

Biofertilizante como solução nutritiva para produção de alface hidropônica no Alto Sertão paraibano

Biofertilizer as a nutrient solution for hydroponic clay production in Paraíba Alto Sertão, Brazil

Francisco de Sales Oliveira Filho¹; Carlos Alberto Lins Cassimiro²; Paloma da Silva Sousa³; Lidiana Vitória Calisto Alencar⁴; Selma dos Santos Feitosa⁵; Edvanildo Andrade da Silva⁶

¹Doutor em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte; +5583993463108, francisco.filho@ifpb.edu.br;

²Tecnólogo em agroecologia, Instituto Federal da Paraíba, Sousa, Paraíba, carlos.cassimiro@insa.gov.br; ³Graduanda em Agroecologia, Instituto Federal da Paraíba, Sousa, Paraíba, spaloma127@gmail.com; ⁴Graduanda em Agroecologia, Instituto Federal da Paraíba, Sousa, Paraíba, lidiane.alencar77@gmail.com;

⁵Doutora em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, selma.feitosa@ifpb.edu.br; ⁶Bacharel em Direito, Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, Paraíba.

NOTA CIENTÍFICA

Recebido: 08/03/2019
Aprovado: 17/12/2019

Palavras-chave:

Lactuca sativa L.
Organomineral
Hidroponia

Key words:

Lactuca sativa L.
Organomineral
Hydroponic

RESUMO

O uso de sistemas hidropônicos por agricultores familiares do semiárido paraibano permite uma produção continuada de hortaliças frente às limitações hídricas, típico desta região, contudo, o difícil acesso e o alto custo dos fertilizantes minerais é um fator limitante desta prática. Neste sentido, objetivou-se avaliar o potencial do uso de biofertilizante anaeróbio bovino na substituição dos fertilizantes minerais, no cultivo de alface do grupo crespa cv. Cristina. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, instalada no Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa. Avaliaram-se quatro doses fertilizantes minerais mais biofertilizantes: Bio+0%; Bio+25%; Bio+50%, Bio+75% com quatro repetições, em blocos casualizados. Foram avaliadas as variáveis massas de matérias secas das folhas e total, o número total de folhas, área foliar e produtividade. A redução das doses de fertilizantes minerais comprometeu o crescimento e consequentemente a produção de alface, onde a máxima produção da parte comercial, foi de 43,0 g planta⁻¹, sendo obtida com o tratamento de 75% da combinação das doses de fertilizantes minerais mais biofertilizante.

ABSTRACT

The use of hydroponic systems by family farmers in the Paraíba semiarid region allows a continuous production of vegetables due to the water limitations typical of this region. However, the difficult access and the high cost of mineral fertilizers is a limiting factor of this practice. In this sense, the objective was to evaluate the potential of the use of bovine anaerobic biofertilizer in the substitution of mineral fertilizers, in the cultivation of lettuce group cv. Cristina. The work was conducted in a greenhouse, installed at the Federal Institute of Paraíba, Campus Sousa. Four doses plus mineral fertilizers were evaluated: Bio + 0%; Bio + 25%; Bio + 50%, Bio + 75%, with four repetitions, in randomized blocks. Leaf dry mass and total mass, total number of leaves, leaf area and yield were evaluated. The reduction of the mineral fertilizer doses compromised the growth and consequently the lettuce production, where the maximum production of the commercial part was 43.0 g plant⁻¹, being obtained with the treatment of 75% of the combination of the most mineral fertilizer doses. Biofertilizer.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a olerícola mais difundida no mundo, sendo sua comercialização responsável por significativa influência econômica e social, constituindo-se a mais popular dentre as folhosas (LIN et al., 2013; VALERIANO et al., 2016). A alface de maior ênfase

econômica é a do grupo crespa, tendo preferência de 70% no mercado brasileiro, seguida pela americana (15%), lisa (10%) e romana (SUINAGA et al., 2013). No Brasil a área cultivada de hortaliças é de aproximadamente 837 mil ha, com volume de produção em torno de 63 milhões de toneladas (CNA, 2016).

Dentre os modelos de produção de hortaliças existentes no território nacional, o cultivo hidropônico tem sido largamente

difundido entre os pequenos e médios produtores agrícolas, uma vez que possibilita o alcance de altas produtividades, ciclos mais curtos, além de menor demanda de água, de insumos agrícolas e de mão de obra, sendo o sistema de fluxo laminar de nutrientes o mais utilizado (PAULUS et al., 2012). Contudo, os elevados índices de produtividade atingidos em sistemas hidropônicos estão diretamente relacionados ao consumo de fertilizantes minerais industrializados, os quais são de alto custo e de difícil acesso (DIAS et al., 2014), sobretudo aos pequenos olericultores, os quais se encontram espacialmente distantes dos grandes centros comerciais de insumos agrícolas dificultando a obtenção do produto.

Os fertilizantes minerais disponíveis para sistemas hidropônicos e/ou convencionais são oriundos de fontes limitadas, sendo parte destes extraídos de minas, como o fósforo e o potássio, ou derivados do petróleo. Segundo Furlani (2008), a exemplo da maioria dos fertilizantes nitrogenados, cujas principais características são as altas concentrações de elementos nutrientes e o elevado grau de pureza e de solubilidade, pré-requisitos necessários para o sucesso deste sistema.

Os usos indiscriminados de fertilizantes minerais, além dos inúmeros prejuízos ambientais, podem levar a escassez precoce em muitas das reservas naturais, de parte dos elementos essenciais à agricultura, sendo necessário, com isso, o desenvolvimento de estudos de fontes alternativas de fertilizantes, que sejam capazes de substituir em parte ou totalmente os fertilizantes minerais (COSTA et al., 2006; OLIVEIRA FILHO, 2014).

É importante destacar que o uso de fertilizantes orgânicos é justificado não somente pelos aspectos relacionados à reciclagem de nutrientes em agroecossistema, mas também pela redução dos custos com o preparo das soluções nutritivas (DIAS et al., 2014; MONTEIRO FILHO et al., 2014).

Trabalhos com ênfase no uso de biofertilizantes na composição de solução nutritiva para sistemas hidropônicos no cultivo de alface têm sido realizados (COSTA et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; DIAS et al., 2014; MONTEIRO FILHO et al., 2014) contudo, diante da complexidade destes preparados, existe um largo caminho a se percorrer para construção de informações concretas e confiáveis, que possibilite efetividade e segurança do seu uso. Neste sentido, objetivou-se avaliar o potencial de uso de biofertilizante anaeróbico, a base de esterco bovino, na redução e/ou eliminação de fertilizantes minerais industrializados no cultivo de alface hidropônico do grupo crespa cv. Cristina.

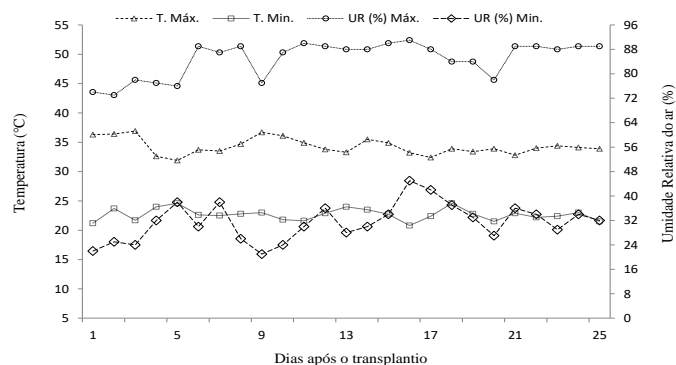
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, unidade São Gonçalo (6° 46' S, 38° 12' W e 220m), em ambiente protegido do sol, coberto com tela de sombreamento, com 50% de interceptação de luz.

A temperatura média da região referente ao período de execução do experimento (Figura 1) foi de 28 °C, com máxima média de 34 e mínima média de 23 °C, já para a umidade relativa do ar, constou a média de 60%, com máxima de 85 e mínima 81%. O valor médio da evapotranspiração foi de 321,10

mm, com base em medições realizadas ao longo da condução do experimento.

Figura 1. Temperatura e umidade relativa do ar máxima e mínima de Sousa, Paraíba, durante o período de outubro a novembro de 2018.



Fonte: INMET (2018)

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), cujos tratamentos corresponderam a cinco formulações de solução nutritiva contendo biofertilizante líquido (Bio) a base de esterco bovino e diferentes percentagens da recomendação de fertilizantes minerais (FM) para o cultivo de alface hidropônico ($T_1 = \text{Bio}+0\% \text{FM}$; $T_2 = \text{Bio}+25\% \text{FM}$; $T_3 = \text{Bio}+50\% \text{FM}$; $T_4 = \text{Bio}+75\% \text{FM}$; com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais, onde cada unidade continha 35 plantas.

O biofertilizante foi produzido por fermentação anaeróbica a partir da diluição de esterco bovino fresco em água na proporção 1:1, por um período de 65 dias. Depois de preparado o biofertilizante, procedeu-se com a análise química no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do IFPB, Campus Sousa (Tabela 1). Para composição da solução nutritiva o biofertilizante foi adicionado em um depósito com capacidade de 270 Litros, na proporção de 30%. Os nutrientes minerais foram calculados com base na proposta de Furlani (2008), estimando-se a quantidade de fertilizantes minerais necessária para 270 L, tomando como referência para 100% de fertilizantes minerais e, a partir deste, calculou-se os demais percentuais (25, 50 e 75%).

Tabela 1. Análise química do biofertilizante anaeróbico a base de esterco bovino no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa

CE	Umidade	pH	N	P	K
dS m ⁻¹	%		H ₂ O	-----	
-----	g kg ⁻¹ -----				
5,73	98,74	7,1	35,5	17,89	53,9

As fontes de fertilizantes minerais utilizadas foram: Nitrato de Cálcio, Nitrato de Potássio, Fosfato de Potássio, Fosfato de Magnésio, para o fornecimento dos macronutrientes, e de Fe - EDTA e um coquetel de micronutrientes, preparados com

Ácido Bórico, Cloreto de Manganês, Cloreto de Cobre, Sulfato de Zinco e Molibdato.

Para o preparo da solução nutritiva foi realizada a diluição das fontes de macronutrientes com exceção do Nitrato de Cálcio, a fim de evitar a formação de compostos insolúveis com fosfato e sulfatos. O Nitrato de Cálcio foi diluído separadamente e adicionado à solução, seguido da introdução dos micronutrientes. O pH da solução foi mantido na faixa de 6,0 e 6,5, ao longo de todo o cultivo e a condutividade elétrica foi utilizada como base para reposição dos nutrientes, ao longo do ciclo da cultura da alface.

As mudas de alface crespa, cv. Cristina foram produzidas em material inerte, em bandejas de 180 células. O transplante para o berçário hidropônico ocorreu aos 25 dias após o plantio, e para os perfis permanentes aos 14 dias após o primeiro transplante. Para substituição da espuma fenólica para a fixação das mudas nos perfis, foi utilizado copos descartáveis com capacidade de 50 mL, com orifícios de 2 mm para a passagem do caule.

A estrutura hidropônica constou com 16 unidades experimentais. Cada Tratamento contando com um sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) independente. Constituindo-se de um reservatório plástico com capacidade para 270 L de solução nutritiva, uma eletrobomba de circulação e quatro perfis hidropônicos, confeccionados a partir de tubos de PVC, de 75 mm diâmetro comercial, 3 m de comprimento e orifícios com 4,5 cm de raio, espaçados em 30 cm e três perfis hidropônicos (berçário), confeccionados com tubos de PVC de 50 mm de diâmetros, 3 m de comprimento e orifícios de 2,5 cm, espaçados em 20 cm. O controle da circulação da solução nutritiva foi realizado com o auxílio de um temporizador programado para acionar a eletrobomba a cada 15 minutos durante todo o período do experimento.

Aos 39 dias após a emergência, realizaram-se as coletas do material vegetativo para as avaliações dos parâmetros morfológicos que constituíram de massa de matéria seca da folha (MMSF), massa de matéria total (MMST), número de folhas (NF) e área folia (AF) estimada pelo método dos discos (BENINCASA, 2003) e a produtividade foi estimada da relação da produção em função da área ha⁻¹. As plantas de alface foram seccionadas em raiz e parte aérea para posterior submissão à secagem em estufa com circulação de ar na temperatura de 65°C, por 72 horas, para obtenção da massa de matéria seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância a partir do teste de F ao nível de 5% de probabilidade, sendo às médias das variáveis comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR versão 5.7 (FERREIRA, 2014).

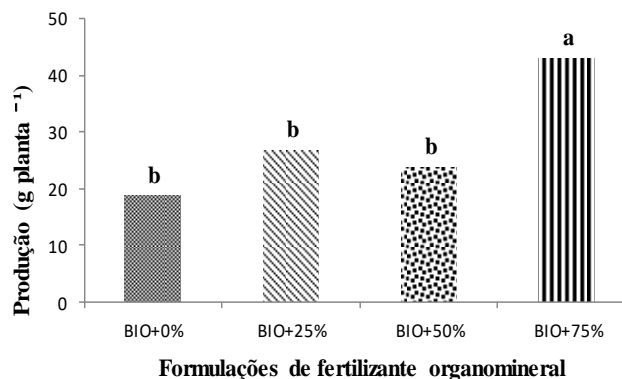
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas diferentes formulações de fertilizantes organominerais, pode-se observar influência significativa ($p < 0,01$) para os parâmetros de produtividade (PRO), massa de matéria seca da folha (MMSF), massa de matéria seca total (MMST) e não significativo ($p > 0,05$) para o NF. Para o índice de crescimento AF, foi observado diferença ($p < 0,05$) de incremento de fotossintatos, que é o composto orgânico primacial para o desenvolvimento vegetativo (KERBAUY,

2008) em função das formulações de fertilizantes organominerais.

A Produção da parte comercial (PROD) foi significativamente afetada pelo efeito das diferentes formulações de fertilizantes organominerais nas soluções nutritivas ($p < 0,01$). Como observado na figura 3, o T4 expressou maior produção da parte comercial (43,0 g planta⁻¹) quando comparado com os demais tratamentos. O ínfimo valor dessa variável pode ter sido acarretado pela baixa disponibilidade de nutrientes da solução nutritiva, possivelmente pela baixa disponibilidade de nitrogênio (N) que é um macronutriente fundamental para as plantas, onde possui função estrutural nas plantas e contribui na formação de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas, vitaminas e nos pigmentos presentes nas moléculas de clorofila, exercendo uma certa influência no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas (TAIZ; ZEIGER, 2017)

Figura 3. Produção da parte comercial das plantas de alface crespa, cv. Cristina, em sistema hidropônico, submetidas a diferentes formulações de fertilizante organomineral



Observado o valor de venda unitário da alface baseada em seu peso médio, comercializados na feira livre do bairro da Prata em Campina Grande, Paraíba, seguem-se os seguintes padrões: Plantas com peso inferior a 75 g = R\$ 0,75; Plantas com peso entre 75 e 100 g = R\$ 1,25; Plantas com peso entre 101 e 150 g = R\$ 1,50; Plantas com peso superior a 150 g = R\$ 2,00 (SILVA, 2016). Diante das informações supracitadas, os valores obtidos para a produtividade da alface nessa pesquisa são considerados inferiores baseados no comércio regional, indicando uma insuficiência produtiva da técnica agrícola com biofertilizante não enriquecido

Em trabalho com cultivo sucessivo de alface, a média de produção da parte comercial encontrada foi de 239 g planta⁻¹ em sistemas de manejo de cobertura morta e fontes de adubação (ZIECH et al., 2014). Já Mógor e Câmara (2007) ao trabalhar com a alface cv. Verônica, cultivada sobre diferentes manejos de cobertura com palha de aveia preta, foi obtido na parte comercial valores médios de 188 g planta⁻¹.

Os baixos valores de produção observados no experimento em questão quando comparado com outras técnicas de manejo podem ser atribuídos aos baixos teores de elementos da solução nutritiva como a lenta liberação destes, pelo biofertilizante, uma

vez que culturas de ciclo curto, como a alface, exigem nutrição mineral prontamente disponível (DIAS et al., 2009).

Resultados similares foram observados por Dias et al. (2014) que ao estudarem o comportamento de plantas de alface em sistema hidropônico sob diferentes formulações de solução nutritiva, constatou que o uso isolado de biofertilizante ou deste com baixa adição de fertilizantes minerais não foi capaz de proporcionar um índice de produção satisfatório.

De forma oposta, Silva (2010) obteve resultado satisfatório ao trabalhar com variedades de alface em sistema hidropônico com uso de solução nutritiva a base de biofertilizante, onde o ponto máximo de peso da parte comercial foi: variedade Verônica com 188,165 g planta⁻¹, seguida pela variedade Thaís com produção de 184,448 g planta⁻¹ e Vanda com produção de 174,209 g planta⁻¹.

Outro fator que pode ser atribuído a baixa produção da alface (43,9 g planta⁻¹) é a deficiência de fósforo decorrente da redução do fertilizante mineral, pois esse mineral é peça chave no desenvolvimento vegetal, atuando na respiração enzimática, nos cromossomos, sendo indispensável para a divisão celular (ARNON, 1940).

Devido o trabalho ter sido conduzido em sistema hidropônico, tendo a água como agente de sustentação e promotora das relações nutricionais com a rizosfera das plantas, o fósforo pode ter ficado indisponível pelo fato do mesmo só poder ser fixado em ligações insolúveis. Ao qual esse processo é dependente da vida microbiana do meio, que é bastante estimulada em estrutura do tipo solo (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2018), sendo o sistema hidropônico no devido estudo, um ambiente que dificulta a vida microbiana dificultando a biocenose entre os organismos causando deficiência nutritiva, o que justifica a utilização de fertilizantes minerais.

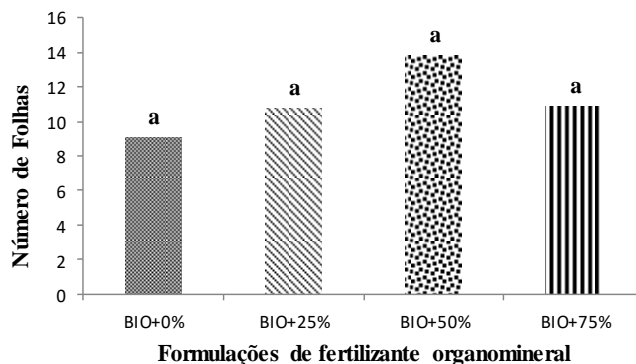
O T5 (Bio+100%FM) foi totalmente perdido, não proporcionou condições adequadas para o crescimento plantas de alface, acarretando murcha excessiva das folhas, deformação das raízes, modificações anatômicas e senescência da parte aérea, antes do ponto de colheita aos 24 dias após o transplante, indicando que esse comportamento está relacionado ao desbalanço nutricional da solução, ocasionado pela combinação entre os fertilizantes minerais e o biofertilizante.

Os parâmetros foliares expressão possíveis indicativos do rendimento dos vegetais (BENINCASA, 2003). Com base na figura 4, não nota-se diferença estatística ($p > 0,05$) do NF das plantas em função dos tratamentos aplicados. Observa-se que o aumento da composição nutritiva não proporcionou ganhos no número de folhas.

Resultado semelhante foi observado por Sousa et al. (2014), onde doses e tipos de biofertilizantes aplicados na cultivar de alface Elba não influenciou significativamente na variável no número de folhas. Porém é notado comportamento crescente das folhas à medida que se aumentaram as concentrações de biofertilizantes, ocasionando melhor resposta para o parâmetro na maior dose aplicada (C6= 50 g. Planta⁻¹), superando essa as demais concentrações em 14,35%, 9,58%, 8,90%, 8,90%, e 0,52% respectivamente. Resultado similar é encontrado por Dias et al. (2009) ao trabalhar com produção de alface em sistema hidropônico com solução nutritiva e biofertilizante,

onde o número de folhas é reduzido à medida que se diminui o percentual (95,59; 90,67; 81,35 e 62,76%) de fertilizantes minerais da solução nutritiva.

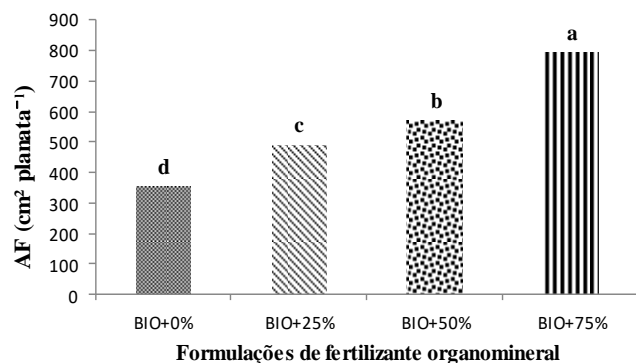
Figura 4. Número de folhas das plantas de alface em sistema hidropônico NFT, submetidas a diferentes formulações de fertilizante organomineral.



A ínfima quantidade e folhas observadas no estudo podem ser atribuídas à deficiência de enxofre (S), onde esse macronutriente é essencial para a assimilação clorofiliana e como agente coenzimático, geralmente o conteúdo de enxofre do ar, da chuva e da matéria orgânica bastando para boas colheitas (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2018). O fato de utilizar-se fertilizante orgânico em sistema hidropônico não significa que os benefícios da matéria orgânica vão ser pronunciados, pois falta a esta à estrutura granulométrica para garantir a vida microbiana responsável pela mobilização de nutrientes.

A área foliar (Figura 5) constitui o sítio de produção de compostos orgânicos essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal, pois é o principal ponto onde se processa a energia luminosa para síntese de carboidratos através da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2016; PEIXOTO et al. 2011).

Figura 5. Área foliar (AF) de plantas de alface em sistema hidropônico NFT, submetidas a diferentes formulações de fertilizante organomineral, na solução nutritiva.



Para essa variável, constatou-se uma maior influência ($p < 0,05$) do T4, cuja média da área foliar alcançada foi de 792,48 cm², valor este 123% superior a menor média observada com a aplicação do T1, cuja formulação da solução nutritiva foi preparada sem fertilizantes minerais.

A formulação de biofertilizante + fertilizante mineral não proporcionou decréscimo da área foliar à medida que se adicionava mais soluto na água, inferindo-se que o meio não foi salinizado ao ponto de prejudicar a cultura. Percebendo uma padronização da variável, associado à baixa PROD, não se pode afirmar o desenvolvimento considerável da área foliar do T4, pois o ponto máximo de desenvolvimento vegetativo da alface neste trabalho é inferior aos padrões vegetativos da alface aceitos no mercado.

Paulus et al. (2012) ao avaliar o crescimento, o consumo hídrico e a extração de nutrientes, por alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT (fluxo laminar de nutrientes), com a utilização de águas salinas no preparo da solução nutritiva, observou-se redução linear da área foliar com o aumento a salinidade.

Menezes Junior et al. (2004) ao trabalhar com avaliação nutricional da alface cultivada em “NFT” com soluções nutritivas de origem química e orgânica constatou que os tratamentos com teores mais elevados de manganês proporcionaram maior área foliar das alfaces. O autor observou que o tratamento químico e o orgânico receberam as mesmas doses nutricionais, contudo os teores de manganês foram inferiores no segundo caso, atribuindo a sua fitodisponibilidade,

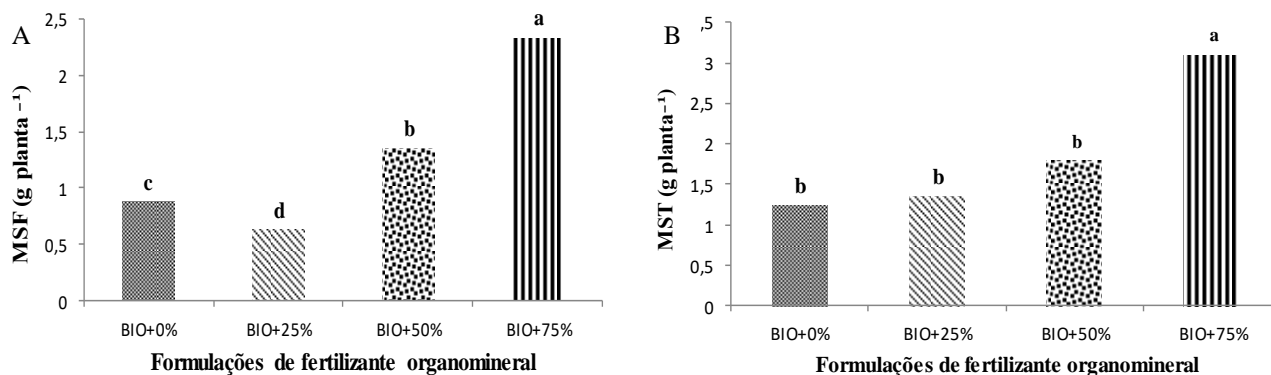
onde pode ter sido influenciada por reações de complexação e indisponibilização do elemento nas partículas orgânicas em suspensão.

O manganês normalmente aparece correlacionado a deficiência de zinco, esses dois metais se manifestam conjuntamente, sendo a presença desse mineral bem acentuado em ambientes de terras submersas ou muito úmidas (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2018) que é o caso do sistema hidropônico.

Diante do uso de biofertilizante na hidroponia e dos baixos valores de matéria seca que influenciam na produtividade, a fitoindisponibilização, hipoteticamente, poderia ser superada somente quando os nutrientes essenciais fossem adicionados em quantidades superiores à capacidade de complexação.

Com relação a variável Massa de matéria seca da folha e total (Figura 6 A, B), observa-se significância ($p < 0,01$) e uma redução na estrutura carbônica da alface à medida que se reduz o fertilizante mineral na solução com biofertilizante. Dias et al. (2009), identificou decréscimo de fitomassa da alface quando ocorrido substituição de fertilizante mineral por orgânico, contudo Oliveira et al. (2010) afirmara que substâncias orgânicas, tal como a urina de vaca pode fornecer aumento no teor de matéria seca da alface, mesmo com baixas doses.

Figura 6. Massa de matéria seca da folha (MSF) e total (MST) de plantas de alface crespa, cv. Cristina, em sistema hidropônico NFT, submetidas a diferentes formulações de fertilizante organomineral



O uso de biofertilizante com baixas quantidades de fertilizantes minerais não foram capazes de suprir a demanda nutricional das plantas de alface, o que pode estar relacionado baixa concentração de elementos minerais em fertilizantes orgânicos, em geral, bem como sua lenta disponibilização para cultura. Segundo Sousa et al. (2014) a matéria seca pouco influi sobre a massa verde da alface, que é a parte comercial, sendo a água a principal promotora do incremento de peso fresco.

Ribeiro (2007), também trabalhou com doses crescentes de biofertilizante (10, 20, 40, 60 e 80% de biofertilizante) com fertilizante mineral e observou os melhores resultados, para variável MMSF para o tratamento com 10% biofertilizante, e explica que todas as demais combinações se equipararam-se estatisticamente. Este resultado indica que a substituição parcial dos fertilizantes minerais em até 60% é compensatória, em termos de produção, contudo acima deste valor, o acúmulo de massa é comprometido.

Os valores médios obtidos nesse estudo para as variáveis MMSF e MMST não estão de acordo com os padrões para o cultivo de alface com boa qualidade e parâmetros comerciais (BRUM et al., 2011; LUZ et al., 2006).

O aproveitamento dos nutrientes minerais depende de diversos fatores, como troca-adsorção, microvida, PH, microclima (RUSSEL, 1961). A presença e ausência de elementos nutritivos e sua quantidade equiparam-se em grau de importância, como explica a Lei do mínimo (LIEBIG, 1862). Mas essa lei não é tudo. As ligações dos *compounds* são muito mais complexas, pois as relações recíprocas entre os nutrientes são responsáveis pelo problema da nutrição vegetal.

CONCLUSÃO

A utilização de biofertilizante anaeróbico de esterco bovino sem enriquecimento, associado à solução nutritiva não proporciona desenvolvimento satisfatório da alface crespa Cristina na região Nordeste.

REFERÊNCIAS

- ARNON, D. I.; FRATZKE, W. E.; JHONSON, C. M. Hydrogen ion concentration in relation to absorption of inorganic nutrients by higher plants. *Plant Physiol.* v.17, p.515-525, 1942. BENINCASA M. M. P. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.
- BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; SILVEIRA, T.R.; TOEBE, M.; SANTOS, P. M. Tamanho da semente e acúmulo de fitomassa seca de folhas de alface hidropônica em duas épocas de cultivo. *Revista Científica*, v.39, n.1/2, p. 64-68, 2011. [10.15361/1984-5529.2011v39n1p65-68](https://doi.org/10.15361/1984-5529.2011v39n1p65-68)
- COSTA, N. E.; RIBEIRO, M. C. C.; LIMA, J. S. S.; CARDOSO, A. A.; OLIVEIRA, G. L. Utilização de biofertilizante na alface para o sistema hidropônico floating. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 1, n. 2, p. 41-47, 2006.
- CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Balanço 2016 Perspectivas 2017. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/balanco-2016-eperspectivas-2017>. Acesso em: 16 ago. 2019.
- DIAS, N. S.; BRITO, A. A. F.; NETO, O. N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F. Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. *Caatinga*, v. 4, n. 22, p. 158-162, dez. 2009.
- DIAS, N. D. S.; NETO, O. N. S.; COSME, C. R.; JALES, A. G. O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 10, p. 991-995, 2014.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia*. v. 38, n. 2, p. 109-112. 2014.
- FURLANI, P. R. Pythium em sistemas hidropônicos – danos e perspectivas para o controle: Principais sistemas hidropônicos em operação no Brasil. *Summa Phytopathologica*, v.34, p.146-147, 2008.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso em: 20/10/2018.
- KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 2. ed. São Paulo: Guanabara Koogan Ltda, 2008. 431 p.
- LIEBIG, J. Die chemie in ihrer anwendung auf Agrikultur und Phusiologie. Braunschweig. 1862.
- LIN, K. H.; HUANG, M. Y.; HUANG, W. D.; HSU, M. W.; YANG, Z. W.; YANG, C. M. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Scientia Horticulturae*, v. 150, p. 86–91, 2013.
- LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T M R; KORNDÖRFER, G. H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. *Revista Horticultura Brasileira*, v.24, n. 3, p. 295-300, 2006. [10.1590/S0102-05362006000300005](https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000300005)
- MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; MARTINS, R. S.; FERNANDES, H. S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em “NFT” com soluções nutritivas de origem química e orgânica. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 3, p. 632-637, 2004.
- MÓGOR, A. F.; CÂMARA, F. L. A. Produção de alface em sistema orgânico em sucessão a aveia preta, sobre palha, e diferentes coberturas do solo. *Scientia Agrária*, v.8, p. 239-245, 2007.
- MONTEIRO FILHO, A. F. Cultivo hidropônico de cultivares de alface em soluções nutritivas organominerais otimizadas com a ferramenta SOLVER. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 417-424, 2014.
- OLIVEIRA FILHO, F. S. Adubação orgânica e mineral na cultura da melancia no semiárido paraibano, 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2014.
- OLIVEIRA, N. L. C.; PUIATTI, M.; SANTOS, R. H. S.; CECON, P. R.; BHERING, A. S. Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alface. *Revista Ceres*, v.57, n.4, p. 506-515, 2010.
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada com águas salinas. *Revista Ceres*, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.
- PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e práticas. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, p. 51-76, 2011.
- PRIMAVESI, A. M.; PRIMAVESI, A. A Biocenose do Solo na Produção Vegetal: Deficiências Minerais em Culturas, nutrição e produção vegetal. São Paulo: Expressão Popular, 2018. 607 p.
- RIBEIRO, K. S.; FERREIRA, E. C.; COSTA, M. S. S. M.; GAZZOLA, D. Uso de biofertilizante no cultivo de alface hidropônica. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, p. 160-164, 2007.
- RUSSEL, E. W. Soil conditions and Plant growth. p. 282-290, 467. Londres, 1961.
- SILVA, F. A. M.; BÔAS, R. L. V.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos

orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, p. 131-137, 2010.

SILVA, C. R. da. Cultivo hidropônico de alface com soluções organominerais apropriadas a agricultura familiar, 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2016.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MÉLO, R. F.; JORGE, C. A.; OLIVEIRA, A. S. Experimental structure for evaluation of brackish water use in lettuce hydroponic production. *Irriga*, v. 14, n. 1, p. 102-114, 2009.

SOUSA, B. A. B. Ministério de Minas e Energia. Diagnóstico do Município de Sousa. Recife: Eletrônica, 2005. 34 p.

SOUSA, T. P.; SOUSA NETO, E. P.; SILVEIRA, L. R. S.; SANTOS FILHO, E. F.; MARACAJÁ, P. B. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.), em função de diferentes concentrações e tipos de biofertilizantes. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 4, p. 168-172, 2014.

SUINAGA, F. A. Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013, 15p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

VALERIANO, T. T. B.; SANTANA, M. J.; MACHADO, L. J. M.; OLIVEIRA, A. F. Alface americana cultivada em ambiente protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. *Irriga*, v. 21, n. 3, p. 620-630, 2016.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; PAULUS, D.; ZIECH, M. F. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 9, p. 948-954, 2014.