

**MESTRADO PROFISSIONAL
EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**BIOCARVÃO E
CALCÁRIO DE CONCHA
DE OSTRA NO
DESENVOLVIMENTO
DE MUDAS DE CRAVO-
DA-ÍNDIA**

Martins Batista dos Santos

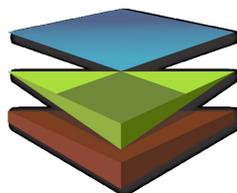
Serrinha - Bahia - Brasil - 2023



INSTITUTO FEDERAL

Baiano

Campus Serrinha

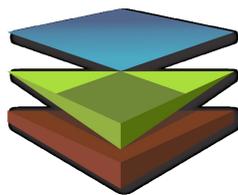


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MARTINS BATISTA DOS SANTOS

**BIOCARVÃO E CALCÁRIO DE CONCHA DE OSTRAS NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CRAVO-DA-ÍNDIA**

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2023



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MARTINS BATISTA DOS SANTOS

**BIOCARVÃO E CALCÁRIO DE CONCHA DE OSTRA NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CRAVO-DA-ÍNDIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Serrinha, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Maria Iraíldes Almeida Silva Matias
Coorientador: Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2023

Catálogo: Fabiana A. Santos - CRB-5/1521
IF Baiano, Campus Serrinha.

S237b Santos, Martins Batista dos

Biocarvão e calcário de concha de ostra no desenvolvimento de mudas de cravo-da-índia . / Martins Batista dos Santos . -- Serrinha, Ba., 2023.

73p.

Il; Color.

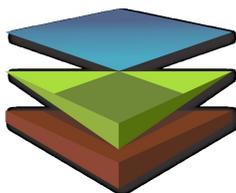
Trabalho de Conclusão de Curso (dissertação de mestrado profissional em ciências ambientais) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Serrinha Ba.

Orientadora: Dsc. Maria Iraildes Almeida Silva Matias

Co orientador: Dsc. Rômulo Magno Oliveira de Freitas

1. Agroecologia 2. Desenvolvimento rural 3. sustentabilidade. 4. resíduos . 5.Oleaginosas. 6.marisqueiras I. Título.

CDU: 651.53



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MARTINS BATISTA DOS SANTOS

**BIOCARVÃO E CALCÁRIO DE CONCHA DE OSTRA NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
CRAVO-DA-ÍNDIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Mestrado Profissional em Ciências Ambientais do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Serrinha* como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Mestre em Ciências Ambientais.

APROVADA EM 27/07/2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Iraíldes de Almeida Silva Matias (IF BAIANO)

Presidente

Prof. Dr. Delfran Batista dos Santos (IF BAIANO)

Membro Examinador

Profa. Dra. Maria Isidória Silva Gonzaga (UFS)

Membro Examinador externo

Prof. Dr. Romulo Magno Oliveira de Freitas (IFRN)

Membro Examinador

Documento assinado eletronicamente por:

- Delfran Batista dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/09/2023 17:02:13.
- Rômulo Magno Oliveira de Freitas, Rômulo Magno Oliveira de Freitas - 2331 - PROFESSORES DO ENSINO PROFISSIONAL - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Ifrn (10877412000168), em 14/09/2023 14:28:22.
- Maria Isidória Silva Gonzaga, Maria Isidória Silva Gonzaga - 233105 - Professor da área de meio ambiente - Universidade Federal de Sergipe - Ufs (13031547000104), em 14/09/2023 13:24:14.
- Maria Iraíldes de Almeida Silva Matias, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/09/2023 13:18:06.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/09/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifbaiano.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 487958

Código de Autenticação: ceeedat3e4



AUTOBIOGRAFIA

Em 1987, um dia de domingo, chovia muito, uma mula carregava uma cangalha com meu irmão caçula de 2 anos e dois panacuns com alimento e roupas, meu pai conduzia esse animal acompanhado de minha mãe e eu com 5 anos de idade. Nosso objetivo era percorrer 13 km de estrada de chão até a sede do município de Taperoá onde iria morar em uma casa com mais 32 pessoas entre avós, tios, trabalhadores e primos. O domingo foi o único dia que aquela família achara para fazer esse percurso, pois os afazeres da “roça” não possibilitaram fazê-lo em outro dia. Segunda feira era o grande dia: aquele que seria meu primeiro contato com o ambiente escolar, mas infelizmente não foi possível, porque eu não conseguia ficar em pé devido ao inchaço e dor nos pés, protelando para 3 dias depois. De 1990 a 1993 fiz o fundamental na Escola Reunida Navarro de Brito, onde aprendi a ter disciplina em espaços coletivos e no relacionamento com os colegas. Em 1994 começo a estudar na Escola Estadual Estela Aleluia Guimarães, do 1º ao 4º ano, lá fiz os melhores amigos de infância. Dessa escola tenho a forte lembrança da professora de história Delza, que me orientou em 1997, após concluir a 8ª série, para estudar na Escola Média de Agropecuária da CEPLAC – EMARC/Vça, onde estudei o ensino médio de 1998 a 2000 e o ensino técnico em Agropecuária de 1999 a 2001. Nesse período afastei-me dos meus pais, irmãos e fui morar no município de Valença com uns tios irmãos de minha mãe. Os quatro anos vivenciados nessa escola foram os momentos mais determinantes na minha vida pessoal e na minha formação profissional até o momento. Os professores Argemiro, José Geraldo, Isaias, Pedro Geraldo, Celidalva Palma, Antonio Jorge, dona Mirtes, dona Diva, Maria Raimunda e os demais funcionários conseguiam transformar aquele espaço numa extensão do nosso ambiente familiar. A responsabilidade e a dedicação desses profissionais serviram, servem e servirão como inspiração para todas as atitudes estudantil e profissional durante toda minha vida. Já Trabalhando, em 2002, como professor aprendi: quem leciona é apenas um catalizador no processo de construção e aquisição de conhecimento. Como técnico em agropecuária tenho a humildade como um dos pré-requisitos para se obter sucesso profissional pois o trabalho também educa. Na Universidade, onde ingressei em 2005, já casado e com uma filha de 3 meses, entendi o quanto foram importante os anos de trabalho na determinação do que eu queria do Curso de Agronomia, no ensino superior. No ambiente universitário, foram a residência hospital, o Diretório Acadêmico Livres de Agronomia, o Movimento de Apoio à Agricultura Familiar e Agroecologia – Agrovida (Instituição com CNPJ próprio, da qual fui diretor por 2 anos) que me fizeram entender o universo de uma Universidade e que ela não acontece apenas em sala de aula, esse universo é melhor aproveitado quando temos um foco definido do que queremos dele. Durante o curso de Agronomia, nas reflexões, excussões, eventos, estágio e parcerias feitas pelo Agrovida, aprendi a amar a profissão do agrônomo, a extensão rural, o associativismo e valorizar minha origem rural, a Agricultura Familiar. O Agrovida me oportunizou ter o primeiro emprego como agrônomo, entender o mundo da agricultura familiar, da assistência técnica e extensão rural. A colação de grau do curso de agronomia foi em 28 de agosto de 2010, no dia 8 de setembro do mesmo ano foi aprovado pelo

governo do estado o projeto que ajudei a elaborar, o Uniater. Nesse projeto fiz minhas primeiras atividades como agrônomo. Em 2011 esse mesmo projeto me oportunizou ser presidente da Central de Associações da Agricultura Familiar de Valença e Região Baixo Sul, ser assessor da Unisol Brasil em 2012, 2013 e 2014. Em 2013 tive a oportunidade de trabalhar no Instituto Paulo Freire, coordenando um trabalho de educação de jovens e adultos na Zona Rural de alguns municípios do Baixo Sul da Bahia. Em 2014 enfrentei o maior desafio profissional que já tive até os dias atuais, fui eleito como diretor administrativo da Cooperativa de Crédito Rural Costa do Dendê – ASCOOB COSTA DO DENDÊ, onde fiquei por 1 ano e 7 meses, quando tive a oportunidade também de ser membro do conselho fiscal da ASCOOB Central e Diretor de Assistência Técnica e Extensão Rural da Associação das Cooperativas de Apoio à Agricultura Familiar e Economia Solidária – ASCOOB Associação. Em agosto de 2015, fui convocado a tomar posse como técnico em agropecuária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBaiano, *campus* Uruçuca, dois anos após fui removido para o *campus* Valença, tendo assim, a oportunidade de continuar os estudos, acreditando que o comprometimento e a capacitação contínua são os principais ingredientes para o sucesso das instituições federais de ensino, que tem um potencial tremendo para contribuição no desenvolvimento socioeconômico e ambiental das regiões onde estão localizadas. Enfim, boa parte dessa trajetória não seria possível sem o apoio da minha mãe e principalmente da minha esposa, a quem eu sou eternamente grato, visto que me apoiou desde o início do curso e em alguns momentos teve de ser o pai e a mãe das minhas filhas para que eu pudesse ingressar e concluir a graduação.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo fôlego de cada dia, sabedoria e proteção.

A minha mãe, Estelina Paraízo Batista por todo apoio nos momentos mais difíceis; em especial à minha esposa, Maria Helena dos Santos Batista dos Santos pelo carinho, dedicação e que sempre tem estado ao meu lado nos momentos bons e mais difíceis; às minhas duas filhas Hemanuely e Mariana dos Santos Batista dos Santos que também tem sido motivo para continuar os estudos.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais e todos os professores do programa que contribuíram na formação científica.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Maria Iraildes de Almeida Silva Matias, pela orientação, amizade, voto de confiança, parceria, paciência e apoio.

Ao coorientador, Prof. Dr. Romulo Magno Oliveira de Freitas pela confiança e contribuições dada durante todo o processo.

A todos os colegas de turma que me proporcionaram momentos importantes de troca de conhecimento.

Enfim aos colegas de trabalho na Coordenação das Unidades educativas de Campo.

Sumário

Introdução	9
Referências Bibliográficas.....	12
CAPÍTULO 1	17
Resumo.....	16
Abstract.....	16
Introdução	17
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	25
Conclusão	40
Referências Bibliográficas.....	40
CAPÍTULO 2	47
Resumo.....	48
Abstract.....	48
Introdução	49
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	56
Conclusão	66
Referências Bibliográficas.....	67
Anexo.....	73

Introdução

O Brasil está entre os quatros maiores exportadores mundiais de produtos agropecuários, tendo à sua frente a União Europeia, EUA e China (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2021). Esta posição de visibilidade também tem intervenção considerável na produção de resíduos. Estima-se que a geração anual mundial de resíduos e produção de biomassa originada na agricultura e nos seus diversos processamentos gira em torno de 140 Gt – gigatoneladas (TRIPATHI *et al.*, 2019).

A produção de óleo de palma, ou azeite, (*Elaeis guineenses*) advinda do cultivo de dendê gira em torno de 77.559.000t, ficando o Brasil em 10ª posição produzindo apenas 1% da produção mundial com a produção média de 570.000t, sendo a Bahia responsável por 16% dessa produção nacional (USDA, 2023). Entre as oleaginosas plantadas, este cultivo é o que tem maior produtividade e vem tendo crescentes altas de produção revelando ser entre as oleaginosas a que tem maior potencial de fornecimento de óleo (ALCÂNTARA, 2022).

Dos resíduos gerados na agroindústria de dendê, destaca-se a bucha (ou cacho vazio do dendê) equivalendo a 22% da produção (EMBRAPA, 2006). Se observado que a produção mundial em 2022/23 está em média de 77.559.000t de óleo de palma (USDA, 2023), tem-se que a quantidade de bucha descartada ficaria em torno de 85.314.900t, o que traz a necessidade de estudo que indique um descarte consciente deste resíduo.

Além disso uma outra fonte de renda advinda do setor primário vem tendo destaque nas últimas décadas é a aquicultura que teve destaque por ser um ramo produtivo de acelerado desenvolvimento na produção de itens alimentícios saudáveis, proporcionando subsídios importantes para fornecimento de emprego e renda, assim como para diminuição da fome e da pobreza em diversas partes do mundo (SIQUEIRA, 2018).

Há de se observar, por exemplo, que o beneficiamento do dendê, oleaginosa com aplicação econômica de maior produtividade do mundo e com alta perspectivas de elevação de produção (BRASIL, 2020) gera uma quantidade de resíduo em torno de 70% de todo processo, com destaque

para bucha de dendê, que corresponde a maior percentagem, 22% dos produtos e subprodutos do processamento (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

No processamento da ostra estima-se uma geração em torno de 5 milhões de toneladas de resíduos (conchas) anualmente no mundo, também, com perspectiva de aumento (PESSOA *et al.*, 2019). Em torno de 70% deste molusco é de concha que são descartados em lixo comum, terreno baldio ou até no mar (PETRIELLI, 2008). Este descarte em local impróprio da concha de ostra pode atrair ratos, insetos, e junto com eles doenças infecciosas além de comprometer as espécies marinhas e a qualidade da água (LIMA *et al.*, 2022). Ressalta-se também, que apesar de representar um importante papel social para a população que mora em estuários no nordeste do Brasil, onde não são sustentados com grandes cardumes de peixes, no Baixo Sul da Bahia, por exemplo, a atividade da produção de ostras é feita em sua maioria através da extração e requer melhor organização da cadeia produtiva principalmente no que se refere à agregação de valor ao produto (SANTOS; BARRETO; BARRETO, 2017).

Na cultura de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L), especiaria subestimada pelas suas propriedades e uma das mais importantes comercializadas no mundo, dados científicos são incipientes (BRANDÃO; TAFANI; LIMA, 1978; DUKE *et al.*, 2003; SILVA, 2022) sobretudo com poucas informações a respeito dos tipos e da qualidade de insumos utilizados em substratos para produção de mudas, ou pelo seu alto custo de aquisição no comércio local.

Tais constatações requerem estudos que proporcionem o melhor aproveitamento e agregação de valor aos subprodutos, minimizando a degradação ocasionada pelo beneficiamento tradicional e gerando alternativas mais viáveis aos insumos, tanto no sentido econômico, barateando o custo de produção e melhorando a fertilidade do solo; ambiental ao diminuir ou substituir adubos de alta solubilidade e dando melhor destino a resíduos com potencial passivo ambiental; como no sentido social, ao propor uma tecnologia de fácil acesso aos agricultores e marisqueiras da região.

Como forma de aproveitamento de resíduos agropecuários o biocarvão tem sido pesquisado em diversos países e apresenta-se como proposta para a destinação de resíduos e ganhos agronômicos, ao melhorar as características edáficas, recuperando a saúde e qualidade do solo e elevando a produtividade dos cultivos (CASTRO, 2021; EMBRAPA *et al.*, 2020). O biocarvão pode ser produzido a partir de diversas matérias-primas, principalmente as advindas dos diversos processamentos agroindustriais, de resíduos de cozinha, de estações de tratamento de esgoto, da criação e abate de animais etc. Essa tecnologia gera benefícios ambientais e sanitários, ao converter resíduos em possíveis produtos de elevado valor agregado com resguardo sanitário, ao reduzir ou anular potenciais riscos com patógenos, genes resistentes à antibióticos, poluentes farmacêuticos, fitossanitários poluentes e metais pesados (ANTONANGELO; ZHANG, 2019; GONZAGA *et al.*, 2019; MARCELINO; LOSS; ANDRADE, 2020).

O biocarvão é uma das alternativas para fazer frente aos efeitos das mudanças climáticas, sendo rico em carbono recalcitrante e servindo no sequestro de carbono no solo, ajudando também na redução de emissão de potenciais GEE (gases de efeito estufa), como o óxido nitroso e o dióxido de carbono (MARCELINO; LOSS; ANDRADE, 2020).

Neste sentido, o uso da bucha de dendê para produção de biocarvão pode vir a tornar-se não apenas uma possibilidade de geração de renda para os trabalhadores envolvidos como também uma solução para o passivo ambiental gerado pelo excesso de resíduos da dedeicultura. Ao sofrer pirólise e passar pelo processo de moagem, esses resíduos reduzem consideravelmente seu volume, apresentando nutrientes importantes e em quantidades atraentes para produção de substrato de mudas e plantios em vasos, podendo suprir parte da necessidade de macro e micronutrientes na agricultura, revelando ser uma alternativa aos insumos comerciais (EMBRAPA, 2006).

Para dirimir a questão do descarte de resíduos da atividade pesqueira e da aquicultura o aproveitamento da concha de ostra na produção de corretivos de solo tem sido apresentado como um importante instrumento para agregação de valor à cadeia produtiva a esta atividade (MONACO *et*

al., 2015). Além disso, é possível apresentar retorno produtivo mais rápido que corretivos minerais por apresentar mais solubilidade e reação mais rápida no solo (PETRIELLI, 2008).

Por ter se adaptado bem na região Baixo Sul, ser uma das especiarias mais importantes comercializada no mundo, se tratar de uma cultura importante para o desenvolvimento da agricultura familiar, e ser, nesta região, para maioria das famílias o principal componente da renda anual (SILVA, 2022), o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L) tem uma atenção neste escrito e está sendo usada como planta teste.

Diante do exposto, o presente trabalho avaliou o potencial de uso de biocarvão produzido a partir da bucha de dendê e do calcário da concha de ostra na melhoria dos atributos químicos do solo e no desenvolvimento de mudas de cravo (*Syzygium aromaticum* L). Para melhor entendimento os resultados obtidos neste registro foram divididos em dois artigos:

O primeiro artigo trata do biocarvão de bucha de dendê na melhoria das características químicas do solo e no desenvolvimento de mudas de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L).

O segundo artigo trabalha a avaliação do aproveitamento de resíduos da pesca artesanal (calcário de concha de ostra) e da produção de azeite de Dendê (biocarvão de bucha) no melhoramento dos atributos químicos do solo e no desenvolvimento das mudas de cravo.

Referências Bibliográficas

ALCÂNTARA, R. M. M. **Óleo de palma e biodiesel no brasil impactos sobre a originação para alimentos**. 2022. 65 f. Dissertação (mestrado em Agronegócio) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/33140>.

ANTONANGELO, J. A.; ZHANG, H. Heavy metal phytoavailability in a contaminated soil of northeastern Oklahoma as affected by biochar amendment. **Environmental Science and Pollution Research**, Berlin, v. 26, n. 32, p. 33582–33593, 2019.

BRANDÃO, Á. L. A.; TAFANI, R. R.; LIMA, L. P. **Estimativas dos custos de produção de cravo-da-Índia da região cacaujeira da Bahia.** CEPLAC/CEPEC, Boletim Técnico nº61, n. 61, p. 17, 1978.

BRASIL. **Cadeia produtiva do óleo de palma avanços e desafios rumo à promoção do trabalho decente: análise situacional.** 1. ed. Geneva, OIT, 2020. (MTP). *E-book*.

CASTRO, C. S. D. **Biochar da casca de coco verde como atenuador do estresse salino em soja.** 2021. 73 f. Monografia (Engenheira Agrônoma) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/61570>.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Panorama do agro.** Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 8 mar. 2023.

DUKE, J. A. *et al.* (org.). **CRC handbook of medicinal spices.** Boca Raton, FL: CRC Press, 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dendê: manejo e uso dos subprodutos e dos resíduos.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2006.

GONZAGA, M. I. S. *et al.* Nitrogen and phosphorus uptake efficiency in Indian mustard cultivated during three growth cycles in a copper contaminated soil treated with biochar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 1, p.8, 2019.

LIMA, V. Z. de *et al.* Logística reversa de conchas de ostras marinhas. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 178-197, 2022

EMBRAPA. **Reciclagem das cascas de coco verde no contexto da economia circular: briquetagem e pirólise.** EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, Brasília, 2020.

Marcelino, I. P.; Loss, A.; Andrade, M. A. N. Potencialidades do uso do biochar para melhoria dos atributos edáficos. *In*: MAGNONI JUNIOR,

LOURENÇO *et al.* (org.). **Educação do risco de desastres, e a resiliência no meio rural e urbano**. 2. ed. São Paulo, 2020. p. 584–601.

MONACO, P. A. V. L. *et al.* Conchas de ostras e cascas de ovos moídas como corretivos da acidez do solo. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 584–590, 2015.

OLIVEIRA, M. A. B. *et al.* Potencialidades da cinza de biomassa do beneficiamento de óleo de palma para materiais à base de cimento. PARTE I: Caracterização microestrutural, mineralógica e atividade pozolânica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 27972–27986, 2021.

PESSOA, K. de A. R. *et al.* Casca de ostra: tendências recentes dos usos ambientais visando à economia circular. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 849-864, 2019.

PETRIELLI, F. A. da S. **Viabilidade técnica e econômica da utilização comercial das conchas de ostras descartadas na localidade do Ribeirão da Ilha, Florianópolis, Santa Catarina**. 2008. 128 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, FLORIANÓPOLIS, 2008.

SANTOS, S. S. dos; BARRETO, N. S. E.; BARRETO, L. M. Cadeia produtiva de ostras no Baixo Sul da Bahia: Um olhar socioeconômico, de saúde pública, ambiental e produtivo. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, São Cristóvão, v. 5, n. 1, p. 12, 2017.

SILVA, J. S. D. **Etiologia da morte de plantas e alguns fungos isolados de craveiro-da-índia (*Syzygium aromaticum*) no Baixo Sul da Bahia**. 2022. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2022.

SIQUEIRA, T. V. de. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 119–170, 2018.

TRIPATHI, N. *et al.* Biomass waste utilisation in low-carbon products: harnessing a major potential resource. **npj Climate and Atmospheric Science**, Londres, v. 2, n. 1, p. 35, 2019.

USDA. **Oilseeds: world markets and trade**: Global market analysis. 2023. Foreign Agricultural Service: Global Market Analysis. Disponível em: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000&sel_year=2022&rankby=Production. Acesso em: 19 mar. 2023.

Resumo

Dentre os resíduos gerados na agroindústria de dendê, destaca-se a bucha equivalendo a 22% da produção, e normalmente são descartados de forma incorreta, uma das propostas para uso correto desse resíduo é a produção do biocarvão, que vem sendo estudado para diversos fins na agricultura. Pretende-se com esse trabalho avaliar o potencial de uso de biocarvão produzido a partir da bucha de dendê na melhoria dos atributos químicos do solo e da qualidade de mudas de cravo-da-índia. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos, tendo diferentes doses de biocarvão de bucha de dendê e 5 repetições, com 10 plantas cada. Avaliou-se parâmetros de atributos químicos do solo e qualidade de plantas. Chegou-se à conclusão que o uso das diferentes doses de biocarvão oriundo da bucha de dendê surtiu efeito positivo com relação a atributos químicos do solo, podendo ser usado como condicionador de solo e como uma fonte eficiente de potássio. Apesar das dosagens de biocarvão ter efeito significativo sobre alguns indicadores de crescimento de planta, não foi possível notar interferências significativas na melhoria do índice qualidade Dikson, sendo este um dos principais parâmetros para aferir a qualidade de mudas.

Termos para indexação: Agroecologia, desenvolvimento rural, sustentabilidade

Abstract

Among the waste generated in the palm oil agroindustry, loofah stands out, equivalent to 22% of production, and is normally discarded incorrectly. One

of the proposals for the correct use of this waste is the production of biochar, which has been studied for various purposes. in the farming. The aim of this work is to evaluate the potential use of biochar produced from palm oil bushes to improve the chemical attributes of the soil and the quality of clove seedlings. The experiment was arranged in a completely randomized design, with 4 treatments, with different doses of palm bush biochar and 5 replications, with 10 plants each. Parameters of soil chemical attributes and plant quality were evaluated. It was concluded that the use of different doses of biochar from palm bushing had a positive effect in relation to the chemical attributes of the soil, and can be used as a soil conditioner and as an efficient source of potassium. Although the biochar dosages had a significant effect on some plant growth indicators, it was not possible to notice significant interference in the improvement of the Dikson quality index, which is one of the main parameters for measuring the quality of seedlings.

Index terms: Agroecology, rural development, Sustainability

CAPÍTULO 1

Análise do biocarvão de bucha de dendê na melhoria de características químicas do solo e no desenvolvimento de mudas de cravo- da- índia

Introdução

O carvão obtido através da carbonização de material orgânico através de pirólise, carbonização na ausência ou insuficiência de oxigênio, dar-se o nome de Biocarvão. Este material tem sido pesquisado por vários pesquisadores no mundo tendo seu uso difundido na agricultura.

A adição do biocarvão tem grande potencial de aumentar os teores de nutrientes na solução do solo. Isso ocorre devido à grande quantidade de nutrientes concentrado no material utilizado durante sua produção (PHAM *et al.*, 2013). Além de melhorar a disponibilidade de macro e micronutrientes, devido à presença de cargas negativas na superfície do biocarvão, sua aplicação no solo aumenta a retenção e reduz a lixiviação de nutrientes (GAO *et al.*, 2016).

A obtenção de biocarvão a partir da bucha de dendê torna-se uma possibilidade de geração de renda para os trabalhadores envolvidos; e uma solução para possíveis passivos ambientais. Sua produção se dá com a queima da biomassa com ausência ou insuficiência de oxigênio em um processo chamado de pirólise. Através da pirólise e moagem, há redução de volume e aumento da concentração de nutrientes importantes em qualidade e em quantidades atraentes para agricultura (PHAM *et al.*, 2013).

Em um estudo avaliando o uso de biocarvão na produção de mudas, foram observados que a adição de biocarvão da casca de coco pode melhorar o crescimento e as características morfológicas de mudas (REIS *et al.*, 2022); outro estudo utilizando biocarvão de cavaco de pinus (*pinus sp*) concluiu que o uso do biocarvão como condicionador de substrato auxilia na elevação do pH, do índice de saturação por base (V%) as somas de bases (SB) e os teores acessíveis de P, K, Mg e Ca; reduzindo o conteúdo de Al, os índices de acidez trocável (H+A%), após um ano; porém não influenciou no crescimento de mudas de *Pinus taeda*, após 7 meses de semeadura em vasos (TRAZZI, 2014).

No Baixo Sul da Bahia encontra-se, também, a maior produção de Cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum* L.) do Brasil, que é um produto bastante usado na indústria farmacêutica, de cosméticos e de alimentos, cujo único estado produtor é a Bahia (SILVA, 2022). Tal especiaria

proporcionou ao estado em 2014 produção média de 4 mil toneladas (GLOBO RURAL, 2014), podendo chegar a 100 mil toneladas (VASCONCELOS, 2021). Este produto chegou a ser cotado em R\$ 50,00 (cinquenta reais) o quilograma em 2021 (BAHIA, 2022), tendo um potencial de geração de renda nessa região de R\$5.000.000.000,00 (Cinco bilhões de Reais). Porém, a cultura do cravo carece de informações atualizadas sobre o cultivo, sendo necessário informação referente à propagação, plantio, manutenção, colheita e pós-colheita.

A produção de mudas dessa espécie é feita de forma empírica na maioria dos estabelecimentos produtores. Neste sentido, para produção de substratos que ofereçam condições adequadas de sanidade e crescimento para essa cultura torna-se necessário experimentos com utilização de planta teste.

Porém, algumas dúvidas ainda precisam ser sanadas com relação à utilização e produção do biocarvão, tais como interações entre nutrientes no solo, quantidade a ser aplicada em cada cultura, custo da tecnologia e presença de alguns potenciais contaminantes ambientais (MARCELINO, 2020).

Diante do exposto, pretende-se com esse trabalho avaliar o potencial do uso de biocarvão produzido a partir da bucha de dendê na melhoria dos atributos químicos do solo e da qualidade de mudas de Cravo-da-Índia.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado em viveiro de produção de mudas, situado nas instalações do Instituto Federal Baiano, Campus Valença-BA, localizado nas coordenadas geográficas 13°22'26.05" de Latitude Sul e 39° 5'0.05" de Longitude Oeste. O clima da região caracteriza-se como quente e úmido, sem estação seca definida (tipo Af), conforme classificação de Köppen (1936).

Figura 1: Localização do Local de estudo



Fonte: Autor, 2023

Produção do biocarvão

O biocarvão da bucha de dendê (ou cacho vazio de dendê) foi produzido em um forno artesanal (Figura 2b) adaptado a um modelo desenvolvido pela Iniciativa Internacional de Biocarvão (IBI, 2015) (Figura 3).

Figura 2: Materiais usados na pirólise do Biocarvão

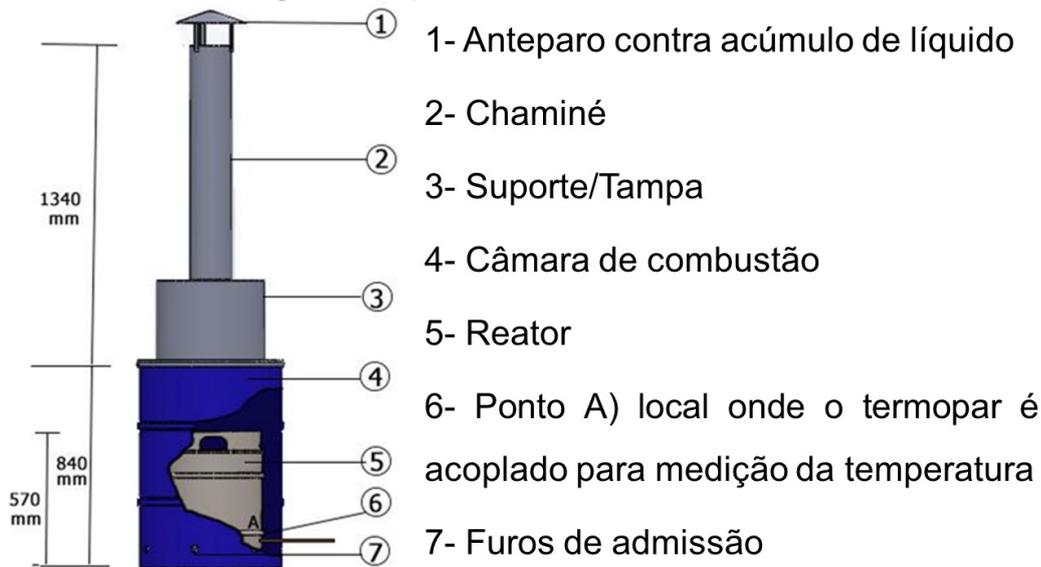


a-Termopar tipo K, b-forno de pirólise, c-bucha de dendê, d-madeira de pinus, e-barro

Fonte: Matias Junior, 2021

Figura Após tempo de pirólise o reator foi retirado da câmara de combustão e resfriado com água fria, evitando que o biocarvão sofra combustão.

Figura 3: Esquema do forno artesanal usado.



Fonte: Matias Junior, 2021

Após a pirólise, o material foi moído e passado em peneira de malha 2mm. As amostras do biocarvão foram dispostas em ambiente protegido e submetidas à caracterização para umidade, cinzas, matéria volátil (MV), carbono fixo (CF), (ASTM D1762-84, 2013), pH, concentrações disponíveis de P e K, (EMBRAPA, 2009) e condutividade elétrica (CE) (EMBRAPA, 2017).

O solo para substrato das mudas

Para a instalação do experimento, foram retiradas amostras de um Latossolo Amarelo, na camada de 0-20 cm. As características químicas de fertilidade e a granulometria foram analisadas segundo EMBRAPA, (2009): 5,9 de pH; 8mg dm⁻³ de P (fósforo); 38 mg dm⁻³ de K (potássio), 1,5; cmol_c dm⁻³ de Ca⁺² (cálcio); 0,5 cmol_c dm⁻³ de Mg⁺² (magnésio); 3,3 cmol_c dm⁻³ de H+Al (acidez potencial); 5,4 cmol_c dm⁻³ de CTC pH 7,0(capacidade de troca de cátions) e 39,2% de V (saturação por base); 246 g/kg de areia grossa, 416 g/kg de areia fina, 198 g/kg de silte e 140 g/kg de argila.

O delineamento experimental e utilização dos tratamentos

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos tendo diferentes doses de biocarvão de bucha de dendê (T1, equivalente a 0; T2, equivalente 20 t ha⁻¹ ou 1% do

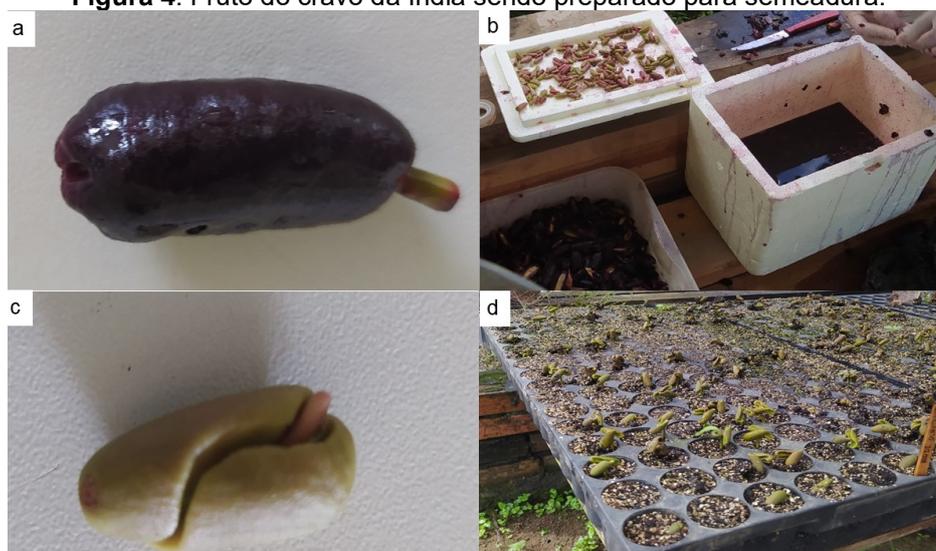
substrato; T3, equivalente 30 t ha⁻¹ ou 1,5% do substrato e T4, equivalente 40 t ha⁻¹ ou 2% do substrato) e 5 repetições com 10 plantas cada.

Os diferentes tratamentos nas diferentes concentrações foram colocados em tubetes de 280 cm³ de volume. Estes foram umedecidos e mantidos úmidos por 15 dias, prática necessária para induzir as reações químicas destes componentes com o solo e promover o equilíbrio do sistema, antes do plantio.

Semeadura e Transplântio do Cravo-da-índia

Os frutos de craveiro foram embebidos em água por 3 dias, para facilitar a remoção das sementes sem danificá-las, conforme destacado por Maeda (1990); logo após, foram colocadas para germinar em placas de germinação de 50ml, com substrato composto por vermiculita e humus de minhoca (proporção: 1:1) (Figura 4).

Figura 4: Fruto do cravo da Índia sendo preparado para semeadura.



a – fruto do cravo; b – processo da retirada da semente; c – embrião do cravo; d – Bandeja de semeadura.

Fonte: Autor, 2021

As sementeiras foram colocadas em casa de vegetação com sombrite 50% e lona transparente, eram molhadas diariamente duas vezes ao dia, e com 86 dias as plântulas (com 3 folhas) foram transplantadas para os tubetes de 280 cm³ contendo as diferentes concentrações de biocarvão. Esses tubetes foram colocados em bandejas arrumados de acordo o delineamento. Na primeira semana após o transplântio as mudas eram

molhadas duas vezes ao dia, passando para 1 vez ao dia na segunda semana e 1 vez a cada 2 dias a partir da terceira semana com auxílio de regador manual de 10 litros. Sempre que necessário foram feitas as mondas (retirada de plantas espontâneas) para evitar concorrência por nutriente com as plantas de cravo.

Coleta de Dados

Após um ano da sementeira, foram avaliados os parâmetros comprimento de raízes (CR), altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), peso de matéria seca da raiz (PMSR), peso de matéria seca do caule (PMSC), peso da matéria seca das folhas (PMSF) e o índice de qualidade de Dickson (IQD).

A altura da parte aérea foi determinada a partir do nível do substrato até a extremidade apical, e o diâmetro do colo foi aferido ao nível do substrato conforme Figura 5.

Figura 5: Aferição do número de folhas, diâmetro e altura de plantas.



a – Contagem do número de folhas; b – medição do diâmetro do coleto; c – medição da altura de planta

Fonte: Autor, 2022

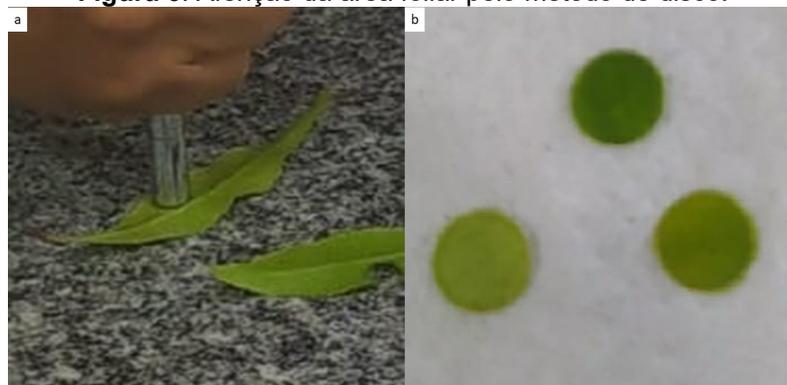
As determinações dos pesos de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR) foram efetuadas a partir do material seco em estufa de circulação de ar forçada, à temperatura

média de 65 °C, durante o período de 72 horas. O peso de matéria seca total (PMST) foi obtido a partir do somatório dos pesos citados. A área foliar foi aferida pelo método de disco que consistiu da remoção de discos foliares com um vazador com área de 0,463 cm² e utilizando a fórmula ($AF = PF \times AD/PD$), onde: AF é a área foliar a calcular; PF é o peso fresco da folha; AD é a área calculada do disco extraído da folha; e PD é o peso fresco dos discos. (LUCENA *et al.*, 2011). Pesou-se as folhas frescas, e em seguida, destacaram-se discos da porção central da folha apenas com nervuras finas, obtendo um disco por folha e 5 folhas por planta (Figura 6). Após a remoção os discos foram imediatamente pesados individualmente em balança analítica.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR), por meio da fórmula (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$IQD = \frac{PMST}{H(cm)/DC(mm) + PMSPA(g)/PMSR}$$

Figura 6: Aferição da área foliar pelo método de disco.



a – Retirada de disco; b – disco foliar

Fonte: Autor, 2022

Em que: PMST = peso da matéria seca total; H = altura da parte aérea; DC = diâmetro do coleto; PMSPA = peso de matéria seca da parte aérea; PMSR = peso de matéria seca das raízes.

Foi feita análise química do solo de cada tratamento com 3 repetições por tratamento. Procedendo a secagem ao ar, as amostras foram enviadas para laboratório e submetidas à análise química simples de fertilidade,

aferindo pH, P e K (mg dm^{-3}), Ca, Mg, Al, Al + H, CTC (cmolc dm^{-3}), V (%), M.O (dag kg^{-1}) (EMBRAPA, 2009) e Condutividade elétrica (EMBRAPA, 2017).

Análise dos dados

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P > 0,95$), com o auxílio do programa estatístico Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2019), em caso de significância, os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando-se o software Sigmaplot 11.0. Na escolha do modelo, levou-se em conta a explicação biológica e a significância do quadrado médio da regressão.

Resultados e Discussão

Caracterização do Biocarvão da Bucha de Dendê

Na Tabela 1 estão apresentadas as características do biocarvão produzido a partir do cacho vazio (bucha) de dendê. O biocarvão apresentou baixo teor de umidade, cinza e material volátil; elevado percentual de carbono fixo (CF), capacidade de retenção de água, pH e teores de fósforo e potássio.

Tabela 1 Caracterização do biocarvão de bucha de dendê

Biocarvão	Umidade	Cinza	Material Volátil	Carbono fixo	pH	P	K	*CE
						- mg dm^{-3}		dS m^{-1} 25 °C
Bucha de dendê	6,2	7,9	8,5	83,7	10,5	737,8	14352	4,7

* Condutividade Elétrica

Fonte: Autor, 2022

Vale ressaltar que as características dos biocarvões variam de acordo com a biomassa de origem e da condição de pirólise, podendo assumir caráter ácido, básico, hidrofóbico e hidrofílico (VEIGA, 2016).

Umidade

O teor de umidade encontrado, 6,2% (Tabela 1) é relativamente baixo. A umidade é um dos fatores que podem influenciar na decomposição do

biocarvão, mesmo sendo um material com elevada recalcitrância, aumentando sua capacidade de troca de cátions retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes (LUCON, 2019).

Lucon (2019) avaliando biocarvão de eucalipto achou teores de umidade (7,7%) maiores que o da Tabela 1 estando de acordo com os parâmetros oferecidos pelo IBI (2015).

O baixo teor de umidade é favorecido pelo processo da queima ocasionando em redução do volume do resíduo e, conseqüentemente, elevação na concentração de alguns nutrientes, principalmente o potássio (EMBRAPA, 2006). Deve-se considerar que a diminuição do volume do resíduo é um fator importante no que diz respeito a custo de transporte para destinação deste subproduto, pois elevados volumes de bucha de dendê são destinados *in natura* ao ambiente, colaborando com aumento na emissão de gás carbônico durante a decomposição e conseqüentemente aumento do efeito estufa.

Cinza

Observa-se que os teores de cinza no valor de 7,8% (Tabela 1) da composição do biocarvão é interessante se os teores de materiais voláteis também acompanharem essa tendência e os teores de carbono fixo forem elevados. Veiga (2016) ao produzir e caracterizar biocarvão de casca de café, da *Corymbia citriodora* e do *Eucalyptus urophylla* à temperatura 550°C encontrou teores de cinza maiores do que o da Tabela 1, para casca de café (7,86%) e menores para as duas espécies de eucalipto (0,19 e 0,39%). Santos *et al.* (2022), ao caracterizar casca de coco seca carbonizada a temperatura média de 550°C, encontraram valores de cinza próximos ao desta pesquisa (entre 7 e 8%).

O teor de nutrientes nos biocarvões é constituído por metais resultante da substância de origem, as cinzas, que eleva concentração mediante liberação dos materiais voláteis, com a elevação da temperatura (VEIGA, 2016). Este autor discorre ainda que o percentual de cinzas é condicionado à quantidade de matéria mineral constante na biomassa, que

não se volatiliza, em temperaturas normais de pirólise, ficando toda na cinza do biocarvão.

O aumento da temperatura da pirólise pode proporcionar o aumento da combustão das substâncias orgânicas, aumentando o percentual de cinzas, que são na sua maioria constituída de minerais não voláteis (FEITOSA *et al.*, 2020), como Ca, K, P, Mg, por exemplo. Enfim, o teor de cinza está ligado à quantidade de nutriente existente no biocarvão, alguns desses, além de serem elementos importantes na nutrição das plantas, por se encontrarem em sua maioria na forma de óxidos, exercem função importante na correção do solo. Porém elevado teor de cinza pode advir de elevadas temperaturas (normalmente acima de 700°C), o que pode reduzir o teor de carbono fixo, o que não é desejável.

Material Volátil

O percentual de material volátil observado nesta pesquisa 8,5% (Tabela 1) é menor que o observado por Reis *et al.* (2022) ao caracterizar o biocarvão de casca de côco (36,99%), apesar de ser uma espécie da mesma família do dendê. O que pode ser efeito do nível da decomposição ou secagem do material usado.

Biomassa com maior percentual de material volátil queima mais rápido e produz biocarvões com menor teor de carbono fixo, ou seja, elevadas temperaturas no processo de pirólise determina maior liberação de materiais voláteis (GUILHEN, 2018).

De acordo com Maia *et al.* (2021), em biomassas pirolisadas sob temperaturas menos intensas (350 °C e 450 °C) ainda é possível notar a presença de grupos funcionais em alguns componentes do carvão (carboxilas, carbonilas e hidroxilas), maior teor de material volátil, carregando uma maior quantidade de funções oxigenadas em sua matriz estrutural. Tal autor salienta ainda que biocarvão mais funcionais (maior quantidade de grupos funcionais) tende a evidenciar maior atividade em atributos tais como a capacidade de troca iônica e sua relação com nutrientes. No entanto essa característica não garante longevidade do

biocarvão no solo, ao contrário de biocarvões com maior riqueza em grupos aromáticos que geram o carbono fixo.

Carbono Fixo

O percentual de 83,7% de carbono fixo encontrado na Tabela 1, eleva a bucha de dendê a uma posição de destaque entre as biomassas usadas para biocarvão. Várias pesquisas tem sido feitas caracterizando biocarvão, obtido sob temperatura superiores a 500°C, com diferentes biomassas (Eucalipto, endocarpo de Carnaúba, casca de côco, bagaço de cana de açúcar e laranja) e tem obtido resultados inferiores ao apresentado neste estudo, com relação ao teor de carbono fixo (GUILHEN, 2018; EMBRAPA, 2020; SANTANA *et al.*, 2021)

O maior teor de carbono fixo pode ser resultante da temperatura utilizada, pois quanto maior a temperatura mais elevados serão os teores de carbono fixo (TRAZZI, 2014). Há autores que atestam que a riqueza em lignina na parede celular da biomassa acarreta em maior teor de carbono fixo nos biocarvões, Já que a lignina apresenta maior resistência à degradação que a celulose e hemicelulose (ALHO, 2012). Essa lignina é degradada acima de 400°C e a partir de 500°C acontece a condensação e aromatização do carbono, conferindo maior poder de adsorção ao biocarvão (MAIA *et al.*, 2021).

O carbono fixo confere ao biocarvão maior recalcitrância (CONZ, 2015), o que significa também maior vida útil no solo. A recalcitrância e aromaticidade atribui ao biocarvão elevado potencial de sequestro de carbono no solo (MARTINS, 2018), evidenciando, além de contribuições duradouras à fertilidade dos solos, a função de redução de gases de efeito estufa.

Marcelino *et al.* (2020) atribuem à estrutura aromática a composição de alta densidade de carga, destacando a presença dos grupamentos carboxílicos e fenólicos, o que confere alta área superficial específica e porosidade, porém, Maia (2021) destaca que em biocarvões de *E. dunnii* e *E. urophylla*, pirolisado a 550°C não foi possível observar a presença da carboxila. Neste caso o grupamento fenólico seria o principal responsável

pela aromaticidade no biocarvão por ser os compostos que apresentam um ou mais radicais hidroxila (-OH) ligados diretamente a um átomo de carbono do anel aromático. Apesar da aromaticidade do biocarvão poder ser resultado também da condensação de cadeias de carbono originalmente alifáticas (LUCON, 2019).

Enfim o teor de carbono fixo merece certo destaque nos estudos sobre o uso de biocarvão para melhoria dos atributos relacionados a fertilidade do solo, muito pelo fato de ser o principal responsável pelo maior tempo de meia vida e pelo poder de adsorção dos biocarvões, prolongando os benefícios agrícola e ambiental deste material ao longo do tempo.

pH

O pH de 10,5 (Tabela 1) foi maior do que o encontrado por Lima *et al.* (2022), ao pirolisar fibra de coco a 550°C (9,56), a biomassa de fibra de coco foi utilizada também por Santos *et al.* (2022), que encontrou pH de 10,5 no biocarvão da casca de coco seco e 8,3 na casca de coco verde ambos pirolisados a 550°C. Todos resultados corroboram com a afirmativa que os biocarvões tem caráter alcalinos, apesar da faixa de pH variar de acordo a biomassa usada e a temperatura usada na pirólise (SANTOS *et al.*, 2022; LIMA *et al.*, 2022).

Teor de Fósforo

O teor de fósforo encontrado na Tabela 1 equivalente a 737,8 mg dm⁻³ (aproximadamente 0,07%P ou 0,16% de P₂O₅). Dias Júnior *et al* (2022), ao caracterizar caroço de açaí e casca de castanha-do-Brasil pirolisados a temperatura de 500°C encontrou valores P de 3,33g/kg e 3,0g/kg (0,33% de P e 0,3% P) para as respectivas biomassas. Cavalcante (2017), após pirolisar fibra de coco a 400°C encontrou valores de 24,9 g/kg (2,49%) de fósforo. Por ser oriundo da cinza contida no biocarvão, a tendência deste último resultado é ser maior em temperaturas maiores como a realizada nesta pesquisa.

Teor de Potássio

O teor de potássio (14352 mg dm^{-3} que equivale a 1,4% de K ou 1,69% de K_2O) encontrado nesta pesquisa (Tabela 1), se considerada as dosagens propostas de biocarvão (20,30 e 40 t ha^{-1}), daria em torno do equivalente a 338, 507 e 676 kg/ha de K_2O respectivamente. Farias *et al.* (2020), ao pirolisar casca de coco a temperatura variáveis entre 350 a 450°C , encontraram teor de potássio de 1,6% de K. Pereira *et al.* (2022) ao caracterizar biocarvões de diferentes biomassas encontrou valores de aproximadamente 0,0027% de K em biocarvão de resíduos de poda de mangueiras, aproximadamente 0,037% de K em biocarvão de resíduos de processamento de uva e aproximadamente 0,035% de K em resíduos de carvão vegetal.

Se comparado à cultura do cacau, que é um cultivo tradicional da mesma região do cravo e tem maior aporte de materiais bibliográficos orientando manejo pra formação e produção, a menor dosagem de biocarvão proposta neste estudo (equivalente a 338 kg/ha de K_2O) já é superior à maior dosagem recomendada por Sousa Júnior (2018) para a formação do cacauzeiro, que é 220 kg/ha de K_2O . Porém essas dosagens foram propostas para avaliar o comportamento das mudas de cravo-da-índia.

Por outro lado, vale salientar que excesso de potássio no solo pode ocasionar em perdas por lixiviação (GOMES *et al.*, 2022), deficiência de Ca e Mg e acúmulo desnecessário do nutriente pelas plantas (BATISTA *et al.*, 2018). No entanto, os resultados obtidos neste estudo proporcionam à biomassa de bucha de dendê para produção de biocarvão, certo destaque como alternativa a adubos comerciais que tem o potássio como principal composto. Reforçando ainda que além desse biocarvão conter bom percentual de potássio, suas características proporcionam maior adsorção deste elemento, diminuindo as perdas por lixiviação.

Condutividade elétrica

Para condutividade elétrica o biocarvão de bucha de dendê apresentou $4,7 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C (Tabela 1). Farias *et al.* (2020) encontraram

0,0314 dS m⁻¹ em biocarvão de casca de coco, pirolisado entre 350 a 450°C. Hanke *et al.* (2022) avaliando biocarvão de diversas biomassas encontraram 0,0072 dS m⁻¹ em biomassa de poda de limoeiro, 0,0083 dS m⁻¹ em biomassa de bagaço de uva, pirolisados a 550°C.

Apesar de ser um caráter físico do solo, a condutividade elétrica foi estudada neste estudo para observar a disponibilidade de cátions e ânions (CARMO; SILVA, 2016) e a salinidade no biocarvão (BATISTA *et al.*, 2018).

Segundo Batista *et al.* (2018), indícios de salinidade manifestam pH na faixa alcalina, condutividade elétrica acima de 4 dS m⁻¹, e percentual de sódio na CTC acima de 15%. O biocarvão apresentado manifestou pH acima de 7 (10,5) portanto alcalino, e a condutividade elétrica acima de 4 dS m⁻¹ manifestando neste caso indícios de salinidade.

Efeito do Biocarvão da Bucha de Dendê sobre os Atributos Químicos do Solo

Na Tabela 2 está representado a análise de variância dos tratamentos relativos as características químicas do solo.

Tabela 2: Resumo da análise de variância das doses de biocarvão relativos ao efeito do biocarvão sobre as características químicas do solo

Fator de Variação	Fc									
	P	K	Ca	Mg	H+Al	pH	M.O.	Na	V	CE
Biocarvão	25,00*	1168,41*	17,73*	233,54*	42,03*	29,36*	11,28*	70,27*	65,83*	6,74**
CV (%)	10,87	4,47	6,83	3,74	3,65	0,95	16,04	4,51	4,12	11,12

* e ** significativo a 1 e 5%, respectivamente.

Fonte: Autor, 2023

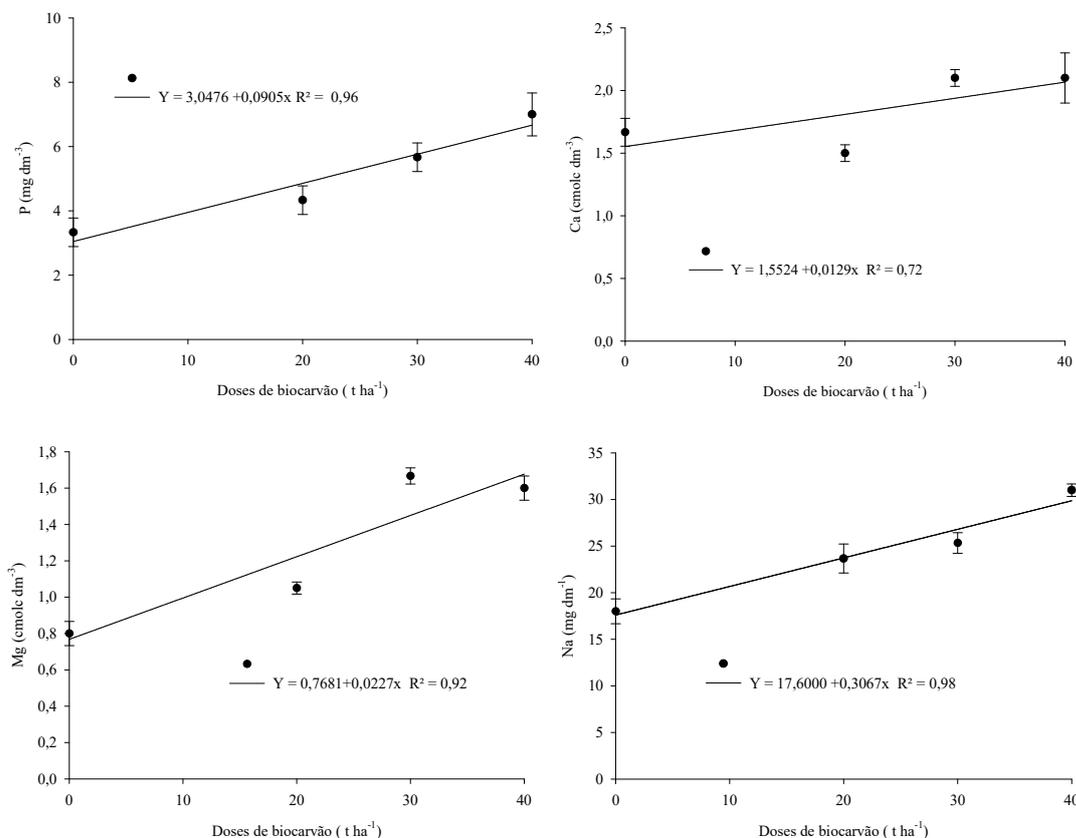
Observa-se que as dose de Biocarvão tiveram efeito significativos para as variáveis que caracterizam a química do solo.

Teores de Fósforo, Cálcio, Magnésio e Sódio

A Figura 7 mostra que os nutrientes P, Ca, Mg e Na, mediante adição das diferentes dosagens do biocarvão, tiveram comportamentos semelhantes, com resposta linear positiva, indicando que a elevação das

doses de biocarvão proporciona aumento da concentração destes nutrientes no solo. Farias *et al.* (2020), após adição proporcional a 30 t ha⁻¹ de biocarvão de casca de coco no solo observaram elevação nos teores de P, Ca e Mg equivalentes a 28,5% 30% e 144% respectivamente em relação ao controle. Estas constatações estão de acordo com o observado a Figura 7 quanto à tendência em aumento destes nutrientes mediante aumento das dosagens de biocarvão de dendê, porém não na mesma proporção, onde a média do teor de fósforo sai de 3,33 mg dm⁻³, passa para 4,33 mg dm⁻³, 5,57 mg dm⁻³ chegando a 7 mg dm⁻³ nas dosagens referentes a testemunha, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ de biocarvão de dendê. Os teores de Ca e Mg (Figura 7) apesar de ter menor homogeneidade que do teores de P e Na, apresentam tendência a elevar seus teores mediante acréscimo das doses de biocarvão.

Figura 7: Análise de regressão dos parâmetros fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na)



Fonte: Autor, 2022

O fósforo constitui um dos 3 principais elementos essenciais à planta, é indispensável a adição de fosfatado desde o início do crescimento da

planta. A carência de P pode reduzir a altura, retardar a emergência das folhas, diminuir brotações e desenvolver raízes secundárias (GRANT *et al.*, 2001). Melo e Mendonça (2019) destacam a baixa mobilidade do P no solo, sendo que mais de 90% do fósforo aplicado no solo é adsorvido na primeira hora, e que 75% deste nutriente quando aplicado no solo fica indisponível para as plantas. Portanto os teores de fósforo adicionados pelo biocarvão de dendê no solo têm importância, referente à possibilidade de adição deste nutriente em alternativa a formas tradicionais com que este nutriente vem sendo comercializado. Segundo Batista *et al.* (2018) para oferecer condições adequadas ao bom desenvolvimento de plantas, a disponibilidade das principais bases trocáveis devem estar obrigatoriamente nas ordens $Ca > Mg > K$, sendo que os teores de Ca e Mg tem que apresentar valores maiores que 2,1 e 1,1 $cmol_c\ dm^{-3}$ respectivamente.

O Sódio (Na), tal como o Potássio (K), é o elemento que tem maior poder salino, ou seja, excesso de sódio saliniza o solo, isso pode conduzir a um processo de sodificação. Apesar de não ser um nutriente, ele faz parte da soma de base e da CTC, por isso precisa ser determinado. Em solos com boas condições de fertilidade ele normalmente é zero ou bem próximo disso, por isso, muitas vezes não é levado em consideração (BARBOSA; OLIVEIRA, 2022). A tendência linear observada na Figura 7 mostra que quanto maior for o teor de biocarvão, mais alto tende ser o teor do Na.

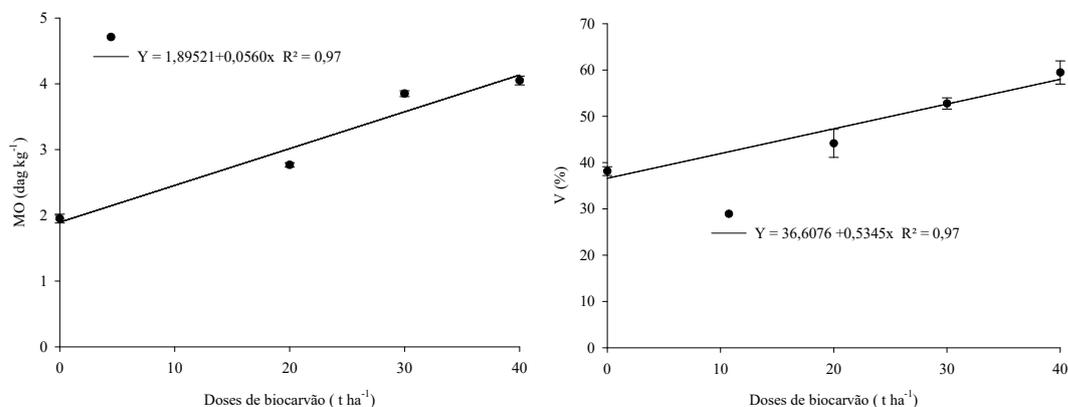
Matéria Orgânica e Saturação de base

A Figura 8 demonstra o comportamento dos parâmetros matéria orgânica e saturação por bases, as quais apresentam comportamentos bem parecidos tanto no gráfico como na variação entre as médias. Farias *et al.* (2020) elevou em quase 20% a saturação de base ao aplicar 30 t ha^{-1} de biocarvão de casca de coco. Estes resultados corroboram com os obtidos neste experimento, onde tanto a MO quanto a V, apresentaram elevações mediante aumento das doses de biocarvão de forma linear

O uso de biocarvão no solo ativa a microbiota proporcionando uma aceleração da degradação da matéria orgânica, o que a princípio pode

indicar decréscimo de MO. Mas, por outro lado, o biocarvão incorpora matéria orgânica de forma mais duradoura no solo.

Figura 8: Teor de Matéria orgânica (MO) e saturação por Bases (V%)



Fonte: Autor, 2022

A saturação por bases é o principal parâmetro para análise da fertilidade do solo e por esse motivo tem sido usado como apontador na determinação da qualidade química quando se deseja condições de solo adequada aos diversos cultivos.

O biocarvão usado tem potencial para uso na melhoria do solo. Porém é importante observar qual ou quais nutrientes estão provocando a elevação da saturação de bases, se os teores de cada nutriente obedece uma ordem de relação que promova melhor equilíbrio entre eles, evitando inibição competitiva entre esses elementos (BATISTA *et al.*, 2018).

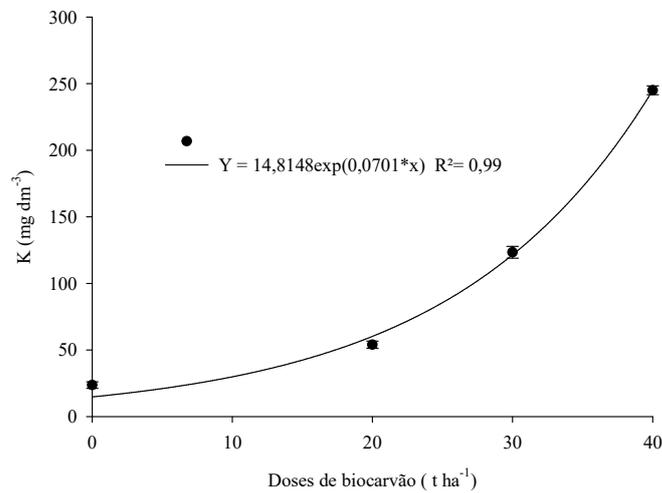
Potássio (K)

A Figura 9 mostra um crescimento exponencial nos teores de K mediante o aumento das doses de biocarvão. Segundo EMBRAPA (2006), o K é o nutriente em maior quantidade na bucha de dendê. Woiciechowski *et al.* (2018) ao utilizar biocarvão da mistura de resíduos de canela, bracatinga e imbuia, observaram acréscimos equivalentes a 140,4 e 179,4 mg dm⁻³ usando as dosagens de 20 e 40 t ha⁻¹, após 60 dias de implantação do experimento.

O teor de potássio no biocarvão apresentou-se elevado, representando uma importante alternativa como fonte desse elemento para os cultivos. Porém, esse elemento, se em excesso, pode provocar

desequilíbrio nas relações entre nutrientes no solo, ocasionando deficiência do Mg e do Ca (Mendes 2007), pois são elementos que concorrem pelo mesmo sítio de absorção na planta.

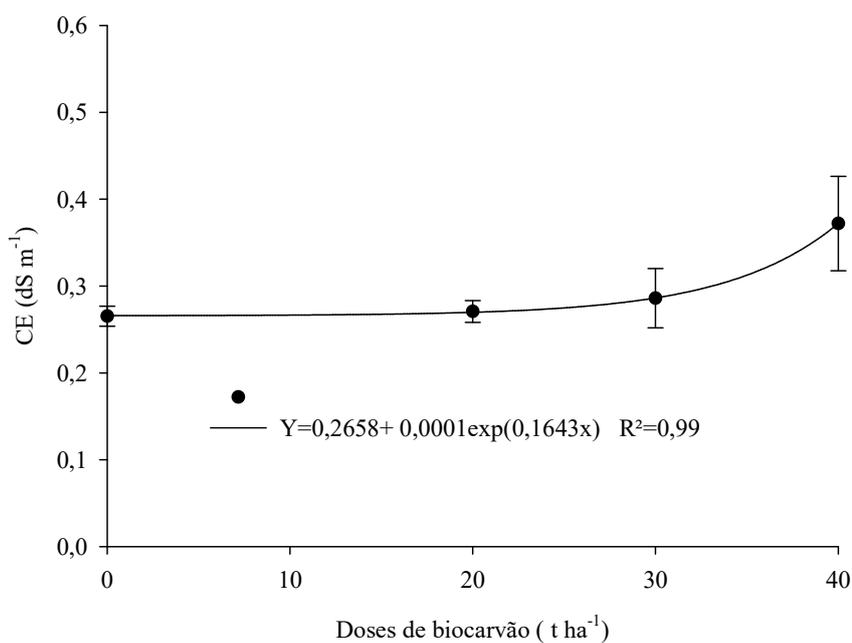
Figura 9: Comportamento do potássio mediante o aumento das doses de biocarvão



Fonte: Autor, 2022

Há uma necessidade do estudo do uso deste biocarvão misturado a calcário dolomítico, por exemplo, com o objetivo de promover o equilíbrio entre as bases no solo. Vale salientar que tanto o K quanto o Na, quando em excesso, podem ocasionar a salinização do solo.

Figura 10: Efeito das diferentes dosagens do biocarvão sobre a condutividade elétrica do solo



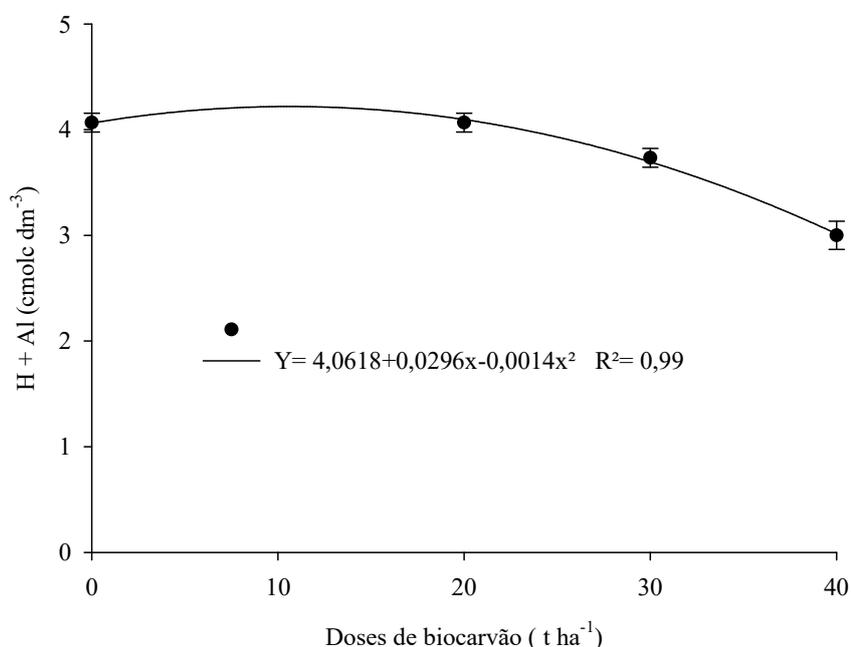
Fonte: Autor, 2023

Ao observar o efeito das diferentes dosagens na condutividade elétrica do solo (Figura 10) constatou-se que a média dos valores correspondentes a cada dosagem estava muito abaixo do que o indicado por Batista *et al.* (2018), ao indicar que indícios de salinidade acontecem quando a condutividade elétrica encontra-se acima de 4 dS m^{-1}

Acidez potencial (H+Al)

A acidez potencial na Figura 11 apresenta comportamento quadrático negativo subentendendo que a elevação das doses de biocarvão reduz seus teores. Castro *et al.* (2022), ao utilizar biocarvão de termoelétrica no solo conseguiram reduzir de 5,57 para 0,11 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ a acidez potencial. Este parâmetro é qualificado somando acidez trocável com a acidez não trocável, que se refere àquela acidez neutralizada até um determinado valor de pH. Quantificar a acidez potencial possibilita calcular quanto de bases são necessárias para neutralizá-la.

Figura 11: Comportamento da acidez potencial mediante o aumento das doses de biocarvão



Fonte: Autor, 2022

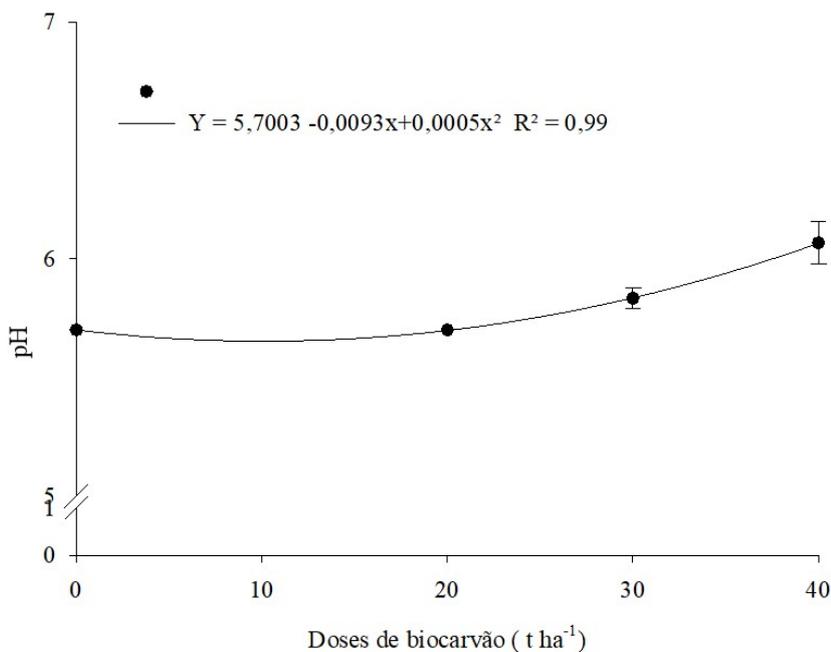
Esse parâmetro é usado para saber a quantidade de corretivos necessário para se atingir um pH desejado, podendo condicionar maior

equilíbrio na disponibilidade de macro e micronutrientes no solo. O biocarvão ao reduzir a acidez potencial nos indica um importante uso, também, deste produto no condicionamento do solo.

Potencial hidrogeniônico (pH)

A Figura 12 apresenta uma função quadrática positiva indicando que a adição progressiva de biocarvão contribui com a elevação do pH, obtendo variações homogêneas entre as médias de cada tratamento. Centurião *et al* (2021), ao utilizar biocarvão feito de diferentes biomassas de material vegetal: espécies do Cerrado (misto), casca de babaçu e casca de pinus, pirolisados a no mínimo 600°C, observou que o aumento das doses dos biocarvões produzidos de diferentes materiais exerceram efeitos significativos na elevação de pH em H₂O. O pH do solo influencia na solubilização de nutrientes e em diversas reações químicas no solo, porém, faixas acima de 6 podem induzir a deficiências de alguns nutrientes. A elevada concentração de Na e K pode acarretar aumento do pH e possivelmente o teor de K encontrado neste estudo tenha contribuído com esta elevação.

Figura 12: Comportamento do pH do solo mediante o aumento das doses de biocarvão



Fonte: Autor, 2022

Efeito do Biocarvão da Bucha de Dendê na Qualidade das Mudanças

Na Tabela 3 está representado a análise de variância dos tratamentos relativos ao efeito do biocarvão sobre as variáveis que indicam a qualidade das mudas de cravo.

Tabela 3: Resumo da análise de variância dos tratamentos relativos à desenvolvimento de plantas

Fator de Variação	Fc							
	DC	H	NF	MSR	MSPA	AF	MST	IQD
Biocarvão	0,21 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,38 ^{ns}	2,09 ^{ns}	12,32*	3,64**	9,68*	3,76**
CV (%)	4,81	6,45	13,94	9,57	8,59	11,04	9,30	11,42

* e ** significativo a 1 e 5%, respectivamente, ns: não significativo

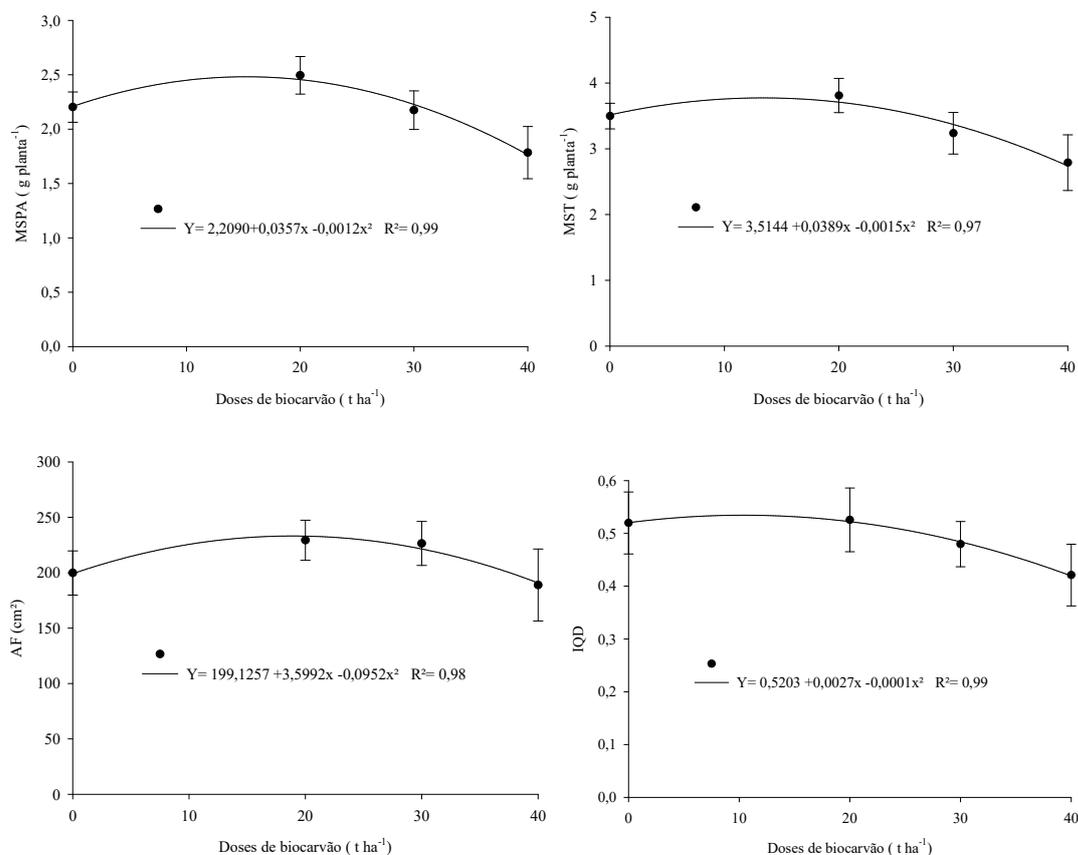
Fonte: Autor, 2023

Observa-se que o efeito das doses de biocarvão foram significativos apenas para MSC, MSF, MSPA, AF, PMST e IQD.

Na Figura 13 são apresentados os dados referentes à qualidade das plantas sob a interferência do biocarvão no solo. Observa-se que não houve desempenho satisfatório na qualidade das mudas mediante aumento das doses de biocarvão. A Figura 13 mostra que houve interação entre as dosagens de biocarvão e os parâmetros de avaliação de qualidade de planta, havendo harmonia entre a variação das médias, quando o R² variou de 0,97 a 0,99. Porém, todos os parâmetros avaliados (massa seca da parte aérea – MSPA, massa seca total – MST, área foliar AF e índice de qualidade de Dikson – IQD) tiveram comportamento quadráticos negativos.

Passos *et al* (2022), ao utilizarem biocarvão de galhos de lacre (*Vismia guianensis*), em plantio de faveira (*Enterolobium barnebianum*) observaram que houve influência mútua significativa entre os fatores porções de biocarvão para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST), sendo que o uso de doses crescentes de biocarvão afetou negativamente a produção de MSPA da planta, menos na dosagem equivalente a 20 t ha⁻¹, o qual promoveu um aumento de aproximadamente 30% em relação à testemunha.

Figura 13: Efeito do biocarvão da bucha de dendê na qualidade das mudas



Fonte: Autor, 2022

Reis et al. (2022), avaliando o efeito do uso do biocarvão de casca de côco e bagaço de laranja no desenvolvimento de mudas de *Corymbia citriodora*, Hill & Johnson (ano), obtiveram resultados negativos a partir de determinado ponto na elevação das dosagens de biocarvão. Sendo que os biocarvões utilizados por estes autores têm características bem distintas do biocarvão deste estudo. Vale salientar que a maioria dos biocarvões são ricos em nutrientes e a elevação da dosagem pode apresentar o mesmo efeito de toxidez por excesso de alguns nutrientes dos adubos minerais. Outro ponto a destacar nesse sentido são os teores de potássio que em ambos os experimentos se mostraram elevado pois sabe-se que o excesso de K pode acarretar deficiência de Ca e Mg (MENDES, 2007).

Ao derivar as equações que originaram os gráficos da Figura 13 estima-se maior rendimento em MSPA na dosagem de 15,47 t ha⁻¹ de biocarvão, elevando em 12,34% este parâmetro em relação à testemunha, sendo que a maior dosagem apresentada (40 t ha⁻¹) têm rendimento

negativo de 20,13% em relação à testemunha. Já a dosagem de biocarvão prevista para maior rendimento de MST estaria em torno de 13,59 t ha⁻¹ de biocarvão elevando este parâmetro em 7,38% em comparação com a testemunha e a maior dosagem representaria neste caso o menor rendimento com percentagem negativa de 22,91% em relação à testemunha. A área foliar tem estimativa de maior rendimento na dosagem de 18,91 t ha⁻¹ de biocarvão obtendo uma elevação de 17,08% deste parâmetro comparado com a testemunha, e o ponto de mínima aferido através da equação seria as 40 t ha⁻¹ de biocarvão com perdas de 4,19% em relação à testemunha. E com relação ao IQD, estima-se que maior rendimento seriam adquiridos quando aplicado 10,78 40 t ha⁻¹ obtendo-se percentuais de 2,73% acima da testemunha e a maior perda, neste caso, com relação a este parâmetro seria de 19,39% abaixo da testemunha, quando usado as 40 t ha⁻¹ de biocarvão.

Conclusão

O uso das diferentes doses de biocarvão oriundo da bucha de dendê surtiu efeito positivo com relação a atributos químicos do solo, podendo ser usado como condicionador de solo e fonte de potássio. Apesar das dosagens de biocarvão ter efeito significativo sobre alguns indicadores de crescimento de planta, não foi possível notar interferências significativas na melhoria do índice qualidade Dickson, sendo este um dos principais parâmetros para aferir a qualidade das mudas.

Referências Bibliográficas

ALHO, C. F. B. V. **Efeito da temperatura final de pirólise na estabilidade de biocarvão produzido a partir de madeira de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. **Cotação agrícola.** Salvador, 2022. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/cotacao?page=8&produto=511&praca=&tipo=&data_inicio=01/11/2020&data_final=03/11/2022. Acesso em: 20 out. 2023.

BARBOSA, T. D. C. S.; OLIVEIRA, V. P. V. Indicadores químicos e biológicos de qualidade do solo utilizados no monitoramento da degradação em ambientes semiáridos: análise do estado da arte. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 17403–17423, 2022.

BATISTA, M. A. *et al.* Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. *In*: BRANDÃO FILHO, J. U. T. *et al.* **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018. p. 113–162.

CARMO, D. L. D.; SILVA, C. A. Condutividade elétrica e crescimento do milho em solos contrastantes sob aplicação de diversos níveis de calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 10, p. 1762–1772, 2016.

CASTRO, W. C. D. *et al.* Biocarvão e adubação fosfatada sob a fertilidade do solo e desenvolvimento inicial de mudas clonais de café conilon. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 16, p. 16, 2022.

CAVALCANTE, R. R. **Efeito da adição de doses de biocarvão no movimento de íons em colunas de solo**. 2017. 47 f. Monografia (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

CENTURIÃO, N. C. *et al.* Efeitos de biochars (carvões) provenientes de diferentes materiais na fertilidade de dois solos do cerrado. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 19, n. 2, 2021.

CONZ, R. F. **Caracterização de matérias-primas e biochars para aplicação na agricultura**. 2015. 132 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-13052015-142608/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

DIAS JÚNIOR, L. *et al.* Characterization of biochar produced with waste from açai and brazil nuts. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 27429–27442, 2022.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, New York, v. 36, n. 1, p. 10–13, 1960.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dendê: manejo e uso dos subprodutos e dos resíduos**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, v. 246, n. 1, p. 37, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de Solo**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2017.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Reciclagem das cascas de coco verde no contexto da economia circular: briquetagem e pirólise**. EMBRAPA Tabuleiros costeiros, Aracaju, 2020.

FARIAS, D. B. D. S. *et al.* Biochar and its Impact on soil properties, growth and yield of okra plants. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 16, n. 2, p. 29–39, 2020.

FEITOSA, A. A. *et al.* Characterization of biochar samples of banana peels and orange bagasse carbonized at 400 and 600°C. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 12, n. 4, p. 993–1000, 2020.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.

GAO, S. *et al.* Locally produced wood biochar increases nutrient retention and availability in agricultural soils of the San Juan Islands, USA. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 233, p. 43–54, 2016.

GLOBO RURAL. [S. l.]: Globo, 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/01/arvore-que-fornece-o-cravo-da-india-e-fonte-de-renda-para-produtores-da-ba.html>.

Acesso em: 20 mar. 2023.

GOMES, M. D. P. *et al.* Lixiviação de potássio em um latossolo cultivado com café. **Irriga**, Botucatu, v. 27, n. 3, p. 597–606, 2022.

GRANT, C. A. *et al.* A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Potafos, Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 95, p. 16, 2001.

GUILHEN, S. N. **Síntese e caracterização de biocarvão obtido a partir do resíduo de coco de macaúba para remoção de urânio de soluções aquosas**. 2018. 324 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Materiais) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-13092018-144036/>. Acesso em: 8 maio 2023.

HANKE, D. *et al.* Produção e caracterização de biocarvão a partir de diferentes fontes de biomassa vegetal: aproveitamento de resíduos arbóreos e agrícolas sem destinação apropriada. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Corrente, v. 10, n. 2, p. 058–077, 2022.

IBI. International Biochar Initiative. **Standardized product definition and product testing guidelines for biochar that is used in soil**, v. 2.1, p. 61, 2015.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimare. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds): **Handbuch der klimatologie**. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1936. Banda 1, Parte C, p. 1-44..

LIMA, K. C. *et al.* In natura and carbonized coconut fiber characterization from pyrolysis process. **MIX Sustentável**, Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 27–38, 2022.

LUCENA, R. R. M. D. *et al.* Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, Moçoró, v. 24, n. 2, p. 40–45, 2011.

LUCON, I. M. **Biocarvão nos atributos físicos, químicos e produtividade do milho em solo sob clima tropical**. 2019. 105 f. Tese (Doutorado em agricultura tropical e subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2019. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?as_q=&as_epq=BIOCARV%C3%83O%20NOS%20ATRIBUTOS%20F%C3%8DSICOS%2C%20QU%C3%8DMICOS

%20E%20PRODUTIVIDADE%20DO%20MILHO%20EM%20SOLO%20SOB
%20CLIMA%20TROPICAL&as_occt=title&as_sauthors=+&as_ylo=&as_yhi=
&as_sdt=1.&as_sdtf=on&as_sdtf=&as_sdtf=22&.

MAEDA, J. A. *et al.* Craveiro-da-Índia: características físicas das sementes e seus efeitos na germinação e desenvolvimento vegetativo. **Bragantia**, Campinas, v. 49, n. 1, p. 23–36, 1990.

MAIA, C. M. B. de F. *et al.* Biochar e o eucalipto. *In*: OLIVEIRA, E. B. de; PINTO JUNIOR, J. E. (org.). **O eucalipto e a EMBRAPA : Quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 589–610. *E-book*. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/item/14>.

MARCELINO, I. P.; LOSS, A.; ANDRADE, M. A. N. Potencialidades do uso do biochar para melhoria dos atributos edáficos. *In*: Magnoni Junior, L. *et al.* (org.). **Redução do risco de desastres, e a resiliência no meio rural e urbano**. 2. ed. São Paulo, 2020. p. 584–601.

MARTINS, C. C. **Biochar, composto orgânico e potássio nas características químicas e lixiviação de nutrientes em espodossolo em no cultivo de mucuna preta e moringa**. 2018. 126 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.

MATIAS JUNIOR, M. V. R. **Análise de eficiência de um forno artesanal para produção de biocarvão**. 2021. 53 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2021

MELO, F. M.; MENDONÇA, L. P. C. Avaliação da disponibilidade de fósforo em solo argiloso com diferentes teores de matéria orgânica. **Humanidades & Tecnologia em Revista (FINOM)**, Paracatu, v. 18, n. 13, p. 52–67, 2019.

MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo**. Barreiras, Ba: SFA - BA/SDC/MAPA, 2007. Aula ministrada no Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água.

PASSOS, E. D. C. *et al.* Influência de resíduos de biocarvão e esterco bovino no desenvolvimento de mudas de faveira. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 16, p. e88111637855, 2022.

PEREIRA, J. R. C. *et al.* Caracterização de biocarvões regionais e efeitos sobre produção de biomassa do milho em Petrolina – PE. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 30, p. 173–180, 2022.

PHAM, M. *et al.* Effects of hydrothermal liquefaction on the fate of bioactive contaminants in manure and algal feedstocks. **Bioresource Technology**, v. 149, p. 126–135, 2013.

REIS, A. M. F. *et al.* Efeito do uso do biocarvão de casca de coco e bagaço de laranja no desenvolvimento de mudas de *corymbia citriodora* HILL & JOHNSON. *In*: PACHECO, C. S. G. R. *et al (org.)*. **Biomassa: recursos, aplicações e tecnologias em pesquisas**. 1. ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2022. p. 61–74. *E-book*. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/220809800>. Acesso em: 8 maio 2023.

SANTANA, M. J. B. *et al.* Influência da temperatura e da lavagem nas características de biocarvões de bagaço de cana-de-açúcar e de laranja. **4º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Gamados RS**, Gramado, v. 4, 4º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, p. 5, 2021.

SANTOS, J. A. *et al.* Caracterização, retenção e disponibilidade de água de diferentes tipos de biocarvão de origem animal e vegetal. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 5, p. e48411528360, 2022.

SILVA, J. S. D. **Etiologia da morte de plantas e alguns fungos isolados de craveiro-da-índia (*Syzygium aromaticum*) no Baixo Sul da Bahia**. 2022. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2022.

SOUZA JÚNIOR, J. O. D. (org.). **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação**. Ilhéus, BA: EDITUS, 2018. *E-book*, 895p. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/hn4hr>. Acesso em: 20 maio 2023.

TRAZZI, P. A. **Uso do biocarvão na produção de mudas e no crescimento inicial de *Pinus taeda* L.** 2014. 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/37925>.

VASCONCELOS, L. **Cravo-da-Índia: preço alto e produção baixa**. In: BAHIA.BA. 25 out. 2021. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj1nrO3hOv9AhXEqZUCHc-fBlwQFnoECAoQAw&url=https%3A%2F%2Fbahia.ba%2Fpolitica%2Fcravo-da-india-preco-alto-e-producao-baixa%2F&usg=AOvVaw10aA44ucqMgPLvR4kC9lqt>. Acesso em: 20 mar. 2023.

VEIGA, T. R. L. A. **Síntese e caracterização de biocarvões de biomassa de casca de café e de madeira de eucalipto**. 2016. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - Mg, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/12115>.

WOICIECHOWSKI, T. *et al.* Nutrientes e umidade do solo após a incorporação de biocarvão em um plantio de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1455–1464, 2018.

CAPÍTULO 2

Calcário de concha de ostra e biocarvão na produção de mudas de cravo-da-índia

Resumo

A pressão sobre os recursos naturais causada pela crescente urbanização e industrialização tem ocasionado a necessidade de atitudes que atenuem a degradação ambiental, como a reutilização de subprodutos das atividades agroindustriais e da mariscagem. O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de biocarvão de cachos vazios (bucha) de dendê e de calcário de conchas de ostra proveniente da atividade de mariscagem, na melhoria das características químicas do solo e na qualidade de mudas de cravo-da-índia. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2x3, duas doses de biocarvão, três doses de calcário de concha de ostra, com 5 repetições, tendo 10 plantas cada. Concluiu-se que a interação entre o biocarvão de bucha de dendê e o calcário de concha de ostra melhoraram diversos parâmetros de fertilidade do solo como P, Ca, H+Al, pH, as relações Ca:K e Mg:K e a saturação de Ca na CTC. Porém não foi notado efeito significativo em parâmetros como Soma de bases, CTC e V(%). Por outro lado, não foi observado interação entre esses tratamentos que resultasse em melhoria no crescimento inicial do cravo-da-índia, indicando a necessidade de melhor calibração de doses a serem usadas para esses dois resíduos.

Termos para indexação: Resíduos; oleaginosas; marisqueiras.

Abstract

The pressure on natural resources caused by increasing urbanization and industrialization has caused the need for attitudes that mitigate environmental degradation, such as the reuse of by-products from agro-industrial activities and shellfish farming. The objective of this study was to evaluate the use of biochar from empty palm oil clusters (loofah) and limestone from oyster shells from shellfish farming, in improving the chemical characteristics of the soil and the quality of clove seedlings. The experiment was arranged in a completely randomized design, in a 2x3 factorial, two doses of biochar, three doses of oyster shell limestone, with 5 replications, with 10 plants each. It was concluded that the interaction between palm oil bush biochar and oyster shell limestone improved several soil fertility parameters such as P, Ca, H+Al, pH, Ca:K and Mg:K ratios and saturation. of Ca in CTC. However, no significant effect was noted on parameters such as Sum of bases, CTC and V(%). On the other hand, no interaction was observed between these treatments that would result in an improvement in the initial growth of cloves, indicating the need for better calibration of doses to be used for these two residues.

Index terms: Waste; oilseeds; seafood restaurants..

Introdução

O avanço da urbanização, industrialização, e os usos inadequados dos recursos naturais vem causando efeitos deletérios cumulativos para o meio ambiente, algo que tem gerado preocupação política em todo mundo desde a década de 60, provocando diversas conferências internacionais da Organização da Nações Unidas (ONU), gerando diversos documentos.

O Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (PNUMA) gerado em Estocolmo em 1972; o relatório “Nosso futuro comum” Editado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (CMMAD); a agenda 21 produzida na “ECO92”, em 1992 no Rio de Janeiro, o protocolo de Kyoto em 1997, a agenda 2030 em 2015 em Nova York e o acordo de Paris em 2017, são exemplos de documentos gerados pela ONU (OLIVEIRA; CARNEIRO, 2020). A promoção da agricultura sustentável, o uso de medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra, são alguns dos objetivos da agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2018).

Das diversas atividades econômicas, a agropecuária, apesar de necessária merece destaque com relação aos impactos negativo ao ambiente, pelo uso inadequado de recursos naturais (GRAZIK; REIS; KORF, 2022). Em 2020, a emissão de gases de efeito estufa direto ou indireto por essa atividade ficou em 577 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (GWP-AR5), sendo que as emissões da agricultura corresponderam a 166 milhões de toneladas (SEEG, 2021). O manejo incorreto na agricultura pode resultar, também, em poluição do solo e da água (TELES *et al.*, 2022). Através do uso excessivo de adubos e fitossanitários sintéticos polui-se o solo e por lixiviação e lavagem superficial, nutrientes são levados para os rios causando eutrofização.

Estudos tem sido feitos com biocarvão de diferentes tipos de resíduos agroindustriais, visando o aproveitamento desse material, retirando-os do ambiente e proporcionando seu uso como fornecedor de nutrientes ao solo, como atenuante dos efeitos maléficos de pesticidas, para redução das emissões dos gases de efeito estufa e melhoria da qualidade de plantas

comerciais (ALEXANDRE, 2023; CARVALHO *et al.*, 2019; CASTRO *et al.*, 2022; CENTURIÃO *et al.*, 2021; LUCON, 2019).

Biocarvão é o produto da degradação térmica de biomassa na ausência ou presença limitada de oxigênio (pirólise), e ao ser colocado no solos tem efeito, também em suas propriedades químicas (OLIVEIRA *et al.*, 2020), devido as suas notáveis propriedades capazes de melhorar a fertilidade, e trazer benefícios ambientais, como o sequestro de carbono a longo prazo, ajudando para a redução dos efeitos das mudanças climáticas (COOPER *et al.*, 2020; MARTINS FILHO *et al.*, 2020).

Cooper *et al.* (2020), destacam a elevada aromaticidade, o que eleva o tempo de permanência do biocarvão no solo, e conseqüentemente proporciona o sequestro de carbono ao longo do tempo; o autor destaca também a possibilidade do aumento da CTC, melhoria do armazenamento e fornecimento de nutrientes ao longo do tempo e elevação do pH, promovendo um efeito calagem. Tais efeitos faz do biocarvão um material a ser estudado como condicionador de solo nos cultivos e produção de mudas de qualidade.

O uso de biomassa oriundos da agroindústria de dendê (*Elaeis guineenses*), como a bucha de dendê é uma das alternativas para destinação dos resíduos oriundos do setor (MATIAS *et al.*, 2022). Por apresentar a produtividade de óleo mais elevadas entre as oleaginosas no mundo (ALCÂNTARA, 2022), e a bucha ser o maior constituinte entre os produtos e subprodutos do cacho de dendê e resíduos da agroindústria do azeite de dendê (EMBRAPA, 2006), há de se estudar destinos eficientes para este resíduo que apresenta grandes percentuais de potássio, nutriente essencial para os cultivos e de alto valor comercial.

Porém por apresentar elevados teores de K (MATIAS *et al.*, 2022) a bucha de dendê ao sofrer pirólise concentra esse nutriente podendo causar desequilíbrio com outras bases trocáveis como o Ca^{+2} e Mg^{+2} (MENDES, 2007), havendo necessidade de aditivos de fontes de Ca e Magnésio. Uma das fontes desses nutrientes é a concha de ostra (*Ostreidae*), resíduo gerado pela prática da mariscagem ou criação da ostra, e podem ser vetores de doenças, proliferar mal cheiros, provocar acidente a banhistas e provocar

assoreamento se descartado de forma incorreta (FAGUNDES; SILVA, 2022). O calcário de concha de ostra pode ser alternativa a corretivos de solos e fornecimento de Calcio na nutrição de plantas por ser rico em carbonatos, elevar o pH e neutralizar o Al (SANTOS; SILVA, 2022).

O cravo da Índia é uma das especiarias mais importantes no mundo (SILVA, 2022) é utilizada na culinária, mas ultimamente a maioria das pesquisas com este produtos tem fins farmacológicos, (BATIHA *et al.*, 2020; BUDDHAKALA *et al.*, 2022; HARO-GONZÁLEZ *et al.*, 2021; VICIDOMINI; ROVIELLO; ROVIELLO, 2021). Esta cultura apesar de ter grande valor no comércio mundial, no Brasil carece de pesquisas quanto ao cultivo (semeadura, produção de mudas, plantio, manejo, colheita e pós colheita).

Diante do exposto o objetivo deste estudo é avaliar o potencial de utilização de biocarvão de bucha de dende e calcário de concha de ostra nas características químicas do solo e desenvolvimento de mudas de cravo-da Índia (*Syzygium aromaticum* L).

Material e Métodos

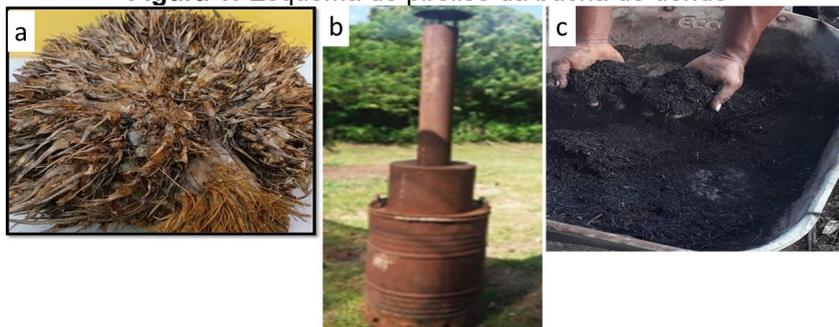
Local de estudo

Esta pesquisa foi feita nas dependências do Instituto Federal Baiano, Campus Valença-BA, localizado nas coordenadas geográficas 13°22'26.05" de Latitude Sul e 39° 5'0.05" de Longitude Oeste, em viveiro de produção de mudas. O clima da região é caracterizado como quente e úmido, com ausência de estação seca definida (tipo Af), conforme classificação de Köppen (SOUSA; BRITO, 2022).

Produção e Caracterização do Biocarvão e Calcário de Concha de ostra

O biocarvão da bucha de dendê foi processado em um forno artesanal adaptado a um modelo desenvolvido pela Iniciativa Internacional de Biocarvão (IBI, 2015) (Figura 1a). A bucha de dendê (Figura 1b) foi seca ao ar por 15 dias e após secagem foi fracionada, para facilitar a acomodação no reator, sendo utilizado 4 kg de bucha na pirólise que ocorreu durante 45 minutos e a temperatura média de 500°C.

Figura 1: Esquema de pirólise da bucha de dendê



a - Bucha de dendê, b- forno artesanal, c- Biocarvão da bucha de dendê
Fonte: autor, 2021

Após a pirólise, o material foi moído (Figura 1c) e passado em peneira de malha 2mm. As amostras do biocarvão foram dispostas em ambiente protegido e submetidas à caracterização para umidade, cinzas, matéria volátil (MV), carbono fixo (CF), (ASTM D1762-84, 2013), pH, concentrações disponíveis de P e K, (EMBRAPA, 2009) e granulometria (ASTM D5158-98, 2019). Apresentando as seguintes características: 6,2% de umidade; 7,9% de cinza; 8,5% de material volátil; 83,7% de carbono fixo; pH de 10,5; 737,8 mg dm⁻³ de P; 14352 mg dm⁻³ de K.

A concha de ostra foi, seca ao ar por 8 dias e submetida a uma queima rápida por 30 minutos para retirada do material orgânico, logo após foi triturada e passada em peneira de 2mm. E analisada para CaO (dag/kg), MgO (dag/kg), PN (%), PRNT (%); como fertilizante orgânico sólido, quanto a relação C/N, aos teores de fósforo total - P₂O₅ (%), Potássio total - K₂O (%), Cálcio total - Ca (%), Magnésio total - Mg (%); e de metais pesados quanto aos teores de Cádmio total - Cd (mg/kg), Chumbo total - Pb (mg/kg) e Níquel total - Ni (mg/kg) conforme Metodologia preconizada pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2017).

Figura 2: Processo de produção do calcário da concha de ostra



a- Concha de ostra depositada em manguezais. b- Forno c- Processo de trituração
Fonte: Autor, 2021.

Solo para substrato

Para implantação do experimento, foram usados a camada de 0-20 cm de um Latossolo Amarelo, franco arenoso, cujas características químicas de fertilidade e granulometria foram: 5,9 de pH (potencial hidrogênio); 8mg dm⁻³ de P (fósforo); 38 mg dm⁻³ de K(potássio), 1,5; cmol_c dm⁻³ de Ca⁺² (cálcio); 0,5 cmol_c dm⁻³ de Mg⁺² (magnésio); 3,3 cmol_c dm⁻³ de H+Al (acidez potencial); 5,4 cmol_c dm⁻³ de CTC (capacidade de troca de cátions) e 39,2% de V (saturação por base). 246 g/kg de areia grossa, 416 g/kg de areia fina, 198 g/kg de silte e 140 g/kg de argila.

Delineamento experimental e condução do Experimento

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo dois tratamentos com biocarvão (0 e 20 t ha⁻¹ de biocarvão) e três tratamentos com calcário de concha de ostra (0, 3 e 5 t ha⁻¹ de calcário de concha de ostra), com 5 repetições tendo 10 plantas cada.

Os diferentes tratamentos nas diferentes concentrações foram colocados em tubetes com volume de 280 cm³, sendo umedecidos e mantidos úmidos por 15 dias, para induzir as reações químicas destes componentes com o solo e promover o equilíbrio do sistema, antes do plantio.

Os frutos de craveiro (dentão) foram colocados em água por 3 dias, para facilitar a remoção das sementes sem danificá-las, conforme descrito por CUNHA (1950); sendo colocados para germinar em placas de germinação de 50ml, com substrato composto por vermiculita e humus de minhoca (proporção: 1:1).

As sementeiras foram colocadas em casa de vegetação com tela sombrite a 50% de sombra e lona transparente, sendo molhadas diariamente duas vezes ao dia, e com 86 dias as plântulas (contendo 3 folhas) foram transplantadas para tubetes de 280cm³ com as diferentes concentrações, e colocados em bandejas arrumados de acordo o delineamento, sendo molhadas com auxílio de regador manual de 10 litros. Sempre que

necessário foram feitas retirada de plantas espontâneas, evitando disputa por nutriente com as plantas de cravo.

Coleta dos dados

Após um ano da sementeira, foi feita análise química do solo de cada tratamento com 3 repetições por tratamento. Procedendo a secagem ao ar, as amostras foram enviadas para laboratório e submetidas à análise química simples de fertilidade, aferindo pH, P e K (mg dm^{-3}), Ca, Mg, Al, Al + H, CTC (cmolc dm^{-3}), V(%), M.O(dag kg^{-1}) (EMBRAPA, 2009) e Condutividade elétrica (EMBRAPA, 2017).

Figura 3: Amostras de solos para análise



Fonte: Autor, 2021

Foram avaliados, também, os parâmetros de qualidade das mudas de cravo, comprimento de raízes (CR), altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), peso de matéria seca da raiz (PMSR), peso de matéria seca do caule (PMSC), peso da matéria seca das folhas (PMSF) e o índice de qualidade de Dickson (IQD).

Figura 4: Aferição dos parâmetros de qualidade de plantas



Fonte: Autor, 2021

A altura da parte aérea foi avaliada a partir da altura do substrato até a extremidade apical, e o diâmetro do colo foi determinado ao nível do substrato.

As avaliações de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR) foram determinados a partir do material seco em estufa de circulação de ar forçada, à temperatura média de 65 °C, durante o período de 72 horas. Pesou-se as folhas frescas, e em seguida, destacaram-se discos da porção central da folha apenas com nervuras finas, obtendo um disco por folha e 5 folhas por planta. Após a remoção, os discos foram imediatamente pesados individualmente em balança analítica. A área foliar foi aferida pela fórmula ($AF = PF \times AD/PD$), onde: AF é a área foliar a calcular pelo método; PF é o peso fresco da folha; AD é a área calculada do disco extraído da folha (0,463cm²); e PD é o peso fresco dos discos. (LUCENA *et al.*, 2011). O peso de matéria seca total (PMST) foi adquirido a partir do somatório dos pesos citados.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi adquirido em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR), a partir da fórmula (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$IQD = \frac{PMST}{H(cm)/DC(mm) + PMSPA(g)/PMSR}$$

Em que: PMST = peso da matéria seca total (g); H = altura da parte aérea (cm); DC = diâmetro do coleto (mm); PMSPA = peso de matéria seca da parte aérea (g); PMSR = peso de matéria seca das raízes (g).

Análise dos dados

Os resultados foram submetidos à análise de variância e constatando diferenças significativas, ao teste de Tukey ($P > 0,95$) com o auxílio do programa de análise estatística - SISVAR.

Resultados e Discussão

Caracterização do calcário de concha de ostra

Na Tabela 2 estão apresentadas as características do calcário de concha de ostra. Observa-se elevados teores de CaO, cálcio e PRNT e teores baixos de MgO, Mg, P₂O₅, K₂O. São apresentados também os valores de análise de metais pesados contidos no calcário de concha de ostra.

Tabela 2 Caracterização do calcário de concha de ostra.

Análise de Corretivos			Análise de fertilizantes Orgânicos Sólidos				Metais Pesados					
CaO	MgO	PN	PRNT	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	C/N	Cd	Pb	Cr	Ni
-----dag/kg-----			-----%-----				-----mg/kg-----					
45,64	0,38	94,75	73,52	0,15	0,06	36,94	0,28	49/1	0,50	1,50	87	77

Fonte: Autor, 2022

Quanto à utilização como corretivos

Tomando como base a Instrução normativa SDA/MAPA número 35/2006 ((BRASIL, 2006), o calcário de concha de ostra deste estudo apresentaram características de calcário calcinado agrícola, pois os teores de óxidos de cálcio mais magnésio (CaO+ MgO) encontram-se acima de 43% e menor que 50%, poder de neutralização (PN) é maior que 80%; e poder relativo de neutralização total (PRNT) entre 54 e 90%. Por apresentar valores elevado de óxidos este material apresenta rápida reação e boa solubilidade no solo, podendo ser uma ótima fonte de geração de renda para os trabalhadores que vivem da atividade de extração da ostra (MONACO *et al.*, 2015; PETRIELLI, 2008). Fazendo uma revisão de literatura sobre utilização de resíduos de mexilhão dourado, (*Limnoperna fortunei*, Dunker 1857), para aplicações sustentáveis, Santos e Silva (2022) destacam a possibilidade da utilização da concha do mexilhão dourado como alternativa a calcário mineral devido ao seu poder de elevar o pH e de neutralização do alumínio na correção dos solos ácidos arenosos.

Quanto à utilização como fertilizante

A quantidade de cálcio observados (36,94%) confere ao calcário de concha ostra uma ótima alternativa como fonte deste nutriente, porém o mesmo não é observado com relação aos teores de magnésio, sendo este

fato algo limitante em solos onde há deficiência de Mg, pois o Ca apresenta maior preferência em relação ao Mg no complexo de troca do solo, ou seja o excesso de um desses nutrientes pode induzir a deficiência do outro (LANGE *et al.*, 2021). O cálcio tem elevada importância ao ajudar no estímulo ao desenvolvimento das plantas, melhorando a qualidade dos frutos, por melhoria da estrutura da parede celular, contribuindo também no crescimento radicular (CAVALCANTE *et al.*, 2019). Porém a deficiência do Mg compromete a estrutura da clorofila, a ativação de enzimas em vários processos vitais da planta (LANGE *et al.*, 2021).

Níveis de metais pesados

Os níveis de metais pesados observados estão bem abaixo dos máximos de contaminantes admitidos para fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo (Tabela 3), estabelecidos pela Portaria número 402, de 22 de julho de 2010, do ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010).

Tabela3: limites máximos de contaminantes admitidos na agricultura

PARÂMETRO	TIPO DE USO	
	FERTILIZANTES ORGÂNICOS	SUBSTRATOS PARA PLANTAS E CONDICIONADORES DE SOLO
Cádmio (mg/kg)	3,00	8,00
Chumbo (mg/kg)	150,00	300,00
Cromo total (mg/kg)	200,00	500,00
Níquel (mg/kg)	70,00	175,00

Fonte: Portaria número 402, de 22 de julho de 2010.

Apesar de haver fontes naturais de metais pesados a ação humana pode intensificar as concentrações de metais pesados no solo de tal forma a torna-los tóxicos ao ambiente e à macro e microbiota do solo (animais e vegetais), nos quais tem efeito cumulativos em todos níveis da cadeia alimentar (SOUZA; MORASSUTI; DEUS, 2018). Por exercer papel filtrante da água, a depender do grau de poluição onde são encontradas, a ostra pode acumular tais metais, sendo necessário análise da concentração de tais substâncias quando o objetivo for utilizar a concha ou a própria ostra para fins agrícola ou alimentar.

Efeito do biocarvão e do calcário de concha de ostra sobre os atributos químicos do solo

Na Tabela 4 estão apresentados um resumo dos dados da análise de variância que refletem o efeito de cada tratamento isolado e a interação entre o biocarvão de bucha de dente (biocarvão) e o calcário da casca de ostra (ostra) sobre os atributos químicos do solo. Observa-se que, o biocarvão teve efeito significativo ao ser analisado isoladamente com relação às variáveis potássio (K), sódio (Na) e saturação do potássio na capacidade de troca de cátions (Sat. de K na CTC). A Relação (Mg/K) mostra que houve efeito significativo tanto com relação ao tratamento com biocarvão, quanto quando houve interação entre os tratamentos.

Tabela 4: Resumo da análise de variância dos tratamentos relativos as características químicas do solo

Fator de Variação	Fc								
	P	K	Ca	Mg	H+Al	pH	M.O.	Na	Ca/Mg
Biocarvão	36,77*	37,33*	13,57*	5,09**	21,16*	44,44*	0,44 ^{ns}	18,89*	2,42 ^{ns}
Ostra	23,47*	1,31 ^{ns}	366,44*	8,97*	538,84*	128,11*	3,77 ^{ns}	1,2 ^{ns}	23,56*
Bio +Ost	18,06*	1,31 ^{ns}	15,98*	1,70 ^{ns}	5,56**	14,11*	1,59 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,65 ^{ns}
CV (%)	16,66	39,26	5,95	16,18	4,15	1,17	12,56	14,16	15,18

Continuação

Fator de Variação	Fc							
	Ca/K	Mg/K	Sat. Ca na CTC	Sat. Mg na CTC	Sat. K na CTC	SB	CTC	V
Biocarvão	131,65*	54,61*	2,43 ^{ns}	2,43 ^{ns}	62,34*	9,27**	4,00 ^{ns}	7,37**
Ostra	27,17*	2,12 ^{ns}	1290,90*	5,2**	1,14 ^{ns}	56,7*	5,13**	119,94*
Bio +Ost	13,52*	4,2**	14,28*	1,07 ^{ns}	2,40 ^{ns}	3,53 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,99 ^{ns}
CV (%)	19,26	23,59	2,73	14,29	27,72	10,98	6,76	6,39

* e ** significativo a 1 e 5%, respectivamente, ns: não significativo

Fonte: Autor, 2023

Algumas variáveis demonstraram efeito significativos apenas para calcário de concha de ostra, foi o caso da relação Ca/Mg, saturação do magnésio na capacidade de troca de cátions (Sat. Mg na CTC) e a capacidade de troca de cátions (CTC). Apesar de não ter efeito significativos da interação entre o biocarvão e o calcário da concha de ostra, ambos tiveram efeito significativos isolado para as variáveis magnésio (Mg), soma de bases (SB) e saturação por bases (V). Houve efeito significativo, isolado e da interação dos tratamentos para as variáveis fósforo (P), Cálcio (Ca), acidez potencial (H+Al), potencial hidrogeniônico (pH), e relação Ca/K. Observa-se também que não houve efeito significativos dos tratamentos na

variável MO e que as doses de Biocarvão tiveram efeito significativos praticamente em todas variáveis que envolve K.

Comportamento dos tratamentos em relação às variáveis da química do solo

Na Tabela 5 encontram-se análise do desdobramento da interação entre o biocarvão e calcário da concha de ostra sobre os atributos químicos do solo.

Tabela 5: Análise do desdobramento do efeito da interação entre o biocarvão e o calcário da concha de ostra em atributos químicos do solo

Doses de biocarvão (t ha ⁻¹)	Doses de ostra (t ha ⁻¹)		
	0	3	5
	----- P (mg dm ⁻³) -----		
0	3,33 Bb	5,67Bb	4,33Bab
20	4,33Bb	6,30Bb	11,00Aa
	----- Ca (cmolc dm ⁻³) -----		
0	1,67 Bc	3,23Bb	3,97Ba
20	1,50 Bc	3,37 Bb	4,97Aa
	----- H + Al (cmolc dm ⁻³) -----		
0	4,07Aa	2,73Ab	2,10Ac
20	4,07Aa	2,40Bb	1,67Bc
	----- pH -----		
0	5,70 Bc	5,97Bb	6,13Ba
20	5,70Bc	6,20Ab	6,57Aa
	----- Ca/K -----		
0	27,73Ac	49,16Ab	73,60Aa
20	9,83Bc	16,10Bc	18,70Bc
	----- Mg/K -----		
0	15,93Ab	17,63Ab	22,47Ab
20	6,27Bb	7,27Bb	5,87Bb
	----- Sat. Ca na CTC (T)(%) -----		
0	24,60Ac	44,87Ab	53,93Ba
20	22,50Bc	44,77Ab	58,63Aa

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si

Fonte: Autor, 2023

Nota-se que a média do teor de P, 11,00mg dm⁻³, foi significativo, em relação às demais quando usado 20t ha⁻¹ de biocarvão com 5t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra, demonstrando que a interação entre a maior dose de biocarvão e a maior de calcário da concha de ostra eleva significativamente a média do teor de P a 230,33% em relação à média desta variável no tratamento testemunha, enquanto os tratamentos isolados elevaram 30,03% o P em relação à testemunha.

Com relação às médias dos teores de Ca, houve diferença significativa quando usado as doses de calcário da concha de ostra tanto usando 0t ha⁻¹ quanto usando 20t ha⁻¹ de biocarvão, sendo que o aumento

das doses de calcário de concha de ostra aumentou significativamente os teores de Ca em ambos casos. Já o efeito do biocarvão sobre o Ca só foi significativo quando usado 20t ha⁻¹ de biocarvão e 5t ha⁻¹ de calcário de concha de ostra, apresentando o maior média do teor de Ca entre os tratamentos, 197,60% a mais que a testemunha, enquanto a maior dose de calcário da concha de ostra isolado eleva 137,72% a média do teor deste nutriente em relação à testemunha, e a diferença entre as doses do biocarvão isolado não tiveram efeito significativo sobre esta variável.

Não foi observado diferenças significativas entre as médias da acidez potencial (H+Al) ao observar o efeito do biocarvão de forma isolada. Porém, quando usado biocarvão com as doses 3 e 5t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra nota-se que houveram redução significativa da acidez potencial ao elevar a dosagem de 0 para 20t ha⁻¹ de biocarvão. Os tratamentos com calcário da concha de ostra, com e sem o biocarvão proporcionaram diferenças significativas entre as médias da H+Al, havendo redução tanto quando usado 3t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra em relação à testemunha, quanto 5t ha⁻¹, em relação às 3t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra, sendo que a maior redução na acidez potencial se dá quando aplicado 5t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra mais 20t ha⁻¹ de biocarvão registrando redução de 58,97% da H+Al em relação à testemunha.

Assim como observado na relação dos tratamentos com a H+Al, não houve diferenças significativas entre as médias do potencial hidrogeniônico (pH) quando usado o biocarvão isoladamente. Ao usar as dosagens 3 e 5t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra, associado ao biocarvão, há elevação das médias de pH de forma significativa, alcançando a maior média desta variável (6,57) quando usado o biocarvão com as 5t ha⁻¹.

O uso do biocarvão teve efeito significativos sobre a relação cálcio potássio (Ca/K) causando redução tanto na presença quanto ausência de calcário da concha de ostra. O calcário da concha de ostra, no entanto, só teve efeito significativo sobre a relação Ca/K na ausência de do biocarvão elevando significativamente as médias relacionadas à essa variável.

Assim como na relação Ca/K, houve efeito significativos do biocarvão sobre a relação magnésio potássio (Mg/K) causando redução tanto na

presença quanto ausência de calcário da concha de ostra. Por outro lado, as diferentes doses de calcário da concha de ostra não surtiram efeitos significativo sobre a relação Mg/K até mesmo quando associado ao biocarvão.

A saturação do cálcio na capacidade de troca de cátions (Sat. Ca na CTC), sofreu interferências significativas do biocarvão sem calcário da concha de ostra e na dosagem 5t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra, porém, as médias dessa variável diminuíram quando foi usado biocarvão sem calcário da concha de ostra e aumenta quando usado 5t ha⁻¹ de calcário da concha de ostra. O calcário de concha de ostra elevou significativamente as médias da sat. Ca na CTC à medida que se aumentou as doses sem e com o biocarvão.

Oliveira *et al.* (2020) encontraram resultados significativos de pH ao estudar biocarvão de resíduos de graviola e pinha. Efeitos significativos de pH interferem diretamente na disponibilidade de nutrientes no solo, sendo esta variável uma das mais importantes no estudo sobre biocarvão e calcário de conchas de ostra na agricultura, o pH interfere na absorção de macro e micronutrientes.

Martins Filho *et al.* (2020) observaram que uso de biocarvão do resíduo da casca de café proporcionou resultados significativos do pH, P, K e Na, confirmando os resultados apresentados neste estudo para estas variáveis. Barbosa *et al.* (2023) destaca a possibilidade de maior composição dos elementos Ca, K e Mg nos biocarvões e o fósforo em menos abundância.

Leite *et al.* (2023) ao estudarem resíduos de maricultura como corretivo de solo encontraram teores de Ca acima de 50%, o que pode explicar o fato de todas as variáveis relacionadas com Ca serem significativas após o uso de calcário de concha de ostra. O percentual de Ca e Mg achado no calcário da concha de ostra conforme já mencionado anteriormente é característico de calcário calcítico, corretivo utilizado para corrigir a acidez e neutralizar o alumínio no solo. Como resultado do uso do calcário espere-se elevar o teor de Ca, Mg, redução da H+Al, elevação do pH, elevação da relação Ca/K e aumento da sat. de Ca na CTC (CARNEIRO

et al., 2018; SANTOS *et al.*, 2023), o que corrobora com os resultados observados na Tabela 4 ao avaliar os efeitos do calcário de concha de ostra. Observa-se, também, que os efeitos na elevação do P, Ca, pH é potencializado quando usado o biocarvão, tal efeito, pode ser explicado pela disponibilidades de cargas negativas contidas no biocarvão devido a presença de grupos funcionais que são formados após a pirólise (SOUZA *et al.*, 2023)

A Tabela 6 mostra o efeito isolado do biocarvão sobre atributos químicos do solo. Observa-se que o biocarvão promoveu diferenças significativas entre as medias de K, Mg, Na, saturação de K na CTC, SB e V, elevando as médias destas variáveis.

Tabela 6: Análise do desdobramento do efeito do biocarvão sobre atributos químicos do solo

Doses de bioc. (t ha ⁻¹)	K (mg dm ⁻³)	Mg (cmolc dm ⁻³)	Na (mg dm ⁻³)	Sat. K na CTC (T)(%)	SB (cmolc dm ⁻³)	V(%)
0	23,67b	1,12b	18,33b	0,84b	4,28b	58,70b
20	88,55a	1,33a	24,56a	2,64a	5,02a	63,70a

Letras iguais, minúsculas nas colunas, não diferem entre si

Fonte: Autor, 2023

Castro *et al.* (2022) ao incorporar 20t ha⁻¹ de biocarvão de termoelétrica no solo observaram acréscimo de 12,5% de K, mais de 160% de Mg. O biocarvão aqui apresentado destaca-se pelo elevado teor de K, com acréscimo significativo de 274% de K, que por ser uma das principais bases trocáveis do solo, necessita estar em equilíbrio com o Ca e o Mg. Por serem os três principais componentes da CTC e serem usados, também, para cálculo da V(%), se desequilibrados no solo esses elementos ao concorrer pelo mesmo sítio de absorção na planta pode promover a deficiência daquele com teor abaixo do necessário. Neste sentido, os resultados apresentados até o momento apontam para o suprimento de Ca e K, necessitando de mais pesquisas incorporando resíduos ricos em magnésio, visando o equilíbrio entre estas bases. O aumento significativo do teor de K, ocasionado pelo uso do biocarvão, influenciou no aumento significativo da saturação do K na CTC do solo.

Houve uma elevação significativa de 18,33 para 24,46mg dm⁻³ do Na (Tabela 5) após o uso do biocarvão. Ao aplicar aproximadamente 190 t ha⁻¹

de biocarvão de gliricídia no plantio de coco, Silvas (2019) obteve o valor de do equivalente a $4,60\text{mg dm}^{-3}$ do Na avaliando após 1 ano da instalação do experimento. O sódio também participa da CTC e Saturação por bases do solo, porém teores elevados do Na e K podem ocasionar no aumento da salinidade, al indesejado na agricultura.

Em virtude dos aumentos significativos do K, Mg, Na (Tabela 6) e a redução não significativa do Ca (Tabela 5), houve elevações significativas também da SB e V após o uso do biocarvão.

A Tabela 6 reflete o efeito isolado do calcário de concha de ostra (ostra) sobre atributos químicos do solo. Nota-se que houve aumentos significativos no Mg, na relação Ca/Mg, na saturação do Mg na CTC, na soma de bases (SB), na capacidade de troca de Cátions e na saturação por bases.

Tabela 7: Análise do desdobramento do efeito do calcário da concha de ostra (ostra) sobre atributos químicos do solo

Doses de ostra (t ha^{-1})	Mg (cmolc dm^{-3})	Ca/Mg	Sat. Mg na CTC (T)(%)	SB (cmolc dm^{-3})	T (cmolc dm^{-3})	V(%)
0	0,95b	1,73c	14,05b	2,98c	7,05b	41,98c
3	1,33a	2,51b	17,62ab	4,88b	7,45ab	65,48b
5	1,40a	3,23a	18,03a	6,10a	7,98a	76,13a

Letras iguais, minúsculas nas colunas, não diferem entre si

Fonte: Autor, 2023

Leite *et al.* (2023) destacam que a maioria dos constituintes da concha de ostra é Ca podendo haver traços de outros elementos como Mg e outros. Nota-se na Tabela 7 que a inserção gradativa de calcário da concha de ostra acarreta aumentos significativos de magnésio inclusive elevando a teores satisfatórios, o mesmo acontece com a Relação Ca/Mg quando se observa um deslocamento de valor considerado baixo para valores mais adequados.

Guedes *et al.* (2021) ao estudarem fontes de potássio para produção e qualidade de tomate cultivado em sistema orgânico em ambiente protegido, destacaram que as relações Ca:Mg:K mais usadas por técnicos e agricultores no município de Itatinga-SP é 9:3:1 respectivamente. Batista *et al.*(2018) destacam que alguns técnicos e agricultores acreditam que a relação ideal seria de 4:1 a 6:1 de Ca/Mg, porém salienta que vários trabalhos demonstram plantas desenvolvendo bem em relações Ca:Mg que vão

desde 1:1 a 15:1 desde que os níveis de Mg estejam satisfatórios por ser o elemento que mais sofre com excesso dos outros cátions, principalmente Ca e K. no solo salientando ainda que os valores satisfatório de Ca e Mg, para o bom desenvolvimento de plantas seriam maiores que 2,1 cmolc dm⁻³ de Ca e 1,1 cmolc dm⁻³ de Mg.

Quanto a saturação de base na CTC Batista *et al.* (2018) salienta que a participação relativa adequada seria de 30 a 50% C e 12 a 25% de Mg na CTC do solo. Rosolem & Machado (1984), discorrem que algumas literatura demonstram que o melhor equilíbrio das bases no solo seriam ideias quando se tem uma saturação na CTC de 65 a 85% de Ca, 4 a 12% de Mg e 2 a 5% de K.

Os aumentos significativos da SB, T e V possivelmente são reflexos das bases Ca, Mg, K e Na; e são ótimos indicadores de fertilidade do solo.

Em suma, o desempenho da ostra isolada para as variáveis Mg, SB e V foram mais efetivos que o do biocarvão isolado, porém há de se considerar que o benefício do biocarvão vão além dos efeitos esperados ao aplicar os corretivos de solo tradicionais, podendo este adicionar muitos outros nutrientes no solo. No entanto a interação dos tratamentos mostra-se promissoras na melhoria dos atributos do solo.

Efeito do biocarvão e da concha de ostra sobre o desenvolvimento inicial de cravo-da-índia.

A Tabela 8 mostra um resumo dos dados da análise de variância que refletem o efeito de cada tratamento isolado e a interação entre o biocarvão de bucha de dendê (biocarvão) e o calcário da casca de ostra (ostra) sobre o desenvolvimento de cravo da Índia.

Tabela 8: Resumo da análise de variância dos tratamentos relativos à desenvolvimento de plantas

Fator de Variação	Fc									
	DC	H	NF	CR	PMSR	PMSC	PMSF	AF	PMST	IQD
Biocarvão	3.76 ^{ns}	9.63 [*]	3.69 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.08 ^{ns}	2.86 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.52 ^{ns}	0.23 ^{ns}	1.54 ^{ns}
Ostra	2.53 ^{ns}	8.1 [*]	3.02 ^{ns}	7.59 [*]	1.19 ^{ns}	12.25 [*]	3.19 ^{ns}	3.72 ^{**}	3.68 ^{**}	0.21 ^{ns}
Bio +Ost	0.78 ^{ns}	5.59 [*]	0.38 ^{ns}	1.48 ^{ns}	1.82 ^{ns}	8.38 [*]	6.67 [*]	5.38 ^{**}	4.93 ^{**}	0.32 ^{ns}
CV (%)	6,67	11,25	12,79	4,46	13,06	12,02	12,37	13,00	10,77	15,55

* e ** significativo a 1 e 5%, respectivamente, ns: não significativo

Fonte: Autor, 2023

Observa-se que houve interação entre os tratamentos para as variáveis H, PMSC, PMSF, AF e PMST. O biocarvão isolado só teve efeito na altura da planta H, a ostra teve efeito isolado para H, CR, PMSC, AF e PMST.

Comportamento dos tratamentos em relação às variáveis de desenvolvimento de planta

A Tabela 9 mostra o desdobramento da interação entre o biocarvão e ostra sobre o desenvolvimento das plantas. Nota-se que houve diferenças significativas para as médias de todas as variáveis quando foi usado 3 t ha⁻¹ e 0 t ha⁻¹ de biocarvão em relação aos demais tratamentos e interações.

Tabela 9: Desdobramento do efeito da interação entre o biocarvão e o calcário da concha de ostra no desenvolvimento inicial do cravo-da-índia

Doses de biocarvão (t ha ⁻¹)	Doses de ostra (t ha ⁻¹)		
	0	3	5
----- H (cm) -----			
0	19,11Bb	24,40Aa	18,48Bb
20	19,62Bb	18,44Bb	16,50Bb
----- PMSC (g) -----			
0	0,67Bb	0,98Aa	0,71Bb
20	0,78Bb	0,76Bb	0,64Bb
----- PMSF (g) -----			
0	1,54Bb	1,93Aa	1,44Bb
20	1,71Bb	1,51Bb	1,55Bb
----- AF (cm ²) -----			
0	199,75Bb	246,98Aa	178,17Bb
20	229,3Bb	207,62Bb	209,80Bb
----- PMST (g) -----			
0	3,5Bb	4,16Aa	3,26Bb
20	3,81Bb	3,47Bb	3,44Bb

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si

Fonte: Autor, 2023

Na Tabela 10 estão descritos o efeito das diferentes dosagens do calcário de concha de ostra isolado, tendo diferenças significativa nas médias do comprimento de raiz (CR) entre as doses 0 e 3t ha⁻¹ e 0 e 5t ha⁻¹, no entanto não houve diferenças significativas entre os tratamentos 3 e 5t ha⁻¹.

Tabela 10: Desdobramento do efeito do calcário da concha de ostra no desenvolvimento inicial do cravo-da-índia.

Doses de ostra (t ha ⁻¹)	CR (cm)
0	17,68b
3	19,03a
5	18,78a

Letras iguais, minúsculas nas colunas, não diferem entre si

Fonte: Autor, 2023

Matias *et al.* (2022) ao estudarem diferentes doses de biocarvão de bucha de dendê no desenvolvimento inicial de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum), ao elevar de 0 para 20 t ha⁻¹ a dosagem do biocarvão, observaram diferenças significativas nas médias da altura da parte aérea (H), Peso da matéria seca da raiz (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST) e diferenças pouco significativas nas médias do diâmetro do caule (DC), peso da matéria seca do caule (PMSC), peso da matéria seca das folhas (PMSF) e conseqüentemente peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA).

Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre o índice de qualidade de qualidade de Dikson (IQD), considerado como o principal parâmetro de avaliação de desenvolvimento de plantas (CALDEIRA *et al.*, 2012), porém observou-se que o uso da ostra isolado teve efeito sobre algumas variáveis que avaliam o desenvolvimento inicial de cravo da Índia.

Outro fator a ser considerado é que cada espécie manifesta comportamentos diferentes mediante determinadas condições de solo, por exemplo os resultados obtidos entre o cupuaçu e o cravo-da-Índia foram diferentes após o uso do biocarvão.

Para o cravo-da-Índia, torna-se necessário estudos sobre quais condições de fertilidade é o ideal para o bom desenvolvimento inicial, qual melhor equilíbrio entre as bases trocáveis. Mesmo por que a elevação das doses de biocarvão junto com a elevação das doses de ostra ocasionaram em muitos casos redução nas médias de vários parâmetros, apesar de muito desses resultados não mostrarem diferenças significativas.

Conclusão

A interação entre o biocarvão de bucha de dendê e o calcário de concha de ostra melhoraram diversos parâmetros de fertilidade do solo como P, Ca, H+Al, pH, as relações Ca:K e Mg:K e a saturação de Ca na CTC. Porém não observou-se efeito significativos em parâmetros importantes como a saturação de Mg na CTC do solo, a saturação de K na CTC, SB, CTC e principalmente a saturação por bases V(%). Por outro lado, não foi observado interação entre esses tratamentos que resultasse em

melhoria de alguns parâmetros indicadores do crescimento inicial do cravo-da-índia.

Referências Bibliográficas

ALCÂNTARA, R. M. M. **Óleo de palma e biodiesel no brasil impactos sobre a originação para alimentos**. 2022. 65 f. Dissertação (mestrado em Agronegócio) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/33140>.

ALEXANDRE, D. S. **Redução da toxicidade de solos contaminados com os agrotóxicos 2,4-D e fipronil utilizando biochar da palha de cana-de-açúcar**. 2023. Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-07032023-165007/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BARBOSA, E. D. *et al.* Influência do biochar nas propriedades químicas do solo: uma revisão. *In*: SOUZA, E. S. R. D. (org.). **Pesquisas em temas de ciências agrárias**. 1. ed. Belém-PA: RFB Editora, 2023. v. 7, p. 55–66. *E-book*. Disponível em: <https://www.rfbeditora.com/ebook-forms-2023-2/pesquisas-em-temas-de-ci%C3%AAs-agr%C3%A1rias---volume-7>. Acesso em: 26 jun. 2023.

BATIHA, G. E.-S. *et al.* *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae): Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, Pharmacological and Toxicological Activities. **Biomolecules**, v. 10, n. 2, p. 16, 2020.

BATISTA, M. A. *et al.* Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. *In*: BRANDÃO FILHO, J. U. T. *et al.* **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018. p. 113–162.

BRASIL, M. D. D. A. INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA. **Diário oficial da União**, Seção 1, v. 132, n. 35, p. 10, 4 jul. 2006.

BRASIL, M. da A., Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos**. MAPA, 2017.

BRASIL, M. D. D. A. PORTARIA Nº 402, SDA. **D.O.U.**, Seção 1, v. 140, n. 402, p. 3, 23 jul. 2010.

BUDDHAKALA, N. *et al.* Phytochemicals and Antidiabetic, Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Ethanol Flower Extract of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (Myrtaceae). **Trends in Sciences**, v. 20, n. 1, p. 11, 2022.

CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **FLORESTA**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77, 2012.

CARNEIRO, J. S. D. S. *et al.* Supercalagem: alterações em atributos químicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 16, n. 1, p. 31–38, 2018.

CARVALHO, T. A. de *et al.* Efeito residual de fertilizantes nitrogenados formulados com biocarvão. *In*: 13º congresso interinstitucional de iniciação científica – CIIC 2019, 2019, Campinas. **13º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2019**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2019.

CASTRO, W. C. D. *et al.* Biocarvão e adubação fosfatada sob a fertilidade do solo e desenvolvimento inicial de mudas clonais de café conilon. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, p. 16, 2022.

CAVALCANTE, A. C. P. *et al.* Adubação com potássio e cálcio na nutrição e produção de goiabeira “Paluma”. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 66, n. 1, p. 54–62, 2019.

CENTURIÃO, N. C. *et al.* Efeitos de biochars (carvões) provenientes de diferentes materiais na fertilidade de dois solos do Cerrado. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 19, 2021.

COOPER, J. *et al.* Effect of biochar and compost on soil properties and organic matter in aggregate size fractions under field conditions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 295, p. 9, 2020.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10–13, 1960.

EMBRAPA. Dendê: Manejo e Uso dos Subprodutos e dos Resíduos. **Documentos (EMBRAPA Amazônia Oriental)**, Belém, v. 246, n. 1, p. 37, 2006.

EMBRAPA (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. eded. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2017.

FAGUNDES, T. F. da S.; SILVA, L. B. da. Potencial uso dos resíduos de conchas de moluscos: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e43011326614, 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.

GRAZIK, H.; REIS, J. B.; KORF, E. P. Vermicompostagem melhorada como ferramenta para a gestão sustentável de resíduos agroindustriais. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 21–41, 2022.

GUEDES, E. *et al.* Fontes de potássio para produção e qualidade de tomate cultivado em sistema orgânico em ambiente protegido. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 11, 2021.

HARO-GONZÁLEZ, J. N. *et al.* Clove Essential Oil (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): Extraction, Chemical Composition, Food Applications, and Essential Bioactivity for Human Health. **Molecules**, v. 26, n. 21, p. 6387, 2021.

IBI. International Biochar Initiative. **Standardized product definition and product testing guidelines for biochar that is used in soil**, v. 2.1, p. 23, 2015.

LANGE, A. *et al.* Relações cálcio:magnésio e características químicas do solo sob cultivo de soja e milho. **Nativa**, v. 9, n. 3, p. 294–301, 2021.

LEITE, N. S. *et al.* Estudo químico e físico de resíduos da maricultura e avicultura como potencial uso para corretivo de acidez em solos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 302–312, 2023.

LUCENA, R. R. M. D. *et al.* Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, Moçoró, v. 24, n. 2, p. 40–45, 2011.

LUCON, I. M. **Biocarvão nos atributos físicos, químicos e produtividade do milho em solo sob clima tropical**. 2019. 105 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2019. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?as_q=&as_epq=BIOCARV%C3%83O%20NOS%20ATRIBUTOS%20F%C3%8DSICOS%2C%20QU%C3%8DMICOS%20E%20PRODUTIVIDADE%20DO%20MILHO%20EM%20SOLO%20SOB%20CLIMA%20TROPICAL&as_occt=title&as_sauthors=+&as_ylo=&as_yhi=&as_sdt=1.&as_sdtf=&as_sdt=22&.

MARTINS FILHO, A. P. *et al.* Impact of coffee biochar on soil carbon, microbial biomass and enzymatic activities in Semiarid Sandy soil cultivated with maize. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 903–914, 2020.

MATIAS, M. I. D. A. S. *et al.* Biocarvão de bucha de dendê (palma de óleo) na produção de mudas de cupuaçu. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 62–72, 2022.

MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo**. Barreiras, Ba: SFA - BA/SDC/MAPA, 2007. Aula ministrada no Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água.

MONACO, P. A. V. L. *et al.* Conchas de ostras e cascas de ovos moídas como corretivos da acidez do solo. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, v. 23, n. 6, p. 584–590, 2015.

OLIVEIRA, J. B. D. *et al.* Impacto do biochar de resíduos da indústria de biodiesel sobre os atributos de um solo arenoso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 5, p. 2128–2138, 2020.

OLIVEIRA, L. M. F. D.; CARNEIRO, R. Políticas públicas e geração de energia através da biomassa dos resíduos sólidos no Brasil. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 35, n. 3, p. 370–387, 2020.

ONU, P. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Ambientalmente sustentável**, v. 25, n. 1, p. 171–190, 2018.

PETRIELLI, F. A. da S. **Viabilidade técnica e econômica da utilização comercial das conchas de ostras descartadas na localidade do Ribeirão**

da Ilha, Florianópolis, Santa Catarina. 2008. 128 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, FLORIANÓPOLIS, 2008. G.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, R. Efeito das relações ca/mg, ca/k e mg/k do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1443–1448, 1984.

SANTOS, Y. C. A. dos *et al.* Efeito da calagem nas características químicas do solo e no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. *In*: SILVA-MATOS, R. R. S. D.; SILVA, A. L. V. E.; NETO, G. F. V. (org.). **Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo**. 1. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2023. p. 16–29. *E-book*. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/fitotecnia-sistemas-agricolas-ambientais-e-solo>. Acesso em: 8 jul. 2023.

SANTOS, D. M. D. S.; SILVA, L. W. S. Utilização de resíduos de mexilhão dourado, *limnoperna fortunei* (dunker 1857), para aplicações sustentáveis: uma revisão de literatura. *In*: CORDEIRO, C. A. M.; SAMPAIO, D. D. S.; HOLANDA, F. C. A. F. **Engenharia de Pesca: aspectos teóricos e práticos - Volume 3**. 1. ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, 2022. v. 3, p. 204–214. *E-book*. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/211206955>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SEEG, S. D. E. D. E. D. G. D. E. E. **Análises das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas do Brasil 1970 - 2020**. São Paulo: SEEG, 2021.

SILVA, J. S. D. **Etiologia da morte de plantas e alguns fungos isolados de craveiro-da-índia (*syzygium aromaticum*) no baixo sul da bahia**. 2022. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2022.

SILVA, M. **O efeito do biocarvão nas características químicas e na retenção de água do solo sob um coqueiral no município de seropédica, rio de janeiro**. 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil, 2019. Disponível em: <http://www.maxwell.vrac.puc->

rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=47044@1. Acesso em: 9 jul. 2023.

SOUZA, L. C. *et al.* Resposta do biocarvão nos atributos e na emissão de gases do solo. *In*: Souza, W. J. O. SANCHES, A. G. (Org.). **Tecnologia e inovação na agricultura: aplicação, produtividade e sustentabilidade em pesquisa**. 1. ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2023. v. 1, p. 239–249. *E-book*. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/230312402>. Acesso em: 8 jul. 2023.

SOUZA, A. K. R.; MORASSUTI, C. Y.; DEUS, W. B. D. Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. **Acta Biomédica Brasiliensia**, v. 9, n. 3, p. 95, 2018.

SOUZA, J. S. C.; BRITO, M. E. B. Programa computacional BHCN&CCTK: balanço hídrico climatológico normal e classificação climática de Thornthwaite e Köppen. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 5, p. 35877–35898, 2022.

TELES, T. B. *et al.* Agropecuária: impactos negativos causados ao meio ambiente. **Anais do Conapesc, VII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, n. 7^a, p. 11, 2022.

VICIDOMINI, C.; ROVIELLO, V.; ROVIELLO, G. N. Molecular Basis of the Therapeutical Potential of Clove (*Syzygium aromaticum* L.) and Clues to Its Anti-COVID-19 Utility. **Molecules**, v. 26, n. 7, p. 12, 2021.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM

Eu, Hemanuely dos Santos Batista dos Santos, nacionalidade brasileira, estado civil solteira, portador da Cédula de identidade RG nº. 21877649 – 74, inscrito no CPF/MF sob nº 081.422.245 – 50, residente à Av./Rua Eneas Fonseca S/N, município de Valença/Bahia. AUTORIZO o uso de minha imagem em todo e qualquer material entre imagens de vídeo, fotos e documentos, para ser utilizada na dissertação do mestrando Marti, intitulado “ **BIOCARVÃO E CALCÁRIO DE OSTRA NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CRAVO-DA-ÍNDIA**” e também em qualquer artigo advindo desta a serem publicado em revista. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem acima mencionada em todo território nacional, das seguintes formas: (I) home page; (II) mídia eletrônica (vídeo-tapes, televisão, cinema, entre outros).

Fica ainda **autorizada**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

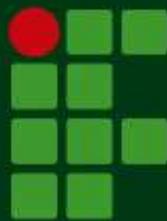
Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Valença, Ba 02 de setembro de 2023.

Hemanuely dos Santos Batista dos Santos

Hemanuely dos Santos Batista dos Santos

Tel. (75) 9 88419035



**INSTITUTO
FEDERAL**

Baiano

Campus
Serrinha

