



favorecem a mineralização, a disponibilidade de nutrientes e o equilíbrio microbiológico do solo. O presente estudo teve como objetivo avaliar compostagens produzidas a partir de bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com diferentes doses de Zn, associado à inoculação de EMs, visando seu uso como insumo para a biofortificação agrônômica da alface (*Lactuca sativa* L.). A pesquisa buscou verificar se essa abordagem, baseada no reaproveitamento de resíduos agroindustriais e no uso de tecnologias biológicas, pode melhorar parâmetros fisiológicos da cultura, como trocas gasosas e teores de clorofilas, promovendo um modelo agrícola mais sustentável e alinhado aos desafios da segurança alimentar global.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no setor de Agricultura da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III, em Bananeiras-PB, com o objetivo de avaliar a eficiência da compostagem do bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com diferentes doses de zinco (Zn), associado à aplicação de micro-organismos eficientes (EMs), para produção de substrato destinado à biofortificação agroecológica da alface (*Lactuca sativa* L.). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5×2, envolvendo cinco doses de Zn e presença ou ausência de EMs, totalizando 40 pilhas de compostagem. As pilhas foram montadas com bagaço de cana e solo, recebendo aplicações periódicas de Zn, EMs e biofertilizantes ao longo dos meses de novembro a março. O composto resultante foi utilizado no cultivo da alface em vasos mantidos em ambiente protegido, sob irrigação por gotejamento. As avaliações fisiológicas ocorreram em maio e incluíram o Índice de Clorofila Foliar (ICF) e as variáveis de trocas gasosas — taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e concentração interna de CO<sub>2</sub> — mensuradas por IRGA. Os dados foram analisados no software RStudio.

### **Resultados e Discussão:**

A análise de componentes principais (PCA) das variáveis de trocas gasosas da alface crespa mostrou que os dois primeiros componentes explicaram 93,3% da variância total, revelando forte estrutura nos dados. A PCA1, responsável por 74,3% da variância, foi principalmente influenciada pela concentração interna de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>), enquanto a PCA2 (19%) se relacionou à condutância estomática (g<sub>s</sub>) e à transpiração (E). Os gráficos evidenciaram que a aplicação de diferentes doses de Zn, associadas ou não a micro-organismos eficientes (ME), gerou padrões distintos de resposta fisiológica. Tratamentos com ME em doses intermediárias a altas apresentaram maior associação com g<sub>s</sub> e E, indicando melhor desempenho fisiológico. Em contrapartida, tratamentos sem ME nas doses mais elevadas mostraram sinais de restrição fisiológica, possivelmente por estresse causado pelo acúmulo de Zn.

A análise de NMDS apresentou valor de stress extremamente baixos, confirmando excelente ajuste na representação das concentrações de clorofilas. O dendrograma resultante revelou três grupos distintos: o grupo vermelho (nível alto), composto por doses extremas de Zn com ME, destacou maior estabilidade dos pigmentos fotossintéticos; o grupo azul (nível médio), formado por doses baixas de Zn sem ME, exibiu desempenho intermediário; e o grupo verde (nível baixo), incluindo tratamentos com e sem ME em várias doses, mostrou menor similaridade e possível redução no acúmulo de clorofila. Esses resultados reforçam o



II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGIA

Agroecologia: Gênero, Agroecossistemas Multiterritoriais e  
Segurança Alimentar



papel dos ME na manutenção fisiológica da planta, sobretudo em condições de maior disponibilidade de Zn.

## Conclusões

A análise de componentes principais (PCA) das trocas gasosas da alface crespa crioula mostrou que a maior parte da variação entre os tratamentos está concentrada na primeira dimensão, destacando a importância das variáveis fotossintéticas (A, gs, E e Ci). A distribuição dos grupos evidenciou diferenças marcantes entre as doses de zinco, com e sem micro-organismos eficientes (ME), revelando que o uso de ME — especialmente em doses intermediárias e altas — promove melhor desempenho fisiológico e maior eficiência fotossintética. Além disso, a associação entre ME e doses baixas ou altas de Zn favoreceu a estabilidade e o acúmulo de clorofilas, contribuindo para a manutenção dos pigmentos fotossintéticos em condições controladas de estufa.

## Referências

- CHASAPIS, C. T., Ntoupa, P. S. (tradução) A., Spiliopoulou, C. A. A. (em inglês). & Stefanidou, M. E. Aspectos recentes dos efeitos do zinco na saúde humana. *O Arch. Toxicol* (em inglês). 94, 1443-1460 (2020).
- COELHO, Ana Rita F. et al. Can Foliar Pulverization with CaCl<sub>2</sub> and Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> Trigger Ca Enrichment in *Solanum tuberosum* L. Tubers?. *Plants*, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 245, 2021.
- CORBO, S. Global food supply. In: BOUMAN, B. A. M. et al. Sustainable rice production for food security. International Rice Research Institute (IRRI), 2014.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). A importância da compostagem de resíduos orgânicos para o meio ambiente e a sociedade. Brasília: Ipea, 2012.
- KHAN, Amir et al. Biofertilizers: a microbial-assisted strategy to improve plant growth and soil health. In: *Advanced Microbial Techniques in Agriculture, Environment, and Health Management*. Elsevier, 2023. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323916431000077>. Acesso em: 29 mar. 2024.