

Cultivo de Alface Americana com o Uso de Biofertilizantes Sobre Coberturas Vegetais

The use of Biofertilizers Over Vegetable Coverings on Iceberg Lettuce Crop

Suzete Rodrigues Ferrazza^a; Eduardo Barreto Aguiar^a; José Antonio Maior Bono^a; Rosemary Matias^a; Alex da Silva Oliveira^a; Bianca Obes Corrêa^a; Aline Vanessa Sauer^b; Denise Renata Pedrinho^{*a}

^aUniversidade Anhanguera Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio Sustentável. MS, Brasil.

^bUniversidade Estadual Norte do Paraná - Luiz Meneghel. PR, Brasil.

*E-mail: denise.pedrinho@cogna.com.br

Resumo

A produção intensiva de hortaliças exige manejo adequado do solo para garantir a produtividade e a sustentabilidade ambiental. A busca por práticas com exploração racional do ambiente é um desafio para agricultura. Efeitos benéficos são evidenciados quanto ao plantio sobre coberturas vegetais associado ao uso de fertilizantes orgânicos. Porém há necessidade de maior conhecimento sobre essas técnicas e sua interação com o crescimento das plantas. Com a finalidade de conhecer os efeitos dessas técnicas e estudar alternativas ecologicamente sustentáveis para a produtividade agrícola, avaliou-se o desempenho agrônomico da alface americana *Lucy Brown* em dois tipos de coberturas vegetais associadas ao uso de biofertilizante e diferentes doses de vermicomposto, na região de Campo Grande - MS. O experimento foi realizado em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 2x4x2: tipos de palhada (bagaço de cana-de-açúcar e capim), doses de vermicomposto (0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹) e uso de biofertilizante (com e sem), totalizando 16 tratamentos e 64 parcelas experimentais com dimensão de 2 m² (1m x 2m). O desempenho agrônomico da alface americana analisado pelas variáveis diâmetro do caule, diâmetro de cabeça, massa fresca e massa seca da parte aérea demonstraram interação significativa com as doses de vermicomposto, com tipo de cobertura e uso de biofertilizante. O uso do biofertilizante em associação com a cobertura de capim, bioestimulou a atividade microbiana no solo e refletiu em ganhos para todas as variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Cobertura Vegetal. Adubo Orgânico. Bokashi.

Abstract

The intensive greenery production demands adequate soil management to assure the environmental production and sustainability. Searching for practices with rational environmental exploration has been a challenge for agriculture. Beneficial effects are evident in relation to vegetable coverings planting associated with the use of organic fertilizers. However, it is necessary more understanding about these techniques as well as their interaction with plant growth. In order to know the effects of these techniques and to study ecologically sustainable alternatives for agricultural productivity, the agronomic performance of iceberg lettuce *Lucy Brown* was evaluated in two types of vegetable coverings associated with the use of biofertilizer and different doses of vermicompost, in the region of Campo Grande - MS. The experiment was carried out in random blocks with four replications, 2x4x2 factorial scheme: types of straw (sugarcane bagasse and grass), doses of vermicompost (0, 5, 10 and 15 t ha⁻¹) and use of biofertilizer (with and without), totaling 16 treatments and 64 experimental plots measuring 2 m² (1m x 2m). The agronomic performance of iceberg lettuce analyzed by the variables stem diameter, head diameter, fresh mass and dry mass of the aerial part showed significant interaction with the vermicompost doses, with type of cover and use of biofertilizer. The use of biofertilizer associated with the grass covering biostimulated the microbial activity in the soil and reflected in gains for all the variables analyzed.

Keywords: *Lactuca sativa* L. Vegetal Covering. Organic Fertilizer. Bokashi.

1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea pertencente à família Asteraceae. Trata-se da hortaliça folhosa mais consumida na alimentação do brasileiro, fato que assegura a essa cultura expressiva importância econômica (Martins *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2021). A cultura provém de clima temperado e no verão, pode apresentar baixa produtividade e qualidade (Filgueira, 2013).

A partir da década de 90 ocorreram significativas mudanças na cadeia produtiva de hortaliças. Durante este processo, o destaque para alface americana se deve principalmente por parte das redes de *fast foods*. A variedade apresenta maior período de conservação pós-colheita quando comparada aos

outros tipos de alface (Souza, 2023). Apesar de ser cultivada em todas as regiões brasileiras, existem restrições de produção em virtude da sensibilidade da alface americana às condições adversas de temperatura, umidade do ar e precipitação pluvial. Temperaturas elevadas podem provocar queima das bordas das folhas externas, formar cabeças pouco compactas o que compromete a qualidade e produtividade (Araújo *et al.*, 2010; Gomes *et al.*, 2005). No Estado de Mato Grosso do Sul, dentre os vários fatores que influenciam a produção e a qualidade das hortaliças, em especial da alface, destacam-se as altas temperaturas (acima de 30 °C) que dificultam a produção comercial (Bono *et al.*, 2015). No entanto, para cultivos de verão, destaca-se o notável comportamento da

cultivar americana “*Lucy Brown*”, por apresentar precocidade e boa cobertura foliar que protege a cabeça do excesso de sol (Henz; Suinaga, 2009). Altas temperaturas podem interferir diretamente no desenvolvimento das plantas de alface e ocasionarem perdas de até 60%. Mesmo com a utilização de cultivares híbridos, as temperaturas elevadas modificam a textura das folhas de alface, tornando-as mais fibrosas. Além disso pode ocorrer o pendoamento precoce (Sala; Costa, 2012). O uso de cobertura do solo, como plantio sobre a palhada de diferentes culturas, é uma técnica que diminui a temperatura no solo e auxilia o cultivo da alface (Sala; Costa, 2012; Cardoso *et al.*, 2020).

Como alternativa para substituir os defensivos químicos, produtos novos vêm sendo comercializados (Qiu *et al.*, 2012, Shen *et al.*, 2015). Dentre estes, têm-se destacado uso de fertilizantes orgânicos compostos obtidos por processos físicos, químicos, físico-químicos, bioquímicos, naturais ou controlados. Os fertilizantes orgânicos compostos podem ser elaborados a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana ou rural (animal ou vegetal), isoladas ou misturadas. Estes produtos podem ser enriquecidos de nutrientes minerais, princípio ativo ou agentes capazes de melhorarem suas características físicas, químicas ou biológicas (Brasil, 2017). Quando aplicados via solo contribuem para a melhoria dos atributos físicos do solo, auxiliam na infiltração, aeração, armazenagem de água e aumento da população microbiana nativa do solo (Alves, 2006).

Dentre os diferentes tipos de fertilizantes orgânicos, o *Bokashi* é resultante um processo fermentativo, utilizado para obtenção de produtos comerciais, como os biofertilizantes. Consiste na mistura balanceada de matéria orgânica de origem vegetal e/ou animal, submetidas ao processo de fermentação controlada. Trata-se de uma técnica muito antiga no Japão, trazida e adaptada ao Brasil no final da década de 80 por imigrantes japoneses (Siqueira; Siqueira, 2013; Curi *et al.*, 2017). As potencialidades de produtos à base de *Bokashi* já foram comprovadas para outras culturas nas quais observou-se aumento do número de nódulos, massa seca de raízes e parte aérea, maior taxa fotossintética o que contribui para maior condutância mesófila, que está envolvida no processo de resistência à seca (Pei-Sheng; Hui-Lian, 2008). Na cultura da alface a utilização do biofertilizante obtido com uso de *Bokashi* e organismo eficiente, verificou-se que aumento no crescimento vegetativo das plantas (Chiconato *et al.*, 2013; Montanha *et al.*, 2022).

Apesar das potencialidades do *Bokashi* seu uso ainda é incipiente e existe a necessidade de estudos que comprovem sua eficiência e possíveis mecanismos de ação. Neste aspecto, o uso da palhada sobre a superfície do solo em associação ao biofertilizante poderá ser bioestimulada através da disponibilização de matéria orgânica para os microrganismos do solo e o consequente aumento de sua população para disponibilizar nutrientes às plantas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho agrônomo da alface americana *Lucy Brown* com o uso de biofertilizante em dois tipos de coberturas vegetais com diferentes doses de vermicomposto, no município de Campo Grande, MS.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na região de Campo Grande – MS, nos meses de setembro a novembro de 2018, nas coordenadas geográficas de latitude 20°26'21" sul e longitude 54°32'27" em solo classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico (Areia Quartzosa) (Embrapa, 2018). As características químicas e físicas do solo foram determinadas de acordo com Teixeira *et al.* (2017) e forneceram os dados a seguir: pH em água 6,3, pH em CaCl₂ (0,01 M) 5,9; (P) 38 mg dm⁻³; (K⁺) 85 mg dm⁻³; (Ca⁺²) 2,40 cmol⁺ dm⁻³; (Mg⁺²) 1,30 cmol⁺ dm⁻³; (H⁺) 2,0 cmol⁺ dm⁻³, matéria orgânica (MO) 18,3 g kg⁻¹, capacidade de troca de cátions (CTC) 5,9 cmol⁺ dm⁻³, saturação de bases (V) 71%, argila 115 g kg⁻¹, silte 30 g kg⁻¹ e areia total 855 g kg⁻¹.

Na área realizou-se adubação básica com fósforo, potássio e nitrogênio de acordo com as recomendações de Ribeiro, Guimarães, Venegas (1999). Foram aplicados 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no transplante das mudas, 120 de kg ha⁻¹ de K₂O e 150 kg de nitrogênio divididos em 30 kg ha⁻¹ e 37,5 kg ha⁻¹ respectivamente, em cada época, no transplante, 20, 30 e 40 dias após o transplante. Utilizou-se como fonte de fertilizante o fosfato de monoamônio, fosfato super simples, cloreto de potássio e ureia. A cultura foi irrigada por aspersão convencional duas vezes ao dia até a colheita.

As mudas foram produzidas em casa-de-vegetação utilizando-se sementes peletizadas de alface americana cultivar *Lucy Brown*. Para a semeadura foram utilizadas bandejas de isopor de 128 células previamente preenchidas com substrato comercial e semeadas uma semente por célula. O transplante das mudas de alface ocorreu 30 dias após a semeadura. As parcelas experimentais foram canteiros apresentaram dimensões de 1 m de largura e 2 m de comprimento. Utilizou-se o espaçamento de 25 x 25 cm entre plantas, totalizando-se 21 plantas por parcela. Para fins de colheita e avaliação, a área útil foi composta pelas seis plantas centrais de cada parcela.

O experimento foi realizado em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2 x 4 x 2. O primeiro fator consistiu em dois tipos de palhada: bagaço de cana-de-açúcar e capim-braquária aplicados na densidade de 1,5 Kg MS/m² para cada tipo de cobertura. O segundo fator foi composto de quatro diferentes doses de vermicomposto comercial: 0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹, aplicadas na superfície do solo no transplante de mudas. No terceiro fator utilizou-se o biofertilizante comercial Bokashi® aplicado na dose de 5 L ha⁻¹ e sem aplicação do produto. O experimento totalizou 16 tratamentos e 64 parcelas experimentais com dimensão de 2 m² (1 m x 2 m).

Para a produção de palhada o bagaço de cana foi proveniente do resíduo da indústria sucroalcooleira e submetido a exposição a pleno sol por 60 dias para redução da umidade. O capim-braquiária foi obtido de área de cultivo com *Urochloa decumbens*. As plantas foram cortadas em partículas de 2 cm² e expostas a pleno sol até a secagem completa por aproximadamente 30 dias. O vermicomposto comercial utilizado foi adquirido no mercado local e apresentou as seguintes características: teor de matéria orgânica de 40%, fósforo (P) de 2% a 4%, nitrogênio (N) de 3% a 5%, potássio (K) de 0,7% a 1,5% e relação carbono x nitrogênio (relação C/N) de 10/01. O biofertilizante líquido se caracteriza como produto orgânico comercial *fertibokashi premium* foi cedido pela Empresa Korin®. A dose utilizada foi de 5 L ha⁻¹, diluída e ativada a 10% a partir da recomendação de diluição da formulação pelo fabricante, sendo a composição constituída de 10 mL do produto, 100 gramas de açúcar e 1 L de água. Após a ativação o biofertilizante foi aplicado em três diferentes épocas. A primeira pulverização foi realizada sobre a palhada no momento do plantio e foram realizadas mais duas aplicações em coberturas, aos 20 e 30 dias após transplante das mudas. As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal pré-pressurizado por CO₂ com pressão de 400 kPa e taxa de aplicação constante de 150 L ha⁻¹. Para aplicação utilizou-se barra com 01 ponta de pulverização do tipo cônico com indução de ar (CA02). Aos 55 dias após o transplante as plantas de alface foram colhidas retirando-se toda a planta do solo (parte aérea e raiz). Após a colheita as plantas foram lavadas e seccionadas a parte aérea da raiz. Aferiu-se as seguintes variáveis biométricas: diâmetro do caule (Dca) medido no colo da planta individualmente em duas posições com auxílio de paquímetro digital; diâmetro da cabeça (DC) medido individualmente em duas posições com régua, considerando-se apenas o miolo central compacto da planta de alface; massa fresca da parte aérea (MFPA). Posteriormente as plantas foram colocadas individualmente em sacos de papel e levadas para a estufa de secagem com circulação forçada de ar a ± 65 °C até peso constante, para obtenção da Massa seca da parte aérea (MSPA).

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias através do procedimento de PROC GLM utilizando *software SAS - Statistical Analysis Software* (versão 8.1; SAS, Inc. Cary) (SAS Institute-Brasil, 2013). Quando significativo para p teste F as médias foram submetidas a análise de regressão e teste de médias.

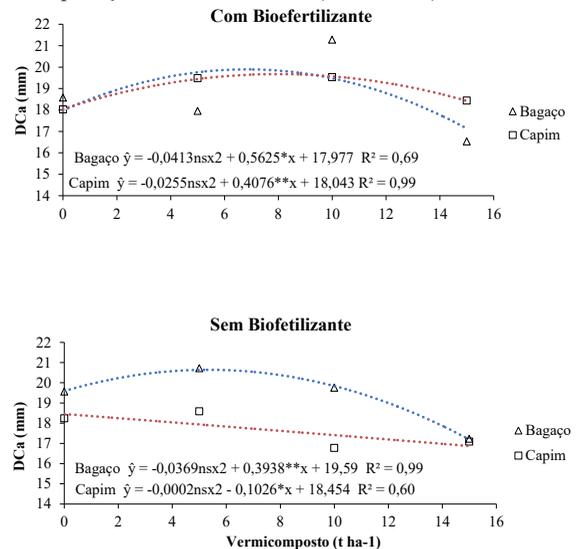
3 Resultados e Discussão

As variáveis biométricas analisadas neste estudo para cultura da alface apresentaram interação significativa quanto aos fatores tipo de cobertura, doses de vermicomposto e biofertilizante (P>5%). A interação foi desdobrada através da análise de cada tipo de cobertura do solo, sob os efeitos das diferentes doses de vermicomposto.

A cobertura de solo com bagaço de cana não influenciou

significativamente no diâmetro do caule (Dca) independente da associação ao biofertilizante (Figura 1).

Figura 1 - Diâmetro do caule (Dca) de plantas de alface americana (*Lucy Brown*) oriundas de tratamento com diferentes doses de vermicomposto comercial (0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹), sobre palhada de bagaço de cana-de-açúcar e capim-braquiária associadas ou não com a aplicação de biofertilizante (0 e 5 L ha⁻¹)



Fonte: dados da pesquisa.

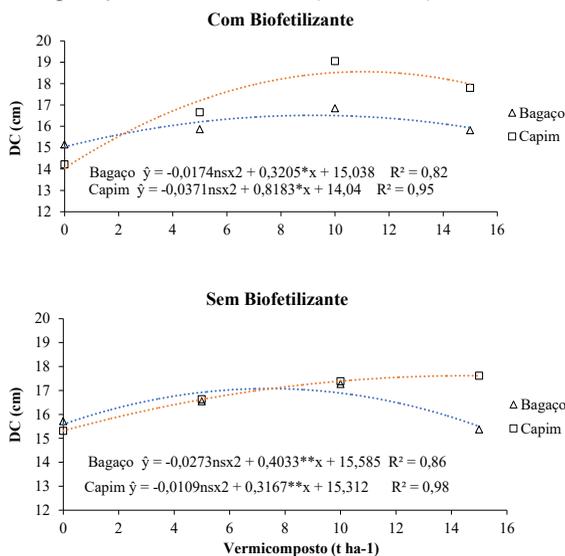
As doses do vermicomposto apresentadas nos resultados foram ajustadas de acordo com modelo matemático. As doses de vermicomposto entre 5,3 t ha⁻¹ e 6,8 t ha⁻¹, com e sem o uso biofertilizante apresentaram incremento de 5% e 11%, respectivamente para Dca e relação a testemunha (0 t ha⁻¹ de vermicomposto). Para a cobertura de solo com capim-braquiária associada ao uso do biofertilizante, observou-se aumento de 9% de Dca até a dose ajustada de 6,8 t ha⁻¹ de vermicomposto. Para a cobertura de solo com capim braquiária sem o uso do biofertilizante, houve redução de 10% do Dca para todas as doses do insumo vermicomposto. A cobertura de solo com capim-braquiária possui relação carbono/nitrogênio (C/N) menor quando comparada ao bagaço de cana. Desta forma, quando em associação ao biofertilizante facilitou a mineralização do resíduo vegetal (capim-braquiária) e potencializou a disponibilidade de nutrientes às plantas da cultura de alface, atuando indiretamente através do retorno dos nutrientes para a solução do solo e consequentemente refletindo no Dca. O efeito da redução do Dca com as doses do vermicomposto sem a aplicação de biofertilizante podem ser explicados pela imobilização de nutrientes no capim que podem competir com a planta (Malik; Blagodatskaya; Gleixner, 2013).

A resposta não significativa da cobertura de bagaço de cana à aplicação do biofertilizante pode ser atribuída a composição fibrosa da cana-de-açúcar. Além disso, o bagaço de cana apresenta constituintes químicos como a celulose, hemicelulose, lignina, óleos vegetais, proteínas e cinzas (Elshahed, 2010; Pandey *et al.*, 2000) cujo efeito do biofertilizante não influenciou no processo de mineralização

dos nutrientes. A decomposição da palhada da cana é influenciada pela relação C/N, temperatura e umidade do solo. A disponibilização de N pode ocorrer no processo de decomposição da palhada (Fortes; Trivelin; Vitti, 2012; Santos *et al.*, 2012). Entretanto, este fato não foi observado neste trabalho para a cultura da alface, uma vez que o vermicomposto tem maior potencial de liberação de N em relação a palhada da cana (Fortes; Trivelin; Vitti, 2012).

Para a variável diâmetro da cabeça (DC), semelhante ao observado para DCa, houve efeito da interação das doses de vermicomposto, com cobertura e biofertilizantes. A ação do biofertilizante sobre a cobertura com bagaço de cana não apresentou diferença significativa para o DC. Foram observadas diferenças significativas para a aplicação do biofertilizante sobre a cobertura de capim-braquiária. O DC sem a aplicação de biofertilizante foi de 17 cm e de 19 cm com a aplicação biofertilizante, o que representou ganho de 12% (Figura 2). Quanto as doses de vermicomposto em ambas as coberturas, observou-se efeito positivo para as doses ajustadas em até 9 t ha⁻¹, com destaque para o capim em associação ao biofertilizante, com DC 32% maior em comparado com a testemunha.

Figura 2 - Diâmetro da cabeça (DC) de plantas de alface americana (*Lucy Brown*) oriundas de tratamento com diferentes doses de vermicomposto comercial (0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹), sobre palhada de bagaço de cana-de-açúcar e capim-braquiária associadas ou não com a aplicação de biofertilizante (0 e 5 L ha⁻¹)



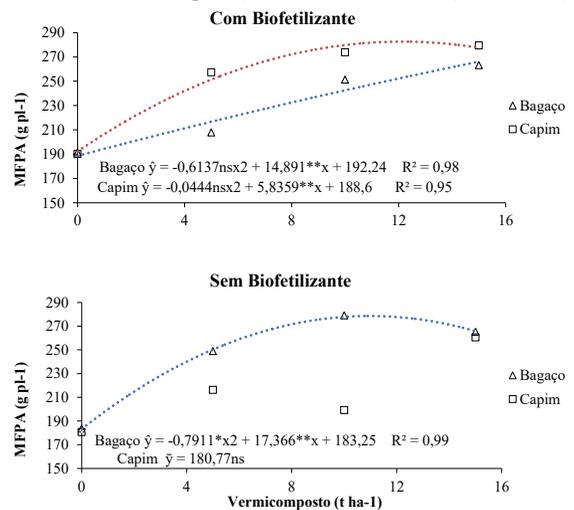
Fonte: dados da pesquisa.

Pode-se inferir neste estudo que o biofertilizante aplicado sobre o capim-braquiária disponibilizou matéria orgânica e consequentemente estimulou os microrganismos do solo, que aumentaram sua população liberando macro e micronutrientes para as plantas de alface, refletindo no DC. A decomposição dos resíduos culturais de plantas em cobertura favorece a ciclagem de nutrientes, a agregação, o armazenamento da água, manutenção ou incremento dos teores de matéria orgânica do solo (Boer *et al.*, 2017).

O uso do biofertilizante em associação com as coberturas

bagaço de cana-de-açúcar e capim-braquiária apresentou diferentes respostas para o peso de MFPA das plantas de alface (Figura 3).

Figura 3 - Massa fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de alface americana (*Lucy Brown*) oriundas de tratamento com diferentes doses de vermicomposto comercial (0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹), sobre palhada de bagaço de cana-de-açúcar e capim-braquiária associadas ou não à aplicação de biofertilizante (0 e 5 L ha⁻¹)

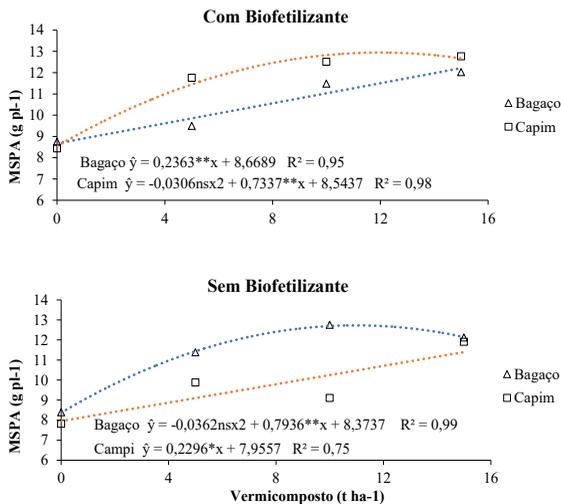


Fonte: dados da pesquisa.

Ao analisar a cobertura bagaço de cana com biofertilizante, verificou-se uma equação linear positiva para as doses de vermicomposto. No entanto, sem a aplicação de vermicomposto houve ajuste de equação quadrática com peso máximo (280 g de MFPA) para a dose ajustada pelo modelo matemático em até 11 t ha⁻¹. Na combinação de cobertura capim-braquiária mais a aplicação do biofertilizante, a MFPA foi representada por uma equação quadrática e apresentou aumento de peso (260 g) até a dose ajustada em 13 t ha⁻¹ de vermicomposto. Sem a aplicação do vermicomposto não houve resposta para a MFPA.

A massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de alface também apresentou efeito interativo entre vermicomposto, cobertura e biofertilizante, semelhante ao ocorrido para as análises de DCa, DC e MFPA. Houve aumento da MSPA da alface com uso de vermicomposto e a influência do biofertilizante no tipo de cobertura utilizado. Para o capim-braquiária quanto ao uso do biofertilizante, as respostas ajustaram-se ao modelo matemático quadrático até a dose de 10 t ha⁻¹ de vermicomposto. Para o capim-braquiária sem a aplicação de biofertilizante, os resultados ajustaram-se ao modelo matemático linear positivo. Já para cobertura com bagaço da cana-de-açúcar a resposta foi inversa, ou seja, houve o ajuste de modelo quadrático sem uso do biofertilizante até a dose de 10 t ha⁻¹ e ajuste ao modelo linear com o uso do biofertilizante, indicando a ação do produto sobre estes tipos de coberturas (Figura 4).

Figura 4 - Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de alface americana (*Lucy Brown*) oriundas de tratamento com diferentes doses de vermicomposto comercial (0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹), sobre palhada de bagaço de cana-de-açúcar e capim-braquiária associadas ou não com biofertilizante (0 e 5 L ha⁻¹)



Fonte: dados da pesquisa.

A biomassa microbiana funciona como um compartimento que libera rapidamente os nutrientes às plantas, pelo processo de mineralização dos resíduos e morte dos organismos (Silva *et al.*, 2010). O uso de biofertilizantes e outros compostos orgânicos incrementam a biomassa microbiana devido ao aumento nas proporções de carbono e nitrogênio lábeis estimulando diretamente a microbiota do solo (Oliveira *et al.*, 2008; Zandonadi *et al.*, 2014).

A utilização de técnicas de cultivo com o uso de produtos biológicos, a fim de manter a sustentabilidade da agricultura e, portanto, do meio ambiente, são de extrema importância e poderão contribuir para o aumento da produtividade, além da segurança alimentar (Santos *et al.*, 2021).

Cabe ressaltar que, a cobertura do solo com resíduo vegetal, o uso de biofertilizante e vermicomposto, podem proporcionar condições favoráveis à microbiota do solo, no entanto vários outros aspectos deverão ser analisados, como, fatores edafoclimáticos, cultura e variedade, para que se possa relacionar ao tipo de cobertura e compostos orgânicos a serem recomendados.

4 Conclusão

A produtividade da alface em cobertura vegetal com bagaço de cana-de-açúcar apresenta resposta positiva para doses de vermicomposto ajustadas em até 11,0 t ha⁻¹, produzindo 280 gramas de massa fresca por planta independente do uso de biofertilizante, o que representa aumento de 47% sobre a produção da testemunha.

Para a cobertura do solo com capim braquiária o aumento da produção é possível em associação com biofertilizante, até 13,0 t ha⁻¹ do vermicomposto, com aumento da produção em 260 gramas, o que representa 40% a mais sobre a testemunha.

Referências

- ALVES, L. Solubilização de nutrientes contidos em rochas por fungos ectomicorrízicos. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- ARAÚJO, T.S. et al. Crescimento de alface americana em função dos ambientes, épocas e graus-dia. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.*, v.5, n.4, p.441-449, 2010, doi: 10.52395i4.480.
- BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.42, n.9 p.1269-1276, 2007, doi: 10.1590/S0100-204X2007000900008.
- BONO, J.A.M. et al. Performance of American lettuce under different plant covers for no-tillage system. *Afric. J. Agricul. Res.*, v.10, n.35, p.3477-3483, 2015, doi: 10.5897/AJAR2015.10146.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Insumos agropecuários. Brasília: MAPA, 2017.
- CARDOSO, D.L. et al. Soil mulch in control of soil temperature and incidence of weeds in the production of crisphead lettuce. *Res. Soc. Develop.*, v.9, n.11, p.e1869119729, 2020, doi: 10.33448/rsd-v9i11.9729
- CHICONATO, D.A. et al. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. *Biosci. J.*, v.29, n.2, p.392-399, 2013.
- CURI, N. et al. Pedologia: solos dos biomas brasileiros. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2017.
- ELSHAHED, M.S. Microbiological aspects of biofuel production: current status and future directions. *J. Adv. Res.*, v.1, n.2, p.103-111, 2010, doi: 10.1016/j.jare.2010.03.001.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA. 2018.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2013.
- FORTES, C.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C. Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in São Paulo state, Brazil. *Biom. Bionergy*, v.42, p.189-198, 2012, doi: 10.1016/j.biombioe.2012.03.011.
- GOMES, T.M. et al. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. *Horticult. Bras.*, v.23, n.2, p.316-319, 2005.
- HENZ, G.P.; SUINAGA, F.A. Tipos de alface cultivados no Brasil. *Comunicado Técnico Embrapa Hortaliças*, n.75, p.1-7, 2009.
- MALIK, A.; BLAGODATSKAYA, E.; GLEIXNER, G. Soil microbial carbon turnover decreases with increasing molecular size. *Soil Biol. Bioch.*, v.62, p.115-118, 2013, doi: 10.1016/j.soilbio.2013.02.022.
- MARTINS, A. et al. Desempenho de mudas de alface sob doses de inoculante biológico solubilizador de fósforo. *Agries*, v.8, n.2, p. 8-16, 2022. doi: 10.36725/agries.v8i2.7945.
- MONTANHA, Y.G.A. et al. Influência do composto orgânico bokashi no desenvolvimento da alface americana (*Lactuca sativa* L.). *Rev. Ibero-Am. Hum.*, v.8, n.07, p.530-539, 2022, doi: 10.51891/rease.v8i7.
- OLIVEIRA, F.F. et al. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. *Horticult. Bras.*, v.26, n.2, p.216-220. 2008.
- PANDEY, A. et al. Biotechnological potential of agro-industrial

- residues. I: sugarcane bagasse. *Bioresource Technol.*, v.74, n.1, p.69-80, 2000, doi:10.1016/S0960-8524(99)00142-X.
- PEI-SHENG, Y.P.; HUI-LIAN, X. Influence of EM Bokashi on nodulation, physiological characters and yield of peanut in nature farming fields. *J. Sustainable Agricul.*, v.19, n.4, p.105-112, 2008, doi:10.1300/J064v19n04-10.
- QIU, M. et al. Q. Application of bio-organic fertilizer can control Fusarium wilt of cucumber plant by regulation microbial community of rhizosphere soil. *Biol. Fertility Soils*, v.48, p.807-816, 2012, doi: 10.1007/s00374-012-0675-4.
- RIBEIRO, A.C.; GIMARÃES, P.T.G.; VENEGAS, V.H.A. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999.
- SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alficultura brasileira. *Horticul. Bras.*, v.30, n.2, p.187-194, 2012, doi:10.1590/S0102-05362012000200002.
- SANTOS, F.A. et al. Potencial da palha da cana para produção de etanol. *Quím. Nova*, v.35, n.5, p.1004-1010, 2012, doi:10.1590/S0100-40422012000500025.
- SANTOS, M.S. et al. The challenge of combining high yields with environmentally friendly bioproducts: a review on the compatibility of pesticides with microbial inoculants. *Agronomy*, v.11, p.870, 2021, doi: 10.3390/agronomy11050870.
- SAS - INSTITUTE-BRASIL. Statistical Analysis Software. 2013. Disponível em: <https://www.sas.com/pt_br/home.html>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- SHEN, Z. et al. Effect of biofertilizer for suppressing Fusarium wilt disease of banana as well as enhancing microbial and chemical properties of soil under greenhouse trial. *Appl. Soil Ecol.*, v.93, p.111-119, 2015, doi: 10.1016/j.apsoil.2015.04.013.
- SILVA, R. R. et al. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes - MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n.5, p.1585-1592, 2010, doi: 10.1590/S0100-06832010000500011.
- SILVA, R.V.; FERREIRA, A.P.G.; MARTINS, G.A. Hortaliças folhosas: atualidades e perspectivas. *Anuário HF 2021*, p.52-55, 2021.
- SIQUEIRA, A.P.P.; SIQUEIRA, M.F.B. Bokashi: adubo orgânico fermentado. *Manual Técnico Rio Rural*, n.40, p.1-16, 2013.
- SOUZA, J.O. Alface americana lidera demanda de fast foods. *Revista Campos & Negócios*. 2023. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/alface-americana-lidera-demanda-de-fast-foods-2/>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- TEIXEIRA, P.C. et al. Manual de métodos de análise de solo. Brasília: Embrapa Solos, 2017.
- YURI, J.E. et al. Comportamento de cultivares de alface americana em Santana da Vargem. *Horticul. Bras.*, v.22, n.2, p.249-252, 2004, doi: 10.1590/S0102-05362004000200017.
- ZANDONADI, D.B. et al. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Horticul. Bras.*, v.32, n.1, p.14-20, 2014, doi:10.1590/S0102-05362014000100003.