



## NÍVEIS DE PH E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA DE ALFACE HIDROPÔNICA

PH LEVELS AND HUMIC SUBSTANCES IN NUTRITIVE SOLUTION OF HYDROPONIC LETTUCE

Paula Ohana Lopes Amorim<sup>1</sup>  
Charles de Araujo<sup>2</sup>  
Alexandre Caetano Perozini<sup>3</sup>  
Cristiano Martinoto<sup>4</sup>  
Abmael Florentino de Araujo<sup>5</sup>

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de soluções nutritivas com diferentes níveis de pH e uso de produto com substâncias húmicas (SH) no desenvolvimento de alface hidropônica. O trabalho foi realizado em ambiente protegido e continha sistema hidropônico do tipo *NFT* (Nutriente Film Technique). Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial, onde os fatores corresponderam a quatro níveis de pH (5,0; 5,5; 6,0 e 6,5) e duas doses do produto comercial com SH (Exion Vida – Kimberlit Agrociências ®), totalizando 8 tratamentos. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 5 repetições. Foi utilizada a variedade do grupo crespa Rubinela. As concentrações em mg.L<sup>-1</sup> da solução nutritiva corresponderam a 100,0 de K; 62,0 de N; 9,0 de P; 31 de Ca; 8 de Mg; 3 de S; 2,0 de Fe; 0,06 de Zn; 0,02 de Cu; 0,4 de Mn; 0,3 de B e 0,06 mg de Mo. O pH e a condutividade elétrica foram monitorados diariamente, utilizando peagâmetro e condutivímetro portátil. As características avaliadas foram o índice de clorofila, número de folhas, comprimento de raiz e massas da matéria seca de raiz e da parte aérea. O aumento do pH de soluções nutritivas até 6,5 proporcionou maior índice de clorofila, número de folhas, comprimento de raiz e massas da matéria seca de raiz e da parte aérea de alface hidropônica. Valores de pH de solução nutritiva próximos a 6,5 são mais adequados para o cultivo de alface hidropônica. O uso de produto com SH em solução nutritiva não influenciou o desenvolvimento de plantas de alface ou acarretou diminuição no índice de clorofila, número de folhas, comprimento de raiz e massas da matéria seca de raiz e da parte aérea a medida que o pH aumentou. Não é indicado a utilização de produto com SH em solução nutritiva para o cultivo de alface hidropônica.

**Palavras- chave:** *Lactuca sativa*; acidez; ácidos húmicos e fúlvicos.

<sup>1</sup> IFMT, Campus São Vicente, Campo Verde – MT – Brasil. Engenheiro Agrônomo. E-mail: [paulaohana\\_amorim@hotmail.com](mailto:paulaohana_amorim@hotmail.com)

<sup>2</sup> IFMT, Campus São Vicente, Campo Verde – MT – Brasil. E-mail: [charles.araujo@svc.ifmt.edu.br](mailto:charles.araujo@svc.ifmt.edu.br)

<sup>3</sup> IFMT, Campus São Vicente, Campo Verde – MT – Brasil. E-mail: [alexandre.perozini@svc.ifmt.edu.br](mailto:alexandre.perozini@svc.ifmt.edu.br)

<sup>4</sup> IFMT, Campus São Vicente, Campo Verde – MT – Brasil. E-mail: [cristiano.martinoto@svc.ifmt.edu.br](mailto:cristiano.martinoto@svc.ifmt.edu.br)

<sup>5</sup> IFMT, Campus São Vicente, Campo Verde – MT – Brasil. Engenheiro Agrônomo. E-mail: [abmael.faraujo@hotmail.com](mailto:abmael.faraujo@hotmail.com)

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the production of lettuce cultivated in a hydroponic system at different pH levels, in the product use with humic substances (HS). The experiment was carried out in a protected environment containing NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system, composed of benches with profiles in trapezoidal format, 9 cm wide and 5 cm high, with holes spaced 20 cm apart. The treatments were arranged in a factorial scheme, where the factors corresponded to four pH levels (5.0; 5.5; 6.0 and 6.5) and two doses of commercial product with HS (Exion Vida – Kimberlit Agrociências ®), totalizing 8 treatments. The variety of the Rubinela curly group was used. The pH and electrical conductivity were monitored daily using a portable pH meter and conductivity meter. The evaluated characteristics were the chlorophyll index, leaves number, root length and root and shoot dry matter mass. The pH increase of nutrient solutions up to 6.5 provided a higher chlorophyll index, leaves number, root length and root and shoot dry matter mass of hydroponic lettuce. Nutrient solution pH values close to 6.5 are best suited for growing hydroponic lettuce. The product use with SH in nutrient solution did not influence the lettuce plants development or had a decrease in chlorophyll index, leaf number, root length and root and shoot dry matter mass as pH increased. The product use with SH in nutrient solution for the hydroponic lettuce cultivation is not indicated.

**Keywords:** *Lactuca sativa*; acidity; humic and fulvic acids.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças folhosas, especialmente alface (*Lactuca sativa*), são provenientes em grande parte do cultivo hidropônico. Esse tipo de sistema pode ser realizado em espaços pequenos e com densidade de plantas maior, resultando no aumento na produção de alimentos por unidade de área (MARTINEZ e SILVA FILHO, 2006).

Para que o desenvolvimento das plantas ocorra de forma adequada é necessário o monitoramento do meio de cultivo onde a água circula. Por ser sistema fechado, há alterações no ambiente radicular em curtos períodos de tempo, ao contrário do que acontece no solo. As principais alterações referem-se ao volume de água, pH e concentração de nutrientes (FURLANI et al., 2009).

Durante todo o período de cultivo hidropônico, o pH da solução nutritiva deve ser diariamente ajustado na faixa de 5,5 e 6,5. Entretanto, o poder de tamponamento de soluções nutritivas é baixo, fazendo com que o pH varie continuamente e não seja mantido dentro da faixa ideal, especialmente em períodos de crescimento intenso da cultura (MARTINEZ e SILVA FILHO, 2006). Dessa forma, o manejo do pH da solução é importante e necessário, ajustando-se o pH dentro da faixa considerada adequada para o desenvolvimento das plantas (FURLANI et al., 2009). Para a cultura da alface, o pH ácido pode ser mais adequado por aumentar a produção de etileno nas raízes e estimular a formação do sistema radicular (TAKAHASHI et al., 2010), através do aumento em cerca de duas e sete vezes o número de raízes laterais e dos pêlos radiculares, respectivamente (INOUE et al., 2000).

O efeito do pH sobre as plantas pode ser direto ou indireto. O efeito direto refere-se a competição entre o  $H^+$  e os outros cátions, quando o pH é baixo, e do  $OH^-$  com os outros ânions, quando o pH é alto (PRADO, 2008). O  $H^+$  também afeta adversamente o mecanismo de transporte de íons, e a permeabilidade das membranas celulares (TAIZ e ZEIGER, 2013). Indiretamente o pH altera a disponibilidade dos nutrientes da solução nutritiva para as plantas e consequentemente a absorção dos mesmos. A absorção de manganês, cobre, zinco e especialmente ferro é reduzido a valores altos de pH. Por outro lado, valores baixos de pH acarretam a diminuição na absorção de fósforo, cálcio e magnésio (PRADO, 2008).

Outro fator que influencia a eficiência da solução nutritiva está relacionado a composição. Além dos nutrientes essenciais, podem ser adicionados outros compostos que são considerados benéficos ao crescimento das plantas (MARTINEZ e SILVA FILHO, 2006). Dentre os compostos destaca-se as substâncias húmicas (SH), caracterizadas por ácidos húmicos e fúlvicos, que influenciam as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, que

aumentam o crescimento e metabolismo das plantas, especialmente do sistema radicular (CARON et al., 2015).

Isso ocorre, porque a presença das substâncias húmicas no solo estimula a síntese de auxina ou age de forma semelhante a ela, já que resulta em expansão e alongação das células, promovendo o crescimento das raízes (CANELLAS et al., 2006). A síntese de hormônios vegetais, como auxina, e ainda de enzimas, promovem outros efeitos nas plantas, como favorecimento da germinação (CARON et al., 2015).

Em solução nutritiva, o uso de substâncias húmicas influenciam no aumento e na velocidade das taxas de germinação e de crescimento precoce de mudas de tomate (SLADKY, 1959). Ainda no tomateiro, as SH podem estimular o crescimento de raízes e da parte aérea, resultando em maior teor de massa seca da planta e dos frutos, além de proporcionar maior produtividade e absorção de nutrientes (ABDEL-MAWGOUD et al., 2007; YILDIRIM, 2007; LIMA et al., 2011). Para a alface, os resultados obtidos indicam que a presença de ácidos húmicos e fúlvicos permitem melhor desenvolvimento do sistema radicular de mudas (SILVA e JABLONSKI, 1995; ANDRADE et al., 2014).

Dessa forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a produção de alface cultivado em sistema hidropônico em diferentes níveis de pH e uso de produto com SH.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em ambiente protegido (estufa) localizado na área experimental do Centro de Referência de Campo Verde do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus São Vicente, nos meses de janeiro e fevereiro de 2017. O ambiente protegido apresentava dimensões de 7 m de largura x 20 m de comprimento e continha sistema hidropônico do tipo *NFT* (Nutriente Film Technique), composto de bancadas com perfis em formato trapezoidal de 9 cm de largura e 5 cm de altura, e furos espaçados em 20 cm.

Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 4x2, onde o primeiro fator correspondeu a 4 níveis de pH (5,0; 5,5; 6,0 e 6,5) e o segundo fator a 2 concentrações de produto comercial (Exion Vida - Kimberlit Agrociências ®) com SH (0 e 0,2 mL.L<sup>-1</sup>). A concentração de 0,2 mL.L é a recomenda pelo fabricante para o cultivo hidropônico de alface. O produto possui na composição 24% de SH, 3% de aminoácidos, 3,6% de Mg, 1,5% Zn e 1% de B. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 4 repetições.

As unidades experimentais corresponderam a bancadas de cultivo hidropônico contendo 6 perfis, com 10 células cada, totalizando assim 60 plantas por bancada. O

reservatório de solução nutritiva de cada bancada correspondeu a tambores plásticos com capacidade para 40 L de solução nutritiva, que circulava através de bombeamento realizado por eletrobomba durante 15 minutos, com intervalos de 15 minutos, controlados por timer. A solução foi formulada de acordo com a necessidade da alface e adaptada de Furlani et al. (1999). As concentrações em  $\text{mg.L}^{-1}$  da solução nutritiva corresponderam a 100,0 de K; 62,0 de N; 9,0 de P; 31 de Ca; 8 de Mg; 3 de S; 2,0 de Fe; 0,06 de Zn; 0,02 de Cu; 0,4 de Mn; 0,3 de B e 0,06 mg de Mo.

As sementes de alface tipo crespa, variedade Rubinela (Feltrin ®) foram semeadas em placas de espuma fenólica com células de 2,0 X 2,0 X 2,0 cm previamente lavadas e umedecidas em água. Posteriormente, as sementes foram colocadas em ambiente escuro por 72 h até a germinação e emergência. Do 4º dia em diante as sementes previamente germinadas nas placas de espuma fenólica foram colocadas em bancada com circulação de água. Até o 7º dia após a germinação as plantas receberam apenas água. Do 8º ao 15º dia foram irrigadas com solução adaptada de Furlani et al. (1999) a ½ força iônica (50% da concentração). Transcorridos 15 dias após a emergência, as mudas foram selecionadas por tamanho e transplantadas para os perfis hidropônicos onde os tratamentos foram aplicados.

O pH e a condutividade elétrica foram monitorados diariamente, utilizando peagâmetro e condutivímetro portátil. Os valores de pH foram ajustados de acordo com cada tratamento, utilizando ácido clorídrico e hidróxido de sódio 0,5 N. A condutividade elétrica foi monitorada para determinação do momento da reposição dos nutrientes na solução nutritiva. Quando a condutividade elétrica diminuiu 50% do valor inicial houve a reposição dos nutrientes de acordo com as concentrações da solução nutritiva.

Aos 45 dias após a semeadura as plantas foram colhidas para a determinação do índice de clorofila das folhas, utilizando medidor portátil de clorofila SPAD 502 (Minolta Company ®). As leituras foram realizadas no período de 7:00 a 9:00 h da manhã, na folha mais recentemente desenvolvida. Posteriormente as plantas foram separadas em parte aérea e raiz. Na parte aérea foram contadas o número de folhas. As raízes foram medidas com o auxílio de uma régua para a determinação do comprimento. Posteriormente foram determinadas a massa da matéria seca de raiz e da parte aérea. Para esta determinação, as amostras da parte aérea e da raiz foram armazenadas em sacos de papel e levadas para estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 60°C, por 72 horas.

Os dados das características avaliadas foram submetidos a análise de variância e comparação das médias do uso de produto com SH e dos níveis de pH foi realizada pelo teste de Tukey ( $\alpha=5\%$ ) e ajuste de equações de regressão, respectivamente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O índice de clorofila, número de folhas, comprimento de raiz, massa da matéria seca de raiz e da parte aérea de plantas de alface foram influenciados pela presença ou não de produto com SH, dependendo dos níveis de pH utilizados em solução nutritiva (TABELA 1). O uso de produto com SH em solução nutritiva resultou em reduções significativas de 20,3 e 19,2% no índice de clorofila, quando os níveis de pH foram de 5,0 e 6,5, respectivamente.

**TABELA 1** – Índice de clorofila, número de folhas, comprimento de raiz e massas da matéria seca da parte aérea e de raiz de alface crespa Rubinela, em função de produto com SH e níveis de pH em solução nutritiva. Campo Verde-MT, 2017.

| Característica avaliada                                           | Produto                         |              |        |        |        |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------|--------|--------|
|                                                                   | com SH<br>(mL.L <sup>-1</sup> ) | Níveis de pH |        |        |        |
|                                                                   |                                 | 5,0          | 5,5    | 6,0    | 6,5    |
| Índice de clorofila (US)                                          | 0,0                             | 25,1 a       | 21,7 a | 21,2 a | 20,3 a |
|                                                                   | 0,2                             | 20,0 b       | 18,1 a | 18,7 a | 16,4 b |
| Número de folhas                                                  | 0,0                             | 21,4 a       | 17,3 a | 21,9 a | 24,6 a |
|                                                                   | 0,2                             | 19,1 a       | 18,7 a | 17,6 b | 16,8 b |
| Comprimento de raiz<br>(cm)                                       | 0,0                             | 37,7 b       | 44,2 a | 48,2 a | 47,5 a |
|                                                                   | 0,2                             | 57,4 a       | 47,0 a | 42,0 a | 40,8 a |
| Massa da matéria seca da<br>raiz (g.planta <sup>-1</sup> )        | 0,0                             | 0,73 a       | 0,91 a | 0,82 a | 1,09 a |
|                                                                   | 0,2                             | 0,64 a       | 0,53 b | 0,56 b | 0,71 b |
| Massa da matéria seca da<br>parte aérea (g.planta <sup>-1</sup> ) | 0,0                             | 6,11 a       | 5,81 a | 7,68 a | 10,2 a |
|                                                                   | 0,2                             | 4,77 a       | 5,03 a | 4,36 b | 3,42 b |

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade.

Acredita-se que o efeito de SH sobre o crescimento e metabolismo das plantas seja o resultado da ação de diversos fatores, dentre eles o aumento no conteúdo de clorofila (NANNIPIERI et al., 1993), fato que não ocorreu no presente trabalho, pois o uso de SH resultou na redução do índice de clorofila das folhas.

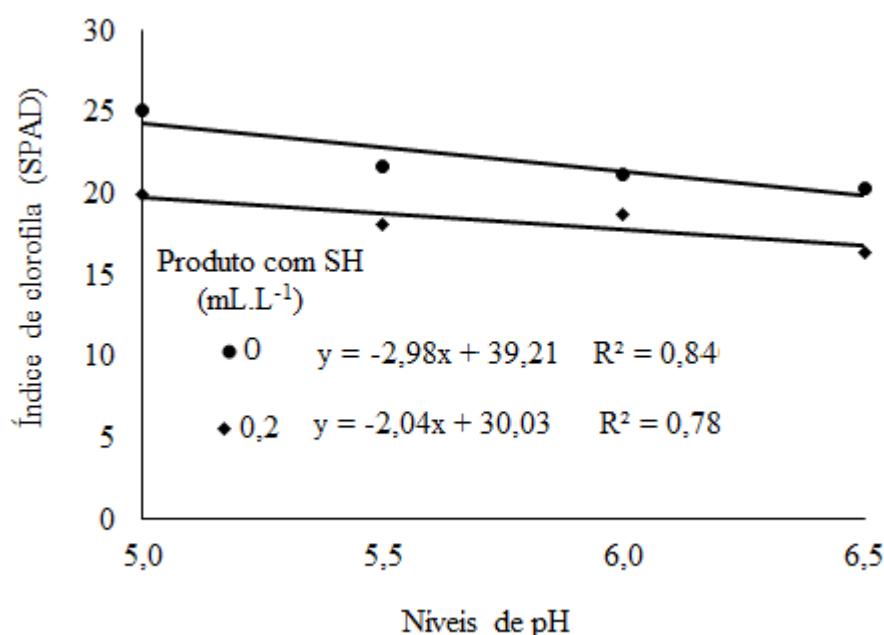
Para o número de folhas, a redução significativa ocasionada pela presença produto com SH foi de 19,6 e 33,3%, para soluções nutritivas com níveis de pH de 6,0 e 6,5, respectivamente. Esses mesmos níveis de pH de soluções nutritivas contendo SH também acarretaram diminuição de 43,2% e 66,5%, respectivamente na massa da matéria seca da parte aérea. Para a massa da matéria seca de raiz, as reduções foram de 41,8; 31,7 e 34,9%, para os

níveis de pH de 5,5; 6,0 e 6,5, respectivamente. Os resultados obtidos são contrários aos obtidos por Silva e Jablonski (1995) em trabalho utilizando SH, onde observaram que a dose de 30 mg de  $C.L^{-1}$  de solução nutritiva resultou em produções 226,7 e 240,0% superiores da massa da matéria seca da parte aérea e de raiz, respectivamente, da cultivar de alface “Baba de verão”, indicando que a presença de ácidos húmicos e fúlvicos permitem melhor desenvolvimento do sistema radicular, quando comparado com o cultivo na sua ausência dos mesmos.

Os resultados prejudiciais do uso de produto com SH no presente estudo estão provavelmente relacionados as fontes das SH utilizadas, da concentração de ácidos húmicos e fúlvicos, do grau de purificação do material e das condições em que foram realizados os experimentos, além da espécie testada (SILVA et al., 2000). Os resultados indicam também provável complexação entre SH e os íons presentes na solução nutritiva, formando complexos mais estáveis, reduzindo a absorção dos mesmos pelas plantas (LIMA et al., 2011).

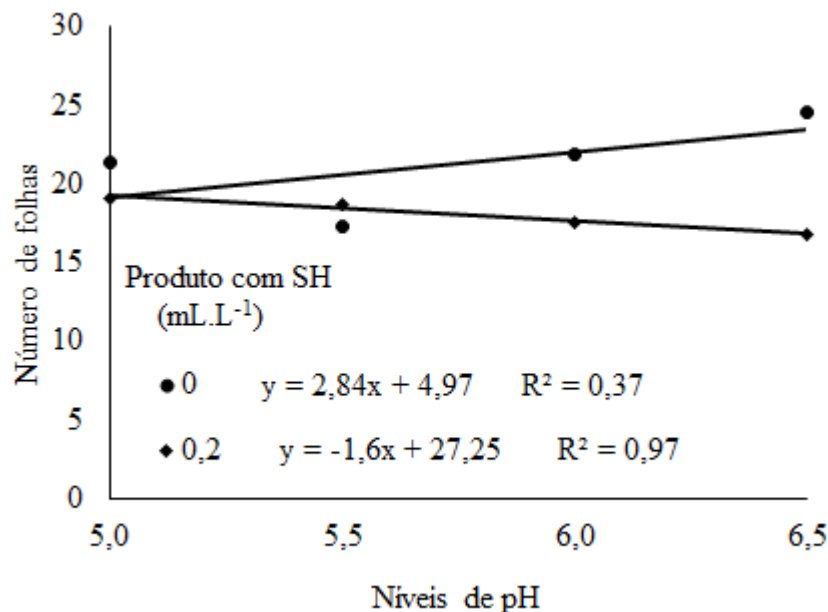
Os diferentes níveis de pH proporcionaram efeito linear decrescente para o índice de clorofila, com e sem o uso de produto com SH (FIGURA 1). Provavelmente, isso pode ser devido ao  $NO_3^-$ , que foi a única forma de nitrogênio utilizada no preparo das soluções nutritivas, que competiu com  $OH^-$  à medida que o pH aumentou de 5,5 para 6,5 (PRADO, 2008). Essa competição resultou na diminuição da absorção de nitrogênio pelas plantas, que é o nutriente relacionado ao teor de clorofila nas folhas, por fazer parte do anel porfirínico da molécula de clorofila (TAIZ e ZEIGER, 2013).

**FIGURA 1** – Índice de clorofila (SPAD) de folhas de alface crespa Rubinela, em função de produto com SH e níveis de pH em solução nutritiva. Campo Verde-MT, 2017.



Para o número de folhas, pode ser observado que houve efeito linear crescente a medida que o pH aumentou, sem o uso de produto contendo SH (FIGURA 2). Em solução nutritiva contendo produto com SH, o aumento do pH resultou na diminuição do número de folhas. Provavelmente, isso foi devido ao efeito direto e indireto do pH sobre a absorção de nutrientes pelas plantas. O efeito direto refere-se a competição entre o  $H^+$  e os outros cátions, quando o pH é baixo, e do  $OH^-$  com os outros ânions, quando o pH é alto (PRADO, 2008), além de afetar o mecanismo de transporte de íons e a permeabilidade das membranas celulares (TAIZ e ZEIGER, 2013). Indiretamente o pH altera a disponibilidade dos nutrientes da solução nutritiva para as plantas e consequentemente a absorção dos mesmos (PRADO, 2008).

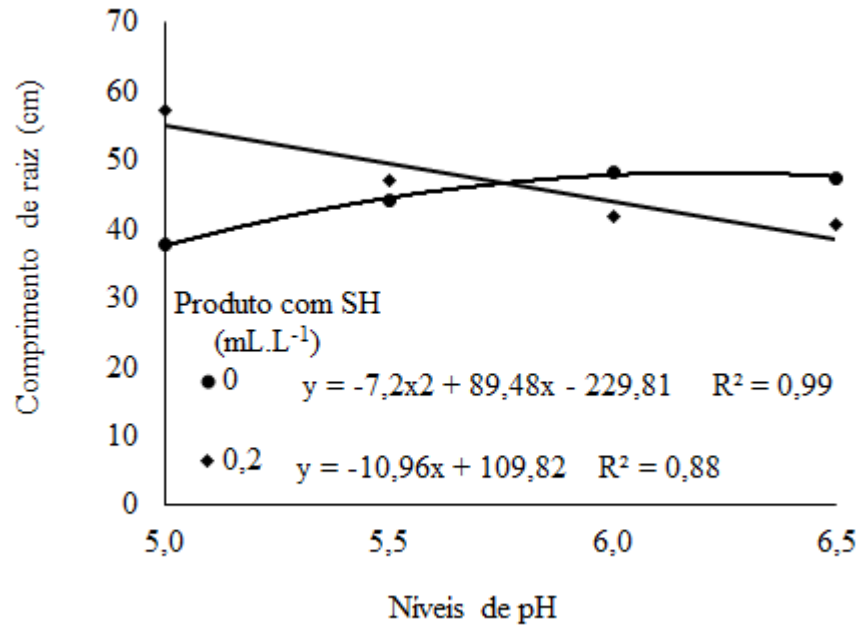
**FIGURA 2** – Número de folhas de alface hidropônica crespa Rubinela, em função de produto com SH e níveis de pH em solução nutritiva. Campo Verde-MT, 2017.



Quando analisou-se o efeito dos níveis de pH sobre o crescimento de raízes de alface, sem uso de produto com SH (0 mL.L<sup>-1</sup> de Exion Vida), pode ser observado maior comprimento de raiz com pH da solução nutritiva de 6,5 (FIGURA 3). Quando foi utilizado produto com SH na solução nutritiva, o efeito foi decrescente para o comprimento de raiz, com o aumento do pH de 5,0 para 6,5.

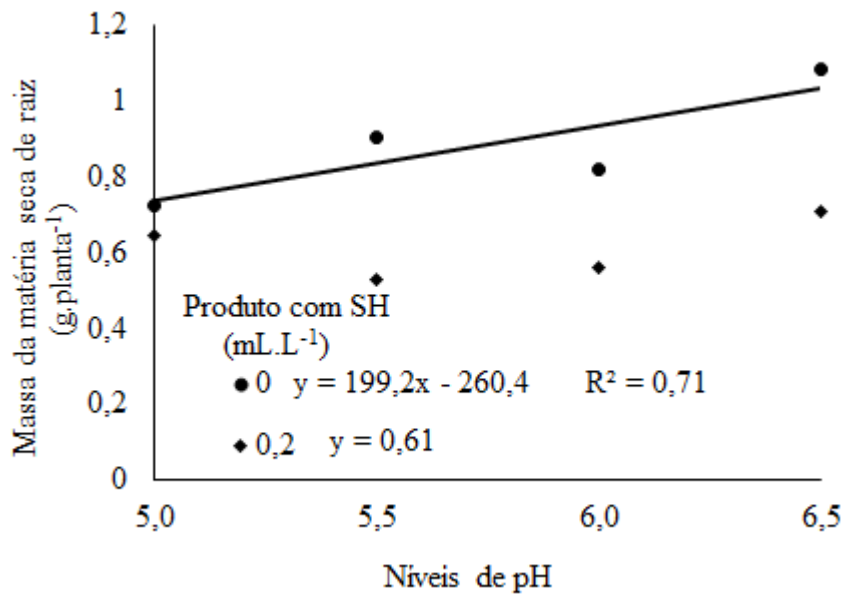


**FIGURA 3** – Comprimento de raiz (cm) de alface hidropônica crespa Rubinela, em função de produto com SH e níveis de pH em solução nutritiva. Campo Verde-MT, 2017.



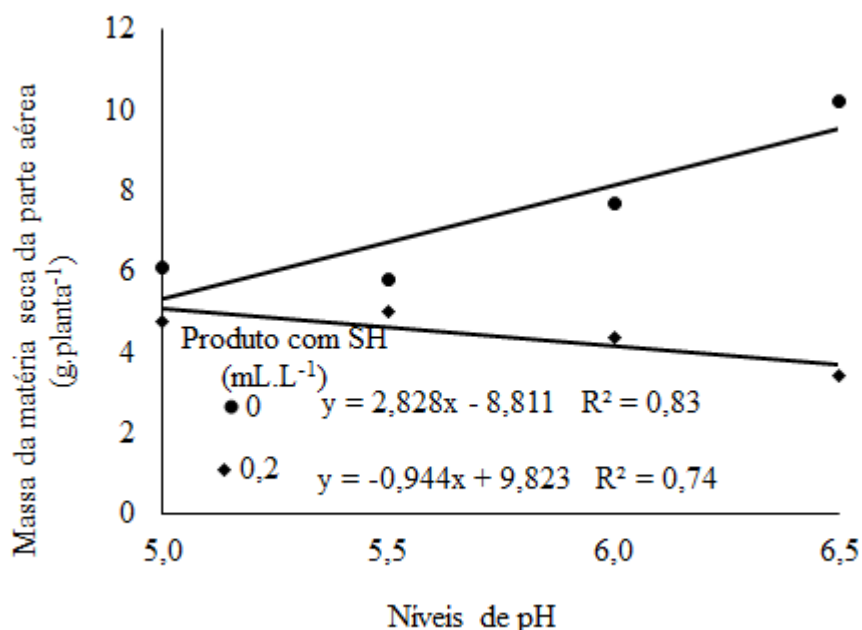
Ao analisar o efeito do pH sobre o acúmulo de matéria seca de raiz pode ser observado que houve incremento no crescimento radicular quando a alface foi cultivada em solução nutritiva sem uso de SH (FIGURA 4). Esses resultados são contrários as afirmações de CANELLAS et al. (2005), ao afirmarem que os efeitos mais notáveis dos ácidos húmicos e fúlvicos na planta ocorrem nas raízes, ao promoverem efeito positivo no crescimento, seja pelo aumento das ramificações laterais, ou pelo incremento de sua biomassa. Segundo os autores estes efeitos estão relacionados ao estímulo na síntese de auxina ou age de forma semelhante a ela, já que resulta em expansão e alongação das células, promovendo o crescimento das raízes. Entretanto, o crescimento do sistema radicular da alface pode ser devido a fatores ainda desconhecidos que possuem ação coordenada e independente de hormônios, assim como foi observado para a cultura do pepino quando submetida a aplicação de ácidos húmicos purificados (MORA et al., 2010).

**FIGURA 4** – Massa da matéria seca de raiz ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) de alface hidropônica crespa Rubinela, em função de produto com SH e níveis de pH em solução nutritiva. Campo Verde-MT, 2017.



Para o efeito do pH sobre a produção de matéria seca da parte aérea pode ser observado efeito contrário do uso ou não de produto com SH (FIGURA 5), semelhante ao observado para o número de folhas (FIGURA 2). Nesse caso, quando não foi utilizado produto com SH, o aumento do pH resultou no incremento linear da matéria da parte aérea. Por outro lado, soluções nutritivas contendo produto com SH resultaram na diminuição da matéria seca da parte aérea com o aumento do pH.

**FIGURA 5** – Massa da matéria seca da parte aérea ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) de alface hidropônica crespa Rubinela, em função de produto com SH e níveis de pH em solução nutritiva. Campo Verde-MT, 2017.



O efeito inibitório das SH no desenvolvimento das plantas de alface a medida que o pH aumentou é devido a solubilidade dessas substâncias dependendo do pH do meio. Com base na solubilidade em meio aquoso as SH são classificadas em ácidos fúlvicos, que apresentam a fração solúvel em meio alcalino, e ácidos húmicos, que apresentam a fração solúvel em meio alcalino e insolúvel em meio ácido ( $\text{pH} < 2,0$ ) e humina, que apresenta fração insolúvel em qualquer condição de pH (STEVENSON, 1994). Provavelmente, a composição das SH utilizadas continha maior proporção de ácidos húmicos, que apresentam a fração solúvel em pH alcalino ( $\text{pH} > 7,0$ ), acima do maior nível de pH utilizado no presente trabalho ( $\text{pH} = 6,5$ ). Além disso, devido as SH apresentarem elevada capacidade de troca de cátions (CTC) e ânions (CTA) (CARON et al., 2015), parte dos cátions e ânions presentes na solução nutritiva pode ter sido adsorvidos tornando-os indisponíveis para às plantas. Estas substâncias também podem ter formado complexos ou quelatos relativamente estáveis com cátions polivalentes como zinco ( $\text{Zn}^{+2}$ ), cobre ( $\text{Cu}^{+2}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{+2}$ ) e ferro ( $\text{Fe}^{+2}$ ), entre outros (SILVA FILHO e SILVA, 2018), diminuindo sua disponibilidade para as plantas.

#### 4 CONCLUSÕES

O aumento do pH de soluções nutritivas até 6,5 proporcionou maior número de folhas, índice de clorofila, matéria seca da raiz, comprimento de raiz e matéria seca da parte aérea de variedades de alface hidropônica.

Valores de pH de solução nutritiva próximos a 6,5 são mais adequados para o cultivo de alface hidropônico.

O uso de produto com SH em solução nutritiva não influenciou o desenvolvimento de plantas de alface ou acarretou diminuição no número de folhas, índice de clorofila, matéria seca da raiz, comprimento de raiz e matéria seca da parte aérea a medida que o pH aumentou.

Não é indicado a utilização de produto com SH em solução nutritiva para o cultivo de alface hidropônica.

#### 5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.A.O.; SANTOS, A.C.M.; SILVA, R.R.; FREITAS, G.A.; NASCIMENTO, I.R.; LUZ, O.S.L. Concentrações de ácido húmico e nitrogênio no desenvolvimento e crescimento de raízes em mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.S2131- S2138, 2014. (Suplemento-CD ROM).

ABDEL-MAWGOUD, A.M.R.; EL-GREADLY, N.H.M.; HELMY, Y.I.; SINGER, S.M. Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. **Journal of Applied Sciences Research**, Irã, v.3, p.169-174, 2007.

CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; FAÇANHA, A.L.O.; 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. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v.130, p.1951-1957, 2006.

CANELLAS, L.P.; ZANDONADI, D.B.; MÉDICI, L.O.; PERES, L.E.P.; OLIVARES, F.L.; FAÇANHA, A.R. Bioatividade de substâncias húmicas: ação sobre desenvolvimento e metabolismo das plantas. In: CANELLAS, L.P. e SANTOS, G.A. (Ed.). **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: CCTA, UENF, 2005. p. 224-243.

CARON, V.C.; GRAÇAS, J.P.; CASTRO, PR.C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015. 46p.

COMETTI, N.N.; FURLANI, P.R.; RUIZ, H.A.; FILHO, E.I.F. Soluções nutritivas: formulação e aplicações. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC, 1999. 52p. (**Boletim técnico, 180**).

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_2/hidroponiap2/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm)>. Acesso em: 17/5/2019

INOUE, Y.; YAMAOKA, K.; KIMURA, K.; SAWAI, K.; TAKAHASHI, H. Effects of low pH on the induction of root hair formation in young lettuce (*Lactuca sativa* L. cv Grand rapids) seedlings. **Journal of Plant Research**, Japan, v.113, p.38-44, 2000.

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**, Brasília, v.29, p.63-69, 2011.

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 3.ed. Viçosa, Editora UFV, 2006. 111p.

MORA, V.; BACAICOA, E.; ZAMARREÑO, A.M.; AGUIRRE, E.; GARNICA, M.; FUENTES, M.; GARCÍA-MINA, J.M. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 167, p. 633-642, 2010.

NANNIPIERI, P.; GREGO, S.; DELL'AGNOLA, G.; NARDI, S. Proprietà biochimiche e fisiologiche della sostanza organica. In: NANNIPIERI, P. (Ed.). **Ciclo della sostanza organica nel suolo: aspetti agronomici, chimici, ecologici, ecologici&selvicolturali**. Bologna: Patron, 1993. p.67-78.

PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407p.

SILVA, R.M., JABLONSKI, A. Uso de ácidos húmicos e fúlvicos em solução nutritiva na produção de alface. **Revista Escola de Engenharia**, Rio de Janeiro, v.23, n.2, p.71-78, 1995.

SILVA, R.M.; JABLONSKI, A.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Desenvolvimento das raízes do azevém cultivado em solução nutritiva completa, adicionada de substâncias húmicas, sob condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v.29, n.6, p.1623-1631, 2000.

SILVA FILHO, A.V.; SILVA, M.I.V. Importância das substâncias húmicas para a agricultura. Artigo em hipertexto. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/268049508\\_Importancia\\_das\\_Substancias\\_Humicas\\_para\\_a\\_Agricultura](https://www.researchgate.net/publication/268049508_Importancia_das_Substancias_Humicas_para_a_Agricultura). Acesso em 20/08/2018.

SLADKY, Z. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. **Biologia Plantarum**, Praga, v.1, p.142-150, 1959.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York: John Wiley, 1994. 512p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAKAHASHI, H.; NAKAMURA, A.; HARIGAYA, W.; FUJIGASAKI, R.; IWASA, T.; INOUE, Y. Increased expression of ethylene receptor genes during low pH-induced root hair formation in lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedlings: direct and indirect induction by ethylene and auxin, respectively. **Plant Root**, Nagoya, v.4, p.53-64, 2010.

YILDIRIM, E. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Noruega, v.57, p.182-186, 2007.