevada persistência no solo (BALDOTTO e BALDOTTO, 2014). Após o fracionamento químico da matéria orgânica, as frações das SH mais estudadas são os ácidos húmicos (AH) e fúlvicos (AF).

Na agricultura, os efeitos benéficos do uso dessas substâncias tem sido relatados em diferentes culturas (BEZERRA et al., 2007; NOMURA et al., 2012; VENÂNCIO et al., 2012; BALDOTTO et al., 2014; CIVIERO et al., 2014; BUSATO et al., 2016; SILVA et al., 2016; RODRIGUES et al., 2017). No entanto, os efeitos promovidos nas plantas são muitos variáveis, sendo verificados tanto modificações na morfologia da parte aérea e do sistema radicular, como alterações na fisiologia e bioquímica vegetal, mostrando a dificuldade de se identificar os mecanismos pelos quais as SH estimulam a atividade biológica vegetal.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida e tem grande importância

econômica e social no Brasil, sendo cultivada em praticamente todas as regiões do país, justificando a necessidade de estudos bem fundamentados que avaliem a viabilidade de uso de ácidos húmicos como componentes para biofertilizantes no seu processo de produção.

No trabalho de Bezerra et al. (2007), a combinação dos produtos comerciais Fertiactyl GZ® e Ruterr AA® em alface cv. Babá de Verão incrementou a massa seca da raiz em até 45,70%, bem como estimulou o crescimento radicular, através da aplicação de concentração 0,75% de Fertiactyl GZ®.

Não obstante, para que a produtividade não seja limitada, as plantas de modo geral necessitam de um aporte nutricional elevado, o que pode ser obtido com adubações ricas em nutrientes. Para a alface, ao lado do potássio, o nitrogênio (N) é um dos elementos mais extraídos pela hortaliça, sendo essencial para o desenvolvimento da planta, onde sua deficiência ocasiona reduções no crescimento, principalmente no estágio inicial de desenvolvimento, onde a absorção é mais intensa (KAPPES et al., 2009; KANO et al., 2010).

A resposta dessa folhosa ao fornecimento de N é positiva, contudo, alguns pesquisadores constataram respostas positivas na supressão do uso

de N mineral quando utilizada fertilização orgânica. Steiner et al. (2012) notaram que a utilização de dejetos líquido de suíno e de cama de aviário proporcionou produtividade de alface cv. Piraroxa, equivalente à aplicação de fertilizante nitrogenado mineral.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio na produção de mudas de alface.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, região sul do estado do Tocantins, em altitude de 278 m, coordenadas de 11°43'45" de latitude e 49°04'07" de longitude. A temperatura média anual é de 29,5 °C, com precipitação anual média de 1.804 mm.

Para avaliar o potencial de uso de concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio como promotor do crescimento vegetal foi conduzido experimento com alface cultivar Elba (Topseed®), tipo crespa, selecionada por ser a de maior aceitação e mais cultivada no Tocantins.

As mudas foram produzidas em casa de vegetação com cobertura plástica, laterais de tela de sombra 50%, em bandejas de 128 células cada, preenchidas com substrato comercial Germinar® em mistura com casca de arroz carbonizada na proporção 1:1. A sementeira ocorreu colocando-se três sementes no centro da célula, a profundidade de 5 mm. O desbaste foi realizado aos sete dias após a sementeira (DAS), mantendo-se uma planta por célula.

O sistema de produção das mudas contou com a aplicação de concentrações de ácidos húmicos suplementado com aminoácido e concentrações de ureia como fonte de nitrogênio. Até a fase final de formação das mudas, as bandejas foram mantidas sob irrigação diária por microaspersão.

As fontes de ácidos húmicos (AH) utilizadas para a realização do trabalho foram: ácidos húmicos extraídos de composto orgânico alternativo (AH-Alternativo) e produto comercial (Fertiactyl GZ®).

A fração de AH extraído do composto orgânico alternativo foi caracterizada quantitativamente como: 1 dag kg⁻¹ de N e 2,5 dag kg⁻¹ de C orgânico. Os teores de carbono orgânico (C orgânico) e nitrogênio total (N) dos ácidos húmicos foram determinados segundo (MENDONÇA e MATOS, 2005).

A segunda fonte de ácidos húmicos foi o

produto comercial Fertiactyl GZ®, da empresa TIMAC Agro, indicado para aplicação foliar em hortícolas com recomendações de 1 a 5 aplicações, em doses que podem variar de 2 a 3 L ha⁻¹. Segundo a empresa, o produto foi elaborado a partir das matérias-primas: ureia, KOH e turfa (fonte de AH, AF e aminoácidos), contendo 13 dag kg⁻¹ de N, 5 dag kg⁻¹ de K₂O e 5 dag kg⁻¹ C orgânico.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos no esquema fatorial 3x5+2, compreendendo três concentrações de AH-Alternativo (7,3 ml L⁻¹, 14,6 ml L⁻¹ e 21,9 ml L⁻¹), e cinco concentrações de nitrogênio (1, 2, 3, 4 e 5 dag kg⁻¹), mais duas testemunhas (a primeira composta pelo produto comercial Fertiactyl GZ® na concentração de 7,3 ml L⁻¹ e a segunda composta pela ausência da aplicação de ácido húmico e nitrogênio).

Aos sete e 14 DAS foram realizadas as aplicações de AH. A parcela experimental útil foi composta por 12 plantas. Os indicadores morfológicos para o desenvolvimento das mudas avaliados aos 21 DAS foram: altura de plantas (AP), comprimento de raiz (CR), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), número de folhas (NF) e, índice de qualidade de Dickson (IQD), calculado pela Eq. 1:

Em que: IQD - Índice de Qualidade de

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{AP (cm)}{DC (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}} \quad (1)$$

Dickson; MST - massa seca total (g); AP - altura (cm); DC - diâmetro do colo (cm); MSPA - massa seca da parte aérea (g); MSR - massa seca da raiz (g).

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância e os gráficos das regressões plotados através do programa SIGMAPLOT 10.0. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes da equação de regressão e no coeficiente de determinação, adotando-se 1 e 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A combinação das diferentes concentrações de ácidos húmicos (AH) da fonte AH-Alternativo com doses crescentes de nitrogênio (N) promoveu decréscimo linear nos indicadores massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e

comprimento de raiz (CR) (Figura 1A, 1B e 1C). Para cada 1 dag kg⁻¹ de N combinado com as concentrações de 7,3; 14,6 e 21,9 ml L⁻¹ de AH-Alternativo houve

redução de 1,78, 1,64 e 4,36 mg planta⁻¹ na MSPA; 1,47, 1,80 e 2,61 mg planta⁻¹ na MSR e 0,31, 0,54 e 0,24 cm no CR, respectivamente.

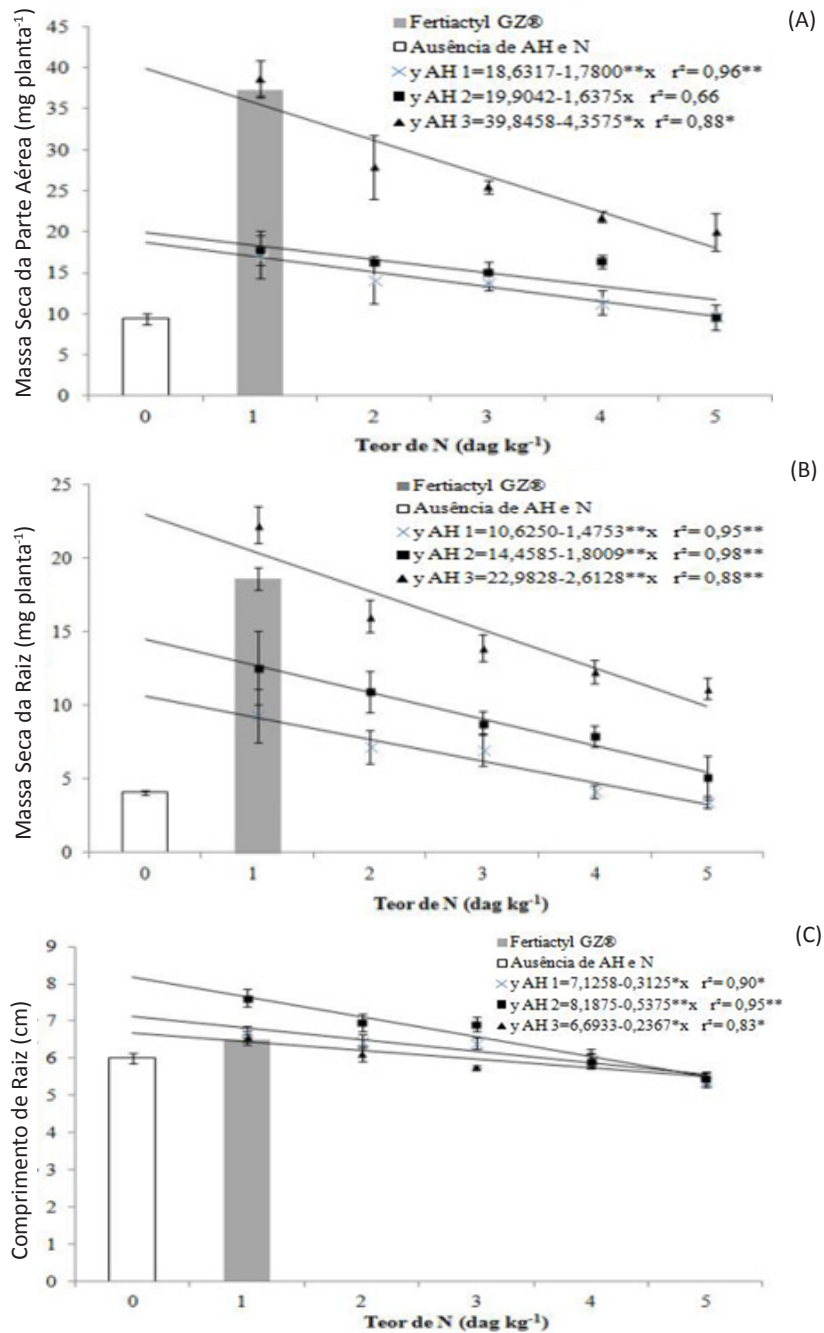


Figura 1. Massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e comprimento da raiz (C) de mudas de alface aos 21 DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L⁻¹; AH2: concentração de 14,6 ml L⁻¹; AH3: concentração de 21,9 ml L⁻¹.

Os melhores resultados para MSPA e MSR foram observados nos tratamentos com a adição de 1 dag kg⁻¹ de N na concentração de 21,9 ml L⁻¹ de AH-Alternativo, com incrementos de cerca de 300% e 457%, respectivamente, comparados a ausência de aplicação de AH e N. Já o maior CR foi observado nas mudas tratadas com 14,6 ml L⁻¹ de AH-Alternativo e 1 dag kg⁻¹ de N.

Efeitos positivos no desenvolvimento de plantas submetidas à aplicações de substâncias húmicas (SH) também foram demonstrados por Silva et al. (2000) através do acréscimo de 257,49% na produção de massa seca da parte aérea e 240,16% na massa das raízes de alface cv. Aurélia.

Segundo Gaxiola et al. (2012), um dos aspectos que pode contribuir para melhorar o desenvolvimento e o aumento na produção de biomassa das plantas submetidas a aplicação de SH pode estar relacionado com melhoria na absorção de nutrientes pelas plantas devido à influência das substâncias húmicas na permeabilidade da membrana celular. Esses autores ainda relacionam a atividade do próton pirofosfatase (H⁺-PPase) vacuolar na absorção de nutrientes, bem como na regulação do desenvolvimento.

Em alface cv. Babá de verão, Bezerra et al. (2007) avaliaram o desenvolvimento da hortaliça sob efeito de dois bioestimulantes comerciais (Fertiactyl GZ® e Ruterr AA®) e observaram incremento de 26,2% no CR em relação ao tratamento sem aplicação das fontes de SH, com o máximo comprimento radicular (9,92 cm) obtido pela utilização da concentração 0,75% de Fertiactyl GZ®.

Alterações na arquitetura do sistema radicular são um dos muitos sinais provenientes do ambiente e dos hormônios, que podem afetar o número de raízes laterais emergidas (NIBAU et al., 2008). De acordo Casimiro et al. (2001), o incremento na indução de raízes laterais está diretamente relacionado com o fitormônio auxina, pois este atua nos estádios iniciais de formação do primórdio radicular, ativando a divisão das células do periciclo. Assim, a ação do tipo auxínica presente em SH já foi previamente demonstrada (CANELLAS et al., 2002), bem como o aumento da atividade bioquímica e expressão dos genes que codificam às ATPases (CANELLAS et al., 2002; ZANDONADI et al., 2007) contribuindo para uma maior expansão celular.

Nesse sentido, é possível que o biofertilizante AH-Alternativo na concentração de 21,9 ml L⁻¹ e o produto comercial Fertiactyl GZ® possuam propriedades químicas específicas que resultem na inibição do comprimento da raiz primária, como, por exemplo, maior concentração de auxinas. Por outro lado, essa característica química proporciona um aumento na formação de raízes secundárias fazendo com que a planta possua uma maior biomassa radicular e menor crescimento da raiz principal (Figura 1B, 1C).

O aumento da concentração de nitrogênio promoveu comportamento quadrático para a altura de plantas (AP), exceto na concentração 21,9 ml L⁻¹ de AH-Alternativo, em que houve redução linear (Figura 2).

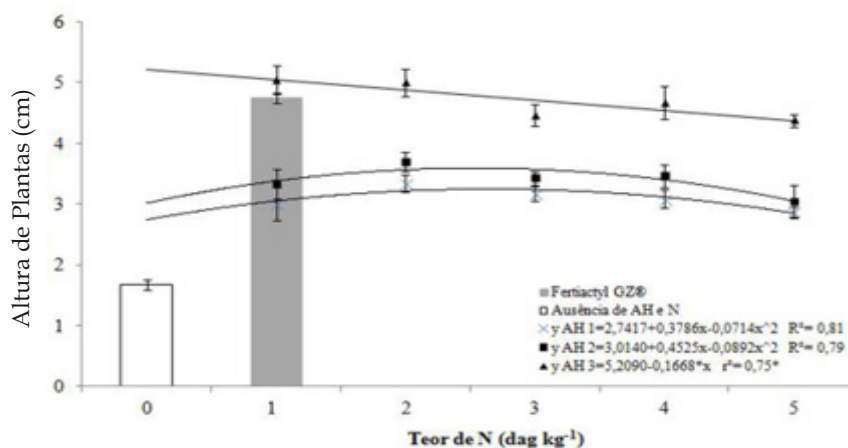


Figura 2. Altura de plantas (AP) de alface aos 21 DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L⁻¹; AH2: concentração de 14,6 ml L⁻¹; AH3: concentração de 21,9 ml L⁻¹.

A explicação para o efeito das SH como bioestimulantes do desenvolvimento das plantas é apresentada por alguns autores como sendo um efeito de alterações na fisiologia, metabolismo e absorção de nutrientes. Estas substâncias podem alterar diretamente o metabolismo bioquímico das plantas e, por consequência, influenciar o crescimento e desenvolvimento (ROSA et al., 2009).

O número de folhas (NF) e o diâmetro do colo (DC) comportaram-se de maneira quadrática em função do aumento da concentração de nitrogênio

(Figura 3A e 3B). Os melhores resultados para NF foram obtidos com a concentração de 21,9 ml L⁻¹ de AH-Alternativo associadas à 2,9 dag kg⁻¹ de N. Na mesma concentração de AH, porém com adição de até 3,47 dag kg⁻¹ de N, foi observado menor desenvolvimento do DC. De maneira geral, a concentração 21,9 ml L⁻¹ de AH-Alternativo proporcionou efeitos positivos no desenvolvimento desses indicadores, superando os resultados obtidos com a ausência de aplicação de AH e N.

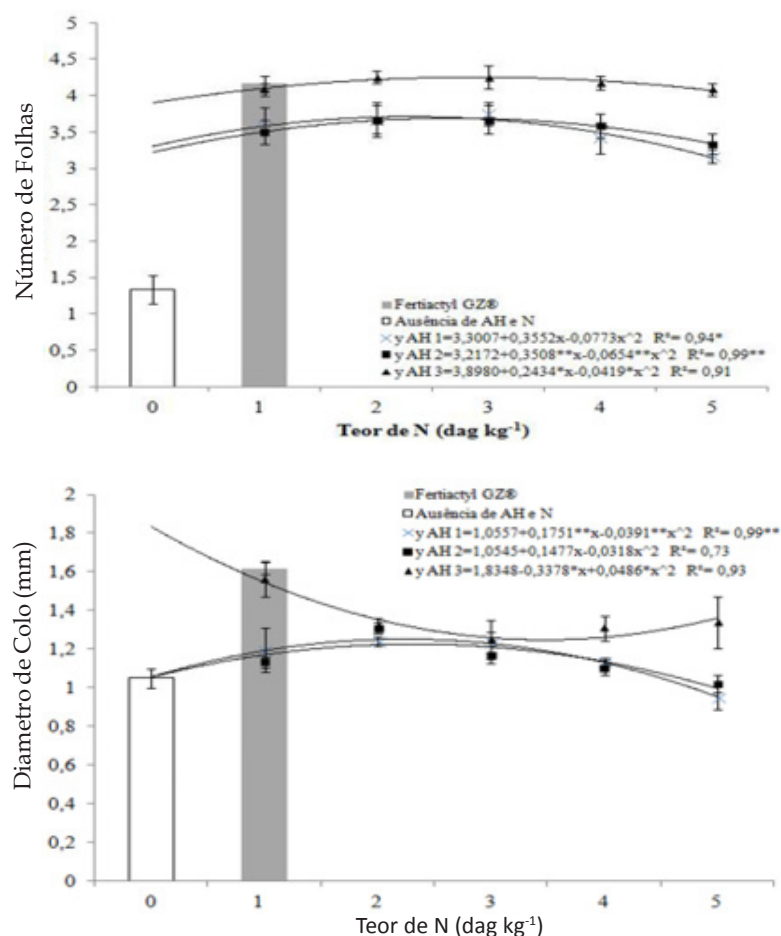


Figura 3. Número de folhas (A) e diâmetro do colo (B) de mudas de alface aos 21 DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L⁻¹; AH2: concentração de 14,6 ml L⁻¹; AH3: concentração de 21,9 ml L⁻¹.

Estes resultados diferem dos encontrados por Bezerra et al. (2007), onde o maior NF (6,74 folhas plântula⁻¹) foi obtido na concentração 0,75% de Fertiactyl GZ®, em alface cv. Babá de Verão. Com relação ao DC, (TAIZ e ZEIGER, 2004) ressaltam que,

as mudas com maior diâmetro de colo apresentam maiores tendência à sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. Desse modo, plantas produzidas na concentração de 21,9 ml L⁻¹ de ácido húmicos teriam

condições melhores de sobrevivência e crescimento após o plantio no local definitivo.

Para cada 1 dag kg⁻¹ de N adicionado nas concentrações de 7,3; 14,6 e 21,9 ml L⁻¹ de AH-

Alternativo houve perdas de 0,0009, 0,0010 e 0,0014 na qualidade das mudas de alface, respectivamente, representada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) (Figura 4).

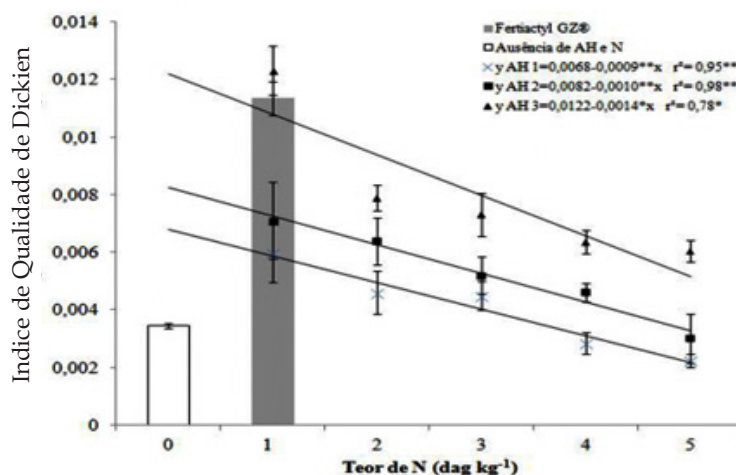


Figura 4. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de alface aos 21 DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L⁻¹; AH2: concentração de 14,6 ml L⁻¹; AH3: concentração de 21,9 ml L⁻¹.

No entanto, a aplicação de AH-Alternativo na concentração de 21,9 ml L⁻¹ combinado com 1 dag kg⁻¹ de N, assim como da fonte de AH comercial Fertiactyl GZ®, promoveram os melhores IQD 0,0123 e 0,0113, respectivamente. Esses resultados foram superiores aos 0,0034 obtidos com as mudas que não receberam aplicação de AH e N.

Segundo Azevedo et al. (2010), o IQD é usado como indicador na qualidade de mudas, pois, seu cálculo considera a robustez e o equilíbrio da biomassa na muda. Desse modo, quanto maior for o valor do IQD, melhor será a qualidade da muda. Contudo, na literatura não foram observados resultados de IQD para produção de mudas de hortaliças com aplicação de SH.

A respeito da adição do N em plantas de alface, alguns autores observaram efeitos negativos à medida que se aumenta a concentração desse elemento, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho. Araújo et al. (2011), avaliando a resposta da alface à adubação nitrogenada mineral, observaram que o aumento das doses de N afetaram negativamente a massa verde e massa seca da parte aérea, além da massa seca da raiz de alface

cv. "Verônica". Já Melo Silva et al. (2010) testando compostos orgânicos em diferentes dosagem (30, 60, 90 e 120 t ha⁻¹) concluíram que os compostos supriram satisfatoriamente as necessidades de nitrogênio da alface cv. "Verônica", dispensando o uso de fertilizante mineral.

Diante disso, o uso de SH como bioestimulantes têm demonstrado alterações positivas no desenvolvimento de algumas culturas melhorando aspectos como fisiologia, absorção de nutrientes e metabolismo. Os componentes com distribuição de massa/tamanho molecular maior, como os AH são capazes de promover melhoria em diversos processos bioquímicos intracelulares, como exemplo a regulação das bombas de prótons (CANELLAS et al., 2002; ZANDONADI et al., 2007), que acionadas pela hidrólise de ATP são responsáveis pelo transporte primário de H⁺ para o apoplasto. Contudo, mesmo com resultados positivos quanto ao uso de AH na formação de mudas de qualidade, aumentando a MSPA, MSR, DC, AP, NF e CR, mais trabalhos são necessários para maior elucidação do assunto e seus efeitos sobre as plantas.

Conclusões

A aplicação de ácidos húmicos das fontes AH-Alternativo e Fertiactyl GZ® promove melhoria na qualidade de mudas de alface. As concentrações 21,9

ml L⁻¹ de AH-alternativo e 7,3 ml L⁻¹ de Fertiactyl GZ® proporcionam melhor qualidade de mudas de alface. Concentrações de nitrogênio superiores a 1 dag kg⁻¹, em função do uso de ácidos húmicos, reduzem a qualidade de mudas de alface.

Referências

- ARAÚJO, W. F.; SOUSA, K. T. S.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BARROS, M. M.; MARCOLINO, E. Resposta da alface a adubação nitrogenada. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 12-17, 2011.
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 157-164, 2010.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; GONTIJO, J. B.; OLIVEIRA, F. M.; GONÇALVES, J. Aclimação de orquídea (*Cymbidium* sp.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 830-833, 2014.
- BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 856-881, 2014.
- BEZERRA, P. S. G.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F. Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. **Científica**, v. 35, n. 1, p. 46 - 50, 2007.
- BUSATO, J. G.; ZANDONADI, D. B.; SOUSA, I. M.; MARINHO, E. B.; DOBBS, L. B.; MÓL, A. R. Efeito do extrato húmico solúvel em água e biofertilizante sobre o desenvolvimento de mudas de *Callophyllum brasiliense*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 86, p. 161-168, 2016.
- CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; OKOROKOVA- FAÇANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology**, v. 130, n. 4, p. 1951-1957, 2002.
- CASIMIRO, I.; MARCHANT, A.; BHALERAO, R. P.; BEECKMAN, T.; DHOOGHE, S.; SWARUP, R.; GRAHAM, N.; INZE, D.; SANDBERG, G.; CASERO, P. J.; BENNETT, M. Auxin transport promotes Arabidopsis lateral root initiation. **Plant Cell**, v. 13 n. 4, p. 843-852, 2001.
- CIVIERO, J. C.; DAROS, E.; MELO, L. J. O. T.; WEBER, H.; MÓGOR, A. F.; FIGUEIRDO, G. G. O. Aplicação de substância húmica e do aminoácido L-glutâmico em diferentes comprimentos da reserva nutricional de tolete de uma gema de cana-de-açúcar. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 340-347, 2014.
- GAXIOLA, R. A.; SANCHEZ, C. A.; PAEZ-VALENCIA, J.; AYRE, B. G.; ELSER, J. J. Genetic manipulation of a vacuolar H⁺-PPase: from salt tolerance to yield enhancement under phosphorus-deficient soils. **Plant Physiology**, v. 159, n. 1, p. 3-11, 2012.
- KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 287-291, 2010.
- KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.
- MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. Matéria orgânica do solo: Métodos de análises. UFV- Viçosa, 2005, 77p.
- MELO SILVA, F. A.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.
- NIBAU, C.; GIBBS, D. J.; COATES, J. C. Branching out in new directions: The control of root architecture by lateral root formation. **New Phytologist**, v. 179, n. 3, p. 595-614, 2008.

- NOMURA, E. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A.; JENSEN, E. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira 'Grand Naine' com aplicação de biofertilizantes em duas estações do ano. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 518-529, 2012.
- RODRIGUES, L. A.; ALVES, C. Z.; REGO, C. H. Q.; SILVA, T. R. B.; SILVA, J. B. Humic acid on germination and vigor of corn seeds. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 149-154, 2017.
- ROSA, C. M.; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 959-967, 2009.
- SILVA, L. R.; GUIMARÃES, M. G.; FREITAS, R. J.; PELÁ, A.; CARVALHO, D. D.C. Ácidos húmicos para obtenção de maior massa fresca inicial em plantas de feijão comum 'Pérola'. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 06-10, 2016.
- SILVA, R. M.; JABLONSKI, A. S. L.; MORSELLI, T. B. G. A.; GARCIA, S. S.; KROTH, P. L. I. Produção de alface cultivada em solução nutritiva com adição de substâncias húmicas em condição de casa vegetativa. **Revista Científica Rural**, v.05, n.1, p. 13-23, 2000.
- STEINER, F.; ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F. Produção de alface 'Piraroxa' afetada pela adubação nitrogenada com fertilizante orgânico e mineral. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 3, p. 77-83, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora S/A. 2004, 438p.
- VENÂNCIO, L. P.; LOPES, J. C.; THOMAZINI, A.; FREITAS, A. R. Efeito do condicionador de solo Fertium® na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pimentão. **Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 241-245, 2012.
- ZANDONADI, D. B.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. **Planta**, v. 225, n. 6, p. 1583-1595, 2007.