

Artigo

Eficiência da casca da castanha-do-Pará e do coco como biofertilizantes no cultivo de hortaliças

Luanny Lopes Farias^{1,*}, Vinicius José Giglio²

¹ Bióloga, Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Oriximiná, Rodovia PA-254, nº257, Bairro Santíssimo, Oriximiná-PA, luanny.llf@gmail.com

² Biólogo, Doutor em Ecologia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Oriximiná, Rodovia PA-254, nº257, Bairro Santíssimo, Oriximiná-PA, ORCID 0000-0002-1856-4942, vj.giglio@gmail.com

* Correspondência: luanny.llf@gmail.com

Citação: Lopes, L.F.; Giglio, V.; Eficiência da casca da castanha-do-Pará e do coco como biofertilizantes no cultivo de hortaliças. *RBCA*, 2024, 13, 2. p.22-30.

Editor de Seção: Karen Janones da Rocha

Recebido: 29/12/2023

Aceito: 11/03/2024

Publicado: 24/06/2024

Nota do editor: A RBCA permanece neutra em relação às reivindicações judiciais em sites publicados e afilições institucionais.



Copyright: © 2024 pelos autores. Enviado para possível publicação em acesso aberto sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The bioeconomy, an interdisciplinary field, aims to harness ecological methods for the sustainable management of natural resources, focusing on innovations like new food products and biofertilizers. This study examines the efficacy of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bolp.) and coconut (*Cocos nucifera* L.) shell-based biofertilizers in vegetable cultivation, specifically lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica oleraceae*). We compared two substrates: a mix of black soil and Brazil nut shells, and a combination of black soil with both Brazil nut and coconut shells. The control treatment was pure black soil. Results indicate no significant differences in growth metrics, including aerial and root biomass, leaf count, and leaf dimensions across substrates. Future research should explore varied substrate ratios to optimize plant growth.

Keywords: *Bertholletia excelsa*; Bioeconomy; Substrate; Amazonia.

Resumo: A bioeconomia, um campo interdisciplinar, visa aproveitar métodos ecológicos para a gestão sustentável dos recursos naturais, concentrando-se em inovações como novos produtos alimentares e biofertilizantes. Este estudo examina a eficácia de biofertilizantes à base de casca de castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa* Bolp.) e de coco (*Cocos nucifera* L.) no cultivo de hortaliças, especificamente alface (*Lactuca sativa*) e couve (*Brassica oleraceae*). Foram comparados dois substratos: uma mistura de solo preto e casca de castanha-do-Pará e uma combinação de solo preto com casca de castanha-do-Pará e casca de coco, com o tratamento controle sendo terra preta pura. Os resultados não indicaram diferenças significativas entre os substratos nas métricas de crescimento biomassa aérea e radicular, contagem de folhas e dimensões das folhas. Pesquisas futuras devem explorar proporções variadas de substrato para otimizar o crescimento das plantas.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*; Bioeconomia; Substrato; Amazônia.

1. Introdução

No final da década de 1970 surgiu a bioeconomia, uma ciência pensada para enfrentar os desafios da sociedade moderna, como a extração e esgotamento dos recursos naturais (Xiaoman *et al.*, 2021) englobando áreas da biologia, meio ambiente, sociedade, economia e tecnologia. Seu conceito deriva dos estudos do matemático e economista Romeno

Nicholas Georgescu-Roegen. A bioeconomia tem como pressuposto que a economia tende a degradar os recursos disponíveis, e que, de alguma forma, precisa-se minimizar os efeitos gerados pela economia sobre o meio ambiente (Mejias, 2019).

A bioeconomia abraça a economia circular e a sustentabilidade, explora as propriedades benéficas dos recursos e a riqueza da biodiversidade, criando soluções ecologicamente corretas. Essas novas ideias vão desde novos produtos alimentícios, até biofertilizantes oriundos de resíduos orgânicos, descartados sem nenhuma utilidade no meio ambiente. O uso desses resíduos orgânicos para a utilização e produção de biofertilizantes pode ser uma alternativa de reaproveitamento desses subprodutos, tornando-se uma estratégia exequível, já que é uma forma sustentável e economicamente mais viável na agricultura (Fernandes; Testezlaf, 2022).

As cascas da castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa* Bolp.) e de coco (*Cocos nucifera* L.) podem ser alternativas de biofertilizantes viáveis para a agricultura (Alves *et al.*, 2010), uma vez que ambas possuem propriedades ricas em compostos bioativos. A casca da castanha-do-Pará apresenta grandes quantidades de nutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), zinco (Zn), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu) e manganês (Mn). Tais nutrientes são importantes para o desenvolvimento das plantas (dos Anjos *et al.*, 2017). A casca de coco possui propriedades de retenção de água, estimula o enraizamento e a aeração do solo (SILVA, 2014). As cascas de coco possuem baixo teor nutricional, além de uma grande quantidade de celulose, lignina e umidade. A lignina presente na fibra possui valor médio de 40,1%, o que a torna altamente durável e resistente. O seu uso pode ser aplicado em cultivos de ciclos longos, pois a junção da lignina, celulose, e a pequena quantidade de hemicelulose, garantem aos substratos uma longa durabilidade (Carrijo *et al.*, 2002).

Estudos foram realizados afim de que se conheça o potencial desses substratos como substratos alternativos. A casca da castanha-do-Pará obteve bons resultados como substrato na produção de mamoeiros, combinado ao produto comercial Fert-Peixe, que é rico em aminoácidos e carbono orgânico, na proporção 1:1, quando comparado a outros substratos à base de casca de cupuaçu, borra de café e resíduos de ervas. Tais resultados deram-se principalmente em relação ao desenvolvimento do sistema radicular dos mamoeiros, devido ao fósforo fornecido a planta, o qual colabora para o desenvolvimento de raízes e parte aérea, quando encontrado em quantidades adequadas no solo (Alves *et al.*, 2020).

O uso de fibras das cascas de coco como substrato alternativo revelou condições favoráveis na germinação do plantio de eucalipto (Ferreira *et al.*, 2020), bem como no experimento de Alves *et al.* (2010) com plantio de palmeiras-rápis. Os autores também usaram esse material combinado a outros substratos, na composição de 25% e 75%, obtendo grande número de folhas e altura. Ambos os estudos citados acima revelam o potencial das cascas de castanha-do-Pará e fibras das cascas de coco como substrato alternativo. Entretanto, ainda são poucos os estudos utilizando esses substratos, especialmente no cultivo de hortaliças.

Neste estudo, avaliamos a eficiência da casca da castanha-do-Pará e das fibras da casca de coco como biofertilizantes no cultivo de hortaliças. Buscamos propor alternativas para destinar os resíduos da produção da castanha-do-Pará e de coco por meio do reaproveitamento como biofertilizantes, como substratos para a agricultura.

2. Material e Métodos

Foi realizada a semeadura de couve (*Brassica oleraceae*) e alface (*Lactuca sativa*), ambas sementes comerciais, sendo a couve com 85% de potencial de germinação e 100% para a alface. As sementes foram plantadas numa sementeira, contendo 128 células, sendo 60 utilizadas (Figura 1a), e protegida por uma estrutura com tela em local coberto com telhas transparentes. Foram feitas duas repetições do controle e de cada tratamento como garantia, caso haja perda de alguma amostra. A semeadura contou com cinco plântulas de alface e cinco de couve em dois tratamentos diferenciados e o controle, totalizando 30 amostras.



Figura 1. a) Mudas germinadas na sementeira, b) após o transplante para o canteiro, c) canteiro coberto por tela de proteção, d) fase final do crescimento.

Para a preparação do substrato, as cascas de castanha-do-Pará foram moídas com granulometria entre 3mm e 9mm, para padronizar o material. As cascas de cocos foram cortadas, em seguida moídas e peneiradas, para ficarem em pó (Carrijo *et al.*, 2002). As cascas de coco foram expostas ao sol durante 4 dias, ou até atingirem a umidade de 15 a 20%. Os cocos verdes podem conter grandes quantidades de taninos, cloreto de potássio e sódio, que podem ser tóxicos. Nesse contexto, o material foi lavado em água corrente para não ocorrerem quaisquer contaminações (Carrijo *et al.*, 2002).

Foram semeadas duas sementes para o controle e em cada um dos dois tratamentos, para as duas espécies. Em seguida foram regadas e armazenadas em ambiente fechado, para ocorrer a germinação. Após 31 dias, o transplante foi feito para o canteiro experimental, onde as mudas ficaram até o final do seu crescimento (Figura 1b). O canteiro foi coberto por telhas transparentes com o intuito de controlar a passagem dos raios solares. Ao redor do canteiro foram usadas telas para proteger os indivíduos de possíveis insetos herbívoros (Figura 1c).

No canteiro experimental, foram implementados o controle e dois tratamentos para a alface e couve. O controle apenas com a terra preta (TP), sem o material orgânico; no tratamento 1 foi utilizado solo de terra preta, adicionando a casca da castanha-do-Pará (CP) na proporção 1:1; no tratamento 2 colocamos terra preta, a casca da castanha-do-Pará e a casca de coco (TP+CP+CO) na proporção 2:2:1. As mudas foram transplantadas com distância de 30cm uma da outra, e cada uma continuou em cada substrato em que se encontrava anteriormente (dos Anjos *et al.*, 2017). A irrigação foi realizada em dias alternativos, uma vez ao dia, sempre no final da tarde e de forma manual, conforme a necessidade hídrica dos vegetais.

Na fase final do crescimento (após 75 dias; Figura 1d), foram coletadas aleatoriamente três mudas de alface para controle e os dois tratamentos. O mesmo procedimento foi realizado para as couves, porém elas foram coletadas após 90 dias. Todos os indivíduos coletados foram higienizados em água corrente e posteriormente secos com papel toalha, para então serem realizadas as pesagens e biometria. Em laboratório, foram medidos i) o comprimento médio das raízes e ii) da parte aérea (cm), iii) a massa seca das raízes e iv)

parte área (g), v) contado o número de folhas e vi) medido o comprimento e vii) largura de duas folhas de cada indivíduo. O comprimento foi medido de acordo com a sua nervura principal e a maior largura das extremidades da margem da folha.

Foram separadas as raízes das partes aéreas para realizar as medições, para então calcular a média de cada tratamento. As medidas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro em escala de mm e posteriormente transformada em cm. Para a definição da massa seca, as amostras vegetativas foram colocadas em sacos de papel, colocadas na estufa a 50°C, durante 27h para posterior pesagem em balança de precisão. O número de folhas foi contado para 3 plantas coletadas, do controle e dos dois tratamentos (dos Anjos *et al.*, 2017). O tempo precisou ser ajustado para a couve, que precisou permanecer por 36h na estufa para que as amostras secassem completamente.

Foram realizados testes de Mann-Whitney para verificar diferenças entre os dois tratamentos para o i) comprimento médio das raízes e da ii) parte aérea, iii) a massa seca das raízes e iv) parte aérea, v) o número de folhas, vi) o comprimento e vii) a largura de duas folhas de cada indivíduo.

3. Resultados

A medida da parte aérea não foi significativamente diferente entre os tratamentos para alface e couve (Tabela 1). Para a alface, o tratamento com a castanha-do-Pará apresentou média de 41,46 $\pm$ 3,6 cm, enquanto o coco 6,2 $\pm$ 8,8 cm (Tabela 1, Figura 2a). Com relação a couve, o tratamento com a castanha-do-Pará apresentou 50,43 $\pm$ 6,01 cm e o coco 32,23 $\pm$ 7,4 cm (Figura 2b). A medida das raízes também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. A alface, no tratamento com as cascas de castanha-do-Pará apresentou média 8,07 $\pm$ 1,23 cm e o coco 1,66 $\pm$ 2,34 cm. A couve, obteve no tratamento da castanha-do-Pará média 9,67 $\pm$ 2,71 cm e o coco 10,96 $\pm$ 0,73 cm (Figura 2c, d).

O peso da massa seca da parte aérea não apresentou diferenças significativas entre os dois tratamentos, para ambas as espécies de hortaliças. A alface obteve, no tratamento com o coco, uma média de 0,004 $\pm$ 0,008g e a castanha-do-Pará 0,81 $\pm$ 0,58 cm. Para a couve, o tratamento com o coco teve média de 0,26 $\pm$ 0,10g e o tratamento com a castanha-do-Pará apresentou média 2,75 $\pm$ 0,15g (Tabela 1, Figura 2e, f). A massa seca das raízes, assim como as variáveis anteriores, não apresentaram diferenças significativas entre os dois tratamentos. Para a espécie alface, o tratamento com a castanha-do-Pará obteve média 0,016 $\pm$ 0,006g e o coco 0,0006 $\pm$ 0,0009g, para a couve a castanha-do-Pará apresentou média de 0,39 $\pm$ 0,37g; já no tratamento com as cascas de coco 0,022 $\pm$ 0,014g.

Tabela 1. Resultados do teste de Mann-Whitney aplicados para as variáveis comparando os desempenhos dos biofertilizantes no crescimento das hortaliças alface e couve.

Variável	Alface		Couve	
	W	Valor de P	W	Valor de P
Medida parte aérea	9	0.07	6	0.2
Medidas das raízes	9	0.07	3	0.7
Número de folhas	9	0.05	8	0.2
Massa seca parte aérea	9	0.07	9	0.1
Massa seca das raízes	9	0.07	9	0.1
Comprimento Folha	9	0.07	9	0.1
Largura Folha	9	0.07	9	0.1

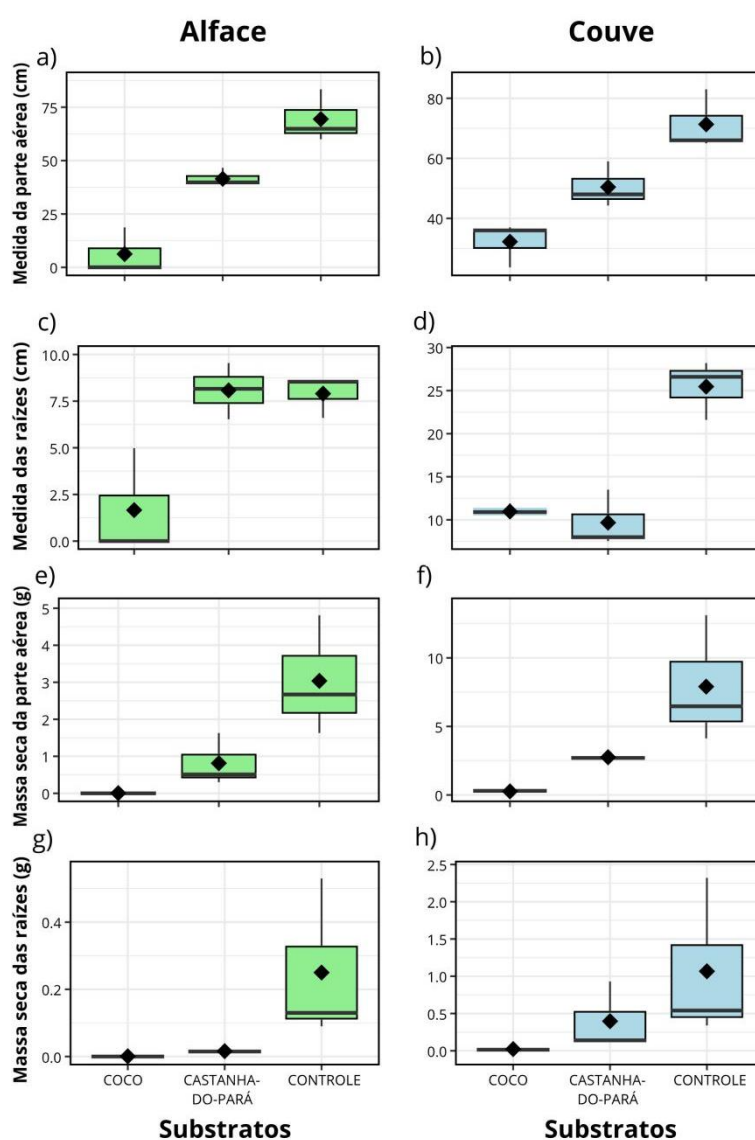


Figura 2. Desempenho do coco e da castanha-do-Pará como biofertilizantes no crescimento das hortaliças alface e couve para a,b) medida da parte aérea (cm); c,d) medida das raízes (cm); e,f) massa seca da parte aérea (g); e g,h) massa seca das raízes (g).

O número de folhas também não obteve uma diferença significativa entre os dois tratamentos (Tabela 1). Para a alface, o tratamento com o coco teve o menor número de folhas com média de $0,6 \pm 1,15$ folhas, a castanha-do-Pará apresentou média de 9. As médias para a espécie couve, no tratamento com o coco, apresentaram valor de $13 \pm 1,63$ folhas e no tratamento com a castanha-do-Pará $17 \pm 2,16$ (Figura 3a, b).

A medida do comprimento da folha foi maior no tratamento da castanha-do-Pará tanto para alface quanto para couve (Figura 3c, d). Entretanto, as diferenças não foram significativas. Por fim, a largura da folha também não revelou diferenças significativas entre os tratamentos para ambas as hortaliças avaliadas (Figura 3). O tratamento com a castanha-do-Pará apresentou média $5,05 \pm 0,72$ cm e o coco $2,35 \pm 0,07$ cm para a alface. Para a espécie couve, os valores foram $5,17 \pm 2,18$ cm e $2,62 \pm 0,99$ cm para castanha-do-Pará e coco respectivamente.

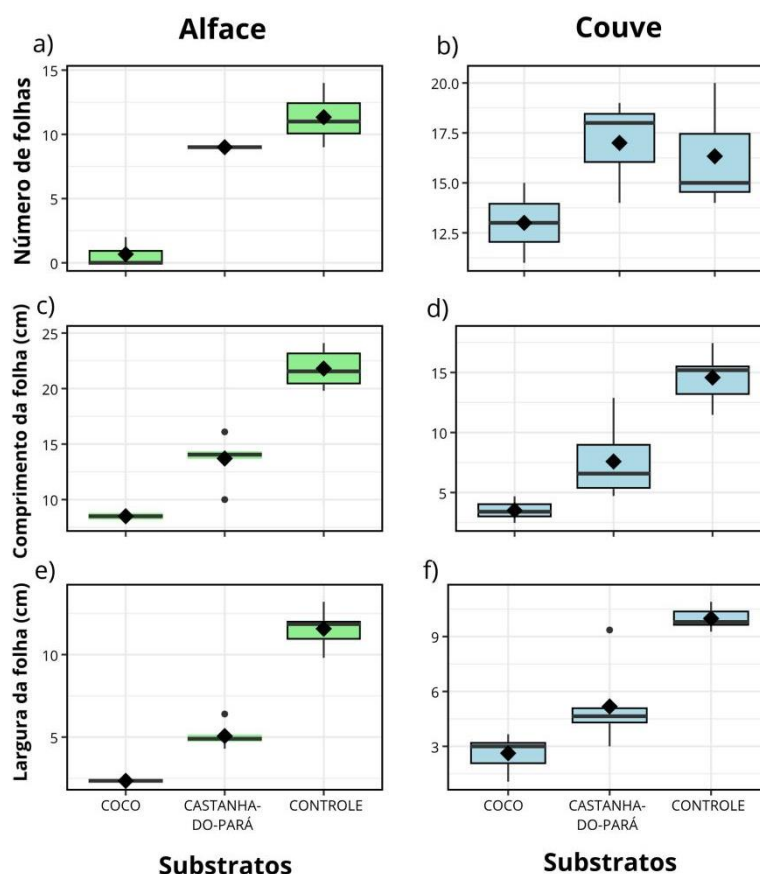


Figura 3. Desempenho do coco e da castanha-do-Pará como biofertilizantes no crescimento das hortaliças alface e couve para a,b) número de folhas; c,d) comprimento da folha (cm); e,f) largura da folha (cm).

Discussão

Os resultados revelam que não houve diferenças significativas no desempenho das hortaliças com os biofertilizantes castanha-do-Pará e casca de coco, embora é possível observar um desempenho melhor das hortaliças cultivadas com o substrato que continha as cascas de castanha-do-Pará. Entretanto, de uma forma geral, o desempenho de ambos os biofertilizantes foi menor quando comparado com o controle. Para alface, o solo com castanha-do-Pará obteve um melhor desempenho do que com a casca de coco, apesar de os testes não mostrarem diferenças significativas. Entretanto, é necessário ter cautela na interpretação devido ao número amostral ser pequeno. O tratamento incorporado com as cascas de coco não alcançou resultados plausíveis, diferindo de estudos como de Assis *et al.* (2008), que ao comparar o desenvolvimento da espécie cultivada no substrato de xaxim desfibrado, demonstrou boa eficácia das cascas de coco no cultivo de orquídeas.

Em relação ao crescimento radicular dos vegetais, foi observado que o tratamento incorporado com as cascas de castanha-do-Pará, no cultivo de alface, apresentou crescimento médio superior que o controle e o tratamento com as cascas de coco, apesar de que estatisticamente ambos os tratamentos não evidenciaram diferenças significativas. A hipótese para esse resultado pode ser explicada devido a deficiência de fósforo através da adição do substrato contendo as cascas de coco, uma vez que os indivíduos desse tratamento apresentaram características de redução do crescimento das raízes e folhas, que é uma característica da escassez de fósforo (Embrapa, 2016). Importante salientar que, no cultivo de couve, o tratamento com o coco não apresentou perdas de indivíduos, diferente do que ocorreu com o cultivo de alface, o que de alguma forma acaba interferindo nos resultados.

O desempenho superior para o tratamento da castanha-do-Pará, em relação ao crescimento radicular, pode ser explicado pela disposição dos nutrientes que podem estar presentes nesse substrato, como carbono (C), nitrogênio (N), cálcio (Ca), potássio (K), fósforo (P), zinco (Zn), que são elementos essenciais para o desenvolvimento de hortaliças (embrapa, 2016; Zandonadi *et al.*, 2014; Fontes, 2014). Tais evidências corroboram com as propriedades já conhecidas e presentes na casca da amêndoa da castanha-do-Pará, como P, Zn, Ca e K (Dos Anjos *et al.*, 2017), o que pode ter contribuído para o enriquecimento do solo.

O potencial da casca da castanha-do-Pará no cultivo de alface foi verificado em um experimento, no qual, observaram que o substrato incorporado ou não, foi eficiente para o crescimento da parte aérea do vegetal, bem como para o crescimento de raízes (dos Anjos *et al.*, 2017). Contudo, os autores descrevem que os melhores resultados ocorreram no experimento quando o substrato de castanha-do-Pará foi acrescentado superficialmente.

Um estudo que utilizou casca de coco no cultivo de mangabeiras, mostrou que conforme o aumento da proporção de cascas de coco, menores foram as medidas em alturas das plantas (Dias *et al.*, 2009). Tais resultados corroboram com o do presente estudo, que demonstrou que o substrato com a casca de coco teve o menor desempenho para as duas hortaliças, alface e couve. Isso deve-se ao fato de que as cascas de coco não possuem nutrientes necessários para o crescimento das plantas e em grandes quantidades reduz o seu desenvolvimento. Outro fator que pode ter inibido o desenvolvimento dos indivíduos no tratamento com o coco, foi a quantidade de sódio, pois a alta presença de sais aumenta a condutividade elétrica nas raízes e consequentemente inibe o desenvolvimento e a produtividade das plantas (Rodrigues *et al.*, 2016).

A massa seca da parte aérea apresentou resultados semelhantes aos de Alves *et al.* (2020) no tratamento com a castanha-do-Pará, nas médias de alface. Já para os resultados do tratamento com o coco, ambas as espécies apresentando valores baixos no que diz respeito a média, o que alinhou com os resultados de Alves *et al.* (2020). Para a massa seca das raízes Dos Anjos *et al.* (2017) observou um melhor desempenho para os tratamentos contendo a castanha-do-Pará, diferente dos resultados do presente estudo, que não revelaram diferenças significativas quando comparado ao tratamento com o coco (Figura 2). Quando comparado aos resultados de Alves *et al.* (2020), observamos resultados parecidos com os do presente estudo, em relação a massa seca de raízes contendo cascas de castanha-do-Pará no substrato. Esses autores também utilizaram as cascas de coco em seus experimentos, que novamente corroboram com os resultados encontrados neste trabalho. Quantidades baixas de massa seca podem ocorrer pela deficiência de nitrogênio no solo, uma vez que esse elemento contribui para a produção de síntese de compostos orgânicos essenciais para o metabolismo dos vegetais (Costa *et al.*, 2005), isso ocorre quando o pH do solo é ácido, e inibe a presença do nitrogênio (Rosolem *et al.*, 2003).

Em um estudo sobre a fibra de coco e adubação foliar da bromélia *Cryptanthus sinuosus*, foi apresentado um número baixo de folhas em adubo contendo fibras de coco (Jasim *et al.*, 2006). De fato, no presente estudo, o número de folhas de ambas as hortaliças alface e couve foram menores. O experimento com o plantio de mamoeiros contendo cascas de castanha-do-Pará mostrou um melhor desempenho quanto ao número de folhas (Alves *et al.*, 2020), igualmente aos encontrados em nossas observações. O número de folhas de um vegetal é importante, bem como sua área foliar, pois pode ser um indicativo de produtividade de crescimento, além de informações sobre os processos fotossintéticos, respiração e transpiração (Pinheiro *et al.*, 2020). Mudanças que possuem maior número de folhas, possuem um crescimento inicial mais rápido, pois produzem fotoassimiladores e posteriormente enviam para outras partes da planta (Lima *et al.*, 2008).

O desempenho inferior para o substrato de biofertilizantes com cascas de coco, pode ter ocorrido devido a potencial presença de taninos, que é uma substância alelopática, capaz de provocar a destruição das raízes (Oliveira *et al.*, 2012). Outra hipótese é a combinação dos substratos (TP+CP+CO) que podem ter aumentado ou inibido algum macro/micronutriente essencial para o desenvolvimento das raízes, dificultando a locomoção dos

nutrientes para as demais partes do vegetal, impedindo assim o seu desenvolvimento. Sugere-se a adição de outros substratos, como cascas de manga, que possuem nutrientes como fósforo, nitrogênio e potássio. Outro resíduo que pode ser utilizado como biofertilizante são as cascas de cacau, que podem contribuir com o aumento de zinco, fósforo e magnésio para os vegetais (Ferrão-Gonzales *et al.*, 2013).

5. Conclusão

Os substratos com biofertilizantes usando cascas de castanha-do-Pará e cascas de coco não mostraram um desempenho compatível com o solo natural de boa qualidade. Os vegetais não tiveram um bom desenvolvimento, entretanto, ao verificar as médias da variável do crescimento das raízes, constatamos maiores valores do tratamento com a castanha-do-Pará em comparação com o controle para a espécie alface. É interessante que se façam novos testes alterando as proporções dos substratos. Em relação às cascas de coco, faz-se necessário um melhor processamento do material para uso, como deixar exposto ao sol por mais dias, afim de diminuir a umidade e toxinas nocivas às plantas.

Contribuições dos autores:

Luanny Lopes Farias: Aquisição dos dados, interpretação e discussão dos resultados, revisão e formatação.

Vinicius J. Giglio: Orientação, delineamento, interpretação e discussão dos resultados, revisão.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Agradecimentos: À Jorge Rocha, Jane Eire Cunha, Anderson Soares e João Raimundo pelo apoio nas atividades da pesquisa. À Universidade Federal do Oeste do Pará-Campus Oriximiná pela estrutura cedida.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referência bibliográfica

- Alves, F. D. S., Jasmim, J. M., Carvalho, A. J. D., & Thiébaud, J. T. L. (2010). Qualidade e teores de nutrientes de palmeira-rápis em substrato com fibra de coco. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 91–96. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100017>
- Alves, M. D. M., Venturoso, L. D. R., Venturoso, L. A. C., Cipriani, L. P., Braúna, H. N., & Frulan, L. B. (2020). Produção de mudas de mamoeiro em função de diferentes substratos e recipientes / Production of seedlings of papaya from different types of substrates and containers. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 3(3), 2761–2774. <https://doi.org/10.34188/bja-erv3n3-183>
- Assis, A. M. D., Faria, R. T. D., Unemoto, L. K., & Colombo, L. A. (2008). Cultivo de *Oncidium baueri* Lindley (Orchidaceae) em substratos a base de coco. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(3), 981–985. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000300042>
- Carrijo, O. A., Liz, R. S. D., & Makishima, N. (2002). Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, 20(4), 533–535. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000400003>
- Costa, K. A. D. P., Oliveira, I. P. D., Faquin, V., Silva, G. P., & Severiano, E. D. C. (2009). Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(6), 1578–1585. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000600017>
- Dias, T. J., Pereira, W. E., Cavalcante, L. F., Raposo, R. W. C., & Freire, J. L. D. O. (2009). Desenvolvimento e qualidade nutricional de mudas de mangabeiras cultivadas em substratos contendo fibra de coco e adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(2), 512–523. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000200028>
- Dos Anjos, D. B., Ribeiro, C. F., Nunes, T. A., & Da Silva, J. (2017). POTENCIAL DA CASCA DA CASTANHA DO BRASIL COMO BIOFERTILIZANTE NO CULTIVO DE *Lactuca sativa* L. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 4(1). Recuperado de <https://teste-periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1014>
- Fernandes, A. L. T., & Testezlaf, R. (2002). Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6(1), 45–50. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000100009>
- Ferrão-Gonzales, A. D., Vital, A. V. D., Lima, J. M., & Rodrigues, M. B. S. (2013). Desenvolvimento sustentável para o resgate da cultura do cacau baseado no aproveitamento de resíduos. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente*, 1(2), 41–52. <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2013v1n2p41-52>

- Ferreira, P. H. F., Barretto, V. C. D. M., Tomaz, R. S., Ferrari, S., Viana, R. D. S., & Lopes, P. R. M. (2020). Vermicomposto e fibra de coco como substratos sustentáveis na produção de mudas de corymbia citriodora / vermicompost and coconut fiber as sustainable substrates in the production of seedlings from corymbia citriodora. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 70274–70286. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-469>
- Fontes, P. C. (2014). Nutrição mineral de hortaliças: Horizontes e desafios para um agrônomo. *Horticultura Brasileira*, 32(3), 247–253. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000300002>
- Jasmin, J. M., Toledo, R. R. V., Carneiro, L. A., & Mansur, E. (2006). Fibra de coco e adubação foliar no crescimento e na nutrição de *Cryptanthus sinuosus*. *Horticultura Brasileira*, 24(3), 309–314. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000300008>
- Lima, J. D., Silva, B. M. D. S. E., Moraes, W. D. S., Dantas, V. A. V., & Almeida, C. C. (2008). Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, caesalpinoideae). *Acta Amazonica*, 38(1), 5–10. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000100002>
- Mejias, R. G. (2019). Bioeconomia e suas aplicações. *ÂNDÉ : Ciências e Humanidades*, 2(3), 105–121. <https://doi.org/10.36942/iande.v2i3.87>
- Oliveira, A. K. D., Coelho, M. D. F. B., Maia, S. S. S., & Diógenes, F. E. P. (2012). Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface. *Ciência Rural*, 42(8), 1397–1403. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000800011>
- Pinheiro, F. D. S., Lyra, G. B., Abreu, M. C., Arthur Junior, J. C., Silva, L. D. B. D., Lyra, G. B., & Santos, E. O. D. (2020). Área foliar de mudas de urucum (*bixa orellana* l.) estimada por diferentes métodos: Uma análise comparativa. *Ciência Florestal*, 30(3), 885–897. <https://doi.org/10.5902/1980509840896>
- Produção de mudas de hortaliças*. (2016). Embrapa.
- R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Obtido 6 de setembro de 2023, de <https://www.r-project.org/>
- Rodrigues, L. A., Muniz, T. A., Samarão, S. S., & Cyrino, A. E. (2016). Qualidade de mudas de *Moringa oleifera* Lam. Cultivadas em substratos com fibra de coco verde e compostos orgânicos. *Revista Ceres*, 63(4), 545–552. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663040016>
- Rosolem, C. A., Foloni, J. S. S., & Oliveira, R. H. D. (2003). Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(2), 301–309. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000200018>
- Silva, A. C. D. (2014). Reaproveitamento da casca de coco verde. *Revista Monografias Ambientais*, 13(5), 4077–4086. <https://doi.org/10.5902/2236130815186>
- Xiaoman, W., Majeed, A., Vasbieva, D. G., Yameogo, C. E. W., & Hussain, N. (2021). Natural resources abundance, economic globalization, and carbon emissions: Advancing sustainable development agenda. *Sustainable Development*, 29(5), 1037–1048. <https://doi.org/10.1002/sd.2192>
- Zandonadi, D. B., Santos, M. P., Medici, L. O., & Silva, J. (2014). Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 32(1), 14–20. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000100003>