

## Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana<sup>1</sup>

Influence of the application of fulvic acid on seedling root growth and yield in lettuce

Elis Borcioni<sup>2\*</sup>, Átila Francisco Mógor<sup>3</sup> e Fernanda Pinto<sup>4</sup>

**RESUMO** - As substâncias húmicas são utilizadas na agricultura como promotoras do crescimento das plantas, especialmente do sistema radicular. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de ácido fúlvico no crescimento e produtividade da alface americana, cultivar Raider Plus. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos de ácido fúlvico 0; 1; 2; 4 e 8 ml L<sup>-1</sup> e quatro repetições, aplicados no momento do transplante. Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, um experimento realizado em casa de vegetação, onde foram avaliados massa fresca e seca da parte aérea e radicular, comprimento e volume das raízes; e outro experimento realizado em campo, onde ao final do ciclo avaliou-se a massa fresca e seca da parte aérea, número de folhas, comprimento do caule e circunferência média da cabeça. A aplicação de diferentes doses de ácido fúlvico promoveu o crescimento das plantas de alface, em especial do sistema radicular. A emissão de raízes, com predominância, das de menor diâmetro, foi encontrada nas maiores concentrações de ácido fúlvico. O número de folhas e a circunferência média da cabeça expressaram respostas nas concentrações de ácido fúlvico.

**Palavras-chave:** Sistema orgânico. Substâncias húmicas. *Lactuca sativa* L..

**ABSTRACT** - Humic substances are used in agriculture to promote plant growth, especially of the root system. The aim of this work was to evaluate the effect of applying different doses of fulvic acid on growth and productivity in the Raider Plus cultivar of the lettuce. The experimental design was completely randomised, with five treatments of fulvic acid 0, 1, 2, 4 and 8 ml L<sup>-1</sup> and four replications, applied when transplanting. Two experiments were conducted simultaneously; one carried out in a greenhouse, where the fresh and dry weights of the shoots and roots, and the length and volume of the roots were evaluated. The other experiment was carried out in the field, where the fresh and dry weight of the shoots, the number of leaves, length of the stem and average head circumference were evaluated at the end of the cycle. The application of different doses of fulvic acid promoted growth in the lettuce plants, especially in the root system. The emission of roots, mainly of smaller diameter, was found at the higher concentrations of fulvic acid. The number of leaves and average head circumference expressed a response to the concentrations of fulvic acid.

**Key words:** Organic system. Humic substances. *Lactuca sativa* L..

\* Autor para correspondência

DOI: 10.5935/1806-6690.20160061

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/08/2011; aprovado em 05/10/2015

Trabalho concebido e desenvolvido com recursos dos autores

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Centro Curitibanos, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 101, Rodovia Ulysses Gaboardi, Km 03, Curitibanos-SC, Brasil, 89.520-000, elis.borcioni@ufsc.br

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba-PR, Brasil, 80.035-050, atila.mogor@ufpr.br

<sup>4</sup>Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Rodovia Dourados, Itahum, K. 12, Caixa Postal 533, Dourados-MS, Brasil, 79.804-970, fernandapinto@ufgd.edu.br

## INTRODUÇÃO

O cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) é feito de maneira intensiva e geralmente praticada pela agricultura familiar, sendo responsável pela geração de cinco empregos diretos por hectare (COSTA; SALA, 2005). O cultivo responde de maneira positiva à adubação orgânica (VILLAS BÔAS *et al.*, 2004), quando comparado à adubação exclusivamente mineral, pois no solo a adubação orgânica exerce múltiplas ações diretas e indiretas (MALAVOLTA *et al.*, 2002). A alface cultivada em sistema orgânico, quando comercializada alcança preço diferenciado, se comparada às alfaces produzidas no sistema convencional (TESSEROLI NETO, 2006). Entre os grupos de alface, as do tipo americana, além do consumo em saladas, são utilizadas na indústria de processamento mínimo, nas redes de “fast food” como ingrediente de sanduíches por sua crocância, textura e sabor, e apresenta maior vida pós-colheita (HENZ; SUINAGA, 2009).

A fase de produção de mudas de alface é uma das etapas mais importantes no processo produtivo para a obtenção de plantas de alto padrão (REGHIN *et al.*, 2007; SILVEIRA *et al.*, 2002), pois mudas mal formadas reduzem crescimento inicial das plantas no campo, afetando a produção, e limitando o potencial genético das cultivares (TRANI *et al.*, 2004). Além disso, a fase de produção de muda representa 60% do sucesso de uma cultura, uma vez que da qualidade das mudas depende o desempenho final das plantas nos canteiros de produção (MINAMI, 1995). Assim, técnicas compatíveis com o sistema orgânico e que promovam o adequado crescimento radicular e bom desenvolvimento inicial das plantas de alface, tornam-se relevantes.

Inserir-se neste contexto, a utilização de substâncias húmicas, como estimuladoras do crescimento das plantas no início do ciclo, especialmente do sistema radicular. O grande interesse por essas substâncias deve-se aos benefícios a elas associadas. As substâncias húmicas são ácidos orgânicos, solúveis em água, presentes em diferentes fontes orgânicas, tais como lignita, leonardita, lodo de esgoto, composto orgânico, turfa e produtos comerciais, que estimulam a absorção de nutrientes, principalmente de íons catiônicos (MARCHI *et al.*, 2008).

As substâncias húmicas são compostas de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina, principais componentes da matéria orgânica do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007), cuja ação no metabolismo e crescimento das plantas, têm sido atribuída principalmente à ação dos ácidos fúlvicos, de menor peso molecular (NARDI *et al.*, 2002), influenciando a absorção e transporte de nutrientes por alterar a área superficial das raízes (CANELLAS *et al.*, 2005; FAÇANHA *et al.*, 2002). Os efeitos provocados pelo

ácido fúlvico, são atribuídos a sua ação como auxina (MUSCOLO *et al.*, 2007; QUAGGIOTTI *et al.*, 2004; TREVISAN *et al.*, 2010), hormônio vegetal relacionado com expansão celular e iniciação de raízes, entre outros efeitos fisiológicos.

Entretanto, os resultados obtidos são variáveis e dependem, além da espécie testada, das substâncias húmicas utilizadas, concentração, grau de purificação do material e das condições em que foram realizados os experimentos (NARDI *et al.*, 2002). Diante do exposto, fica evidente a possibilidade de uso dessas substâncias na horticultura, com a finalidade de promover a máxima expressão do potencial genético das cultivares. Em vista disso, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de ácido fúlvico, às mudas, no crescimento radicular e produtividade da alface americana cultivar Raider Plus.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram implantados simultaneamente dois experimentos. Um foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo - Setor de Ciências Agrárias - da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e outro, na área de olericultura orgânica do Centro de Estações Experimentais do Canguirí/UFPR, em Pinhais-PR, situado na região fisiográfica denominado Primeiro Planalto Paranaense, entre as coordenadas 25°25' S e 49°08' W, altitude de 930 m, e clima temperado do tipo Cfb pela classificação de Köppen. O solo na área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, de textura argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006), cuja análise química na camada de 0 a 15 cm indicou os seguintes valores médios: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 6,1; pH SMP = 6,4; Al<sup>+</sup> = 0; H+Al = 3,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 7,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 3,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 1,44 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 158,4 mg dm<sup>-3</sup>; C = 37,4 g dm<sup>-3</sup>; B = 0,98 mg dm<sup>-3</sup>; V% = 76 e CTC = 15,74 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

A semeadura da cultivar ‘Raider Plus’, do tipo americana, foi realizada em 14/09/2010, em cinco bandejas de poliestireno expandido, com 288 células preenchidas com substrato comercial Plantmax®. Após a semeadura, as mudas permaneceram em casa de vegetação por 30 dias, atingindo cinco folhas definitivas. Um dia antes da retirada das mudas, estabeleceram-se cinco tratamentos utilizando uma solução contendo 10% de ácido fúlvico extraído de Leonardita, fornecido pela empresa Nutriplant, diluindo-se a solução em água para estabelecer as concentrações de 0 (testemunha com aplicação de água), 1; 2; 4 e 8 ml L<sup>-1</sup> de ácido fúlvico na solução aplicada às mudas de alface. Cada tratamento foi

aplicado, um dia antes do transplante, em cada bandeja de mudas utilizando-se 500 ml das soluções com as diferentes concentrações, em delineamento inteiramente casualizado.

Para identificar o efeito dos tratamentos no crescimento inicial das plantas de alface, coletaram-se 12 mudas aleatoriamente de cada tratamento um dia após a aplicação das soluções (1 DAT). Simultaneamente, outras 80 mudas de cada tratamento foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos (15 x 22 cm) preenchidos com substrato Plantmax®, dispostas sobre bancadas e mantidas por 5 dias em casa de vegetação. Isso possibilitou a avaliação do efeito dos tratamentos no crescimento inicial, após a aplicação, já que esta ocorreu quando as mudas apresentavam tamanho adequado ao transplante, permitindo assim a avaliação segura do crescimento radicular. Em ambas as coletas, ou seja, um dia após a aplicação das soluções e 5 dias após a permanência em casa de vegetação (1 e 5 DAT), as raízes das plantas foram lavadas em água corrente até completa retirada do substrato e digitalizadas em *scanner* para determinação do comprimento e volume radicular, utilizando o programa Whin Rhizo marca LA 1600, versão 98-2003. Além disso, foi quantificada a massa fresca e seca da parte aérea e das raízes. Para obtenção da massa seca, as plantas foram mantidas em estufa a 65 °C até atingirem peso constante.

Simultaneamente à implantação das mudas em casa de vegetação, instalou-se o experimento a campo, no qual as plantas foram dispostas em canteiros cobertos com filme plástico preto, espaçadas de 30 x 30 cm, distribuídas em quatro fileiras. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada repetição composta por 28 plantas. A aplicação dos tratamentos foi realizada um dia antes do transplante, nas concentrações estabelecidas. Por ser uma área de boa fertilidade, segundo os valores identificados pela análise química e conduzidos no sistema orgânico, procedeu-se a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, confeccionado com esterco ovino e biomassa de capim elefante, aplicados no momento da confecção dos canteiros.

Ao final do ciclo de cultivo, 50 dias após o plantio das mudas, foram coletadas três plantas por repetição, retiradas das linhas centrais, tendo em vista que a área era homogênea. Foram determinadas: a massa fresca total, sendo as plantas cortadas rente ao solo; a massa fresca comercial, referente à massa das plantas descartando-se as folhas basais por se tratar de alface do tipo americana; circunferência média da cabeça, obtida após a retirada das folhas externas não comerciais, medindo-se através de uma fita métrica de uma extremidade a outra da cabeça; comprimento

do caule, após a retirada das folhas, utilizando-se uma régua e número de folhas das cabeças. Após, as amostras foram mantidas em estufa a 65 °C até atingirem peso constante para posterior determinação da massa seca da parte aérea.

As plantas coletadas nesta avaliação foram classificadas conforme as normas do programa brasileiro para padronização da horticultura (HORTIBRASIL, 2010), de acordo com o limite inferior e superior de massa em gramas por planta (classes 5 = <100 g; 10 = 100 a <150 g; 15 = 150 a <200 g; as classes seguem até 100 = >1.000 g).

Cada experimento foi analisado individualmente. Na etapa da casa de vegetação foram analisados cinco doses de ácido fúlvico x duas épocas de coleta, sendo adequados os esquemas fatorial ou parcela subdividida no tempo, para a análise dos dados. Na etapa de campo, foram realizadas regressões em função das concentrações de ácido fúlvico, quando identificada a significância pela análise de variância. Os diâmetros médios das raízes e os parâmetros biométricos avaliados no experimento de campo foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste Tukey a 1% de significância. Utilizou-se o software estatístico ASSISTAT 7.6 beta (SILVA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em experimento realizado em casa de vegetação observou-se que a aplicação do ácido fúlvico nas mudas afetou o crescimento inicial das plantas de alface, alterando a massa fresca e seca das folhas e raízes, bem como o comprimento e volume radicular. As diferenças significativas na massa fresca de folhas e raízes ocorreram nas duas datas de avaliação, ou seja, 1 DAT e aos 5 DAT. A análise de variância detectou também a interação entre tratamentos e datas de avaliação para a massa fresca e seca das raízes. (Tabela 1).

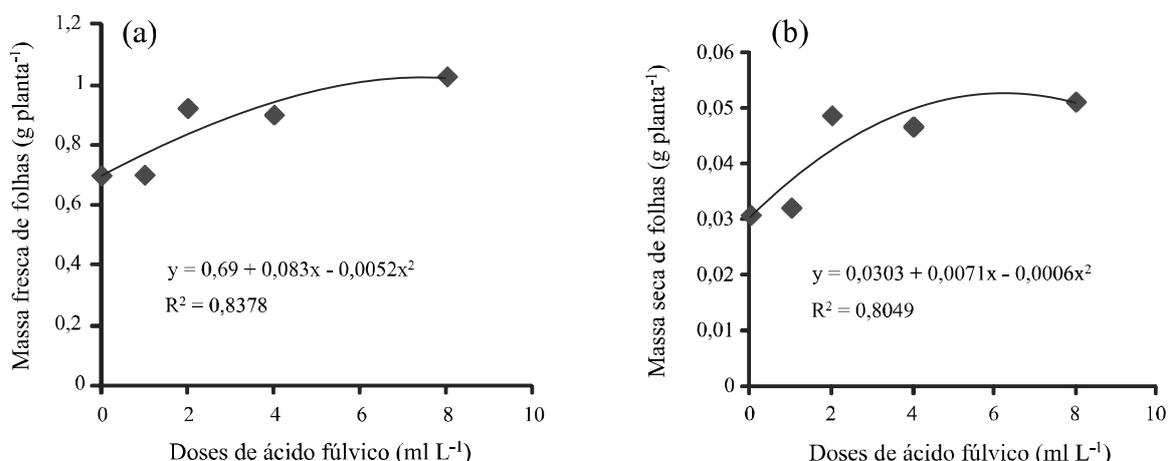
Verificou-se o efeito das diferentes doses de ácido fúlvico com o aumento da massa fresca e seca das folhas, até a concentração de 6 ml L<sup>-1</sup> (Figuras 1a e 1b), indicando que o ácido fúlvico estimulou rapidamente o crescimento das mudas. Esses resultados corroboram com os obtidos por Rosa *et al.* (2009) que avaliando plantas de feijoeiro aos 28 dias obtiveram para a variável massa seca de parte aérea resposta quadrática à adição de substâncias húmicas.

Este efeito pode estar associado à presença de compostos semelhantes às auxinas nas substâncias húmicas, contribuindo para o crescimento das plantas, especialmente do sistema radicular, como relatam

**Tabela 1** - Valores de F para as variáveis analisadas em plantas de alface tratadas com diferentes doses de ácido fúlvico em experimento em casa de vegetação analisado um e cinco dias após o transplante (1 e 5 DAT)

Fonte de Variação	GL	MFF (g planta <sup>-1</sup> )	MFR (g planta <sup>-1</sup> )	MSF (g planta <sup>-1</sup> )	MSR (g planta <sup>-1</sup> )	CR (cm)	VR (cm <sup>3</sup> )
Tratamentos	4	4,94**	18,94**	13,65**	15,78**	10,30**	11,23**
Datas	1	125,64**	128,36**	169,42**	70,08**	53,92**	84,58**
T x D	4	0,639 <sup>ns</sup>	3,53**	1,31 <sup>ns</sup>	4,57**	2,48	1,55 <sup>ns</sup>
CV(%)		21,7	21,3	17,7	22,3	21,2	24,1

T: Tratamentos; D: Datas; MFF: Massa fresca de folhas; MFR: massa fresca de raízes; MSF: massa seca de folhas; MSR: massa seca das raízes; CR: comprimento radicular (cm); VR: volume radicular (cm<sup>3</sup>); \* significativo 5% probabilidade; \*\* significativo 1% probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo

**Figura 1** - Massa fresca de folhas (a) e massa seca das folhas (b) de plantas de alface tratadas com diferentes doses de ácido fúlvico em experimento realizado em casa de vegetação

\* significativo 1% probabilidade

Sediyama *et al.* (2000); Canellas *et al.* (2002); Façanha *et al.* (2002); Nardi *et al.* (2002); Zandonadi *et al.* (2007); Trevisan *et al.* (2010).

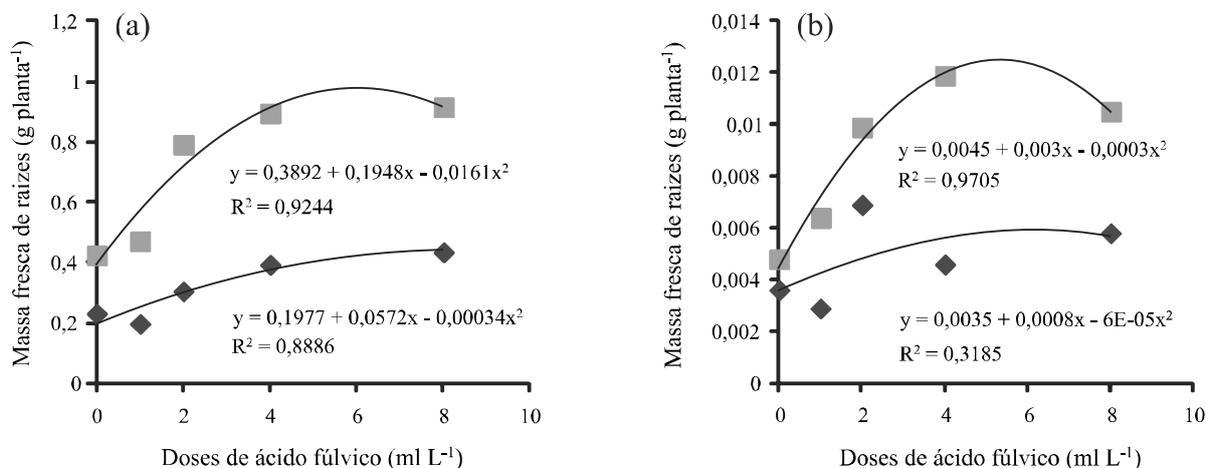
Para a massa fresca de raízes, observou-se que em ambas as datas de avaliação o crescimento foi estimulado a partir da dose de 2 ml L<sup>-1</sup> sendo crescente até as maiores doses (Figuras 2a e 2b). A massa seca de raízes apresentou apenas resposta quadrática aos 5 DAT. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Silva *et al.* (2000) que também observaram maior crescimento de raízes quando utilizados substâncias húmicas.

As plantas as quais foram submetidas à aplicação de diferentes doses de ácido fúlvico apresentaram resposta crescente, tanto para o comprimento radicular (Figura 3a) como para volume radicular (Figura 3b). Cabe ressaltar que o volume radicular é um parâmetro importante, pois apresenta relação direta com o volume de solo explorado pelas raízes.

Por não ter ocorrido interação entre tratamentos e datas, os dados de diâmetro médio das raízes são apresentados como a média dos tratamentos das duas avaliações 1 e 5 DAT (Tabela 2). Levando-se em conta que, quanto maior for o número e mais finas forem as radículas, maior será a eficiência na absorção de água e íons (RODDA *et al.*, 2006), quantificou-se o diâmetro médio das raízes em função dos tratamentos. Nesse sentido, ressalta-se que a aplicação de ácido fúlvico estimulou a emissão de raízes sendo evidente a predominância de raízes de menor diâmetro, principalmente nas maiores concentrações de ácido fúlvico (Tabela 2). O tratamento contendo 8 ml L<sup>-1</sup>, ou seja, a maior dose, promoveu aumento no número de raízes em todos os diâmetros analisados, quando comparados aos da testemunha.

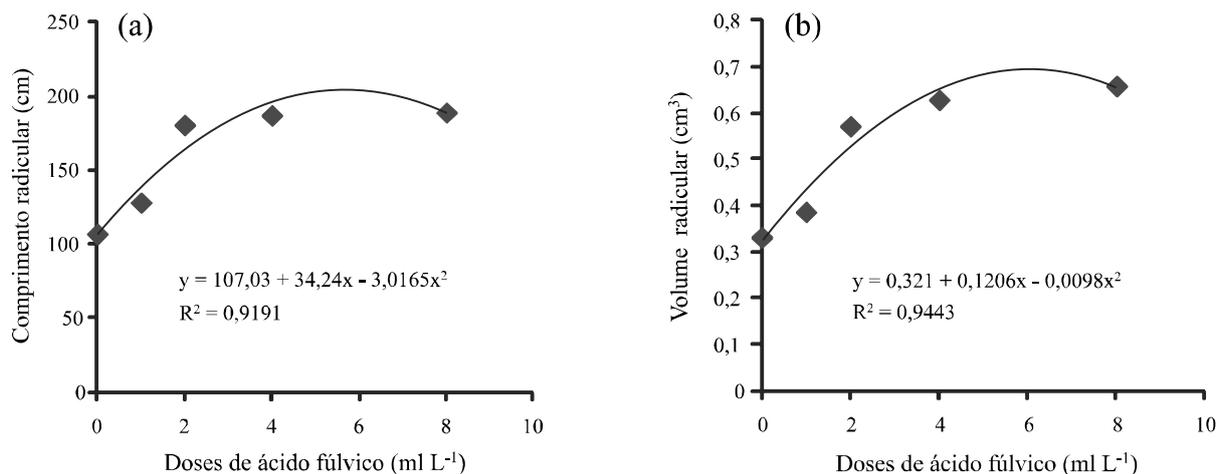
De acordo com Rima *et al.* (2011) o número maior de raízes fisiologicamente ativas concomitantemente à maior área superficial radicular, reflete no aumento do

**Figura 2** - Produção de raízes em plantas de alface com um dia (1 DAT) e cinco dias (5 DAT) após o transplante de mudas tratadas com diferentes doses de ácido fúlvico em condições de em casa de vegetação. Produção de massa fresca de raízes (a) e produção de massa seca de raízes (b)



\* significativo 1% probabilidade

**Figura 3** - Comprimento radicular (a) e volume radicular (b) de plantas de alface tratadas com diferentes doses de ácido fúlvico em experimento realizado em casa de vegetação



\* significativo 1% probabilidade

volume de solo explorado, representando um benefício do tratamento com substâncias húmicas. O aumento de raízes laterais pode ter efeitos positivos sobre a produção, devido à maior capacidade de adaptação das plantas ao ambiente sob condições adversas, bem como para o aumento da absorção de nutrientes (NIBAU *et al.*, 2008).

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam o efeito estimulante do ácido fúlvico no desenvolvimento de raízes laterais, principalmente no início do crescimento das plantas, quando as células estão em divisão e diferenciação, processos modulados pelas auxinas, como

demonstrado por Trevisan *et al.* (2010), em estudos com *Arabidopsis* sp.

O estímulo do crescimento radicular pode refletir em maior produção ao final do ciclo devido ao maior volume de solo explorado (AGUIAR *et al.*, 2009), como observado no experimento conduzido no campo, no qual as soluções contendo ácido fúlvico, aplicadas às mudas de alface, promoveram o aumento no número de folhas nas concentrações de 1, 2 e 4 ml L<sup>-1</sup> e na circunferência das cabeças de alface americana cultivar Raider Plus em todas as doses utilizadas (Tabela 3).

**Tabela 2** - Intervalos entre o diâmetro médio das raízes de alface americana tratadas com diferentes doses de ácido fúlvico (AF) em casa de vegetação

Doses de A (ml L <sup>-1</sup> )	Intervalo entre diâmetro médio das raízes (mm)					
	0 – 0,5	0,5 – 1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	2,0 – 2,5	2,5 – 3,0
0	70,90 d	14,1 c	4,20 d	0,45 d	0,31 c	0,023 c
1	108,2 bc	22,9 c	8,20 cd	1,30 c	0,93 c	0,113 c
2	87,20 cd	22,1 c	10,65 bc	2,01 c	2,13 b	0,41 b
4	132,70 b	34,1 b	14,80 b	2,95 b	3,03 b	0,48 b
8	167,47 a	43,9 a	20,70 a	4,20 a	4,60 a	0,85 a
CV (%)	20,7	23,7	26,9	26,7	37,3	42,4

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, teste Tukey,  $p < 0,05$

**Tabela 3** - Massa fresca de folhas (MFF), número de folhas (NF), massa fresca de caule (MFC), comprimento do caule (COC), circunferência da cabeça (CIC), massa seca de folhas (MSF) e massa seca do caule (MSC) de plantas de alface tratadas com diferentes doses de ácido fúlvico (AF) em experimento no campo

Doses e AF (ml L <sup>-1</sup> )	MFFns (g planta <sup>-1</sup> )	NF	MFCns (g planta <sup>-1</sup> )	COCns (cm)	CIC (cm)	MSFns (g planta <sup>-1</sup> )	MSCns (g planta <sup>-1</sup> )
0	591	28,25 c	21,92	5,61	47,58 b	16,18	1,09
1	617	30,90 ab	22,31	5,58	52,91 a	16,16	1,05
2	655	32,58 a	23,88	6,00	53,00 a	16,48	1,10
4	556	30,58 abc	19,74	5,42	52,83 a	15,35	0,88
8	627	28,83 bc	22,00	5,37	52,83 a	16,53	1,04
CV (%)	8,25	3,55	12,10	10,4	2,27	8,22	14,32

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, teste Tukey,  $p < 0,05$ . <sup>ns</sup>: não significativo

Os maiores valores médios da massa fresca das plantas obtidos neste trabalho foram de 556 a 655 g planta<sup>-1</sup>, sendo similares aos encontrados por Yuri *et al.* (2004) para a mesma cultivar, obtendo maior massa fresca de 634 g planta<sup>-1</sup>, em cultivo convencional com a adição de 56 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, muito superior a utilizada na presente pesquisa.

De acordo com as normas do programa brasileiro para padronização da horticultura (HORTIBRASIL, 2010), as plantas obtidas neste experimento podem ser classificadas entre as classes 55 e 65, o que é considerado um bom padrão comercial, reflexo da boa fertilidade da área experimental e manejo orgânico adequado. Ressalta-se que mesmo nessas condições, a utilização do ácido fúlvico nas mudas de alface promoveu um incremento da circunferência das cabeças de alface americana 'Raider Plus' em todas as doses utilizadas.

A pesquisa teve por objetivo identificar o efeito do ácido fúlvico na produção de mudas e seu desdobramento na produção final da alface. A maioria dos trabalhos com esse perfil encerra-se na etapa

da produção de mudas, sem discutir implicações econômicas das técnicas testadas. No presente trabalho, os autores foram além, avaliando na produção final, o efeito dos tratamentos realizados em mudas. Não foi objetivo e, tão pouco cabe nessa pesquisa, discutir o custo da técnica.

## CONCLUSÕES

O ácido fúlvico aplicado às mudas, em suas diferentes doses, estimulou o crescimento das plantas no início do ciclo, especialmente o radicular, e promoveu a maior circunferência das cabeças de alface americana 'Raider Plus'.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, N. O. *et al.* Distribuição da massa molecular de ácidos húmicos e promoção do crescimento radicular. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 6, p. 1613-1623, 2009.

- CANELLAS, L. P. *et al.* Bioatividade de substâncias húmicas: ação sobre o metabolismo e desenvolvimento das plantas. *In: CANELLAS, L. P.; SANTOS, G.A. Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas.* Campos dos Goytacases ; UENF, 2005. p. 224-243.
- CANELLAS, L. P. *et al.* Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology**, v. 130, n. 4, p. 1951-1957, 2002.
- COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfaccultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, jan./mar. 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FAÇANHA, A. R. *et al.* Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 7 p. (Comunicado técnico, n. 75).
- HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. **Programa brasileiro para a modernização da horticultura.** Disponível em <<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/alface/alface.html>>. Acesso em: 22 ago. 2010.
- MALAVOLTA, E. *et al.* **Adubos e adubações.** São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- MARCHI, E. C. S. *et al.* Efeito da adubação orgânica sobre as frações de carbono de solos cultivados com alface americana. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1760-1766, 2008.
- MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995, 128 p.
- MUSCOLO, M. *et al.* Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. **Soil Science Society of America Journal**, v. 71, n. 1, p. 75-85, 2007.
- NARDI, S. *et al.* Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, n. 11, p. 1527-1536, 2002.
- NIBAU, C. *et al.* Branching out in new directions: the control of root architecture by lateral root formation. **New Phytologist**, v. 179, n. 3, p. 595-614, 2008.
- QUAGGIOTTI, S. *et al.* Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 398, p. 803-813, 2004.
- REGHIN, M. Y. *et al.* Produtividade da chicória (*Cichorium endivia* L.) em função de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 739-747, 2007.
- RIMA, J. A. H. *et al.* Adição de ácido cítrico potencializa a ação de ácidos húmicos e altera o perfil protéico da membrana plasmática em raízes de milho. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 614-620, 2011.
- RODDA, M. R. C. *et al.* Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto: I - efeito da concentração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 649-656, 2006.
- ROSA, C. M. *et al.* 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.
- SEDIYAMA, M. A. N. *et al.* Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 185-189, 2000.
- SILVA, F. de A. S. e. **ASSISTAT versão 7.6 beta:** assistência estatística. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande-PB. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Departamento de Engenharia Agrícola. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 20 fev.2011.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. *In: NOVAIS, R. F. **Fertilidade do solo.*** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 6, p. 275-374.
- SILVA, R. M. *et al.* Desenvolvimento das raízes de azevém cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de substâncias húmicas, sob condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 101-110, 2000.
- SILVEIRA, E. B. *et al.* Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.
- TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes:** Caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- TRANI, P. E. *et al.* Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 290-294, 2004.
- TREVISAN, S. *et al.* Humic substances biological activity at the plant-soil interface: from environmental aspects to molecular factors. **Plant Signaling & Behavior**, v. 5, n. 6, p. 635-643, jun. 2010.
- VILLAS BÔAS, R. *et al.* Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 28-34, 2004.
- YURI, J. E. *et al.* Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 127-130, 2004.
- ZANDONADI, D. B. *et al.* Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H<sup>+</sup> pumps activation. **Planta**, v. 225, n. 6, p. 1583-95, 2007.