

KAMILA CRISTINA DE CREDO ASSIS

**SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES NO CULTIVO HIDROPÔNICO DA ALFACE
EM DIFERENTES ÉPOCAS**

Botucatu

2021

KAMILA CRISTINA DE CREDO ASSIS

**SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES NO CULTIVO HIDROPÔNICO DA ALFACE
EM DIFERENTES ÉPOCAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Irrigação e Drenagem.

Orientador: Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Botucatu

2021

A848s Assis, Kamila Cristina de Credo
Substâncias bioestimulantes no cultivo hidropônico da alface
em diferentes épocas / Kamila Cristina de Credo Assis. --
Botucatu, 2021
59 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas

1. Horticultura. 2. Hidroponia. 3. Fisiologia Vegetal. 4.
Substâncias Bioestimulantes. 5. Nutrição Vegetal. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NO CULTIVO HIDROPÔNICO DA ALFACE EM DIFERENTES ÉPOCAS

AUTORA: KAMILA CRISTINA DE CREDO ASSIS

ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS (Participação Virtual)
Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. LEANDRO JOSE GRAVA DE GODOY (Participação Virtual)
Coordenadoria do Curso de Engenharia Agrônômica / UNESP - Câmpus de Registro



Prof. Dr. SAULO STRAZEIO CARDOSO (Participação Virtual)
Fertilidade do Solo / Faculdades Associadas de Uberaba

Botucatu, 17 de fevereiro de 2021

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha querida família pelo apoio incondicional a todos os meus sonhos.

Ao Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de professor.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

Agradeço as minhas amigas, Maria Clara, Eunice e Bruna, por me acompanharem ao longo desses dois anos e me ajudarem nessa longa jornada de descobrimento e amadurecimento que permeou a realização deste trabalho.

Ao departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente e todos os seus docentes e funcionários que não mediram esforços para a continuação dos trabalhos aqui realizados, mesmo em tempos tão difíceis como foi a Pandemia em 2020.

Agradeço aos meus colegas da pós-graduação que compartilharam comigo a orientação e o anseio pela descoberta, em especial à doutoranda Marcela Caetano Lopes que acrescentou muito na realização deste trabalho tanto na sua execução, com um rigor científico apurado, como emocionalmente, me incentivando nos momentos mais difíceis.

“Não é na resignação, mas na rebeldia em face das injustiças que nos afirmaremos”.

FREIRE, P . Pedagogia da autonomia. 39ª ed. São Paulo : Paz e Terra, 2009.

RESUMO

A hidroponia consiste no cultivo sem solo por meio de soluções nutritivas acrescidas de todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento do vegetal. Com o aumento da população é necessário cada vez mais produzir em quantidade e qualidade. Neste aspecto o uso de bioestimulantes pode ser uma alternativa em razão dos benefícios ocasionados às culturas como aumento de produtividade, aumento da absorção de nutrientes e qualidade do vegetal. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento da alface cv Vera cultivada em ambiente hidropônico em soluções acrescidas de bioestimulantes. O experimento foi desenvolvido em sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Technique) entre os dias 17-02 à 07-03 (verão) e o segundo ciclo e entre os dias 27-08 à 16-09 (inverno) de 2020. Os tratamentos consistiram na adição da dose estabelecida pelo fabricante de cinco produtos bioestimulantes SB1 (12% ácido húmico), SB2 (20% ácidos fúlvicos), SB3 (1% K; 12% ácidos húmicos), SB4 (37% ácido carboxílico), SB5 (ortofosfato solúvel) à concentração original da solução nutritiva proposta por Furlani para o cultivo da alface. O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC) com quatro repetições sendo que cada repetição representou um canal de cultivo com 20 plantas. Foram avaliados aos 10 dias após o transplante (DAT) em ambos os ciclos a biomassa fresca e seca da parte aérea, volume radicular, medida indireta de clorofila, número de folhas, relação parte aérea-sistema radicular e aos 20 DAT todos os parâmetros anteriores mais teor e acúmulo de macro e micronutrientes. Os resultados foram submetidos à análise de variância no software estatístico SISVAR 5.4 onde foi utilizado o teste F ao nível de 0,05 de significância para determinação das diferenças entre os tratamentos. Quando ocorreu diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 0,05 de significância. A SB4 promoveu diminuição no crescimento da alface em ambos os ciclos. No cultivo de verão a SB5 apresentou maior desempenho para o cultivo de alface cv. Vera em ambiente hidropônico. No cultivo de inverno não houve resposta produtiva da alface em função da aplicação de bioestimulantes mesmo a SB1 promovendo aumento do sistema radicular.

Palavras-chave: Acúmulo de Nutrientes. *Lactuca sativa*. Soluções Nutritivas. Substâncias Húmicas.

ABSTRACT

Hydroponics consists of cultivation without soil by means of nutritional solutions plus all the essential nutrients for the development of the plant. With the increase in population, it is increasingly necessary to produce in quantity and quality. In this regard, the use of biostimulants can be an alternative due to the benefits caused to crops such as increased productivity, increased absorption of nutrients and quality of the vegetable. The objective was to evaluate the development of cv Vera lettuce grown in a hydroponic environment in solutions added with biostimulants. The experiment was carried out in a hydroponic system NFT (Nutrient Film Technique) between the days 17-02 to 07-03 (summer) and the second cycle and between the days 27-08 to 16-09 (winter) 2020. The treatments consisted of in addition to the dose established by the manufacturer of five biostimulant products SB1 (12% humic acid), SB2 (20% fulvic acids), SB3 (1% K; 12% humic acids), SB4 (37% carboxylic acid), SB5 (orthophosphate) soluble) to the original concentration of the nutrient solution proposed by Furlani for the cultivation of lettuce. The randomized block design (DBC) was used with four replications, each replication representing a cultivation channel with 20 plants. Fresh and dry aerial biomass, root volume, indirect measure of chlorophyll, number of leaves, aerial part-root system ratio and at 20 DAT all previous parameters plus content and accumulation of macro and micronutrients. The results were submitted to analysis of variance in the statistical software SISVAR 5.4 where the F test was used at the level of 0.05 of significance to determine the differences between treatments. When there was a significant difference, the means were compared using the Tukey test at the 0.05 level of significance. SB4 reduced the growth of lettuce in both cycles. In the summer cultivation, the SB5 showed higher performance for the cultivation of lettuce cv. Vera in a hydroponic environment. In the winter cultivation, there was no productive response of the lettuce due to the application of biostimulants even the SB1 promoting an increase in the root system.

Keywords: Nutrient accumulation. *Lactuca sativa*. Nutritional Solutions. Humic substances.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Solução nutritiva utilizada nos ensaios experimentais.....	28
Tabela 2 – Solução nutritiva estoque para folhosas.....	29
Tabela 3 – Produtos à base de substâncias bioestimulantes e doses comerciais utilizadas nos ensaios experimentais.....	30
Tabela 4 – Número de folhas, BFPA, BSPA, BS/BF, Vol e PA/R de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT após 10 DAT com diferentes substâncias bioestimulantes.....	34
Tabela 5 – Número de folhas, BFPA, BSPA, BS/BF, Vol e PA/R de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT após 20 DAT com diferentes substâncias bioestimulantes.....	38
Tabela 6 – Medida indireta de clorofila (MIC) de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT com diferentes substâncias bioestimulantes.....	40
Tabela 7 – Teores foliares dos macronutrientes de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT com diferentes substâncias bioestimulantes.....	41
Tabela 8 – Teores foliares dos micronutrientes de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT com diferentes substâncias bioestimulantes.....	43
Tabela 9 – Acúmulo de macronutrientes em alface cv. Vera hidropônica NFT com diferentes substâncias bioestimulantes.....	44
Tabela 10 – Acúmulo de micronutrientes em alface cv. Vera hidropônica NFT com diferentes substâncias bioestimulantes.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Aspectos gerais do cultivo de alface.....	19
2.2	Sistemas hidropônicos.....	20
2.3	Uso de bioestimulantes na agricultura.....	21
2.4	Substâncias húmicas.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Caracterização experimental.....	25
3.2	Tratamentos e delineamento experimental.....	29
3.3	Origem do material vegetal e aclimatização das mudas.....	29
3.4	Características avaliadas.....	29
3.4.1	Biomassa fresca da parte aérea das plantas.....	30
3.4.2	Biomassa seca da parte aérea das plantas.....	31
3.4.3	Volume radicular.....	31
3.4.4	Relação entre biomassas.....	31
3.4.5	Relação parte aérea sistema radicular.....	32
3.4.6	Medida Indireta de Clorofila.....	32
3.4.7	Teor e acúmulo de nutrientes.....	32
3.5	Análise estatística.....	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6	CONCLUSÕES.....	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça de maior destaque comercial no Brasil e a mais popular mundialmente entre as folhosas, que são consumidas cruas e frescas (COMETTI, 2003; SALA; COSTA, 2012). Tradicionalmente seu cultivo é realizado por pequenos produtores conferindo a cultura grande importância econômica e social (MITOVA et al., 2017).

A demanda pela hortaliça é contínua. No entanto, alguns fatores inerentes ao ambiente, como déficit hídrico, temperatura, umidade relativa, radiação, limitam a produção com características desejadas (TANAMATI, 2012). Para superar esse entrave tem se investido em novos sistemas de cultivos que adaptem à produção da alface a novas regiões (CARRIJO et al., 2004).

Entre os sistemas de cultivo adotados para a alface, o hidropônico vem se destacando devido à alta tecnificação e produtividade. A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo onde o solo é substituído por uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais indispensáveis aos vegetais que são compostos pelos macronutrientes (N, P K, Ca Mg e S) e micronutrientes (B, Zn, Mn, Cu, Fe) (FURLANI et al., 1999). Essa técnica tem sido associada à produção de hortícolas de qualidade sanitária e rendimento superior às cultivadas de forma convencional (CASTOLDI; BECHINI; FERRANTE, 2011).

O uso de soluções nutritivas para a nutrição das plantas otimiza a utilização dos recursos naturais, visto que fornece os nutrientes e água em proporções adequadas. A reutilização e recirculação das soluções evitam a contaminação das águas subterrâneas por resíduos de adubos e reduzem o custo de produção (TZERAKIS et al., 2013). Portanto, a promissora e alternativa técnica permite vantagens para o consumidor, para o produtor e para o ambiente (PAULUS et al., 2012).

Os estudos utilizando técnicas ambientalmente sustentáveis como o cultivo protegido e o uso do sistema hidropônico para hortaliças ainda são ineficientes para demanda de informações que o mercado necessita. Recentemente, outras técnicas têm sido incorporadas a este sistema produtivo, o que é o caso dos bioestimulantes, pois alguns trabalhos têm indicado aumento de produtividade principalmente quando ocorre condições adversas (SILVA et al., 2016).

Os bioestimulantes são promotores de crescimento vegetal, de origem natural ou sintética, de composição variada como aminoácidos, vitaminas, substâncias húmicas,

extrato de algas e inóculos microbianos podendo apresentar duas ou mais substâncias promotoras de crescimento vegetal (SILVA et al., 2016; SANTOS et al., 2017).

Sua ação está relacionada à promoção do equilíbrio hormonal da planta estimulando processos vitais e aumentando a produtividade das culturas. Aplicado aos vegetais reduzem a necessidade de fertilizantes, a resistência aos estresses climáticos quando aplicados em pequenas concentrações (ZHANG; SCHMIDT, 2000).

No sistema hidropônico, a utilização de compostos bioestimulantes na solução nutritiva tem permitido um menor uso de insumos e produção mais equilibrada ecologicamente, incrementado a produção de massa seca da parte aérea e raiz, além de aumentar os teores de macronutrientes nos dois órgãos da planta (SILVA, 2001; HAGHIGHI; KAFI; FANG, 2012).

Apesar dos resultados positivos da adição das substâncias no ambiente hidropônico, ainda são necessários estudos complementares a fim de entender melhor as condições em que o produto pode gerar melhor resultado. Espera-se que às substâncias bioestimulantes aplicada à hidroponia no cultivo da alface possa aumentar a produtividade e atenuar estresses climáticos que usualmente afetam o desenvolvimento da cultura em baixas latitudes.

Neste sentido objetivou-se avaliação do desenvolvimento da alface em sistema hidropônico em soluções acrescidas com produtos à base de bioestimulantes em diferentes épocas do ano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do cultivo de alface

A alface se destaca por ser a folhosa mais consumida no Brasil. Segundo dados da CONAB (2019), a comercialização do produto ultrapassa 4 milhões de toneladas ao ano. A cultura é utilizada na alimentação humana no mundo todo devido a quantidades consideráveis de minerais, vitaminas além de possuir pouco gasto calórico, uma porção de 100 gramas não excede a 15 Kcal (BEZERRA et al., 2007; RIBEIRO, 2016).

O cultivo no Brasil é realizado principalmente em quatro sistemas de cultivo sendo eles: o cultivo convencional, o sistema orgânico em campo aberto, o cultivo protegido no sistema hidropônico e o cultivo protegido via solo (FILGUEIRA, 2008).

As folhas podem ser lisas ou crespas e a coloração verde-clara, verde-escura ou roxa. Podem ser repolhudas com formação de cabeça ou solta e sem formação de cabeça. Em função dessas características, as variedades podem ser separadas em 6 grupos: 1) Tipo repolhuda-manteiga: folhas lisas, verde-amareladas, forma cabeça compacta. 2) Tipo repolhuda-crespa (Americana): folhas crespas, bem consistentes, forma cabeça compacta; 3) Tipo solta-lisa, folhas lisas: soltas, não forma cabeça. 4) Tipo solta-crespa: folhas crespas, soltas, consistentes, não forma cabeça 5) Tipo Mimosa: folhas delicadas, aspecto arrepiado, não forma cabeça. 6) Tipo Romana: folhas alongadas, consistentes, forma cabeça fofa (FILGUEIRA, 2008).

O cultivo da alface é feito a partir de sementes cultivadas em bandejas até a formação da quinta folha. Após o desenvolvimento das mudas ocorre o transplante sendo seu ciclo a partir de então determinado em dias após transplante (DAT) (ANDRIOLO; ESPINDOLA; STEFANELLO, 2003). A duração do ciclo pode variar em dias de acordo com a época de cultivo, outono-inverno, inverno-primavera e primavera e verão, decrescendo nesta ordem (SANCHÉZ, 2008).

A alface é mantida até a formação da cabeça que compreende a terceira fase do ciclo da cultura. O ciclo da planta é dividido em quatro fases: 1º) germinação, 2º) transplante, 3º) fase vegetativa e 4º) fase reprodutiva. Após a terceira fase as folhas têm suas reservas nutricionais e energéticas gastas para a reprodução o que inviabiliza seu consumo e comercialização como fonte vitamínica e mineral (SANCHEZ, 2008).

A produtividade e qualidade da fitomassa produzidas estão ligadas ao adequado atendimento fisiológico da cultura. Os fatores climáticos influenciam diretamente a alface, afetando negativamente a expressão do potencial produtivo das cultivares, quando plantadas em ambientes com condições adversas as ideais para a cultura. Tradicionalmente, a alface é adaptada a condições de temperaturas amenas, com maior produção nas épocas mais frias do ano (MOMENTÉ et al., 2007). Segundo Reisser Junior (1991) a temperatura ideal para o cultivo da alface está compreendida no intervalo de 15 a 20 °C.

Os fatores limitantes também estão relacionados a disponibilidade hídrica devido à resposta positiva da cultura ao fornecimento de água. Em condições irrigadas, a alface consome 75% da evapotranspiração de referência e responde em acréscimo significativo na produtividade (ANDRADE JÚNIOR; KLAIR, 1997). Em contrapartida, o déficit hídrico promove fechamento estomático, promovendo a diminuição da fotossíntese e conseqüentemente na produção de assimilados (ANDRIOLO, 1999).

Quando existe concomitância entre os fatores do ambiente e a disponibilidade dos nutrientes as plantas, essas respondem melhor as condições de desenvolvimento. Na alface essas melhores condições implicam em aumento da produção, que é obtida através da produção de cabeças com maior circunferência, peso fresco e número de folhas livres de doenças e anomalias (YURI et al., 2004).

Existe uma preocupação evidente em se aumentar a produtividade da alface sem que haja aumento efusivo da área cultivada e de insumos utilizados. Nesse sentido, tem se investido principalmente em técnicas agrícolas como a utilização do sistema hidropônico. Paralelamente a isso a aplicação exógena de bioestimulantes tem apresentado potencialidade para aumento de produção de alface seja em sistema hidropônico ou via solo (HERNANDEZ et al., 2015).

2.2 Sistemas Hidropônicos

A técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT) representa a maior fração de cultivos hidropônicos do Brasil (GUALBERTO; RESENDE; BRAZ, 1999). Ele é composto de um reservatório para a solução nutritiva, de um sistema de bombeamento por meio de tubos para o retorno da solução ao reservatório (HELBEL JÚNIOR, 2004). No NFT as plantas desenvolvem suas raízes em canais de cultivo por onde escoam um filme de solução nutritiva geralmente por períodos de 15 minutos,

alternados com intervalos de 15 minutos durante o período diurno e de duas horas no período noturno (STAFF, 1998; LUZ, 2008).

O sistema hidropônico é o método mais intensivo de produção hortícola, particularmente útil em locais onde o solo ou o clima não é adequado ao cultivo. O método de cultivo propicia melhor utilização da água, de nutrientes e diminui os investimentos em herbicidas entre outros produtos destinados a nutrição e ao controle fitossanitário (GARCÍA-VALCÁRCEL et al., 2016).

As características inerentes ao cultivo também possibilitam seu uso em pequenos espaços garantindo alta rentabilidade e fácil escoamento da produção, visto que ela pode ser adotada aos arredores de grandes centros consumidores (ARCOS; BENAVIDES; RODRIGUEZ, 2011). Nestes sistemas as plantas têm crescimento contínuo, o que encurta o ciclo de produção em média pela metade em relação ao plantio convencional (solo), havendo a possibilidade de maior número de ciclos por ano, aumentando a produtividade anual da cultura (CASTELLANE; ARAUJO, 1995; SILVA, 2014).

Dentre as culturas hidropônicas, a alface é a espécie mais cultivada. Segundo Sala e Costa (2012) o interesse pelo cultivo da hidropônico da alface está atrelado principalmente à importância da cultura no mercado.

No cultivo hidropônico a planta é sustentada por um suporte e suas raízes ficam em contato com a solução nutritiva, seja de forma contínua ou intermitente. Como a coloração e morfologia do sistema radicular são preservados a utilização da hidroponia para estudos ligados à fisiologia vegetal, que envolvem avaliação do sistema radicular, devem ser preconizados aos onde as plantas são cultivadas via solo.

2.3 Uso de Bioestimulantes na Agricultura

Bioestimulantes são extratos obtidos de matérias-primas orgânicas contendo compostos bioativos. Os componentes mais comuns dos bioestimulantes são elementos minerais, substâncias húmicas (SHs), vitaminas, aminoácidos, quitina, quitosana e poli- e oligossacarídeos (RODRIGUES et al. 2015; ZANDONADI, 2016). Os bioestimulantes vêm ganhando interesse na agricultura sustentável, pois sua aplicação ativa diversos processos fisiológicos como: aumento da divisão celular e alongamento foliar, síntese de clorofila, ação da fotossíntese, diferenciação das

gemas florais, fixação e tamanho dos frutos que aumentam a eficiência do uso de nutrientes, estimulando o desenvolvimento das plantas e permitindo a redução do consumo de fertilizantes (FAÇANHA et al., 2002; SILVA et al., 2016). Muitos bioestimulantes também são capazes de neutralizar o efeito de estresses bióticos e abióticos, melhorando a qualidade e o rendimento da cultura ao estimular os processos fisiológicos das plantas (BROWN; SAA, 2015).

Um aumento significativo do comprimento e densidade de raízes é frequentemente observado em plantas tratadas com bioestimulantes, sugerindo que estas substâncias induzem uma resposta que favorece a absorção de nutrientes via um aumento na sua área superficial de absorção. Além disso, bioestimulantes influenciam positivamente a expressão de genes e atividade de enzimas atuantes no metabolismo primário e secundário (NARDI et al., 2016)

A aplicação via foliar tem sido bastante realizada em diferentes cultivos comerciais justificada principalmente pelo baixo custo dos produtos, composição variada e a existência de bons níveis de nutrientes. Alguns produtos que apresentam ações bioestimulantes vêm sendo objeto de estudo de diversos autores (ZHANG; ERVIN, 2003; RICHARDSON et al., 2004; VASCONCELOS, 2016).

Na legislação brasileira os bioestimulantes não possuem classificação própria, sendo classificados como biofertilizantes e descritos como produtos que contém ingrediente ativo capaz de melhorar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento dos vegetais (MAPA, 2019). A ação dos bioestimulantes depende da concentração, da natureza e da proporção das substâncias presentes nos produtos (VIEIRA, 2001).

A composição dos bioestimulantes é parcialmente desconhecida devido à complexidade dos extratos e a ampla gama de moléculas contidas na solução. Além disso, o isolamento e o estudo de um único componente presente em um bioestimulante podem produzir resultados não confiáveis, pois os efeitos nas plantas são frequentemente devidos à combinação e ação sinérgica de diferentes compostos. Os mecanismos ativados por bioestimulantes são difíceis de identificar e ainda estão sob investigação (ERTANI et al. 2013; DI MOLA et al., 2019).

Existe a necessidade de avançar no estudo sobre os bioestimulantes, uma vez que é preciso estabelecer parâmetros, procedimentos de aplicação e definição dos produtos mais adequados para cada cultura (ZANDONADI, 2016).

2.4 Substâncias húmicas (SHs)

As substâncias húmicas (SHs) são compostos bioestimulantes naturais, produzidos pela decomposição de materiais orgânicos, como lodo de esgoto, composto orgânico, leonardita, turfa e produtos comerciais (LIMA et al., 2001).

Sua origem está atrelada a oxidação e polimerização da matéria orgânica, apresentando elevadas massas moleculares e variados grupos funcionais (MOTA et al., 2015). Entre os grupos funcionais compostos por oxigenados, estão principalmente os carboxílicos (COOH), hidroxilas (OH), carbonilas (C=O), metóxilas (OCH₃) e ocasionalmente ésteres (COOR) e éteres (COC) (HAYES et al., 1989).

Considerando a solubilidade em meio aquoso, essas substâncias são classificadas usualmente em ácidos fúlvicos, humina e ácidos húmicos. As SHs são compostas bioestimulantes que atuam de forma efetiva na fisiologia das plantas e na dinâmica de absorção de nutrientes no solo e em meio aquoso. Sua utilização no sistema hidropônico é associada a elevação da absorção de nutrientes e maior desenvolvimento da planta (SILVA, 2001; AMORIM et al. 2019).

As SHs podem induzir alterações metabólicas primárias (síntese de proteínas, aumento da velocidade de reações) e secundárias (aumento da absorção de nutrientes) nas plantas levando a incremento na produtividade e aumento de resistência a estresses abióticos (CANELLAS et al., 2015). As aplicações das SHs em plantas têm melhorado a estabilidade da membrana celular mantendo a absorção sobre estresse osmótico, bem como aumentando a síntese de proteínas e hormônios vegetais (BALDOTTO et al., 2010).

Já no solo além do efeito bioestimulantes as SHs atuam como condicionante promovendo aumento da retenção de água, na estabilidade dos agregados, quelação principalmente com os cátions polivalentes e aumento de CTC (STEVENSON, 1994; BALDOTTO; BALDOTTO, 2014).

Os ácidos fúlvicos são solúveis em água, soluções ácidas e alcalinas. Apresentam baixo peso molecular, alta quantidade de compostos fenólicos e de grupos carboxílicos e uma menor quantidade de estruturas aromáticas. Estas características lhes conferem alta solubilidade em água e capacidade de troca catiônica (700 a 1000 meq 100 g⁻¹) (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015).

Os ácidos húmicos constituem a maior fração das substâncias húmicas e são solúveis em ácidos minerais e solventes orgânicos. Tem elevado peso molecular,

capacidade de troca de cátions entre 350 e 500 meq 100 g⁻¹ possuem alto teor de ácidos carboxílicos e significativas quantias de nitrogênio decorrentes da lignina (TAN, 1993).

As huminas compõem um resíduo extraível e correspondem à fração menos humificada das SHs. São materiais complexos, quimicamente heterogêneos, inativos, insolúveis em soluções ácidas e alcalinas (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015).

Estudos conduzidos em hortícolas como os brócolis (SELIM; MOSA, 2012), morango (FARAH et al., 2013), cebola (BETTONIA et al., 2014), alface (HERNANDEZ et al., 2015) já evidenciaram o efeito positivo da adição das SHs no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Para a alface, os resultados obtidos indicaram que a presença de ácidos húmicos e fúlvicos permitem melhor desenvolvimento do sistema radicular de mudas (ANDRADE et al., 2014).

Apesar dos efeitos benéficos das SHs sobre o crescimento de plantas e do sistema radicular, os efeitos específicos sobre uma espécie e as várias estruturas da planta bem como seu estágio de desenvolvimento ainda não foram adequadamente investigados (SILVA et al., 2011; DI MOLA et al., 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização experimental

Foram realizados dois experimentos, o primeiro entre os dias 17-02 à 07-03 (verão) e o segundo ciclo e entre os dias 27-08 à 16-09 (inverno) de 2020. Os cultivos foram desenvolvidos em casa de vegetação localizada no Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu (São Paulo – Brasil), sob coordenadas geográficas 22° 50' 51.6" de latitude sul e 48° 26' 06.0" de longitude Oeste de Greenwich, com 830 metros de altitude. O clima da região é classificado como Cfa pela classificação de Köppen, clima temperado quente (mesotérmico) úmido, e a temperatura média do mês mais quente do ano é superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009).

O sistema hidropônico utilizado foi o NFT (Nutrient Film Technique). Este se caracteriza pela aplicação e passagem de lâminas de soluções nutritiva nos canais de cultivo entre as raízes das plantas em regime intermitente em um sistema fechado.

A casa de vegetação utilizada possuía 24 metros de comprimento e 7 metros de largura e pé direito de 2,5 metros com altura de 3,8 metros na parte mais alta. Sua cobertura era de filme plástico de 150 micras com 2 janelas superiores. Para controle da temperatura as janelas eram abertas diariamente e quando a temperatura interna chegava a 30°C também era aberta uma cobertura em Tela Aluminet® 50% instalada a 2 metros do canal hidropônico. A temperatura e a umidade relativa (UR%) no interior da estufa foram armazenadas por termômetro com data logger durante os dois ensaios experimentais (Figura 1).

O sistema hidropônico instalado na estufa (Figura 2) possuía quatro bancadas (repetição) que foram inclinadas a 5% e sustentadas por 5 cavaletes com espaçamento de 1,40 entre eles: o primeiro cavalete possuía 1,10 m e o último 0,80 m de altura. Cada bancada tinha 1,2 m de largura espaçadas com 70 centímetros entre si. Em cada bancada foram instalados seis perfis hidropônicos (tratamentos) com 6 metros de comprimento, espaçados em 20 centímetros um do outro. O perfil foi composto por um tubo de PVC de (60 mm) com 24 orifícios de 5 centímetros de diâmetro que foram dispostos intercaladamente com espaçamento de 25 centímetros onde foram alocadas as plantas, sendo consideradas como parcela útil as 20 plantas centrais.

Figura 1 – Temperatura e Umidade Relativa no interior de casa de vegetação durante os dias de cultivo de alface hidropônica

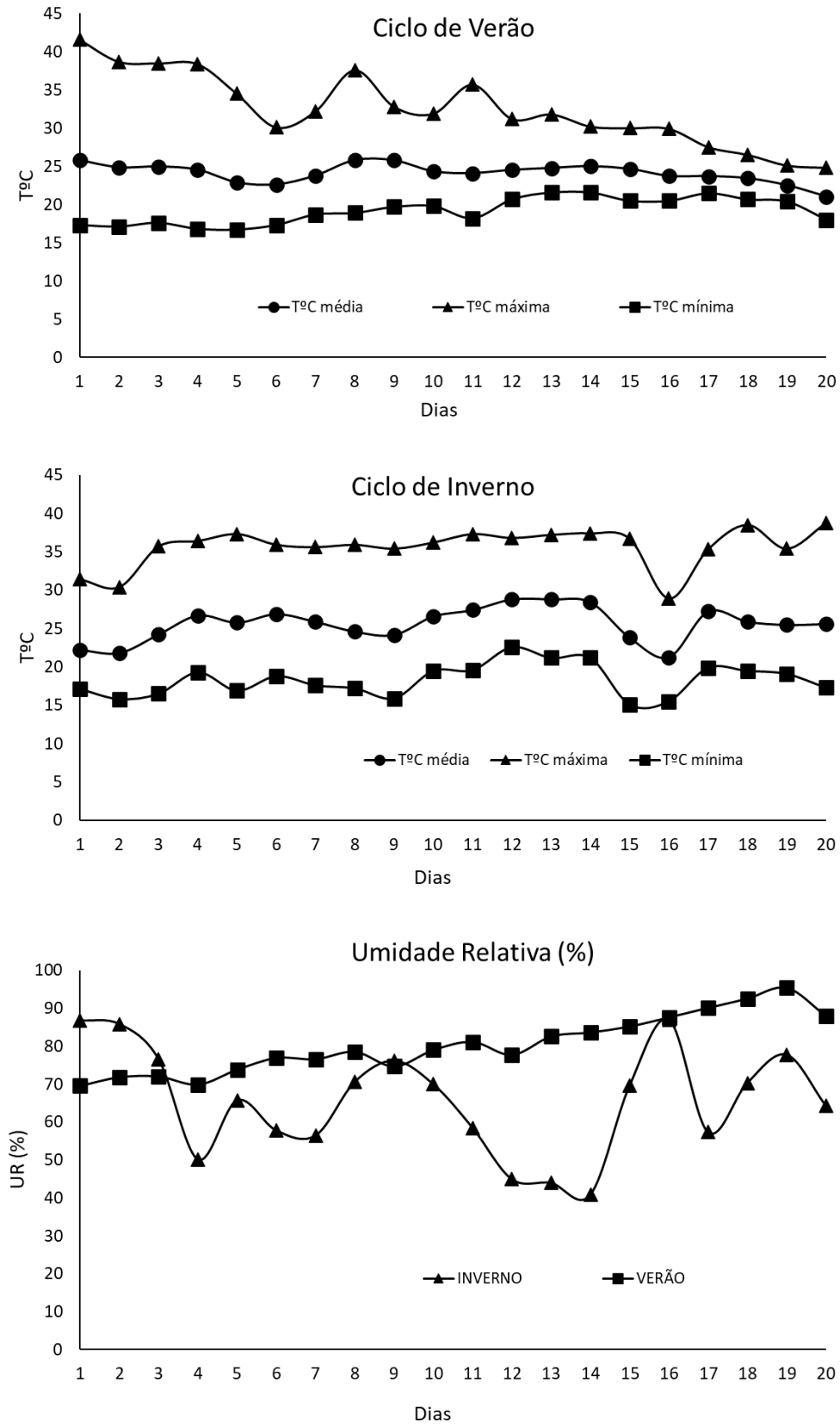
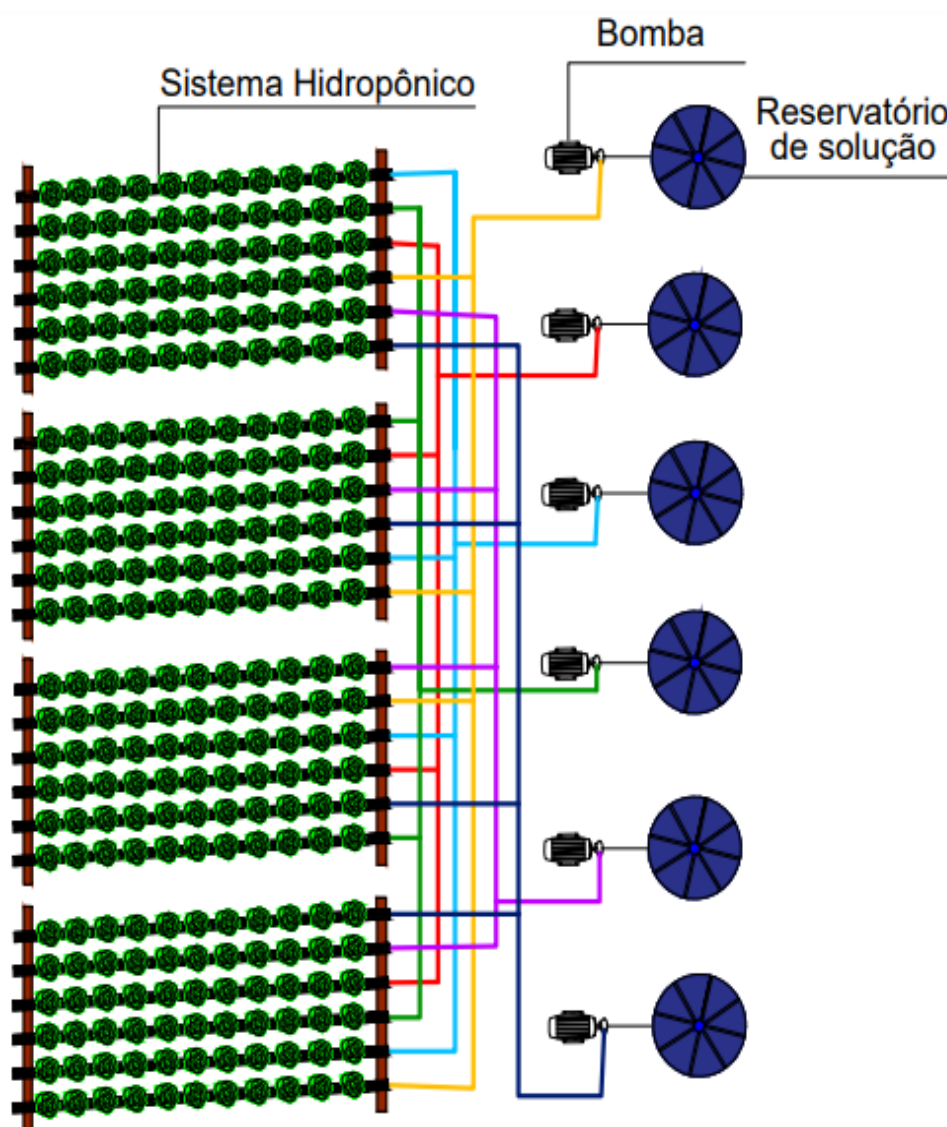


Figura 2 – Croqui do Sistema Hidropônico Departamento de Solos e Recursos Naturais (FCA/UNESP Botucatu-SP)



Fonte: Autor (2020)

A solução nutritiva correspondente a cada tratamento foi armazenada em reservatórios de 500 litros. As ligações entre os perfis e o reservatório foram realizadas com tubulação de polipropileno de (25 mm), na entrada do perfil hidropônico. Para o bombeamento da solução nutritiva para o perfil foram utilizadas motobombas periféricas de 0,5 cv FERRARI®.

O retorno da solução nutritiva dos canais de cultivo para o reservatório foi realizado por gravidade. Uma tubulação de polipropileno (40 mm) estava fixada aos 10 cm finais do perfil hidropônico e ao reservatório correspondente aos tratamentos.

A solução nutritiva utilizada foi a proposta por Furlani et al. (1999) modificada (Tabela 1). A modificação se deu com relação aos micronutrientes que foram substituídos pelo formulado Con Micros Standard®. A condutividade inicial observada foi de 1,8 mS/cm.

Tabela 1- Solução nutritiva utilizada nos ensaios experimentais - Botucatu, 2020

Solução	Fertilizante	Garantias Fertilizantes	g/1000L
A	Nitrato de cálcio Hydros® Especial	19% Ca; 15% N	750
	Nitrato de potássio	12% N; 45% K ₂ O	500
B	Fosfato monoamônio	9% N; 48% P ₂ O ₅ .	150
	Sulfato de magnésio	9% Mg; 11% S B: 1,82%. Cu EDTA: 1,82%. Fe EDTA: 7,26%.	400
C	Con Micros Standard ®	Mn EDTA: 1,82%. Mo: 0,36%. Ni: 0,335%. Zn EDTA: 0,73%.	25

Fonte: Adaptado Furlani et al. (1999)

Foram utilizados semanalmente 1500 litros de solução que foram divididos entre os seis reservatórios que receberam também os produtos conforme a concentração preestabelecida. A solução foi substituída semanalmente evitando assim o desbalanço entre o consumo e o fornecimento de sais e bioestimulantes.

O pH da solução nutritiva foi mantido na faixa de 5,5 a 6,5 através de Medidor portátil de pH HORIBA® modelo LAQUAtwin pH-22. Quando, após a medida o pH situava-se fora da faixa adequada, utilizou-se ácido sulfúrico 6,0 N ou hidróxido de sódio para abaixar ou aumentar o pH, respectivamente.

Diariamente era se aferido o volume da solução nutritiva e se recompunha o volume inicial mediante a adição de água. Os reservatórios trabalharam com 250 litros de solução nutritiva. Semanalmente toda a solução era descartada e substituída por uma nova solução inicial com os produtos testados dissolvidos.

Para o manejo da solução nutritiva nesse intervalo entre as substituições utilizou-se como critério à manutenção da condutividade elétrica, mediante a adição de soluções de ajuste (Tabela 2) quando ocorreu redução de 20% à condutividade inicial da solução (1,8 mS/cm) segundo metodologia de Furlani et al. (1999). O

monitoramento da condutividade elétrica da solução nutritiva foi realizado diariamente através do Medidor portátil de condutividade LAQUAtwin EC-33 HORIBA®. Nos intervalos não houve nova adição dos bioestimulantes.

Tabela 2- Solução nutritiva estoque para folhosas - Botucatu, 2020

Solução	Fertilizante	g/10L
A	Nitrato de potássio	1200
	Fosfato monoamônio	200
	Sulfato de magnésio	240
B	Nitrato de cálcio Hydros® Especial	600

Fonte: Adaptado Furlani (1999)

A circulação da solução nutritiva foi controlada por um temporizador eletromecânico programado para permanecer ligado e desligado por 15 minutos, das 6:00 as 18:00 horas. À noite foi realizada uma circulação de 15 minutos a cada hora desligada.

A vazão da solução nutritiva por canal de cultivo foi estabelecida entre 1,5 a 2,0 L por minuto e sua temperatura da solução nutritiva foi monitorada diariamente com o auxílio de termômetro digital. A temperatura da água durante os ciclos não ultrapassou limites considerados críticos para o desenvolvimento da técnica.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram na adição na dose estabelecida pelo fabricante de cinco produtos bioestimulantes (Tabela 1) à concentração original da solução nutritiva proposta por Furlani et al. (1999) para o cultivo da alface. O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC) com quatro repetições sendo que cada repetição representou um canal de cultivo com 20 plantas acomodadas. No total foram avaliados seis tratamentos, totalizando 24 parcelas e 480 plantas.

Tabela 3- Produtos à base de substâncias bioestimulantes e doses comerciais utilizadas nos ensaios experimentais - Botucatu, 2020

Tratamentos	Concentração ml 100 L ⁻¹ solução	Características do produto
TESTEMUNHA	-	-
SB1	0,5	12% Ác. Húmicos
SB2	0,1	20% Ác. Fúlvicos
SB3	0,1	1% K solúvel; 12% ác. Húmicos
SB4	0,1	Ác. Carboxílico 37%
SB5	30	Ortofosfato Solúvel

Fonte: Autor

Os produtos foram representados pelos códigos supracitados com o objetivo de manter a privacidade das empresas responsáveis pela extração e comercialização dos produtos.

3.3 Origem do material vegetal e aclimatização das mudas

A produção de mudas de alface cv. Vera foi realizada em bandejas de polipropileno de 72 células com dimensões de 54,0 x 28,0 cm e volume de 64 ml por célula. O substrato utilizado para o preenchimento das células foi comercial com composição a partir de Turfa, Vermiculita, Casca de Arroz Torrefado e Calcário. O substrato apresentava (pH): 5,5 e (CE): 0,7 mS/cm. As mudas foram produzidas em ambiente protegido por um período de 30 dias, até que elas apresentassem a quinta folha verdadeira. A irrigação das mudas foi realizada através de nebulização e a nutrição por fertirrigação.

3.4 Características avaliadas

As plantas foram mantidas no sistema hidropônico por um período de 20 dias em ambos os ciclos. As avaliações ocorreram aos 10 dias após o transplântio (DAT) e a colheita e as últimas avaliações aos 20 DAT.

3.4.1 Biomassa fresca da parte aérea das plantas (g planta⁻¹) (BFPA)

A massa de matéria fresca da parte aérea das plantas foi determinada, pesando-se as folhas e pseudocauls das plantas. Para a pesagem foi utilizada uma balança

de precisão em gramas de três casas decimais. Houve-se cuidado para que a pesagem ocorresse nas horas mais frescas evitando-se a desidratação.

3.4.2 Biomassa seca da parte aérea das plantas (g planta⁻¹) (BSPA)

A massa de matéria seca da parte aérea das plantas foi determinada com o auxílio de uma estufa de secagem com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C, até a estabilização do peso das plantas. A pesagem ocorreu através de uma balança de precisão em gramas de três casas decimais.

3.4.3 Volume radicular (Vol) (mm)

A separação do sistema radicular para a parte aérea foi realizada com o auxílio de uma tesoura de poda. O volume radicular foi determinado pelo método da proveta. O método consistiu no deslocamento de volume conhecido de um líquido em uma proveta pelo sistema radicular que quer se aferir o volume.

$$V_{\text{rad}} = V_f - V_i \quad (1)$$

Onde V_{rad} é o volume radicular (mm), V_f é o volume final (mm), V_i é o volume inicial (mm).

3.4.4 Relação entre biomassas (BS/BF)

A relação entre biomassas foi determinada a partir da porcentagem de matéria seca sob a quantidade de massa total fresca.

$$Rb = \frac{BS}{BF} * 100 \quad (2)$$

Onde Rb é a relação entre biomassas, BS é a biomassa seca da parte aérea (g planta⁻¹), BF a biomassa fresca da parte aérea (g planta⁻¹).

3.4.5 Relação parte aérea sistema radicular (PA/R) (g/cm³)

A relação entre parte aérea e sistema radicular foi determinada a partir da divisão entre a biomassa fresca e volume radicular obtido a partir do método da proveta.

$$PA/R = \frac{BFPA}{Vol} \quad (3)$$

Onde PA/R é a relação entre parte aérea e sistema radicular, BFPA é a biomassa fresca da parte aérea (g planta⁻¹), Vol é o volume radicular da planta (cm³).

3.4.6 Medida Indireta de Clorofila (MIC)

Determinou-se as medidas na terceira folha completamente expandida, a partir do ápice. As medições foram realizadas entre as 7 e 9 h, utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltda). Foram realizadas quatro medições do índice SPAD por folha, sendo duas do lado esquerdo e duas do lado direito da folha, no limbo foliar, sendo ambas medidas próximas a região central do mesmo. Evitou-se pegar nervuras secundárias e foram avaliadas quatro plantas de cada parcela, totalizando 16 medições por parcela, em cada tratamento, sendo utilizada a média para representar os tratamentos.

3.4.7 Teor e acúmulo de nutrientes

Para a determinação do teor e acúmulo final de nutrientes foram amostradas folhas de toda parte aérea de plantas de alface das respectivas parcelas experimentais aos 20 dias após o transplante. As amostras foram lavadas com água destilada e detergente neutro. Após a lavagem o material passou por secagem em estufa com circulação forçada de ar em temperaturas variando de 65 a 70°C até atingir peso constante. Depois de seca as amostras passaram por moagem realizada em moinhos tipo Willey, com facas e câmara de aço inoxidável e com peneiras de 1mm de diâmetro (40mesh), visando assegurar a homogeneização da amostra.

O material vegetal moído foi dividido e uma sub-amostra foi solubilizada por digestão sulfúrica para obtenção do nitrogênio pelo método Kjeldahl. Outra sub-

amostra passou por digestão nitroperclórica para obtenção dos nutrientes sendo: K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn por absorção atômica, B e P por colorimetria e S por turbidimetria segundo metodologia da Embrapa descrita por Carmo et al. (2000).

O acúmulo foi calculado a partir dos resultados obtidos nas análises dos teores segundo a fórmula a seguir:

$$A_n = T_n \times BSPA \quad (4)$$

Onde A_n é o acúmulo do nutriente $g\ pl^{-1}$, T_n é o teor do nutriente em $g\ kg^{-1}$, BSPA é a biomassa seca da parte aérea em kg.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos nos experimentos passaram pelos testes de normalidade e homocedasticidade de Shapiro-Wilk e de Bartlett respectivamente pelo software estatístico R. Os dados normais e homocedásticos foram submetidos à análise de variância no software estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011), onde foi utilizado o teste F a nível de 0,05 de significância para determinação das diferenças entre os tratamentos. Quando ocorreu diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As maiores diferenças significativas no cultivo hidropônico de alface ocorreram em C1, para os parâmetros número de folhas, BFPA, BSPA, Vol e PA/R. Para a variável número de folhas (Tabela 4) o tratamento SB5 diferiu estatisticamente das plantas dos tratamentos SB4, SB3 e testemunha. As plantas que foram cultivadas com a SB1 e SB2 não diferiram de nenhum dos tratamentos utilizados.

Tabela 4- Número de folhas, BFPA, BSPA, BS/BF, Vol e PA/R de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT após 10 DAT com diferentes substâncias bioestimulantes - Botucatu, 2020

Tratamentos	nº folhas		BFPA ³ (g/pl)		BSPA ⁴ (g/pl)	
	C1 ⁵	C2 ⁶	C1	C2	C1	C2
SB1	7,8 ab ¹	10,0	24,7 a	40,8	1,4 a	2,2
SB2	7,8 ab	10,0	24,1 a	40,5	1,4 a	2,2
SB3	7,0 b	10,5	15,6 b	44,6	1,1 b	2,4
SB4	7,1 b	10,2	11,9 b	41,8	0,8 b	2,3
SB5	8,0 a	11,1	24,3 a	43,1	1,5 a	2,4
Testemunha	7,3 b	11,0	14,4 b	45,7	1,0 b	2,5
Qm ²	0,575*	1,175 ^{NS}	135,461*	17,5136 ^{NS}	0,328*	0,04041 ^{NS}
Média	7,5	10,5	19,2	42,7	1,2	2,3
CV (%)	5,13	7,17	11,46	7,65	11,27	7,27
Tratamentos	BSPA/BFPA (%)		Vol (cm ³)		PA/R (g/cm ³)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
SB1	5,8	5,4	6,4 a	4,5	3,8 bc	9,2 b
SB2	6,0	5,5	5,1 ab	4,1	4,9 a	9,6 ab
SB3	5,9	5,5	4,0 b	4,6	3,9 bc	9,8 ab
SB4	6,0	5,5	3,8 b	4,2	3,1 c	10,1 ab
SB5	6,1	5,6	5,6 ab	4,7	4,3 ab	9,2 b
Testemunha	6,7	5,4	4,3 b	4,2	3,0 c	10,9 a
Qm	0,080 ^{NS}	0,018 ^{NS}	3,872*	1,3784 ^{NS}	2,061*	1,751*
Média	6,4	5,5	5,0	4,4	3,9	9,8
CV (%)	2,97	2,85	19,23	2,97	11,53	2,97

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste Tukey ao nível de 0,05 de significância; ²Qm = Quadrado médio Análise de Variância *Diferiram entre si pelo teste F ao nível de 0,05 de significância ^{NS} Não diferiram entre si ao nível de 0,05 de significância pelo teste F ³BFPA = biomassa fresca da parte aérea; ⁴BSPA= biomassa seca da parte aérea; ⁵C1 = Ciclo de Verão; ⁶C2 = Ciclo de inverno.

A biomassa fresca de parte aérea foi o parâmetro onde as diferenças foram mais acentuadas, chegando a 10,3 g a diferença de massa entre o SB1 e a testemunha. Esta diferença em termos percentuais foi de 72% a mais em relação a testemunha, seguido pelos tratamentos SB2 e SB5 com 67% e 69% de aumento de biomassa

fresca, respectivamente. Os tratamentos SB3 e SB4 a exemplo do número de folhas apresentaram resultados que não diferiram da testemunha.

O comportamento da biomassa seca da parte aérea acompanhou as diferenças de massa obtidas na BFPA. Pode-se observar que, os maiores valores de BSPA foi observado nos tratamentos SB1, SB2 e SB5. Esta massa seca na planta de alface destes tratamentos correspondeu a 6% da massa total de planta, sendo o restante (94% de água). Já para os tratamentos SB3, SB4 e testemunha, a massa seca equivaleu a 7% da massa total, mesmo que em quantidade os valores observados foram menores (1,1; 0,8 e 1,0 g de BSPA). Portanto, pode-se constatar que os tratamentos que produziram maior BFPA, também foram aqueles que apresentaram 1% a mais de água e maior massa seca.

Foi possível observar no C1, que os tratamentos onde ocorreu maior volume de raiz foram nos tratamentos SB1, SB2 e SB5, os mesmos tratamentos que produziram maior biomassa seca e fresca em relação aos demais tratamentos. As diferenças observadas foram pequenas, cerca de 2,1 cm³ de raiz, comparando o SB1 x Testemunha. Porém, como na hidroponia é possível a coleta de todas as raízes, com um mínimo de perda delas, estas diferenças evidenciam o efeito positivo da utilização de bioestimulantes no desenvolvimento radicular, o que é dificultado de se evidenciar quando se trabalha com o solo.

Quando se trata de relação parte aérea/raiz deve-se tomar cuidado na interpretação dos resultados, uma vez que um crescimento pequeno de raízes, pode levar a uma maior relação (PA/R), o que aconteceu no tratamento SB3, onde a menor quantidade de raiz gerou uma relação de 3,9 (g/cm³) valor este que não diferiu estatisticamente do tratamento SB1, que apresentou o maior volume de raiz. A relação entre parte aérea e sistema radicular (PA/R) é um importante fator para evidenciar o desenvolvimento do vegetal e a capacidade das plantas a tolerar ambientes extremos. Variações de crescimento entre raiz e parte aérea refletem diferenças nas relações de alocação e balanço hormonal (FRIGERI, 2007).

No C2 aos 10 DAT houve maior desenvolvimento da planta com relação aquelas que foram produzidas no C1. Fato esse que está associado ao estresse climático que as plantas sofreram durante o ciclo. No C2 devido à presença de condições ótimas ao desenvolvimento a resposta fisiológica ao incremento das substâncias bioestimulante foi pouco expressiva.

A literatura sobre o uso de ácidos húmicos apresenta resultados bastante variados e que acompanham a diferença observada na Tabela 4 para C1 e C2. Por exemplo Alves et al. (2017) também não encontraram incrementos em número de folhas em pimenta trabalhada com solução nutritiva acrescida de bioestimulante em relação a testemunha. Já Hernandez et al. (2015), observaram que na aplicação de humina em alface obtiveram incrementos em todos os parâmetros fitométricos e diminuição do ciclo da planta cultivada em solo.

Com relação aos resultados observados para sistema radicular em C1 é que as SHs apresentam uma ação estimulante que é atribuída a um efeito direto dos hormônios vegetais em especial ao hormônio auxina, que pode resultar em crescimento radicular das plantas (TREVISAN et al., 2010). Canellas et al. (2002) através de espectrometria de massas encontrou a presença de unidades estruturais semelhantes ao ácido indol acético (AIA) em ácidos húmicos. Uma vez sintetizada a auxina sinaliza para células do periciclo iniciarem divisão celular e dar origem a raízes laterais (CASIMIRO et al., 2001).

O aumento do sistema radicular devido a aplicação de bioestimulantes também foi encontrado por Echer et al. (2006) no maracujá azedo, por Vieira (2001) nas culturas de soja, arroz e feijão, por Silva et al. (2011) no tomate e por Rodda et al. (2006) em plantas de alface.

Os produtos SB3 e SB4 não apresentaram resposta em nenhum dos dois cultivos, o que segundo Silva et al., (2016) pode ser explicada por diversos fatores como material de origem, composição e dosagem do produto utilizado.

Em trabalho realizado por Pereira (2019) foi constatado diferentes respostas em desenvolvimento radicular trabalhando com substâncias húmicas de origens distintas como turfa, papel filtro e lodo de esgoto em *Chloroleucon dumosum*.

Uma das hipóteses que permite inferir sobre a diferença de resposta observada entre C1 e C2 pode estar relacionada ao estresse ambiental em que as plantas foram submetidas durante essas distintas épocas de cultivo.

No primeiro cultivo, as temperaturas iniciais foram bastante distintas em relação ao segundo cultivo. No primeiro dia após o transplante, a temperatura do ambiente chegou a 41,5°C, temperatura esta que pode ter promovido as diferenças na adaptação da planta ao ambiente hidropônico e gerado os resultados nos quais o uso de alguns tratamentos utilizando AH geraram resposta favoráveis, também a umidade relativa UR apresentou valores variáveis entre os cultivos. Segundo Taiz et al., (2017)

as condições ambientais, como a umidade relativa, influem na transpiração, trocas gasosas e conseqüentemente na reposta fisiológica do vegetal submetido a esse estresse. Acredita-se que o estresse em que as plantas foram submetidas possa ter dificultado a ação bioestimuladora dos produtos testados no segundo ciclo.

Segundo Taiz et al. (2017) o balanço hormonal ideal para o crescimento dos diferentes órgãos vegetais é variável, podendo, uma determinada concentração endógena, favorecer o crescimento de um órgão e inibir o crescimento de outro e ainda ser dependente de condições climáticas, pois em condições distintas apresentam balanço distinto.

Para o número de folhas não houve diferença significativa (Tabela 5). No C1 a BFPA foi significativamente superior no tratamento SB5 em relação a todos os tratamentos. A SB4 apresentou a pior média diferindo de todos os tratamentos para a variável. Na BSPA a SB5 apresentou diferença estatística somente em relação a SB4. Essa diferença também foi significativa para o volume radicular. As diferenças observadas em C1 nos tratamentos contendo AH em relação a testemunha não foram tão expressivas quando se considera a amostragem aos 10 DAT.

Para se ter uma visão de resposta a aplicação dos AH e considerando a testemunha 100% para BFPA, os resultados de aumento obtidos para SB1, SB2 e SB5 em relação a testemunha foram de 4, 3 e 21%. Já para BSPA os mesmos tratamentos obtiveram resposta de 12, 3 e 18%, respectivamente, superiores a testemunha. Quando comparadas as diferenças entre estes mesmo tratamentos e a testemunha aos 10 DAT, tem-se valores de 40, 40 e 50% a mais de biomassa seca, respectivamente. Esta constatação sugere que o efeito dos AH são mais intensos no início do ciclo ou que as condições estressantes da planta ocorreram principalmente até os 10 DAT.

Com relação ao C2, aos 20 DAT, nota-se que resultados semelhantes aos obtidos a amostragem anterior. Para BFPA a testemunha apresentou maior biomassa em relação às SB4 e SB5 e para BSPA os resultados não foram significativos.

Em ambos os ciclos, aos 20 DAT, o tratamento SB4 para a variável BFPA (Tabela 5) apresentou resultado inferior estatisticamente a testemunha. Resultado esse que demonstra que aplicações exógenas de bioestimulante acima a faixa ótima apresenta efeito deletério ao desenvolvimento do vegetal.

Tabela 5- Número de folhas, BFPA, BSPA, BS/BF, Vol e PA/R de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT após 20 DAT com diferentes substâncias bioestimulantes - Botucatu, 2020

Tratamentos	nº folhas		BFPA ³ (g/pl)		BSPA ⁴ (g/pl)	
	C1 ⁴	C2 ⁵	C1	C2	C1	C2
SB1	16,6	18,2	162 b ¹	137 ab	7,4 a	6,0
SB2	16,8	17,8	160 b	131 ab	6,8 ab	5,7
SB3	15,9	18,4	138 bc	138 ab	6,3 ab	5,9
SB4	15	17,2	116 c	98,8 c	5 b	4,7
SB5	17,5	18,8	189 a	118 bc	7,8 a	5,3
Testemunha	16,2	18,9	156 b	148 a	6,6 ab	6,3
Qm ²	3,166 ^{NS}	1,46 ^{NS}	2400,6*	1245,1*	3,015*	1,26 ^{NS}
Média	16,3	18,2	153,3	128,5	6,5	5,7
CV (%)	7,04	6,02	7,49	9,17	12,57	12,5
Tratamentos	BSPA/BFPA (%)		VOLUME (cm ³)		PA/R (g/cm ³)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
SB1	4,5	4,3	7,7 ab	10,8 a	21,1	13,3 b
SB2	4,2	4,3	9,8 ab	7,7 ab	16,2	17,6 ab
SB3	4,5	4,3	9,3 ab	9,8 ab	14,8	13,6 b
SB4	4,3	4,7	5,3 b	6,4 c	21,7	15,5 ab
SB5	3,8	4,5	10,3 a	6,0 c	18,2	19,8 a
Testemunha	4,2	4,2	8,2 ab	7,1 bc	19,0	20,6 a
Qm ²	0,233 ^{NS}	0,133 ^{NS}	19,88*	14,55*	36,82 ^{NS}	36,157*
Média	4,3	4,4	5	8	19,2	16,7
CV (%)	8,63	6,07	25,01	18,66	24,56	14,6

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste Tukey ao nível de 0,05 de significância ²Qm = Quadrado médio Análise de Variância *Diferiram entre si pelo teste F ao nível de 0,05 de significância ^{NS} Não diferiram entre si ao nível de 0,05 de significância pelo teste F. ³BFPA= biomassa fresca da parte aérea; ⁴BSPA= biomassa seca da parte aérea; ⁵C1 = Ciclo de Verão; ⁶C2 = Ciclo de inverno.

O tratamento SB1 diferiu significativamente em relação a testemunha, SB4 e SB5 para a variável volume radicular. Os tratamentos SB2 e SB3 não diferiram da SB1 e da testemunha, no entanto ainda assim apresentaram resultados superiores em relação a SB4 e SB5. Os tratamentos SB4 e SB5 não apresentaram diferença significativa em relação a testemunha. Os menores valores de PA/R foram observados nos tratamentos com maior volume de raiz (SB1 e SB3).

Na aplicação exógena de bioestimulantes, o crescimento e o desenvolvimento do vegetal pode ser promovido ou inibido dependendo da dosagem, local de aplicação e adaptação do vegetal (CASTRO et al., 2008). Segundo Taiz et al., (2017), quando há ocorrência da aplicação acima dos níveis ótimos de auxinas e citocininas, mesmo estes fitormônios fazendo parte da complexa atividade de divisão celular, pode ocorrer efeito marcante na inibição do crescimento dos órgãos vegetais.

O efeito negativo de bioestimulantes também foi encontrado por Izidório et al. (2015) trabalhando com alface e diferentes doses do bioestimulante comercial Stimulate® corroborando para a hipótese que a atuação benéfica depende que o produto atenda as condições fisiológicas do vegetal.

Segundo Zandonadi (2014) nem todas as aplicações de bioestimulantes têm efeito positivo no incremento de biomassa. É fundamental determinar em que características morfológicas das plantas é de interesse agrônomo, quais são as doses de maior eficiência dos ácidos húmicos, e de que fonte os ácidos húmicos devem ser extraídos (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014), para assegurar o sucesso do uso deste bioestimulante.

A BFPA da alface cv. Vera obtida por Costa e Leal (2009) nas mesmas épocas do ano em sistema hidropônico se assemelhou aos dados de produção obtidos nos dois ensaios experimentais sob todos os bioestimulantes com exceção da SB4 que apresentou sempre médias inferiores à obtida pelos autores. Esse fato está atrelado à hipótese de que nem todo acréscimo de substância bioestimulante caracteriza-se em aumento de produção.

A BSPA no segundo ciclo não apresentou diferença significativa aos 20 DAT. Segundo Sganzerla (1997), quando a umidade relativa do ar está abaixo da faixa ideal as plantas se desidratam com facilidade. Essa desidratação pode diminuir a responsividade do vegetal a incrementos de origem fisiológica devido a desbalanços provocados pelos fatores externos.

Os tratamentos não promoveram diferenças significativas quanto ao MIC, no cultivo de verão (Tabela 6). Aos 20 DAT, no inverno o MIC apresentou diferenças significativas apenas no segundo ciclo, onde o tratamento SB4 diferiu significativamente em relação a todos os demais tratamentos.

Esperava-se um incremento no MIC com a utilização dos bioestimulantes, pois segundo Caron, Graças e Castro (2015), as substâncias húmicas aumentam o movimento e absorção de íons, incrementam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, promovem alta produção de ATP nas células radiculares, aumento nos níveis de clorofila e na síntese de ácidos nucleicos.

O maior MIC observado no tratamento SB4 está relacionado ao menor crescimento da planta de alface, o que pode ser observado pelo BFPA e BSPA, indicando que este tratamento promoveu efeito negativo no desenvolvimento da planta de alface que acarretando uma concentração maior de clorofila no tecido foliar.

Portanto, neste caso a diferença significativa observada não foi devido ao efeito favorável do produto conforme apresentado por Caron, Graças e Castro (2015), mas de um efeito deletério. Segundo Taiz et al., (2017), níveis acima da concentração ótima de auxinas e citocininas podem levar a um efeito marcante na inibição do crescimento dos órgãos vegetais o que ocorreu na utilização da substância. Para novos ensaios seria recomendado testes com diferentes dosagens do produto.

Tabela 6- Medida indireta de clorofila (MIC) de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT com diferentes substâncias bioestimulantes - Botucatu, 2020

Tratamentos	MIC			
	10 DAT		20 DAT	
	C1 ³	C2 ⁴	C1	C2
SB1	17,3	18,0	14,5	12,4 b ¹
SB2	17,8	17,9	13,6	13,4 b
SB3	18,0	17,6	13,8	13,2 b
SB4	17,1	17,1	14,7	15,7 a
SB5	17,4	17,3	14,3	13,0 b
Testemunha	17,2	16,6	13,9	12,5 b
Qm ²	0,521 ^{NS}	1,071 ^{NS}	0,801 ^{NS}	5,66*
Média	17,5	17,4	14,1	13,4
CV (%)	5,24	5,7	8,2	6,76

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste Tukey ao nível de 0,05 de significância ²Qm = Quadrado médio Análise de Variância *Diferiram entre si pelo teste F ao nível de 0,05 de significância ^{NS} Não diferiram entre si ao nível de 0,05 de significância pelo teste F; ³C1 = Ciclo de Verão; ⁴C2 = Ciclo de inverno.

Os dados não significativos obtidos nos demais tratamentos com bioestimulantes corroboram com os obtidos por Karnok (2000), salientando que, quando as plantas são cultivadas num ambiente favorável ao desenvolvimento, como a hidroponia é mais difícil identificar os efeitos favoráveis dos bioestimulantes.

Resultados encontrados por Gonçalves et al. (2018) para o cultivo de maracujazeiro sob doses de bioestimulantes corroboram para essa hipótese visto que o MIC é maior em plantas com menores biomassas. Amorim et al. (2019) encontrou diminuição do ÍCV no cultivo hidropônico de alface em soluções nutritivas acrescidas de 0,2 mL L⁻¹ de SHs que apresentaram uma maior biomassa em relação a testemunha.

Todos os teores foliares dos macronutrientes (Tabela 7) encontraram-se dentro da faixa ótima proposta por Trani et al. (2014) para a análise foliar da alface, exceto os teores de Ca e Mg que se encontram abaixo. O potássio (K) foi o nutriente

acumulado em maior quantidade pela alface, semelhantemente, ao observado em outros trabalhos (LOPES et al., 2003; GRANGEIRO et al., 2006).

Com relação a diferença estatística entre os tratamentos somente o potássio (K) no primeiro ciclo foi significativo. A SB1 apresentou 58 g kg⁻¹ diferindo do SB4, SB5 e testemunha (Tabela 7).

Tabela 7- Teores foliares dos macronutrientes de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT com diferentes substâncias bioestimulantes - Botucatu, 2020

Tratamentos	N (g kg ⁻¹)		P (g kg ⁻¹)		K (g kg ⁻¹)	
	C1 ³	C2 ⁴	C1	C2	C1	C2
SB1	36	39	7,3	8,6	58 a ¹	87,9
SB2	38	41	6,9	8,8	53 abc	85,8
SB3	37	41	7,4	8,6	57 ab	82,1
SB4	36	43	5,5	8,1	46 bc	78,2
SB5	38	43	6,1	8,0	45 bc	76,7
Testemunha	38	43	6,1	8,0	43 c	75,2
Qm ²	2,56 ^{NS}	8,89 ^{NS}	2,342 ^{NS}	0,478 ^{NS}	173,94*	104,69 ^{NS}
Média	37,2	41,8	6,5	8,3	50,2	81,0
CV (%)	7,41	6,45	17,27	6,65	10,71	11,32
Tratamentos	Ca (g kg ⁻¹)		Mg (g kg ⁻¹)		S (g kg ⁻¹)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
SB1	7	8	3,3	3,3	2,9	3,8
SB2	6	8	2,8	3,2	2,6	3,6
SB3	7	8	3,3	3,2	2,8	3,7
SB4	6	7	2,7	3,1	2,1	3,0
SB5	6	7	2,5	3,0	2,5	2,7
Testemunha	5	7	2,5	3,1	2,7	3,9
Qm	2,075 ^{NS}	0,227 ^{NS}	0,559 ^{NS}	0,057 ^{NS}	0,351 ^{NS}	0,975 ^{NS}
Média	6,3	7,4	2,8	3,1	2,6	3,4
CV (%)	12,71	5,41	16,92	4,96	15,04	19,85

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste Tukey ao nível de 0,05 de significância ²Qm = Quadrado médio Análise de Variância *Diferiram entre si pelo teste F ao nível de 0,05 de significância ^{NS} Não diferiram entre si ao nível de 0,05 de significância pelo teste F; ³C1 = Ciclo de Verão; ⁴C2 = Ciclo de inverno.

Para os demais macronutrientes não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos em relação aos teores foliares. Tal fato pode estar relacionados às ótimas condições para absorção de nutrientes que ocorre em cultivo hidropônico. No entanto, resultados distintos foram obtidos por Silva (2001) que trabalhando com a adição de 8 bioestimulantes, sob 4 doses no cultivo de alface hidropônica encontrou maior teor de todos os macronutrientes à dosagem de 30 mg L⁻¹ de SHs em solução nutritiva. Nas demais dosagens que as substâncias bioestimulantes foram trabalhados

os resultados também não foram significativos para o teor de nutrientes na alface. Ainda são necessários mais estudos de modo a elucidar a resposta fisiológica e a concentração necessária de cada substância bioestimulante comercial no cultivo, uma vez que o balanço hormonal é distinto para cada espécie, variedade e cultivar, além de diferente em cada condição climática em que as plantas são submetidas.

O K, embora não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenha importantes funções na planta como nas propriedades osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos entre outros (MARSCHNER, 1995). Segundo Pinton et al. (1992) as SHs atuam sobre a membrana da parede celular elevando a absorção do potássio devido à alteração na permeabilidade da membrana e aumento do sistema radicular.

Para Silva (2001) trabalhando com oito SHs húmicas em quatro doses no cultivo hidropônico de alface também foi observado incremento na absorção de K. Meirelles (2016) trabalhando com o cultivo de alface também encontrou maior incremento no teor foliar de K à adição de SHs no solo.

No segundo ciclo, no entanto, a resposta não foi significativa para o parâmetro. Tal fato novamente pode estar ao menor estresse que o de alface de cultivo de inverno é submetido em relação ao cultivo de verão. Conforme já discutido as temperaturas, principalmente no início do ciclo chegaram a 41,5°C o que não ocorreu no ciclo de inverno.

Na Tabela 8 é apresentada os teores foliares dos micronutrientes de alface cv. Vera obtido nos dois ciclos experimentais. Os resultados apresentaram diferença significativa para os nutrientes B e Cu no primeiro cultivo e para o nutriente Fe no segundo ensaio experimental. Para os demais micronutrientes, em ambos os ciclos os resultados não foram significativos para os teores foliares. Resultados semelhantes foram obtidos por Barcelos (2016), que concluiu que quando o meio apresenta os teores na quantidade necessária ao desenvolvimento do vegetal o acréscimo das substâncias bioestimulantes pode não ser significativo.

Todos os teores foliares dos micronutrientes (Tabela 8) encontraram-se dentro da faixa ótima proposta por Trani et al. (2014) para a análise foliar da alface, com exceção do teor de ferro no segundo ciclo experimental.

Para o nutriente B (Tabela 8) as SB1 e SB3 à base de ácidos húmicos, no primeiro ciclo, diferiram significativamente da testemunha. Segundo Castro et al. (2006) os

reguladores de crescimento vegetal presente nas substâncias bioestimulantes aumentam a absorção e utilização de nutrientes e possuem papel de suma importância na síntese de substâncias.

Para o nutriente Cu (Tabela 8), a SB1 diferiu significativamente das SB4, SB5 e testemunha. Os demais tratamentos não diferiram entre si. Segundo Manunza et al. (1992) o Cu pode ser complexado por substâncias húmicas o que pode diminuir ou aumentar a disponibilidade para as plantas. Segundo os autores os grupamentos carboxílicos e OH- fenólicos participam desta complexação.

Tabela 8- Teores foliares dos micronutrientes de alface cv. Vera em sistema hidropônico NFT com diferentes substâncias bioestimulantes - Botucatu, 2020

Tratamentos	B		Cu		Fe	
	C1 ³	C2 ⁴	C1	C2	C1	C2
	mg kg ⁻¹					
SB1	32 a ¹	28	11 a	10	111	370 a
SB2	31 ab	31	8 ab	9	85	329 ab
SB3	32 a	33	9 ab	9	113	329 ab
SB4	28 ab	33	7 b	9	98	304 ab
SB5	27 ab	30	7 b	8	98	287 b
Testemunha	27 b	38	7 b	9	113	299 b
Qm ²	22,39*	48,45 ^{NS}	9,77*	1,00 ^{NS}	530,96*	3555*
Média	29,7	32,3	8,1	9,3	103,1	319,9
CV (%)	7,40	16,23	18,06	9,93	34,22	9,06
Tratamentos	Mn		Zn			
	C1	C2	C1	C2		
	mg kg ⁻¹					
SB1	78	123	47	47		
SB2	68	120	39	46		
SB3	78	116	46	46		
SB4	71	109	39	42		
SB5	66	116	37	44		
Testemunha	70	112	41	48		
Qm	98,94 ^{NS}	112,86 ^{NS}	62,36 ^{NS}	21,60 ^{NS}		
Média	72,0	116,1	41,6	45,5		
CV (%)	14,46	11,21	29,39	8,29		

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste Tukey ao nível de 0,05 de significância ²Qm = Quadrado médio Análise de Variância ^{*}Diferiram entre si pelo teste F ao nível de 0,05 de significância ^{NS} Não diferiram entre si ao nível de 0,05 de significância pelo teste F; ³C1 = Ciclo de Verão; ⁴C2 = Ciclo de inverno.

O incremento dos teores de Cu a utilização de substâncias bioestimulantes também foram encontrados por Silva (2001) em alface hidropônica, Ayuso et al. (1996) em milho e Lima (2008) no tomate.

Para teor foliar do nutriente Fe (Tabela 8) no segundo ciclo à SB1 diferiu significativamente da SB5 e testemunha.

A SB1 é uma solução a base de ácido húmico. Segundo Mengel; Kirkby (1987) as substâncias húmicas aumentam o processo de absorção de Fe, pois ocorre a ligação dos complexos de Fe ao plasmalema possibilitando a produção de folhas com concentrações mais elevadas de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Lima (2008) no cultivo de tomate sob diferentes doses de ácido húmicos em que houve incremento linear do teor foliar de Fe até a dosagem de 80 L/ha de Codahumus20.

Na Tabela 9 são apresentadas as quantidades de nutrientes acumulados nas folhas de alface cv. Vera obtido nos dois ciclos experimentais sob a aplicação dos bioestimulantes. A ordem decrescente da extração dos macronutrientes obtida nesse trabalho foi K>N>P>Ca>Mg. Resultado semelhante foi obtido por Kano, Cardoso e Villas Bôas (2011) em alface cv. Veronica nas mesmas condições climáticas em ambiente protegido.

Tabela 9- Acúmulo de macronutrientes em alface cv. Vera hidropônica NFT com diferentes substâncias bioestimulantes - Botucatu, 2020

Tratamentos	N (g planta ⁻¹)		P (g planta ⁻¹)		K (g planta ⁻¹)	
	C1 ³	C2 ⁴	C1	C2	C1	C2
SB1	0,26	0,24	0,053 a ¹	0,050	0,43 a	0,52 a
SB2	0,26	0,23	0,046 ab	0,049	0,36 ab	0,49 ab
SB3	0,23	0,25	0,046 ab	0,051	0,35 ab	0,48 ab
SB4	0,18	0,20	0,027 b	0,037	0,23 c	0,37 b
SB5	0,27	0,22	0,044 ab	0,042	0,33 ab	0,41 ab
Testemunha	0,24	0,27	0,039 ab	0,050	0,28 bc	0,47 ab
Qm ²	0,0048 ^{NS}	0,0021 ^{NS}	0,0003*	0,0001 ^{NS}	0,019*	0,013*
Média	0,2	0,2	0,0	0,0	0,3	0,5
CV (%)	14,87	15,18	21,52	15,86	11,34	13,58
Tratamentos	Ca (g planta ⁻¹)		Mg (g planta ⁻¹)		S (g planta ⁻¹)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
SB1	0,052 a	0,045 a	0,024 a	0,019	0,021 a	0,022
SB2	0,040 ab	0,043 ab	0,018 ab	0,018	0,018 ab	0,020
SB3	0,044 ab	0,044 ab	0,020 ab	0,019	0,018 ab	0,022
SB4	0,029 c	0,033 b	0,013 c	0,014	0,010 b	0,014
SB5	0,042 ab	0,038 ab	0,018 ab	0,015	0,018 ab	0,014
Testemunha	0,035 bc	0,044 ab	0,016 bc	0,019	0,018 ab	0,024
Qm	0,0002*	0,00009*	0,00005*	0,00001 ^{NS}	0,00005*	0,00008 ^{NS}
Média	0,040	0,041	0,018	0,017	0,017	0,019
CV (%)	12,67	12,23	14,01	15,54	15,04	28,29

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste Tukey ao nível de 0,05 de significância; ²Qm = Quadrado médio Análise de Variância *Diferiram entre si pelo teste F ao nível de 0,05 de significância ^{NS} Não diferiram entre si ao nível de 0,05 de significância pelo teste F; ³C1 = Ciclo de Verão; ⁴C2 = Ciclo de inverno.

O acúmulo dos nutrientes P, K, Ca, Mg e S apresentaram diferença significativa entre os tratamentos no primeiro ciclo. Já no segundo ciclo, houve diferença significativa somente para os nutrientes K e Ca. O N não foi significativo em nenhum ensaio experimental.

O acúmulo de nitrogênio esteve compatível aos obtidos por Martins et al. (2009) para a parte aérea de alface cv. Verônica em ambiente hidropônico NFT.

Resultados complementares foram obtidos por Silva (2001) que não encontrou diferença significativa para o acúmulo de nitrogênio em 8 tipos diferentes de substâncias bioestimulantes.

A SB1 foi o tratamento que apresentou maior acúmulo de nutrientes, sendo estas diferenças em relação a outros tratamentos significativa para P (C1), K (C1 e C2), Ca (C1 e C2), Mg (C1) e S (C1).

Conforme já discutido, os resultados de concentração não foram adequados para indicar as diferenças entre os tratamentos, visto que uma planta que teve um desenvolvimento limitado pelo tratamento, muitas vezes pode apresentar uma maior concentração de nutrientes. Por isso o produto da concentração pela massa seca de parte aérea, gerando o acúmulo de nutrientes é mais expressivo para observar estas diferenças, conforme indicado na tabela 9.

O maior acúmulo gerado em SB1, apesar de em alguns casos não serem significativo em relação a testemunha, sugere que este produto promoveu o incremento de nutrientes na alface hidropônica, alterando a sua qualidade nutracêutica.

Deve-se considerar que na hidroponia, diferente do que acontece no solo, os nutrientes estão diluídos de forma homogênea. À medida que o nutriente é absorvido outro estará no meio próximo para que a raiz absorva. No solo, se não ocorrer o crescimento de raiz, a partir do momento que o nutriente é absorvido, cria-se uma área de depleção, ou seja, de baixa concentração do nutriente, dificultando a sua absorção.

A forma com que o nutriente é absorvido é também importante no processo, visto que aqueles que dependem de interceptação radicular, quanto maior quantidade de raiz, maior probabilidade de encontrar nutrientes e conseqüentemente o mesmo ser absorvido.

A SB4 apresentou o pior desempenho em acúmulo para todos os nutrientes com resultado significativo. Para a substância bioestimulante atuar de forma à resposta

fisiológica satisfatória é necessário que o bioestimulante esteja na concentração adequada, pois fora da faixa ótima pode não ocorrer ganhos que compensem o investimento na aplicação das mesmas (TAIZ et al., 2017). O produto, SB4 apresentou decréscimo em relação a diversos parâmetros avaliados como expressado ao longo das discussões. Para a utilização do mesmo seria então necessário novos estudos para determinação de uma dosagem ótima para o desenvolvimento da alface em diferentes cultivares para a definição de concentrações adequadas ao crescimento, produtividade e qualidade do vegetal (IZIDÓRIO et al., 2015).

Para o acúmulo dos nutrientes K, Ca e Mg, no primeiro ciclo a SB1 apresentou diferença significativa em relação a testemunha. Para que um bioestimulante atue de forma eficiente é necessário que o material de origem apresente boa estabilidade e boa composição. Baldotto et al. (2011) concluíram que quanto mais estáveis forem os compostos de origem maior é a resposta fisiológica que a substância bioestimulante possui. O material de origem da SB1 é a leonardita. A leonardita é a forma oxidada de linhitos de carbono, que é resultado da decomposição de plantas e animais, com ação de microorganismos durante milhares de anos (MORA et al., 2010; GUTIÉRREZ et al., 2015). Por ser uma fonte bastante estável acredita-se que a SB1 apresentou maior desempenho em relação as funções bioestimuladoras.

As SB1, SB2, SB3 e SB5 não apresentaram diferença significativa entre si para o acúmulo de nenhum macronutriente em ambos os ciclos. Mesmo tratando-se de substâncias com materiais de origem diferentes as substâncias bioestimulantes, tem como pressuposto compostos que atuam como reguladores vegetais. A atuação dos reguladores químicos depende não apenas de suas composições químicas, mas também de como eles são transduzidos pelos respectivos tecidos-alvo, ou seja, pelo fenótipo da cultura (PETRI et al., 2016).

Corroborando para esta hipótese estão alguns resultados que foram obtidos por Silva (2001) que não encontrou diferença significativa para os teores e acúmulo de macronutrientes quando testou 8 tipos de substâncias bioestimulantes em alface hidropônica.

Na Tabela 10 são apresentados os acúmulos foliares dos micronutrientes na alface cv. Vera obtido nos dois ciclos experimentais sob a aplicação dos bioestimulantes. A ordem decrescente de extração foi Fe>Mn>Zn>B>Cu. Resultado semelhante foi obtido por Kano, Cardoso e Villas Bôas (2011) em alface cv. Veronica nas mesmas condições climáticas em ambiente protegido

A quantidade de micronutriente variou entre os tratamentos tanto para o C1 como para C2 e não manteve uma coerência como a observada para macronutrientes. Neste caso houve diferença significativa em todos os micronutrientes em C2, e para C1 foi observada para B, Cu, Fe.

Tabela 10- Acúmulo de micronutrientes em alface cv. Vera hidropônica NFT com diferentes substâncias bioestimulantes - Botucatu, 2020

Tratamentos	B		Cu		Fe	
	C1 ³	C2 ⁴	C1	C2	C1	C2
	mg planta ⁻¹					
1	0,23 a ¹	0,17 ab	0,078 a	0,059 a	1,98 a	2,20 a
2	0,21 a	0,18 ab	0,055 b	0,052 ab	0,57 b	1,86 ab
3	0,20 ab	0,19 ab	0,056 b	0,053 ab	1,38 ab	1,95 ab
4	0,14 b	0,15 b	0,036 b	0,043 b	0,92 b	1,42 b
5	0,20 ab	0,17 ab	0,049 b	0,045 ab	0,71 b	1,58 ab
Testemunha	0,18 ab	0,24 a	0,044 b	0,059 a	1,14 ab	1,88 ab
Qm ²	0,0004*	0,0004*	0,0008*	0,0001*	1,048*	0,324*
Média	0,19	0,2	0,053	0,052	1,117	1,815
CV (%)	15,37	19,45	16,6	12,95	34,22	16,52
Tratamentos	Mn		Zn			
	C1	C2	C1	C2		
	mg planta ⁻¹					
1	0,86	0,73 a	0,33	0,28 ab		
2	0,46	0,68 ab	0,27	0,26 ab		
3	0,64	0,68 ab	0,30	0,27 ab		
4	0,41	0,50 b	0,19	0,20 b		
5	0,48	0,62 ab	0,27	0,23 ab		
Testemunha	0,5	0,70 ab	0,27	0,30 a		
Qm	0,112 ^{NS}	0,026*	0,0008 ^{NS}	0,0005*		
Média	0,6	0,7	0,27	0,3		
CV (%)	28,42	14,62	28,72	15,14		

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste Tukey ao nível de 0,05 de significância ²Qm = Quadrado médio Análise de Variância *Diferiram entre si pelo teste F ao nível de 0,05 de significância ^{NS} Não diferiram entre si ao nível de 0,05 de significância pelo teste F; ³C1 = Ciclo de Verão; ⁴C2 = Ciclo de inverno.

Para C1, onde foi observada diferença estatística, o tratamento que se destacou foi SB1 que para o Cu foi diferente significativamente em relação a testemunha.

Para C2, no entanto, as diferenças ocorridas se deram em relação a SB4, que apresentou os menores acúmulos de micronutrientes, reforçando, com isso, a afirmação de que este tratamento inibiu o crescimento da planta, causando um efeito depressivo em crescimento.

Segundo Delfine et al. (2005) bioestimulantes podem favorecer ou diminuir a absorção de nutrientes pelas plantas, pois a resposta à aplicação depende de diversos

fatores tais como a espécie, condição climática e a composição da substância utilizada. As condições climáticas do segundo ciclo foram mais amenas, sem grandes variações o que promoveu respostas menos expressivas em relação a testemunha, comparada com C1.

Vasconcelos (2006) que encontrou diminuição do acúmulo de Cu em cultivo de milho na presença de adubação mineral convencional acrescido com o bioestimulante Naturvital®. No entanto, Silva et al. (2000) encontrou resultado positivo com relação a quantidade de Cu acumulado no azevem.

Apesar de ocorrer diferença significativa entre algumas substâncias quando comparadas a testemunha não ocorreram ganhos significativos em relação ao acúmulo de ferro pelas plantas. Resultado esse que se contrapõe aos observados no teor de micronutrientes (Tabela 8) e no cultivo hidropônico de alface cv. Veronica sob diferentes tipos e dosagens de bioestimulantes obtidos por Silva (2001). Resultados como os obtidos por Vasconcelos (2006) que concluíram que na presença de nutrientes nas quantidades requeridas não ocorre maior acúmulo de Fe pelas plantas.

A resposta fisiológica positiva da adição de SHs em acúmulo de Manganês ainda é controversa tendo vários estudos determinados ganhos em acúmulo principalmente em cultivos de grãos (VASCONCELOS, 2006) no entanto, outros estudos conduzidos notaram que esse incremento não ocorre de forma unilateral na aplicação de bioestimulantes (BARCELOS, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois experimentos conduzidos em no verão e no inverno, com diferentes produtos bioestimulantes permitem que algumas considerações possam ser apresentadas de modo a dar alguma contribuição em trabalhos futuros, nesta linha de pesquisa.

A possibilidade de conduzir experimento em dois ciclos foi muito importante, pois permitiu identificar respostas diferentes, ligadas a temperatura/e ou umidade relativa do ar. Portanto, nos experimentos conduzidos com AH deve-se tomar o cuidado de ter o controle ambiental registrado, de modo que se possa relacionar os mesmos as respostas da planta.

Um outro fator que deve ser considerado é o momento da avaliação. Neste experimento a amostragem realizada até os 10 DAT permitiu observar melhor resposta quando comparada a avaliação ao final do ciclo. Isso sugere que alguns resultados de diminuição de estresse da planta, podem ser amenizados ao longo do ciclo da cultura e conseqüentemente, diminuir as diferenças em relação a testemunha.

Os produtos geraram resultados diferentes favorecendo e inibindo o crescimento da planta de alface. Isso significa que estudos de dose precisam ser conduzidos para evitar problemas como o que ocorreu no tratamento SB4.

A hidroponia permitiu observar resultados de volume radicular e a correlação deste como o acúmulo de nutrientes na planta, o que sugere que a técnica foi adequada para este tipo de estudo. Como normalmente a massa ou volume de raízes geram elevado coeficiente de variação, em função a coleta integral delas no solo, o uso da hidroponia gerou resultados interessantes e que explicam parte das respostas observadas.

6 CONCLUSÕES

A SB4 promoveu diminuição no crescimento da alface em ambos os ciclos.

No cultivo de verão a SB5 apresentou maior desempenho para o cultivo de alface cv. Vera em ambiente hidropônico.

No cultivo de inverno não houve resposta produtiva da alface em função da aplicação de bioestimulantes mesmo a SB1 promovendo aumento do sistema radicular.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. S; SANTOS, NETA, H. M. M; COSTA, J. P. B. M; SANTOS, J. M. A. P; OLIVEIRA, F. A. Interação entre substrato e bioestimulante em mudas de pimenta produzidas com solução nutritiva salina. IN: XXVI CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. 2017, **Anais...** Fortaleza, CONIRD, 2017. 8p.

AMORIM, P. O. L; ARAUJO, C; PEROZINI, A. C; MARTINOTTO, C; ARAUJO, A. F. Níveis de ph e substâncias húmicas em solução nutritiva de alface hidropônica. **PROFISCIENTIA**, n.13, p.126-138, 2019.

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.2131-2138, 2014.

ANDRADE JÚNIOR, A. S; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. **Sci. Agric**, Piracicaba v.54, n.1-2, p. 31-38, 1997.

ANDRIOLO, J. L; ESPINDOLA, M. C. G; STEFANELLO, M. O. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 35-40, 2003.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

ARCOS, B; BENAVIDES, O; RODRIGUEZ, M. Evaluation of two sustratos and two dose of fertilization under conditions hidroponics low hothouse in lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 28, n. 2, p. 95–108, 2011.

AYUSO, M; HERNANDEZ, T; GARCIA, C; PASCUAL, J. A. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. **Bioresources and Technology**, v. 57, n. 3, p. 251-257, 1996.

BALDOTTO L. E. B; BALDOTTO, M. A; CANELLAS, L. P; SMITH, R. E. B; OLIVARES, F. L. Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acids and Burkholderia spp. during acclimatization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1593-1600, 2010.

BALDOTTO, L. E. B; BALDOTTO, M. A. Adventitious rooting on the Brazilian red-cloak and sanchezia after application of indole-butyric and humic acids. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.4, p.434-439, 2014.

BALDOTTO M. A; MUNIZ R. C; BALDOTTO L. E. B; DOBBSS L. B. Root growth of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. treated with humic acids isolated from typical soils of Rio de Janeiro state, Brazil. **Revista Ceres**, v. 58, p.504-511, 2011.

BARCELOS, G. S. **Bioestimulantes na cultura do milho: impacto na nutrição e nos parâmetros biométricos**. 2016. 27f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

BETTONIA, M. M; MOGOTA, A.F; PAULETTIA, V. NIEVAS, N. Growth and metabolismo of onion seedlings as affected by the application of humic substances, mycorrhizal inoculation and elevated CO₂ . **Sci Hortic.**, v.180, p. 227-235, 2014.

BEZERRA, P. S. G; GRANGEIRO, L. C; NEGREIROS, M. Z; MEDEIROS, J. F. Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. **Científica**, v.35, n.1, p. 46-50, 2007.

BROWN, P., SAA S. Biostimulants in agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, 671, 2015.

CANELLAS, L. P; FAÇANHA, A. O; OLIVARES, F. L; FAÇANHA, A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺ -ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology**, v. 130, p. 1951-1957, 2002.

CANELLAS, L. P; OLIVARES, F. L; AGUIAR, N. O; JONES, D. L; NEBBIOSO, A. MAZZEI, P; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 15-27, 2015.

CARMO, C. A. F. S; ARAÚJO, W. S; BERNARDI, A. C. C; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p.

CARON, V. C; GRAÇAS, J. P; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca, 2015. 46 p. (Série Produtor Rural, nº 58)

CARRIJO, O. A; VIDAL, M. C; REIS, N. V. B. DOS; SOUZA, R. B. DE; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 05-09, jan./mar. 2004.

CASIMIRO, I; MARCHANT, A; BHALERAO, R. P; BEECKMAN, T; DHOOGHE, S; SWARUP, R; GRAHAM, N; INZÉ, D; SANDBER, G; CASERO, P. J; BENETT, M. Auxin transport promotes arabidopsis lateral root initiation. **Plant Cell**, v. 13, p. 843-852, 2001.

CASTELLANE, P. D. ARAUJO, J. A. C. **Cultivo sem solo - Hidroponia**. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43 p.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.10, p.1311-1318, out. 2008

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006, 46p.

COMETTI, N. N. **Nutrição Mineral da Alface (*Lactuca sativa* L.) em Cultura Hidropônica** - Sistema NFT/. 2003. 106p. Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Hortigranjeiro: Comercialização Mensal. 2019. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/hortigranjeiro/hortigranjeiro-comercializacao-mensal>>. Acesso em: 02 set. 2019.

COSTA, E; LEAL, P. A. M. Produção de alface hidropônica em três ambientes de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.358-369, jul./set. 2009.

CUNHA, A. R; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, v.14, n.1, p.1- 11, 2009.

DELFINO, S; TOGNETTI, R; DESIDERIO, E; ALVINO, A. Effects of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. **Agronomy for Sustainable Development**, Versailles, v.25, n.1, p.183-191, 2005.

DI MOLA, I; COZZOLINO, E; OTTAIANO, L; GIORDANO, M; ROUPHAEL, Y; COLLA, G; MORI, M. Effect of Vegetal- and Seaweed Extract-Based Biostimulants on Agronomical and Leaf Quality Traits of Plastic Tunnel-Grown Baby Lettuce under Four Regimes of Nitrogen Fertilization. **Agronomy**, v.9, n.571, 2019.

ECHER, M. M; GUIMARÃES, V. F; KRIESERN C. R; ABUCARMA, V. M; KLEIN, J; SANTOS, L; DALLABRIDA, W. R. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.3, p.351-360, jul-set 2006.

ERTANI, A; SCHIAVON, M; MUSCOLO, A; NARDI, S. Alfalfa plant derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. **Plant Soil** v.364, p.145–158, 2013.

FAÇANHA, A. R; FAÇANHA, A. L. O; OLIVARES, F. L; GURIDI, F; SANTOS, G. D. A; VELLOSO, A. C. X; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37 p.1301-1310, 2002.

FARAH, M. H; ABOUTALEB, A; ESHGHI, S; DASTYARAN, M; YOSEFIM F. Foliar application of humic on quantitative and qualitative characteristics of 'aromas' strawberry in soilless culture. **Agric. Commun**, v.1, p.13-16, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 293 p.

FRIGERI, R. B. C. **Relação entre raiz e parte aérea de plântulas de espécies arbóreas tropicais sob diferentes níveis de radiação solar**. 152 p. 2007. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas, SP. 2007.

FURLANI, P. R; SILVEIRA, L. C. P; BOLONHEZI, D; FAQUIN, N. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999, 52p.

GARCÍA-VALCÁRCEL, A. I; LOUREIRO, I; ESCORIAL, C; MOLERO, E; TADEO, J. L. Uptake of azoles by lamb's lettuce (*Valerianella locusta* L.) grown in hydroponic conditions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.124, p. 138-146, 2016.

GONÇALVES, B. H. L; SOUZA, J. M. A; FERRAZ, R. A; TECCHIO, M. A; LEONEL, S. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.1, p.147-155, 2018.

GRANGEIRO, L. C; COSTA, K. R; MEDEIROS, M. A; SALVIANO, A. M; NEGREIROS, M. Z; BEZERRA NETO, F; OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.190-194, 2006.

GUALBERTO, R.; RESENDE, F.V.; BRAZ, L.T. Competição de cultivares de alface sob cultivo hidropônico 'NFT' em três diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n. 2, p. 155-158, julho, 1999.

GUTIÉRREZ, C. J. L; GONZÁLEZ C. C; SEGURA, M. A. C; SÁNCHEZ, I. C; OROZCO, J. A; FORTIS, M. H. Efecto de ácidos húmicos de Leonardita en la estabilidad de agregados del suelo y raíces de melón en condiciones de invernadero. **Resvista Internacional de Botánica Experimental**, v. 84, p. 298-305, 2015.

HAGHIGHI, M.; KAFI, M.; FANG, P. Photosynthetic Activity and N Metabolism of Lettuce as Affected by Humic Acid, **International Journal of Vegetable Science**, v. 18, n. 2, p. 182-189, 2012.

HAYES, M. H. B; MACCARTHY, P; MALCOLM, R. L; SWIFT, R. S. Humic Substances II. In: **Search of Structure**. West Sussex, UK: John Wiley e Sons Ltd. 1989. 733p.

HELBEL JÚNIOR, C. **Produção de alface hidropônica em função da composição da solução nutritiva e vazões**. 2004. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2004.

HERNANDEZ, O. L; GARCIA, A. C; HUELVA, R; MARTINEZ-BALMORI, D; GUIRIDI, F; AGUIAR, N.O; OLIVARES, F. L; CANELLAS, L. P. Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. **Agron Sustain**. v.35, p. 225-232, 2015.

IZIDÓRIO, T. H. C.; LIMA, S. F.; VENDRUSCULO, E. P.; ÁVILA, J.; ALVAREZ, R. C. F. Bioestimulante via foliar em alface após o transplântio das mudas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 2, p. 49-56, abr./jun. 2015.

KANO C; CARDOSO A. I. I; VILLAS BÔAS R. L. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada à produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, v.29 p.70-77, 2011.

KARNOK, K.J. Promises, promises: can biostimulants deliver? **Golf Course Management**, v.68, p.67-71, 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**, v. 29, n.1, p. 63-69, 2001.

LOPES, M. C; FREIER, M; MATTE, J. D; GÄRTNER, M; FRANZENER, G; CASIMIRO, E. L. N; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira** v.21, p.211-215, 2003.

LUZ, G. L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; BORCIONI, E.; MÜLLER, L.; AMARAL, A. D.; MORAIS, K. P. Consumo de energia elétrica e produção de alface hidropônica com três intervalos entre irrigações. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 815-818, 2008.

MANUNZA, B; GESSA, C; DEIANA, S; RAUSA, R. A normal distribution model for the titration curves of humic acids. **Journal of Soil Science**, v.43, p.127-131, 1992.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso 10 de set 2019.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p

MARTINS, C. M; MEDEIROS, J. F; LOPES, W. A. R; BRAGA, D. F; AMORIM, L. B. Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.123-128, out.-dez. 2009

MEIRELLES, A. F. M. **Produtividade de hortaliças (alface, brócolis e rúcula) em resposta ao tratamento com ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento em unidades de agricultura familiar**. 2016. 91p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Pós Graduação Manejo e Conservação de Ecossistemas Viçosa. 2016.

MENGEL, K; KIRKBY, A. **Principles of Plant Nutrition**, 4.ed. International Potash Institute, Switzerland, 1987, 687 p.

MITOVA, I; NENOVA, L; STANCHEVA, I; GENEVA, M; HRISTOZKOVA, M; MINCHEVA, J. Lettuce response to nitrogen fertilizers and root mycorrhization. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 23, n. 2, p. 260-264, 2017.

MORA, V; BACAICOA, V; 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**, v.167, p.633-642, 2010.

MOTA, A. R; MOTA, R. J; DA SILVA, P. B; DE SOUZA, L. M; OLIVEIRA, A. C. M; SANTOS, A. Efeito da substância húmica na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n. 3, p. 26-30, 2015.

NARDI, S. PIZZEGHELLO, D; SCHIAVON, M; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, v. 73, p. 18-23, 2016.

PAULUS, D; PAULUS, E; NAVA, G. A; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.

PEREIRA, M. J. B. F. **Substâncias húmicas e pó-de-rocha no crescimento e nodulação de *Chloroleucon dumosum* (Benth)**– 2019. 43 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas. Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Arapiraca, 2019.

PETRI, J.L.; HAVERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

PINTON, R; VARANINI, Z; VIZZOTTO, G; MAGGIONI, A. Soil humic substances affect transport properties of tonoplast vesicles isolated from oat roots. **Plant and Soil**, v.142, n.2, p.203-210, 1992.

REISSER JUNIOR, C. **Evapotranspiração da alface (*Lactuca sativa* L.) em estufa plástica e ambiente natural**. 1991. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

RIBEIRO, H. F. **Uso de imagens digitais na diagnose do teor de nitrogênio foliar em plantas de alface**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2016.

RICHARDSON, A. D; AIKENS, M; BERLYN, G. P; MARSHALL, P. Drought stress and paper birch (*Betula papyrifera*) seedlings: effects of an organic biostimulant on plant health and stress tolerance, and detection of stress effects with instrumental-based, noninvasive methods. **Journal of Arboriculture**, Illinois, v.30, n.1, p.52-61, 2004.

RODDA, M. R. C; CANELLAS, L. P; FAÇANHA, A. R; ZANDONADI, D. B; GUERRA, J. G. M; ALMEIDA, D. L. D; SANTOS, G. D. A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. II- Efeito da fonte de vermicomposto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30 p.657-664, 2006.

RODRIGUES, L. A; BATISTA, M. S; ALVAREZ, R. C. F; LIMA, S. F; ALVES, C. Z. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. **Revista Nucleus**, Ituverava, v.12, n.1, 2015.

SALA, F. C; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30 p.187-194, 2012.

SANCHÉZ, L. F. R. **La fertirrigacion de la letchuga**. México: Mundi Prensa, 2008. 260 p.

SANTOS, J. P.; BORGES, T. S.; SILVA, N. T.; ALCANTARA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 815-824, 2017.

SELIM, E. M.; MOSA, A. A. Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutriente retention in a sandy soil. **J. Plant Nutr. Soil Sci.** v. 175, p. 273-281, 2012.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura, a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha. 1997. 297p

SILVA, M. G. **Uso de água salobra e frequência de recirculação de solução nutritiva para produção de coentro hidropônico**. 2014. 185 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2014.

SILVA, A. C; CANELLAS, L. P; OLIVARES, F. L; DOBBSS, L. B; AGUIAR, N. O; FRADE, D. A. R; REZENDE, C. E; PERES, L. E. P. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, p.1609-1617, 2011.

SILVA, R. M; JABLONSKI, A; SIEWERDT, L; JUNIOR, P. S. Desenvolvimento das raízes do azevem cultivado em solução nutritiva completa adicionada de substâncias húmicas sob condições de casa de vegetação. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 29, n. 6, p. 1623-1631, 2000.

SILVA, R. M. **Produção e qualidade da alface hidropônica cultivada com adição de substâncias húmicas**. 186p. 2001. Tese de Doutorado - Programa de Pós em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001.

SILVA, R. S; FOGAÇA, J. J. N. L; MOREIRA, E. S; PRADO, T. R; VASCONCELOS, R. C. Morfologia e produção de feijão comum em função da aplicação de bioestimulantes. **Revista Scientia Plena**, v.12, n.10, 2016.

STAFF, H. **Hidroponia**. Coleção Agroindústrias. 2 ed. Cuiabá/MT: SEBRAE/MT, v. 11, 1998. 101 p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, M. I; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TAN, K. H. **Principles of soil chemistry**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 1993. 362 p

TANAMATI, F. Y. **Fontes e doses de corretivos de acidez do solo na nutrição e produção de alface**. 2012. 60 fls. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.

TRANI, P. E.; PURQUÉRIO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; TIVELLI, S. W.; Blat, S. F.; **Calagem e adubação da alface, almeirão, agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), jun. 2014. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/97.pdf> . Acesso em: 12.dez. 2020

TREVISAN, S; PIZZEGHELLO, D; RUPERTI, B; FRANCIOSO, O; SASSI, A; PALME, K; QUAGGIOTTI, S; NARDI, S. Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in *Arabidopsis*. **Plant Biology**, v.12 p.604- 614, 2010.

TZERAKIS, C; SAVVAS, D; SIGRIMIS, N; MAVROGLANNOPOULUS, G. Uptake of Mn and Zn by cucumber grown in closed hydroponic systems as influenced by the Mn and Zn concentrations in the supplied nutrient solution. **Hortscience**, v. 48, n. 3, p. 373–379, 2013.

VASCONCELOS, A. C. F. **Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e soja**. 2006. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia, na área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

VASCONCELOS, A. C. P. **Bioestimulantes contendo silício e micronutrientes aplicados via foliar em arroz de sequeiro**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine Max. (L) Merrill*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) e arroz (*Oriza sativa L.*)** 2001. 122p. Tese (Doutorado em Agronomia, na área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

YURI, J. E; RESENDE, G. M; MOTA, J. H; GONÇALVES, L. D; SOUZA, R. J. Doses e épocas de aplicação de molibdênio na produção e qualidade de alface Americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 589-592, 2004.

ZHANG, X; ERVIN, E.H. Physiological effects of liquid applications of a seaweed extract and a humic acid on creeping bentgrass. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.128, n.4, p. 492-496, 2003.

ZHANG, X; SCHMIDT, R. E. Hormone-containing products impact on antioxidante status of tal fescue and creeping bentgrass subjected to drought. **Crop Science**, Madison, v.40, p. 1344-1349, 2000.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p.14-20, jan./mar. 2014.

ZANDONADI, D. B. Bioestimulantes e produção de hortaliças. **Embrapa Hortaliças**. Brasília, 01 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/busca-de-noticias/bioestimulantes-e-producao-de-hortalicas>>. Acesso em: 09 de set. 2020