

## CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO HÚMICO E NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Lactuca sativa*<sup>1</sup>.

Antônio Carlos Martins dos Santos<sup>2</sup>;  
Carlos Augusto Oliveira de Andrade<sup>2</sup>;  
Gilson Araújo de Freitas<sup>2</sup>;  
Damiana Beatriz da Silva<sup>3</sup>;  
Rodrigo José da Silva<sup>4</sup>;  
Rubens Ribeiro da Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Trabalho extraído de monografia para obtenção do título de Eng. Agrônomo - UFT; Campus de Gurupi;

<sup>2</sup>Aluno de Pós-Graduação em Produção Vegetal - UFT; Campus de Gurupi; e-mail: [antoniocarlos.uft@hotmail.com.br](mailto:antoniocarlos.uft@hotmail.com.br); [carlosandradeuft@hotmail.com](mailto:carlosandradeuft@hotmail.com); [araujoagro@hotmail.com](mailto:araujoagro@hotmail.com); UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Gurupi. Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, Zona Rural, Cx. Postal 66, CEP: 77402-970.

<sup>3</sup>Licenciada em Química – UFG – Mestre em Biotecnologia – UFT; Campus de Gurupi; e-mail: [damish@gmail.com](mailto:damish@gmail.com); UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Gurupi. Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, Zona Rural, Cx. Postal 66, CEP: 77402-970.

<sup>4</sup>Aluno de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UFT; Campus de Gurupi; e-mail: [rodrigoidsilva@uft.edu.br](mailto:rodrigoidsilva@uft.edu.br); UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Gurupi. Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, Zona Rural, Cx. Postal 66, CEP: 77402-970.

<sup>5</sup>Prof. Dr. do Curso de Agronomia; Campus de Gurupi; e-mail: [rrs2002@uft.edu.br](mailto:rrs2002@uft.edu.br); UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Gurupi. Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, Zona Rural, Cx. Postal 66, CEP: 77402-970.

### RESUMO

Os efeitos de Ácido Húmico em plantas são variáveis, dependendo principalmente da fonte de obtenção, da concentração adotada e da espécie vegetal usada como bioindicadora. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar concentrações de ácido húmico e nitrogênio na produção de mudas de alface *Lactuca sativa*. 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<sup>-1</sup>, 14,6 ml L<sup>-1</sup> e 21,9 ml L<sup>-1</sup>), e cinco concentrações de nitrogênio (1; 2; 3; 4 e 5 dag kg<sup>-1</sup>), mais duas testemunhas (a primeira composta pelo produto comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup> na concentração de 7,3 ml L<sup>-1</sup> e a segunda composta pela ausência da aplicação de ácido húmico e nitrogênio). Foi observado que a aplicação de AH-Alternativo na concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup> promoveu as maiores altura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, diâmetro de colo, número de folhas e índice de clorofila, já a concentração de 14,6 ml L<sup>-1</sup> promoveu o maior comprimento de raiz. Com isso, pode-se afirmar que a aplicação de ácido húmico da fonte AH-Alternativo promove melhoria na qualidade de mudas de alface. A concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup> AH-alternativo e 7,3 ml L<sup>-1</sup> de Fertiactyl GZ<sup>®</sup> promove a melhor qualidade de mudas de alface em relação às demais. O aumento da concentração de nitrogênio reduz a qualidade de mudas de alface em concentrações superiores a 1 dag kg<sup>-1</sup>.

**Termos de indexação:** Substâncias Húmicas; desenvolvimento de mudas; Fertiactyl GZ<sup>®</sup>; AH-Alternativo.

### CONCENTRATIONS OF HUMIC ACID AND NITROGEN ON PRODUCTION OF *Lactuca sativa*.

#### SUMMARY

The effects of humic acid in plants are variable, depending mainly on the source of obtaining, the concentration adopted and the plant species used as a bioindicator. Thus, objective with this study was to evaluate concentrations of humic acid and nitrogen on production of lettuce *Lactuca sativa*. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. The treatments were in a factorial design 3x5+2, comprising three concentrations of HA-Alternative (7.3 ml L<sup>-1</sup>, 14.6 ml L<sup>-1</sup> and 21.9 ml L<sup>-1</sup>), and five concentrations of nitrogen (1; 2; 3; 4 and 5 dag kg<sup>-1</sup>), plus two controls (the first commercial product made by Fertiactyl GZ<sup>®</sup> at a concentration of 7.3 ml L<sup>-1</sup> and the second application comprises the absence of humic acid and nitrogen). It was observed that the application of HA-Alternative concentration of 21.9 ml L<sup>-1</sup> produced the greatest plant height, shoot dry mass, root dry mass, collar diameter, leaf number and chlorophyll index, as the concentration of 14.6 ml L<sup>-1</sup> promoted the highest root length. Thus, it can be stated that the application of humic acid source HA-Alternative promotes improvement in the quality of lettuce seedlings. The concentration of 21.9 ml L<sup>-1</sup> HA-alternativo and 7.3 ml L<sup>-1</sup> Fertiactyl GZ<sup>®</sup> promotes better quality of lettuce seedlings in

relation to other. The increased concentration of nitrogen reduces the quality of lettuce seedlings at concentrations greater than 1 dag kg<sup>-1</sup>.

**Indexing terms:** Humic Substances; growth of seedlings; Fertiactyl GZ<sup>®</sup>; HA-alternative.

## INTRODUÇÃO

As substâncias húmicas (SH) constituem o produto final de decomposição de resíduos orgânicos e representam o principal componente da matéria orgânica em água, solos e sedimentos, sendo compostas por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina, cujas frações são separadas com base nas características de cor e solubilidade (Pinheiro et al., 2010).

A fração mais bioativa das SH, os ácidos húmicos (AH), são ácidos orgânicos, solúveis em água, presentes em diferentes fontes orgânicas, têm coloração escura, alto teor de anéis aromáticos, grupos funcionais hidrofílicos contendo oxigênio, além de possuírem as mais diversas estruturas e composições elementares, as quais se mostram dependentes de suas fontes de origem e método de extração (Lima et al., 2011).

Em lavouras comerciais, a aplicação de fertilizantes à base de SH vem crescendo em função das respostas obtidas especialmente em cultivos com alto nível tecnológico (Rima et al., 2011; Nomura et al., 2012). Nesse sentido, os efeitos benéficos do uso desses produtos na agricultura tem sido relatado em trabalhos recentes em culturas como, feijão (Rosa et al., 2009), abacaxi (Baldotto et al., 2009), banana (Nomura et al., 2012), trigo (Rodrigues et al., 2014), orquídea *Cymbidium* sp. (Baldotto et al., 2014) e em algumas hortaliças como alface (Bezerra et al. 2007) e tomate (Bernardes et al., 2011)

Contudo, os efeitos nas plantas são muitos variáveis, sendo verificados tanto modificações na morfologia da parte aérea e do sistema radicular das plantas, como na fisiologia e bioquímica vegetal, mostrando a dificuldade de se identificar os mecanismos pelos quais as SH estimulam a atividade biológica das plantas.

A alface (*Lactuca sativa*) hortaliça folhosa mais consumida e de grande importância econômica e social no Brasil, cultivada em praticamente todas as regiões do país (Carvalho Filho et al., 2009), necessita de trabalhos de pesquisa atuais e bem fundamentados que avaliem a viabilidade de uso de ácidos húmicos como componentes para biofertilizantes no seu processo de produção.

Silva et al. (2000) em seu trabalho com alface cv. Aurélio demonstraram que as SH influenciam de forma positiva o crescimento da parte aérea e das raízes, aumentando em 257,49% a produção de massa seca da parte aérea e em 240,16% a das raízes. Já Bezerra et al. (2007) avaliando a combinação dos bioestimulantes comerciais Fertiactyl GZ<sup>®</sup> e Ruterr AA<sup>®</sup> em alface cv Babá de Verão observaram que à medida que se aumentou a concentração do produto, houve um incremento na massa seca da raiz (45,70%) e um maior comprimento de raízes 9,92 cm, obtidos na concentração de 0,75% de Fertiactyl GZ<sup>®</sup>.

Recentemente, Rodrigues (2013) avaliou o efeito da aplicação de uma fonte de AH alternativo e Fertiactyl GZ<sup>®</sup> em mudas de alface cv Elba e observou que o AH comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup> proporcionou o maior desenvolvimento da massa seca da parte aérea, com incrementos de 25,73 e 28,26 % para altura de plantas. Já o desenvolvimento radicular das mudas, com base na avaliação da massa seca da raiz foi incrementado em 15,89% pela aplicação do AH-Alternativo.

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. Isso não é diferente para a alface, ao lado do potássio, o nitrogênio é um dos elementos mais extraídos pelas plantas de alface, tornando-o fundamental para o desenvolvimento desta hortaliça, e sua deficiência ocasiona reduções no crescimento (Kano et al., 2010). O nitrogênio possui papel fundamental no metabolismo vegetal, por participar diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas. Esse

elemento é essencial no estágio inicial de desenvolvimento das plantas, período em que a absorção é mais intensa (Kappes et al., 2009).

A alface responde bem ao fornecimento de N e a deficiência desse elemento retarda o desenvolvimento das plantas, contudo, alguns pesquisadores observaram respostas positivas na supressão do uso de nitrogênio mineral quando utilizada fertilização orgânica. Melo Silva et al. (2010) testaram compostos orgânicos em diferentes dosagem (30, 60, 90 e 120 t ha<sup>-1</sup>) concluíram que estes compostos supriram satisfatoriamente as necessidades de nitrogênio da alface cv. “Verônica”, dispensando o uso de fertilizante mineral. Assim como Steiner et al, (2012) observaram que a utilização de dejetos líquidos de suíno e de cama de aviário proporciona produtividade de alface cv. Piraroxa, equivalente à aplicação de fertilizante nitrogenado mineral.

Diante disso, pode-se afirmar que os efeitos de AH em plantas são bastante variáveis, dependendo principalmente da fonte utilizada, da concentração e da espécie vegetal, e que a necessidade de nitrogênio das plantas pode ser suprida com fertilização orgânica, sendo assim, a definição da concentração adequada de AH e N mineral mostra-se importante na formulação de novos biofertilizantes.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar concentrações de ácido húmico e nitrogênio na produção de mudas de *Lactuca sativa*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do estado do Tocantins, em altitude de 280 m, na localização de 11°43'45" de latitude e 49°04'07" de longitude. A classificação climática segundo Köppen (1948), o clima regional é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 29,5 °C, com precipitação anual média de 1804 mm.

Para avaliar o potencial de uso de concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio como promotor do crescimento vegetal foi conduzido experimento com alface. A cultivar utilizada foi a Elba, 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 multicelulares de 128 células cada, preenchidas com substrato comercial Germinar® em mistura com casca de arroz carbonizada na proporção 1:1. A semeadura ocorreu colocando-se três sementes no centro da célula, a profundidade de 5 mm. O desbaste foi realizado aos sete dias após a semeadura (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 uréia como fonte de N. 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<sup>-1</sup> de N e 2,5 dag kg<sup>-1</sup> de C orgânico. Os teores de carbono orgânico (C orgânico) e nitrogênio total (N) dos ácidos húmicos foram determinados segundo Mendonça (2005).

A segunda fonte de ácidos húmicos foi o produto comercial Fertiactyl GZ®, da empresa TIMAC Agro. É indicado para aplicação foliar, em hortícolas com recomendações de 1 a 5 aplicações, em doses que podem variar de 2 a 3 L ha<sup>-1</sup>. Segundo a empresa a composição do produto foi elaborada a partir das matérias-primas: Ureia, KOH e turfa como fonte de AH, AF e aminoácidos, contendo 13 dag kg<sup>-1</sup> de N, 5 dag kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 5 dag kg<sup>-1</sup> C orgânico.

As aplicações de AH foram fornecidas em duas vezes via foliar, aos 7 e 14 dias após a semeadura (DAS). A parcela experimental útil foi composta por 12 plantas.

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<sup>-1</sup>; 14,6 ml L<sup>-1</sup> e 21,9 ml L<sup>-1</sup>), e cinco concentrações de nitrogênio (1; 2; 3; 4 e 5 dag kg<sup>-1</sup>), mais duas testemunhas (a primeira composta pelo produto comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup> na concentração de 7,3 ml L<sup>-1</sup> e a segunda composta pela ausência da aplicação de ácido húmico e nitrogênio).

Os indicadores morfológicos para o desenvolvimento das mudas avaliadas aos 21 DAS, foram:

Altura de Plantas (AP): obtida medindo-se o comprimento entre o colo das mudas até a extremidade mais alta das folhas, utilizando-se uma régua graduada em cm;

Comprimento de Raiz (CR): obtido medindo-se o intervalo do colo da muda até a ponta da raiz mais longa, utilizando-se uma régua graduada em cm;

Diâmetro do Colo (DC): obtido com a medição da parte mediana do colo, utilizando-se um paquímetro digital com leitura em mm;

Índice de Qualidade de Dickson (IQD): Para este índice foi considerado os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas, calculado pela seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{PMSTotal}{\left(\frac{AP}{DC}\right) + \left(\frac{PMSPA}{PMSR}\right)}$$

Em que:

IQD - índice de desenvolvimento de Dickson; PMST - Peso massa seca total (g); AP - altura (cm); DC - diâmetro do colo (cm); PMSPA - Peso da matéria seca da parte aérea (g); PMSR - peso da matéria seca da raiz (g).

Massa Seca da Parte Aérea (MSPA): O material passou por processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C durante 72 horas, após a secagem procedeu-se à pesagem da MSPA em balança analítica eletrônica (0,0001g);

Massa Seca da Raiz (MSR): O material passou por processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C durante 72 horas, após a secagem procedeu-se à pesagem da MSR em balança analítica eletrônica (0,0001g);

Número de Folhas (NF): obtido através de contagem direta das folhas, excluindo-se os cotilédones;

Índice de Clorofila (IC): Expressos em unidade denominada Índice de Clorofila Falker (ICF), resultante de unidades adimensionais existentes nas folhas, utilizando-se método indireto, por meio de leitura efetuada em aparelho clorofilômetro ClorofiLOG<sup>®</sup>, modelo CFL 1030.

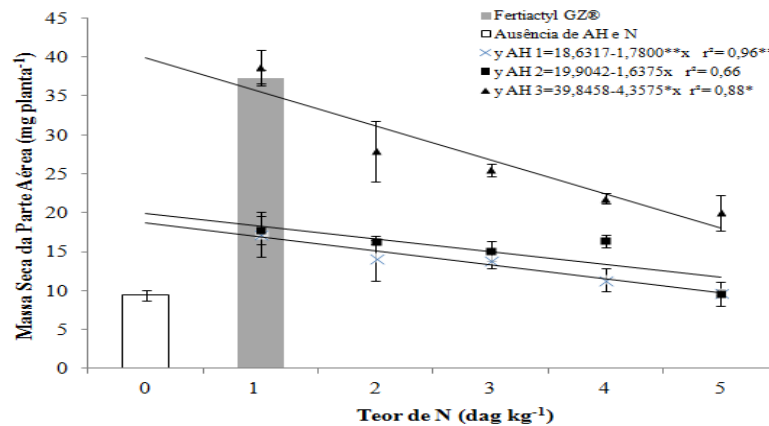
Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância e utilização de regressão através do programa Sigmaplot 10. Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes da equação de regressão e no coeficiente de determinação, adotando-se 1 e 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da concentração de nitrogênio nas diferentes concentrações de AH-Alternativo promoveu decréscimo linear nos indicadores massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e comprimento de raiz (CR), (Figuras 1, 2a e 2b). Assim, para cada 1 dag kg<sup>-1</sup> de nitrogênio acrescentado nas concentrações de 7,3; 14,6 e 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-

Alternativo houve redução de 1,78, 1,64 e 4,36 mg planta<sup>-1</sup> na MSPA; 1,47, 1,80 e 2,61 mg planta<sup>-1</sup> na MSR e 0,31, 0,54 e 0,24 cm no CR, respectivamente.

O enriquecimento da concentração 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-Alternativo com até 1 dag kg<sup>-1</sup> de nitrogênio, promoveu aumento de aproximadamente 300% na MSPA e 457% na MSR quando comparados com ausência de aplicação de AH e N (Figura 1 e 2a). Por outro lado na avaliação do CR o melhor resultado obtido foi com a concentração de 14,6 ml L<sup>-1</sup> de AH-Alternativo e 1 dag kg<sup>-1</sup> de N sendo superior ao AH comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup>, proporcionando aumento de 27% no comprimento em relação às plantas não tratadas (Figura 2b).

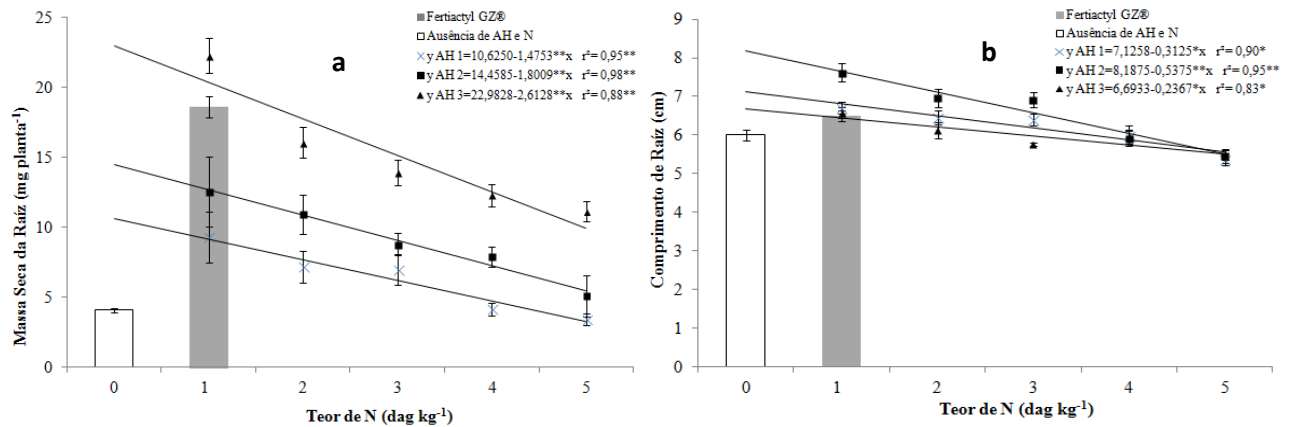


**Figura 1:** Massa Seca da Parte Aérea de mudas de alface aos 21DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L<sup>-1</sup>; AH2: concentração de 14,6 ml L<sup>-1</sup>; AH3: concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup>. UFT, Gurupi-TO.

Efeitos positivos no desenvolvimento de plantas submetidas à aplicações de substâncias húmicas também foram demonstrados por Silva et al. (2000) que trabalhando com alface cv. Aurélia observaram aumento de 257,49% a produção de MSPA, em 289,71% a produção de MV da parte aérea e em 240,16% a das raízes.

Já Rodrigues (2013) na avaliação do efeito de da aplicação de Fertiactyl GZ<sup>®</sup> e AH alternativo em mudas de alface cv. Elba, observaram que a maior eficiência foi alcançada com AH comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup>, na concentração de 3 mg de C L<sup>-1</sup> com incremento de 25,73% no desenvolvimento da MSPA, enquanto que o desenvolvimento radicular das mudas, com base na avaliação da MSR, foi incrementado em 15,89% pela aplicação do AH-Alternativo. Assim como Bezerra et al. (2007) avaliando o desenvolvimento de alface cv Babá de verão sob efeito de dois bioestimulantes comerciais (Fertiactyl GZ<sup>®</sup> e Ruterr AA<sup>®</sup>), observaram que à medida que se aumentou a concentração do produto, houve um incremento no comprimento das raízes, sendo o valor máximo 9,92 cm obtido na concentração de 0,75% de Fertiactyl GZ<sup>®</sup>, essa concentração também foi eficiente para aumentar o comprimento de raízes em 26,2% em relação ao tratamento sem aplicação do produto.

A explicação para o efeito das substâncias húmicas como bioestimulantes do desenvolvimento das plantas é apresentada por alguns autores como sendo um efeito de alterações na fisiologia, metabolismo e absorção de nutrientes. As SH podem alterar diretamente o metabolismo bioquímico das plantas e, por consequência, influenciar o crescimento e desenvolvimento (Rosa et al., 2009). Um dos aspectos que pode contribuir para melhorar o desenvolvimento das plantas submetidas a aplicação de SH é o aumento na produção de biomassa pode estar relacionado com melhoria na absorção de nutrientes pelas plantas devido à influência das substâncias húmicas na permeabilidade da membrana celular. Recentemente, o próton pirofosfatase (H<sup>+</sup>-PPase) vacuolar também tem sido bastante relacionada a absorção de nutrientes, bem como a regulação do desenvolvimento (Gaxiola et al., 2012).



**Figura 2:** Massa Seca da Raiz (a) e Comprimento de Raiz (b) de mudas de alface aos 21DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L<sup>-1</sup>; AH2: concentração de 14,6 ml L<sup>-1</sup>; AH3: concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup>. UFT, Gurupi-TO.

Na morfologia das plantas as alterações ocorrem principalmente na arquitetura do sistema radicular que é a formação de raízes laterais, e muitos sinais provenientes do ambiente e dos hormônios, podem afetar o número de raízes laterais emergidas (Nibau et al., 2008).

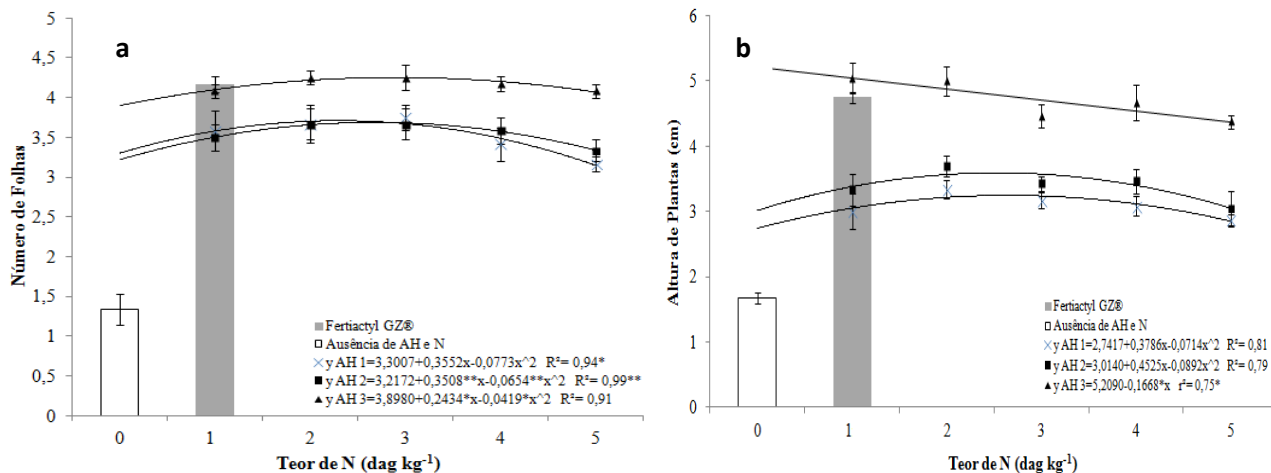
O incremento na indução de raízes laterais está diretamente relacionado com o fitormônio auxina, pois este atua nos estádios iniciais de formação do primórdio radicular, ativando a divisão das células do periciclo (Casimiro et al., 2001). A ação do tipo auxínica presente em SH já foi previamente demonstrada (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, concentrações elevadas de auxinas (menores que 10<sup>-6</sup> mol L<sup>-1</sup>) induzem o encurtamento da raiz principal e o aumento das laterais (Blakely et al., 1988). Entretanto Zandonadi et al. (2007) verificaram que concentrações muito pequenas de auxinas (menores que 10<sup>-10</sup> mol L<sup>-1</sup>) promovem o crescimento do eixo principal. Portanto, é possível que o biofertilizante AH-Alternativo na concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup> e o AH comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup> possuam propriedades químicas específicas que resultem na inibição do comprimento da raiz primária (Figura 2b), 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 2a).

Nos indicadores Número de Folhas (NF) e Altura de Plantas (AP) o aumento da concentração de nitrogênio promoveu comportamento quadrático, exceto na concentração 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-Alternativo em altura de plantas, em que houve redução linear (Figura 3a e 3b). Os melhores resultados no NF foram obtidos com a concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-Alternativo acrescidas de 2,9 dag kg<sup>-1</sup> de N, enquanto que a AP os maiores efeitos ocorreram com a adição de 1 dag kg<sup>-1</sup> de N na concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-Alternativo.

Alguns pesquisadores também têm demonstrado efeitos positivos no desenvolvimento de plantas submetidas à aplicações de substâncias húmicas. Bezerra et al., (2007) na determinação da eficiência de dois bioestimulantes comerciais, Fertiactyl GZ<sup>®</sup> e Ruterr AA<sup>®</sup>, em alface cv. Babá de Verão observaram que o maior número de folhas estimado (6,74 folhas plântula<sup>-1</sup>) foi obtido na concentração de 0,75% com o Fertiactyl GZ<sup>®</sup>. Em tomate Bernardes et al. (2011) mostram que as mudas sem a aplicação de substâncias húmicas (CODAHUMUS 20<sup>®</sup>) apresentaram a altura média de 4,69 cm, valor este inferior às alturas médias apresentadas pelas mudas tratadas, indicando que a presença do ácido húmico e/ou ácido fúlvico e/ou o K, podem ter influenciado no melhor desenvolvimento deste parâmetro. Esses resultados

vão de acordo com os encontrados neste trabalho em que as plantas que não foram submetidas à adubação foliar apresentaram médias de 1,67 cm, sendo inferiores às plantas adubadas.

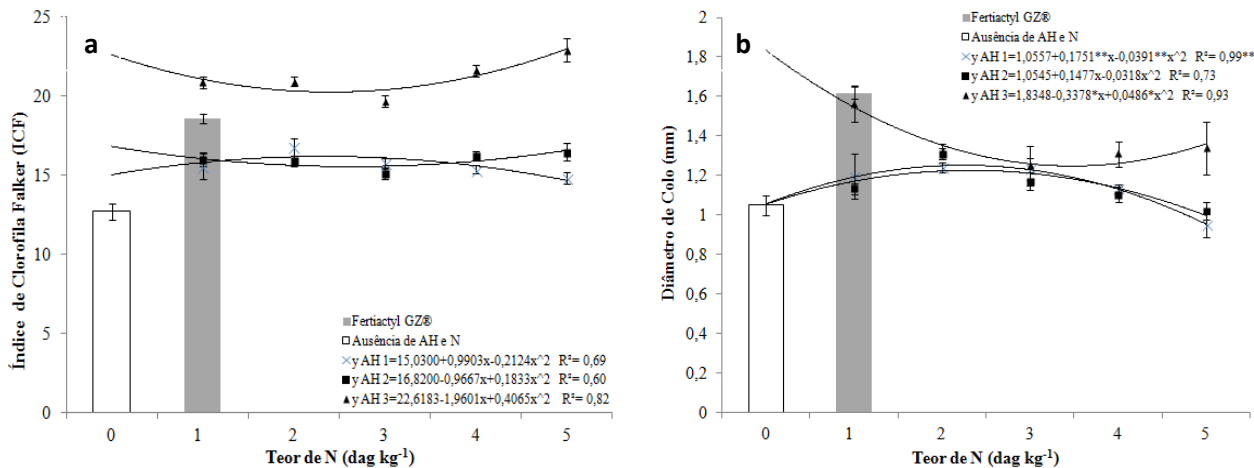


**Figura 3:** Número de folhas (a), Altura de plantas (b) de mudas de alface aos 21DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L<sup>-1</sup>; AH2: concentração de 14,6 ml L<sup>-1</sup>; AH3: concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup>. UFT, Gurupi-TO.

Diferentemente dos resultados em altura de plantas observados no presente trabalho em que o AH comercial Fertiactyl GZ® não superou AH-Alternativo. Rodrigues (2013) observou que o AH comercial Fertiactyl GZ® foi mais eficiente que a fonte de AH-Alternativo no incremento na Altura de plantas de Alface cv Elba.

Nos indicadores Índice de Clorofila (IC) e Diâmetro de Colo (DC) o aumento da concentração de nitrogênio promoveu resposta quadrática (Figura 2a e 2b). Foi observado que houve redução no desenvolvimento do IC e DC com adição até a concentração de 2,41 e 3,47 dag kg<sup>-1</sup> de nitrogênio, respectivamente. No entanto, apesar de ter ocorrido aumento no Índice de Clorofila a partir de 2,41 dag kg<sup>-1</sup> de nitrogênio adicionado, isso não foi revertido em maiores produções de MSPA, MSR e CR (Figura 1, 2a e 2b). Em ambos indicadores a concentração 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-Alternativo apresentou os maiores efeitos, superando os resultados obtidos com a ausência de aplicação de AH e N.

A clorofila é o pigmento responsável pela captação da energia solar, atuando na oxidação da água e, consequentemente, na liberação do oxigênio e redução do dióxido de carbono, para a formação de cadeias carbônicas, principalmente açúcar (Taiz & Zeiger 2009). Os ácidos húmicos (AH), formados por agregados moleculares heterogêneos, favorecem o desenvolvimento do sistema radicular (Zandonadi et al., 2007), o acúmulo de nutrientes (Pinheiro et al., 2010) e a biossíntese de clorofilas (Ferrara & Brunetti, 2008).



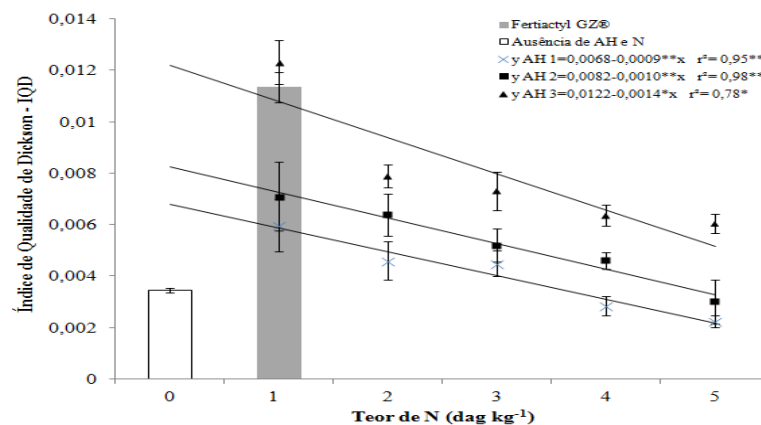
**Figura 4:** Índice de Clorofila (a) e Diâmetro de Colo (b) de mudas de alface aos 21DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L<sup>-1</sup>; AH2: concentração de 14,6 ml L<sup>-1</sup>; AH3: concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup>. UFT, Gurupi-TO.

Em alface Morais et al. (2011) não observaram diferença significativa no teor de clorofila com aplicação de ácidos húmicos e fúlvicos extraídos de esterco bovino, diferentemente dos resultados encontrados neste trabalho em que aplicação de AH promove melhoria no IC de mudas de alface.

Com relação ao diâmetro de colo (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<sup>-1</sup> de ácido húmicos teriam condições melhores de sobrevivência e crescimento após o plantio no local definitivo.

Quanto ao índice de qualidade de Dickson (IQD) foi observado que o aumento da concentração de nitrogênio nas diferentes concentrações de AH-Alternativo promoveu decréscimo linear (Figura 5). Assim, para cada 1 dag kg<sup>-1</sup> de nitrogênio que foi acrescentado nas concentrações de 7,3; 14,6 e 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-Alternativo houve redução de 0,0009, 0,0010 e 0,0014 na qualidade das mudas de alface, respectivamente.

No entanto a aplicação de AH-Alternativo na concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup> combinado com 1 dag kg<sup>-1</sup> de N, assim como o AH comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup>, promoveram os melhores índice de qualidade de Dickson 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.



**Figura 5:** Índice de Qualidade de Dickson - IQD de mudas de alface aos 21DAS produzidas sob efeito das concentrações de ácidos húmicos e nitrogênio. AH1: concentração de 7,3 ml L<sup>-1</sup>; AH2: concentração de 14,6 ml L<sup>-1</sup>; AH3: concentração de 21,9 ml L<sup>-1</sup>. UFT, Gurupi-TO.

Segundo Azevedo et al. (2010) o índice de qualidade de Dickson (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 foi observado resultados de IQD para produção de mudas de hortaliças com aplicação de substâncias húmicas.

A respeito da adição do nitrogênio em plantas de alface, alguns autores observaram efeitos negativos à medida que se aumenta a concentração deste elemento, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho. Assim, Araújo et al. (2011) avaliando a resposta da alface à adubação nitrogenada as doses de N mineral, observaram que o aumento das doses de N afetaram negativamente a MVPA, MSPA e MSR da alface, cv. “Verônica”. Melo Silva et al. (2010) testaram compostos orgânicos em diferentes dosagem (30, 60, 90 e 120 t ha<sup>-1</sup>) concluíram que os compostos supriram satisfatoriamente as necessidades de nitrogênio da alface cv. “Verônica”, dispensando o uso de fertilizante mineral.



O uso de substâncias húmicas como bioestimulantes têm demonstrado alterações positivas no desenvolvimento de algumas culturas melhorando aspectos como fisiologia, absorção de nutrientes e metabolismo. Segundo (Primo et al., 2011) A massa molecular relativa dos AH é maior do que a dos AF, tendendo a ter mais aromáticos e menos carboxílicos e grupos C-O alquil do que os AF. Entretanto, componentes com distribuição de massa/tamanho molecular maior, como os ácidos húmicos (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<sup>+</sup> para o apoplasto. Contudo, mesmo com resultados positivos quanto ao uso de ácidos húmicos na formação de mudas de qualidade, aumentando a MSPA, MSR, DC, AP, NF, CR e IC, mais trabalhos são necessários para maior elucidação do assunto e seus efeitos sobre as plantas.

## CONCLUSÕES

- 1 - A aplicação de ácido húmico tanto da fonte AH-Alternativo como AH comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup> promove melhoria na qualidade de mudas de alface.
- 2 - As concentrações de 21,9 ml L<sup>-1</sup> de AH-alternativo e 7,3 ml L<sup>-1</sup> de AH comercial Fertiactyl GZ<sup>®</sup> promove melhor qualidade de mudas de alface em relação às concentrações 7,3 e 14,6 ml L<sup>-1</sup> do AH-Alternativo.
- 3 - O aumento da concentração de nitrogênio reduz a qualidade de mudas de alface em concentrações superiores a 1 dag kg<sup>-1</sup>, em função do uso de ácido húmico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, 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 Amazonica, Manaus, v. 40, p. 157-164, 2010.
- BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO M. A.; GIRO, V. B.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33, n. 4, p. 979-990, 2009.
- 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, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 830-833, 2014.
- BERNARDES, J. M.; REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J. F. Efeito da aplicação de substância húmica em mudas de Tomateiro Global. Science and Technology, 04, n. 03, p.92 – 99, 2011.
- BEZERRA, P. S. G.; GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F. Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. Científica, Jaboticabal, 35, n.1, p.46 - 50, 2007.
- BLAKELY, L.M.; BLAKELY, R.M.; COLOWIT, P.M.; ELLIOTT, D.S. Experimental studies on lateral root formation in radish seedling roots. Plant Physiology, 87 p. 414-419, 1988.
- 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<sup>+</sup>-ATPase activity in maize roots. Plant Physiology, 130 p. 1951-1957, 2002.
- CARVALHO FILHO, J. L. S.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F4 de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. Acta Scientiarum. Agronomy, 31, n. 1, p. 37-42, 2009.
- 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, 13 p. 843-852, 2001.
- FERRARA, G.; BRUNETTI, G. Influence of foliar applications of humic acids on yield and fruit quality of table grape cv. Itália. J. Intern. Science. Vigne Vin., 42 p. 79-87, 2008.
- GAXIOLA, R. A.; SANCHEZ, C. A.; PAEZ-VALENCIA, J.; AYRE, B. G.; ELSER, J. J. Genetic manipulation of a vacuolar H<sup>+</sup>-PPase: from salt tolerance to yield enhancement under phosphorus-deficient soils. Plant Physiology 159: p. 3-11, 2012.
- KANO, C.; CARDOSO, A.I.I.; VILLAS BÔAS, R.L. Influencia de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. Horticultura Brasileira, v. 28, n. 3, p 287-291, 2010.

SANTOS, ACM; RR; ANDRADE, CAO; FREITAS, GA; SILVA, DB; SILVA, RJ; SILVA, RR. CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO HÚMICO E NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Lactuca sativa*. Amazon Soil – I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental, p. 73-82.

- 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, Goiânia, 39, n. 3, p. 251-259, 2009.
- LIMA, A. A.; ALVARENGA, M. A. R.; RODRIGUES, L.; CARVALHO, J. G. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. Horticultura Brasileira, 29, n. 1, p. 63-69, 2011.
- 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, Maringá, 32, n. 1, p. 131-137, 2010.
- MORAIS, J.; NASCIMENTO, I. O.; DIAS, V. L. N.; RODRIGUES, A. A. C.; AZEVEDO, S. A.; BEZERRA, G. A. Efeitos dos ácidos húmicos e fúlvicos na microflora do solo e na concentração de clorofila em alface. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 2011.
- NIBAU, C.; GIBBS, D. J.; COATES, J. C. Branching out in new directions: The control of root architecture by lateral root formation. New Phytologist, 179, 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, 59, n.4, p. 518-529, 2012.
- PINHEIRO, G. L.; SILVA, C. A.; FURLANI NETO, E. F. Crescimento e nutrição de clone de eucalipto em resposta à aplicação de concentrações de c-ácido húmico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34, n.4, p. 1217-1229, 2010.
- PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. Scientia Plena, 7: 1-13. 2011.
- RIMA, J. A. H.; MARTIM, A. S.; DOBBS, L. B.; EVARISTO, J. A. M.; RETAMAL, C. A.; FAÇANHA, A. R.; CANELLAS, L. P. Adição de ácido cítrico potencializa a ação de ácidos húmicos e altera o perfil protéico da membrana plasmática em raízes de milho. Ciência Rural, 41, n.4, p. 614-620, 2011.
- RODRIGUES, L. U.; Alternativa de substratos em mistura com proporções de casca de arroz carbonizada na qualidade de mudas de tomateiro e influência de frações de ácidos húmicos na produção de mudas de alface. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi. 48p. 2013.
- RODRIGUES, L. F. O. S.; GUIMARÃES, V. F.; SILVA, M. B.; PINTO JUNIOR, A. S.; KLEIN, J.; Costa, A. C. P. R. Características agrônômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande/PB, v. 18, n. 1, p. 31-37, 2014.
- 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, 33, n.4, p. 959-967, 2009.
- SILVA, R. M. da; JABLONSKI, A. S. L.; MORSELLI, T. B. G. A.; GARCIA, S. dos S.; KROTH, P. L. I. Produção de alface cultivada em solução nutritiva com adição de substâncias húmicas em condição de casa vegetativa. PPGEM. Escola de Engenharia, UFRGS. Revista Científica Rural, 05, 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. 11, n 3, p.77-83, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed Editora S/A. 438p. 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed Editora S/A. 4 ed. 2009.
- ZANDONADI, D.B.; CANELLAS, L.P. & FAÇANHA, A.R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H<sup>+</sup> pumps activation. Planta, 225 p. 1583-1595, 2007.