

## Uso da mucuna-preta e vermicomposto como adubo orgânico de alface em Moçambique

Use of velvet bean and vermicompost as organic fertilizer for lettuce in Mozambique

Uso de frijol terciopelo y vermicompost como fertilizante orgánico para lechuga en Mozambique

Recebido: 10/01/2023 | Revisado: 27/01/2023 | Aceitado: 28/01/2023 | Publicado: 02/02/2023

**Delton Inácio Lopes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2350-2145>

Universidade Púnguè, Moçambique

E-mail: [deltonlopes20@gmail.com](mailto:deltonlopes20@gmail.com)

**Carlos Vergara**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9002-0934>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: [vergaramaputo93@gmail.com](mailto:vergaramaputo93@gmail.com)

**Karla Emanuelle Campos Araujo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8932-2775>

Faculdade de Ciências Agrárias de Araripina, Brasil

E-mail: [karlaeca@gmail.com](mailto:karlaeca@gmail.com)

**Emily Campos Saraiva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2960-0934>

Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Brasil

E-mail: [emily\\_campos@hotmail.com](mailto:emily_campos@hotmail.com)

### Resumo

A busca por adubos economicamente viáveis para o agricultor familiar, tais como adubos orgânicos, que são fontes baratas de nutrientes, e que preservam as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, constitui uma importante estratégia de países emergentes, como Moçambique, para o aumento da renda da sua população. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de adubos orgânicos (mucuna-preta e vermicomposto) no rendimento da cultura da alface. Um experimento, em campo, foi conduzido na localidade de Bandula, província de Manica, Moçambique, em delineamento de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas e 4 repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de 0 (controle); 2; 3,5 e 5 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta ou de vermicomposto em canteiros que, posteriormente, receberam mudas de alface com 4 a 8 folhas (cultivar Alface EDEN). Indicadores de crescimento (número de folhas, diâmetro da cabeça, altura da planta e massa fresca da parte aérea) e o rendimento da alface foram avaliados aos 70 dias após o transplântio. Constatou-se que plantas adubadas com 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta foram estatisticamente superiores às plantas adubadas com vermicomposto, pois apresentaram maior altura da planta, maior diâmetro da cabeça, maior número de folhas e maior massa fresca da parte aérea, que resultou em um incremento de 40% no rendimento da alface. Nossos resultados sugerem que a adubação da Alface EDEN com 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta representa uma estratégia para melhorar o seu rendimento em sistemas de cultivo de baixo aporte de nutrientes.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L.; *Stizolobium aterrimum*; Adubação orgânica; Adubo verde; Agricultor familiar.

### Abstract

The search for fertilizers economically viable for family farmer, such as organic fertilizers, which are cheap sources of nutrients, and that preserve the physical, chemical and biological properties of the soil, is an important strategy for emerging countries, such as Mozambique, to increase the income of their population. The objective of this paper was to evaluate the potential of organic fertilizers (velvet bean and vermicompost) on the yield of lettuce. An experiment under field conditions was conducted in Bandula, Manica province, Mozambique, in a randomized block design comprising split plots and 4 replications. The treatments consisted of the application of 0 (control); 2; 3.5 and 5 kg ha<sup>-1</sup> of velvet bean or vermicompost in raised beds that later received lettuce seedlings with 4 to 8 leaves (cv. Alface EDEN). Growth indicators and lettuce yield were evaluated 70 days after transplanting. It was found that plants fertilized with 3.5 kg ha<sup>-1</sup> of velvet bean were statistically superior to plants fertilized with vermicompost because they had greater plant height, head diameter, number of leaves, and fresh mass of the aerial part, which resulted in an increase of 40% in lettuce yield. Our results suggest that the fertilization of EDEN Lettuce with 3.5 kg ha<sup>-1</sup> velvet bean represents a strategy to improve its yield in low nutrient input cropping systems.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L.; *Stizolobium aterrimum*; Organic fertilization; Green manure; Family farmer.

## Resumen

La búsqueda de fertilizantes económicamente viables para los agricultores familiares, como los abonos orgánicos, que son fuentes baratas de nutrientes y que preservan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, es una estrategia importante para que los países emergentes, como Mozambique, aumenten los ingresos de su población. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial de los fertilizantes orgánicos (frijol terciopelo y vermicompost) sobre el rendimiento de la lechuga. Se realizó un experimento en Bandula, provincia de Manica, Mozambique, en un diseño de bloques aleatorizados con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 0 (control); 2; 3,5 y 5 kg ha<sup>-1</sup> de frijol terciopelo o vermicompost a camas elevadas que luego recibieron plántulas de lechuga con 4 a 8 hojas (cultivar Alface EDEN). Se evaluaron los indicadores de crecimiento (altura de planta, diámetro de cogollo, número de hojas y masa fresca de la parte aérea) y el rendimiento de la lechuga a los 70 días del trasplante. Se encontró que las plantas fertilizadas con 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de frijol terciopelo fueron estadísticamente superiores a las plantas fertilizadas con vermicompost, porque tuvieron mayor altura de planta, mayor diámetro de cogollo, mayor número de hojas y mayor masa fresca de la parte aérea, lo que resultó en un incremento de 40% en el rendimiento de lechuga. Nuestros resultados sugieren que la fertilización de la lechuga EDEN con 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de frijol terciopelo representa una estrategia para mejorar el rendimiento en sistemas de cultivo con bajos aportes de nutrientes.

**Palabras clave:** *Lactuca sativa* L.; *Stizolobium aterrimum*; Fertilización orgánica; Abono verde; Agricultor familiar.

## 1. Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das mais populares hortaliças folhosas cultivada e consumida no mundo (Filgueira, 2013). Evidências arqueológicas indicam que esta planta vem sendo cultivada há 4500 anos antes de Cristo. E, provavelmente, evoluiu até o fenótipo atual por meio de seleções e mutações sofridas pela espécie silvestre *Lactuca serriola* L., que era utilizada como cultura forrageira e oleaginosa. Atualmente existe uma grande variedade de cultivares de alface no mercado, que exploram diferenças nos formatos, tamanhos e cores das plantas (Adhikari et al., 2020).

Em Moçambique, esta cultura, que é produzida e comercializada em todo país, é caracterizada por baixos rendimentos e má qualidade do produto final. Dentre os diversos fatores que estão associados a esses baixos rendimentos, destacam-se o baixo nível tecnológico, manejo deficitário da fertilidade dos solos e a falta de cultivares adaptadas às altas temperaturas e luminosidade (IIAM, 2011). Com efeito, dados de Varennes (2003) revelam que, do total de agricultores familiares existentes no país, apenas 5 a 10% efetuam a semeadura de sementes melhoradas em campos cujo preparo do solo foi feito por tração animal e adubação com fertilizantes sintéticos. Em 2008, por exemplo, a média de uso de fertilizantes sintéticos pelo agricultor familiar foi de apenas 5,3 kg ha<sup>-1</sup>. Adicionalmente, o acesso a incentivos financeiros e a mercados (para comercialização) é limitado.

Os motivos supracitados fazem com que o rendimento médio da alface em Moçambique não ultrapasse nove toneladas por hectare, um valor ínfimo comparativamente a países como EUA e China, que chegam a atingir 32 e 24 toneladas, respectivamente (FAO, 2023). E é neste contexto que o uso de adubos orgânicos, tais como a mucuna-preta e o vermicomposto, pode contribuir para incrementar a produtividade da cultura em diversas áreas do país; contudo, estudos sobre a dose de mucuna-preta ou de vermicomposto a ser recomendada para aplicação por hectare, no país, são raros.

E um desses estudos, empregando a dosagem de 4,75 kg ha<sup>-1</sup> de vermicomposto no distrito de Mocuba, assegurou, à alface, bons rendimentos (24 t ha<sup>-1</sup>) e boa qualidade (Libra, 2015). Da mesma forma, outro estudo, fazendo a adubação verde com mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) em hortícolas (tomate, repolho e alface), na zona centro do país, na dosagem de 36,75 kg ha<sup>-1</sup>, mostrou bom desenvolvimento e melhor relação custo/benefício na produção de hortaliças, com rendimento médio de 2.168,3 kg ha<sup>-1</sup> (Culula, 2018).

A mucuna-preta e o vermicomposto, para além de funcionarem como adubo para as plantas, contribuiriam para a sustentabilidade do agrossistema, uma vez que a sua matéria orgânica, quando adicionada ao solo e de acordo com o grau de sua decomposição, poderia ter efeito imediato e a longo prazo sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, melhorando a agregação das partículas unitárias do solo, a porosidade e, por consequência, a infiltração da água e seu

armazenamento e circulação no perfil do solo (Lepsch, 2021), o que é muito útil para períodos de estiagem, que são frequentes Moçambique.

Deste modo, objetivou-se avaliar o potencial de adubos orgânicos (mucuna-preta e vermicomposto) no rendimento da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.). Para alcançar tal objetivo, o presente estudo avaliou diferentes doses de adubos orgânicos em termos de indicadores de crescimento e rendimento da alface, a fim de estabelecer a dose-resposta que melhor incrementa, a baixo custo, a produtividade de alface de agricultores familiares de Moçambique.

## 2. Metodologia

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Delegação Distrital do Centro de Investigação e Transferência de Tecnologia para o Desenvolvimento Comunitário de Manica, situada na localidade de Bandula, no distrito de Manica, na parte central a oeste da Província de Manica, a 19° 1' 46,11" Sul e a 33° 9' 17,4" Leste, a uma atitude de 660 m. Segundo a classificação Köppen, o clima da região é Cw, isto é, clima temperado úmido: a estação seca é bem definida na região e ocorre entre maio a outubro (com aproximadamente sete meses), contando com uma evapotranspiração média anual de 1290 mm; a estação chuvosa, com chuvas concentradas e irregulares, ocorre predominantemente entre novembro a março, com precipitações pluviométricas médias anuais de 1000 a 1020 mm; os valores médios anuais da temperatura máxima e mínima são, respectivamente, 28,4°C e 14,0°C. Durante a condução deste ensaio (no período de fevereiro a agosto de 2019), as médias de temperatura do ar, umidade relativa do ar, fotoperíodo e precipitação pluviométrica acumulada foram, respectivamente, 20,5 °C; 71,75%; 7 h e 76,75 mm. O solo da área experimental – cujas características químicas na camada de 0-0,15 m foram as seguintes: pH = 6,95; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = 76 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 47 mg dm<sup>-3</sup>; MO = 1,4% (Jones, 2022) – foi classificado como Ferralic Arenosols pela World Reference Base for Soil Resources (WRB/FAO) (WRB, 2015), o que corresponde, de forma aproximada, a Neossolo Quartzarênico no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA, 2018).

O delineamento experimental utilizado na condução do experimento foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas 2x4 com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de diferentes doses (0; 2; 3,5 e 5 kg ha<sup>-1</sup>) de mucuna-preta ou de vermicomposto na cultura da alface (cultivar: Alface EDEN). As características químicas do vermicomposto foram as seguintes: pH = 7,46; N = 0,83%; P = 0,199 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 697,4 mg dm<sup>-3</sup>; C = 9,83%, MO = 18,77 %; C/N = 15,73 (IIAM, 2022). As características químicas da mucuna-preta não foram avaliadas; contudo, há dados na literatura, tais como do Teodoro et al. (2011), que podem nos dar um panorama sobre a composição química desta leguminosa. A Alface EDEN é uma alface crespa, muito popular (tanto para o cultivo quanto para o consumo) em Moçambique, em virtude da sua fácil adaptação às condições climáticas adversas do país, e da sua resistência à queima-da-saia, doença cujo agente etiológico é a *Rhizoctonia solani* (IIAM, 2006). O experimento contemplou 8 parcelas por bloco: cada bloco com uma dimensão de 36 m<sup>2</sup>, e a parcela com 4,5 m<sup>2</sup>; a distância entre os blocos foi de 0,7 m e a distância entre as parcelas, de 0,5 m, perfazendo uma área útil de 144 m<sup>2</sup> e uma área total, incluindo a bordadura, de 222,75 m<sup>2</sup>.

A produção do adubo verde foi feita em uma área de 56 m<sup>2</sup> (16 m x 3,5 m). A semeadura foi manual, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, e entre plantas, de 0,20 m. Aos 90 dias após a semeadura, quando as plantas estavam em pleno florescimento, foram picadas e, após a pesagem, foram incorporadas no solo com auxílio de uma enxada (Ramos et al., 2018). Procedimento similar foi feito para a incorporação do vermicomposto, que foi produzido por minhoca vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*), que se alimentava de esterco bovino, cinzas e restos de plantas – de soja, milho, bananeira e feijão-nhemba (ou feijão-caupi no Brasil).

O preparo do solo e o levantamento dos canteiros foi feito com auxílio do trator. E, aos 33 dias após a semeadura, quando as mudas estavam com 4 a 8 folhas e 5 a 9 cm de altura, fez-se o transplante das mudas para o campo definitivo. O

espaçamento da cultura utilizado foi 0,3 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, respectivamente, totalizando 50 plantas em cada parcela. Para as avaliações, foi considerada como área útil do estudo, aquela abrangida pelas cinco plantas centrais de cada tratamento. A coleta foi efetuada aos 70 dias após o transplântio, sendo avaliadas as seguintes características: número de folhas, diâmetro da cabeça, altura da planta, massa fresca da parte aérea e o rendimento da alface (Nogueira et al., 2012).

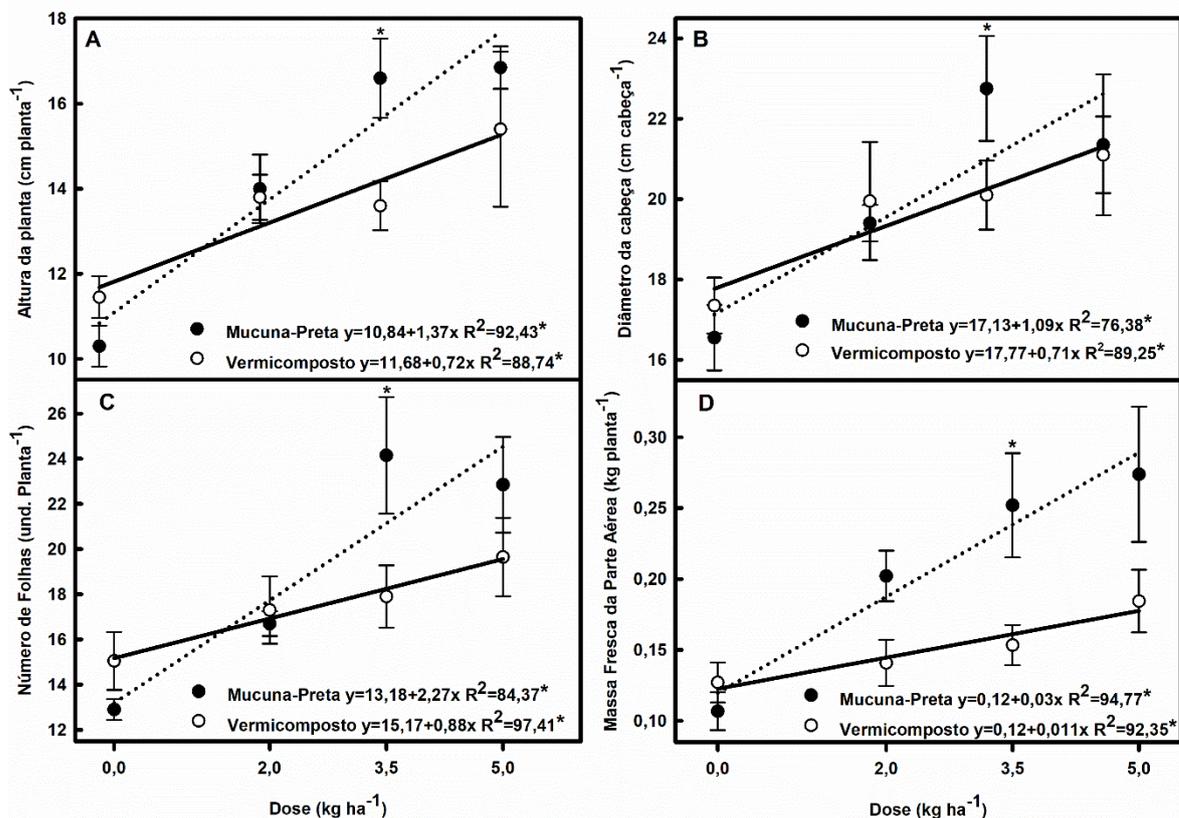
Os dados foram individualmente testados quanto à homogeneidade (Bartlett) e à normalidade (Shapiro-Wilk). Em seguida, a análise de variância (ANOVA) foi realizada. Quando a ANOVA indicou diferenças significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R-project versão 3.4.1 ("R Development Core Team," 2017). Os resultados são apresentados como média  $\pm$  erro padrão.

### 3. Resultados e Discussão

Os dois adubos orgânicos (mucuna-preta e vermicomposto) testados neste estudo revelaram um efeito linear sobre os indicadores de crescimento – altura da planta, diâmetro da cabeça, número de folhas e massa fresca da parte aérea – (Figura 1) e o rendimento da alface (Figura 2), com valores médios do rendimento da alface variando de 11 a 30 t ha<sup>-1</sup> e se aproximando dos rendimentos obtidos nos EUA e na China em 2021 (FAO, 2023).

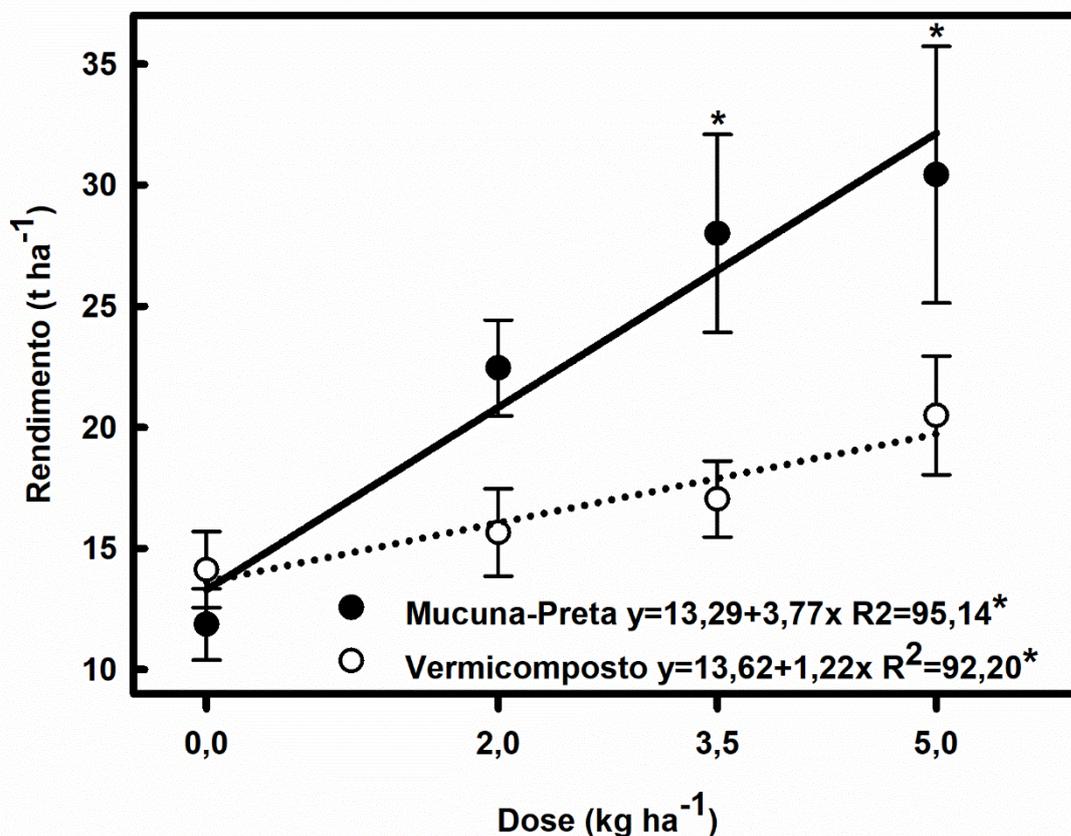
Contudo, plantas da alface adubadas com 2 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta ou de vermicomposto não diferiram entre si em termos da altura da planta, diâmetro da cabeça, número de folhas e massa fresca da parte aérea (Figura 1), o que corroborou o rendimento da alface observado nesta dose (Figura 2). Por outro lado, a dose 3,5 kg ha<sup>-1</sup> revelou diferenças significativas entre mucuna-preta e vermicomposto: porque plantas adubadas com mucuna-preta apresentaram maior altura da planta, maior diâmetro da cabeça, maior número de folhas e maior massa fresca da parte aérea comparativamente às plantas adubadas com vermicomposto (Figura 1), o que resultou em um incremento (significativo) de 40% no rendimento da alface, nesta dose (Figura 2). Na dose 5,0 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta, o incremento no rendimento da alface foi de 32% (Figura 2) comparativamente à adubação com vermicomposto, não tendo sido observado nenhum efeito significativo para as demais variáveis avaliadas (Figura 1). Estes resultados indicam que, dentre as doses de mucuna-preta estudadas neste estudo, 3,5 kg ha<sup>-1</sup> é a dose-resposta economicamente viável para esta cultura, uma vez que esta dose eleva o rendimento da alface ao patamar da dose 5 kg ha<sup>-1</sup> e ainda proporciona uma economia de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta. Além disso, é possível observar, nas Figuras 1 e 2, que a mucuna-preta melhora a nutrição e o crescimento da alface, comparativamente ao vermicomposto, o que está de acordo com relatos anteriores sobre a resposta da alface à adubação orgânico (Culula, 2018; Gonçalves et al., 2010; Libra, 2015; Santos et al., 2001) e com fato das leguminosas serem reconhecidas por apresentar altos teores de N em seus tecidos.

**Figura 1** - Altura da planta (A), diâmetro da cabeça (B), número de folhas (C) e massa fresca da parte aérea (D) de plantas da alface (da cultivar Alface EDEN). As plantas da alface foram adubadas com 2; 3,5 ou 5 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta ou de vermicomposto, ou deixadas sem adubação, ou seja, dose 0 kg ha<sup>-1</sup>. As avaliações foram feitas aos 70 dias após o transplante de mudas de alface. As barras indicam o erro padrão da média de quatro repetições. Asterisco (\*) indica diferenças significativas entre a mucuna-preta e o vermicomposto (teste Scott-Knott em p < 0,05) dentro da mesma dose.



Nesta figura, é possível observar que a adubação da alface com 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta aumenta a altura da planta (A), o diâmetro do caule (B), o número de folhas (C) e massa fresca da parte aérea (D), comparativamente à adubação com vermicomposto. Fonte: Autores.

**Figura 2** - Rendimento da alface (em  $t\ ha^{-1}$ ) aos 70 dias após o transplântio de mudas da alface fertilizadas com diferentes doses (0; 2; 3,5 ou 5  $kg\ ha^{-1}$ ) de mucuna-preta ou de vermicomposto. As barras indicam o erro padrão da média de quatro repetições. Asterisco (\*) indica diferenças significativas entre a mucuna-preta e o vermicomposto (teste Scott-Knott em  $p < 0,05$ ) dentro da mesma dose.



Nesta figura, é possível observar que a adubação da alface com 3,5  $kg\ ha^{-1}$  ou com 5  $kg\ ha^{-1}$  de mucuna-preta proporciona incrementos significativos no rendimento médio da alface, comparativamente à adubação com vermicomposto. Fonte: Autores.

As diferenças significativas reveladas pela incorporação de 3,5  $kg\ ha^{-1}$  de mucuna-preta ou de vermicomposto no solo, podem ser atribuídas, em grande parte, às diferenças nutricionais entre os dois adubos orgânicos. De fato, a literatura considera a mucuna-preta um adubo (verde) mais rico em nutrientes do que o vermicomposto: por exemplo, o teor de N em tecidos de mucuna-preta pode chegar a atingir valores próximos de 4,4%, enquanto no vermicomposto, ou melhor dizendo, no húmus da minhoca, o teor deste elemento dificilmente ultrapassa a 1,5% (Lamim et al., 1998; Teodoro et al., 2011). Ou seja, o vermicomposto é um adubo que tem uma atuação muito restrita no solo, atuando principalmente sobre atributos físicos do solo (por meio da cimentação de suas partículas unitárias), sem esquecer, é claro, do seu efeito como adsorvente orgânico; a mucuna-preta, por outro lado, tem um efeito mais amplo no solo porque, para além de atuar sobre os atributos físicos, atua também sobre os atributos químicos do solo – através da liberação de nutrientes e/ou da sua humificação –, bem como sobre atributos biológicos (mediante a intensificação da atividade microbiana no solo) (Ferreira et al., 2022; Lepsch, 2021; Meurer, 2017; Vergara et al., 2018).

Nossos resultados sugerem, de maneira geral, que os pequenos agricultores moçambicanos, que não fazem uso de nenhum adubo mineral, devem aplicar, em suas lavouras de alface, preferencialmente 3,5  $kg\ ha^{-1}$  de mucuna-preta, em vez de vermicomposto. Contudo – embora o presente trabalho não tenha avaliado efeitos conjuntos destes adubos orgânicos –, não se pode deixar de especular os efeitos aditivos que estes adubos trariam para cultura da alface, caso fossem aplicados de forma combinada, o que proporcionaria um cenário em que o húmus da minhoca operasse como adsorvente orgânico e a mucuna-

preta como fonte de N e de outros nutrientes durante a sua mineralização e, após a sua humificação, como adsorvente orgânico. São relevantes, portanto, estudos que venham a esclarecer os efeitos conjuntos (e isolados) destes adubos orgânicos na cultura da alface.

#### 4. Conclusão

Nossos dados indicam que a incorporação do vermicomposto ou de mucuna-preta no solo melhora as condições de crescimento de plantas da alface, em especial quando a mucuna-preta é usada, resultando em incremento no rendimento da alface de cerca de 40%. Estes resultados foram demonstrados em condições experimentais de campo em Moçambique com foco em agricultores familiares. A dose 3,5 kg ha<sup>-1</sup> de mucuna-preta parece ser a melhor opção para o incremento da produtividade da Alface EDEN em Moçambique. Contudo, ainda são necessários outros estudos para se compreender os efeitos aditivos resultantes da adubação com mucuna-preta e vermicomposto em condições de campo.

#### Agradecimentos

Agradecemos à Delegação Distrital do Centro de Investigação e Transferência de Tecnologia para o Desenvolvimento Comunitário de Manica (CITT) e à Universidade Zambeze (UNIZAMBEZE), em especial à Faculdade de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais (FEARN), pela infraestrutura disponibilizada e pelo apoio econômico.

#### Referências

- Adhikari, N. D., Eriksen, R. L., Shi, A., & Mou, B. (2020). Proteomics Analysis Indicates Greater Abundance of Proteins Involved in Major Metabolic Pathways in *Lactuca sativa* cv. Salinas than *Lactuca serriola* Accession US96UC23. *PROTEOMICS*, 20(19-20), 1900420. DOI: <https://doi.org/10.1002/pmic.201900420>
- Culula, E. H. (2018). *Avaliação do efeito da adubação verde com Mucuna preta (Stizolobium aterrimum), no rendimento de hortícolas no distrito de Sussundenga* [Monografia, Universidade Pedagógica]. Chimoio, Manica, Moçambique.
- EMBRAPA. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (5a ed.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF.
- FAO. (2023). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Available in: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Accessed in: 24/01 /2023.
- Ferreira, R. R., Franco Júnior, K. S., & Brigante, G. P. (2022). Application of biological products in arabica coffee. *Research, Society and Development*, 11(17), e10111738678. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38678>
- Filgueira, F. A. R. (2013). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na producao e comercializacao de hortaliças* (3a ed.). Editora UFV, Viçosa, 421p.
- Gonçalves, W. L. F., Heredia Zárate, N. A., Tabaldi, L. A., & Melgarejo, E. (2010). Desempenho agrônomico de alface americano adubado com diferentes compostos orgânicos. *Rev. Bras. Pl. Med.*, 14, 169-174.
- IIAM. (2006). *Produção e produtividade da alface (Lactuca Sativa L) em condições tropicais*. Maputo, Moçambique: Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
- IIAM. (2011). *Plano Estratégico do IIAM (2011-2015)*. Maputo: Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
- IIAM. (2022). *Análise de qualidade de Adubo*. Sussundenga, Manica: Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
- Jone, J. F. (2022). *Avaliação do processo de multiplicação de semente certificada da cultura de milho (Zea mays L.) a nível das autogrowers* [Monografia, Instituto Superior Politécnico de Manica]. Matsinho, Manica, Mozambique.
- Lamim, S. S. M., Jordão, C. P., Brune, W., Pereira, J. L., & Bellato, C. R. (1998). Caracterização química e física de vermicomposto e avaliação de sua capacidade em adsorver cobre e zinco. *Química Nova*, 21, 278-283.
- Lepsch, I. F. (2021). *19 lições de pedologia* (2ª ed.). Oficina de textos, São Paulo, 310p.
- Libra, J. N. (2015). *Avaliação do efeito de vermicompostagem sobre o rendimento da cultura de alface (lactuca sativa L.) no distrito de mocuba*. [Dissertação, Universidade Zambeze].
- Meurer, E. J. (2017). *Fundamentos de química do solo* (6ª ed., Vol. 5). Evangraf, Porto Alegre, 266p.

Nogueira, N., Oliveira, O., Martins, C., & Bernardes, C. (2012). Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. *Enciclopédia Biosfera*, 8(14).

R: A language and environment for statistical computing. (2017). In: R Foundation for Statistical Computing.

Ramos, A. R., Felisberto, P. A. d. C., Timossi, P. C., & da Costa Netto, A. P. (2018). Características agronômicas da mucuna-preta em diferentes épocas de sementeira. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(4), 1051-1058. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA17140>

Santos, R. H. S., Silva, F. d., Casali, V. W. D., & Conde, A. R. (2001). Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36, 1395-1398.

Teodoro, R. B., Oliveira, F. L. d., Silva, D. M. N. d., Fávero, C., & Quaresma, M. A. L. (2011). Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35, 635-640. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200032>

Varennes, A. (2003). *Produtividade dos solos e ambiente*. Escolar Editora, 490p.

Vergara, C., Araujo, K. E., Urquiaga, S., Santa-Catarina, C., Schultz, N., da Silva Araújo, E., . . . Zilli, J. E. (2018). Dark septate endophytic fungi increase green manure-15N recovery efficiency, N contents, and micronutrients in rice grains. *Frontiers in plant science*, 9, 613. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00613>

WRB, I. W. G. (2015). *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. *World Soil Resources Reports N°. 106*. FAO, Rome.